



**Village d'entreprise ERO-RN7
84700 SORGUES**

Tél : 04 90 39 34 50

**DEMANDE D'AUTORISATION DE RENOUVELLEMENT
D'UNE INSTALLATION CLASSÉE POUR LA
PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT**

PIÈCE JOINTE N°4.1 – ANNEXES DE L'ETUDE D'IMPACT

**Département de Vaucluse (84)
Commune de PERNES-LES-FONTAINES
*Lieu-dit "Sainte-Marie"***

Juin 2025



géoenvironnement
SCIENCE • EXPLORATION • ENVIRONNEMENT

**GEOENVIRONNEMENT
Le Calypso - 25 rue de la Petite Duranne
13290 AIX-EN-PROVENCE**

Suivi du document :

Version	Date	Objet de la mise à jour	Rédaction	Vérification
1.0	Février 2025	Rédaction initiale du dossier de demande d'autorisation environnementale	Romain SYLVESTRE, Chargé d'études GEOENVIRONNEMENT GEOENVIRONNEMENT Le Calypso 25 rue de la Petite Duranne 13290 AIX-EN-PROVENCE SIREN : 514 127 489	Philippe EBREN, GEOENVIRONNEMENT Gérant GEOENVIRONNEMENT Le Calypso 25 rue de la Petite Duranne 13290 AIX-EN-PROVENCE SIREN : 514 127 489
2.0	Mai 2025	Intégration des retours des services instructeurs (Mise à jour annexe 7) (Ajout Annexe 8)	Romain SYLVESTRE, Chargé d'études GEOENVIRONNEMENT GEOENVIRONNEMENT Le Calypso 25 rue de la Petite Duranne 13290 AIX-EN-PROVENCE SIREN : 514 127 489	Philippe EBREN, GEOENVIRONNEMENT Gérant GEOENVIRONNEMENT Le Calypso 25 rue de la Petite Duranne 13290 AIX-EN-PROVENCE SIREN : 514 127 489
3.0	Juin 2025	Intégration (Mise à jour annexe)	Romain SYLVESTRE, Chargé d'études GEOENVIRONNEMENT GEOENVIRONNEMENT Le Calypso 25 rue de la Petite Duranne 13290 AIX-EN-PROVENCE SIREN : 514 127 489	Philippe EBREN, GEOENVIRONNEMENT Gérant GEOENVIRONNEMENT Le Calypso 25 rue de la Petite Duranne 13290 AIX-EN-PROVENCE SIREN : 514 127 489

- I. ANNEXE 1 : VOLET NATUREL DE L'ETUDE D'IMPACT- NATURALIA**
- II. ANNEXE 2 : ÉVALUATION SIMPLIFIEE DES INCIDENCES NATURA 2000 - NATURALIA**
- III. ANNEXE 3 : RAPPORT BRUIT JANVIER 2023 - PRONETEC**
- IV. ANNEXE 4 : MESURES DE BRUITS JUILLET 2023 - GEOENVIRONNEMENT**
- V. ANNEXE 5 : MESURES POUSSIÈRES 3EME TRIMESTRE 2023- 2 EME TRIMESTRE 2024 - GEOENVIRONNEMENT**
- VI. ANNEXE 6 : ETUDE PM10 2024 ET 2025- ATMOSUD**
- VII. ANNEXE 7 : ETUDE HYDROGEOLOGIQUE – MAJ 2025 – BERGA SUD**
- VIII. ANNEXE 8 : RAPPORT A0 DE REPERAGE GEOLOGIQUE DE L'AMIANTE ENVIRONNEMENTAL – 2025 – TUDSOLS**

ANNEXE 1 : VOLET NATUREL DE L'ETUDE D'IMPACT

RENOUVELLEMENT D'AUTORISATION D'EXPLOITATION DE CARRIERE, LIEU-DIT « SAINTE MARIE », PERNES-LES- FONTAINES (84)

Commune de Pernes-les-Fontaines (84)

VOLET NATUREL DE L'ÉTUDE D'IMPACT



POUR LE COMPTE DE

4M PROVENCE ROUTE

Réf. : PA20210329-JG1 et S03094

NATURALIA ENVIRONNEMENT SASU – Agence PACA Corse

Site Agroparc 60 rue Jean Dausset BP 31285 - 84 911 AVIGNON Cedex 9

SIRET : 502 629 009 0130

www.naturalia-environnement.fr

RENOUVELLEMENT D'AUTORISATION D'EXPLOITATION DE CARRIERE, LIEU-DIT « SAINTE MARIE », PERNES-LES- FONTAINES (84)

Commune de Pernes-les-Fontaines (84)

VOLET NATUREL DE L'ETUDE D'IMPACT

Rapport remis le

11 février 2025

Pétitionnaire

4M Provence Route S.A
Village ERO - RN7
84700 SORGUES



Équipe Naturalia-Environnement

Coordination	Jordan GALLI et Julie REYNAUD
Equipe technique 2024	Adrien ROLLAND - Botaniste Guy DURAND – Ornithologue et Herpétologue Sylvain FADDA - Entomologiste
Équipe technique 2021	Florian THIERY - Mammalogiste Thomas CROZE – Botaniste Paul MENARD – Entomologiste et Ornithologue Antoine COQUIS – Herpétologue & Ornithologue Mathieu FAURE – Mammalogiste
Équipe technique 2017	Robin PRUNIER– Botaniste Pierre QUERTIER– Botaniste Lénaïc ROUSSEL – Expert Mammalogue Guillaume AUBIN – Entomologiste et herpétologue Jean-Charles DELATTRE – Ornithologue et herpétologue
Cartographie	Caroline AMBROSINI

Suivi des modifications

Date	Version	Contenu	Émetteur
03.11.2021	1	Rapport initial	JGa, TCr, PMe, ACo, MFa
15.12.2022	2	Mise à jour et corrections	JGa, ACo
21.09.2023	3	Apport des compléments et corrections demandés par les services instructeurs	JGa
25.09.2024	4	Rendu final	JRe
11.02.2025	5	Intégration de modifications relatives au phasage	JRe

Sommaire

1.	Introduction	5
1.1.	Contexte	5
1.2.	Situation géographique	6
2.	Présentation du projet	8
2.1.	Présentation générale de l'exploitation	8
2.1.1.	L'exploitant	8
2.1.2.	Parcellaire autorisé	8
2.2.	Modalités d'exploitation autorisées	8
2.3.	Conditions de remise en état	9
2.4.	Proposition de phasage d'exploitation	9
2.4.1.	Données d'exploitation	9
2.4.2.	Détails du phasage d'extraction	9
3.	Méthodologie	11
3.1.	Groupes étudiés et implications réglementaires	11
3.1.1.	Habitats naturels	11
3.1.2.	Zones humides	11
3.1.3.	Flore	11
3.1.4.	Faune	12
3.2.	Définition de l'aire d'étude / zone prospectée	13
3.3.	Les phases d'étude	15
3.3.1.	Le diagnostic écologique	15
3.3.2.	Définition des enjeux	18
4.	Etat initial	22
4.1.	Bilan des périmètres d'intérêt écologique	22
4.2.	Considérations éco-paysagères et fonctionnelles	26
4.2.1.	Analyse générale	26
4.2.2.	Analyse diachronique	29
4.2.3.	Analyse des fonctionnalités écologiques locales	30
4.3.	Habitats naturels et semi-naturels	32
4.4.	Zones humides	35
4.4.1.	Zones humides identifiées sur critère « habitats »	35
4.5.	Peuplements floristiques	35
4.5.1.	Analyse bibliographique	35
4.5.2.	Résultats des inventaires de 2017 et 2021	35
4.5.3.	Résultats des inventaires de 2024	36
4.6.	Peuplements faunistiques	39
4.6.1.	Insectes et autres arthropodes	39
4.6.2.	Amphibiens	40
4.6.3.	Reptiles	44
4.6.4.	Avifaune	45
4.6.5.	Mammifères	48
4.7.	Restitution cartographique des enjeux faunistiques	52
4.8.	Espèces invasives	53
4.8.1.	Flore	53
4.9.	Synthèse des enjeux écologiques et réglementaires	57
5.	Évaluation des impacts	58
5.1.	Rappel des éléments principaux du projet	58
5.2.	Qualification des impacts	60
5.2.1.	Types d'impacts	60
5.2.2.	Durée des impacts	61

5.3.	Évaluation des impacts bruts du projet sur le milieu naturel	62
5.3.1.	Habitats naturels.....	62
5.3.2.	Zones humides	62
5.3.3.	Flore.....	64
5.3.4.	Faune.....	66
5.4.	Autres projets connus – effets cumulés.....	72
5.4.1.	Définition et méthode.....	72
5.4.2.	Avis de l'autorité environnementale disponibles	72
5.4.3.	Autres projets connus.....	72
5.5.	Analyse des effets cumulés avec le projet photovoltaïque.....	75
6.	Proposition de mesures d'évitement, de réduction et d'accompagnement des atteintes	76
6.1.	Typologie des mesures.....	76
6.1.1.	Mesure d'évitement retenue	77
6.1.2.	Mesures de réduction retenues	79
6.1.3.	Mesures d'accompagnement retenues	91
7.	Analyse des impacts résiduels.....	93
7.1.	Évaluation des impacts résiduels sur la flore.....	93
7.2.	Évaluation des impacts résiduels sur la faune.....	93
7.3.	Évaluation sur les fonctionnalités écologiques	95
8.	Scénario de référence et évaluation des changements naturels.....	97
9.	Conclusions.....	98
	Bibliographie.....	99
	Annexes.....	102
	Annexe I - Descriptions générales des différents types de documents d'alerte.....	102
	Annexe II – Equipe retenue pour cette expertise écologique.....	105
	Annexe III – Synthèse des relevés naturalistes.....	106
	Relevés floristiques	106
	Relevés faunistiques	108

Table des illustrations

Figure 1.	Présentation du levé topographique (septembre 2024).....	5
Figure 2.	Localisation du projet	7
Figure 3.	Plan de phasage prévisionnel (extraction).....	10
Figure 4.	Aire d'étude principale et aire d'étude fonctionnelle	14
Figure 5.	Localisation des périmètres d'inventaires et zones humides vis-à-vis de l'aire d'étude.....	23
Figure 6.	Localisation des périmètres contractuels vis-à-vis de l'aire d'étude	24
Figure 7.	Localisation des périmètres réglementaires vis-à-vis de l'aire d'étude.....	25
Figure 8.	Eléments de la trame verte et bleue régionale identifiés autour de l'aire d'étude d'après le SRCE PACA de 2014	27
Figure 9.	Place de l'aire d'étude au sein du Document d'orientations générales (DOG) du SCOT du Bassin de Vie d'Avignon, le secteur d'étude est entouré en rouge	28
Figure 10.	Localisation de l'aire d'étude vis-à-vis du SCoT Arc Comtat Ventoux	28
Figure 11.	Comparaison de la photographie aérienne de 1950 et de celle de 2006 via la plateforme remonterletemps.ign.fr	29
Figure 12.	Comparaison de la photographie aérienne de 2021 et de celle de 2024 via la plateforme remonterletemps.ign.fr	29
Figure 13.	Fonctionnalités écologiques locales.....	31
Figure 14.	Vues sur les milieux secondaires dominants sur le site (Photos sur site, Naturalia).....	33
Figure 15.	Habitats naturels identifiés dans l'aire d'étude restreinte en 2021.....	34

Figure 16. Vue sur la station de <i>Cleistogenes serotina</i> (plante protégée) mitoyenne (Photos sur site, Naturalia).....	36
Figure 17. Illustrations de <i>Velezia rigida</i> et de ses habitats (photos sur site : Naturalia-Environnement)	37
Figure 18. Enjeux floristiques identifiés dans l'aire d'étude.....	38
Figure 19. Criquet marocain, caractéristique du cortège xérophile du site (Photo sur site : G. Aubin / Naturalia 2017)	40
Figure 20. Crapaud calamite et ses habitats de reproduction sur site (Photos : L. Roussel et J.C. Delattre / Naturalia 2017)	41
Figure 21. Photographies des habitats de reproduction potentiels pour les amphibiens (à gauche : bassin de décantation, à droite : ornière inondée, en bas : mare temporaire) (Photo sur site : A.COQUIS / Naturalia 2017)	42
Figure 22. Intérieur de la carrière et de ses abords, exempts de tout habitat favorable aux amphibiens	43
Figure 23. Photographies de l'extérieur et de l'intérieur du bâtiment abandonné au nord-ouest de l'aire d'étude (Photo sur site : L. Roussel / Naturalia 2017).....	49
Figure 24. Localisation de l'enregistreur longue durée (2024)	50
Figure 25. Résultats relatifs aux enjeux faunistiques	52
Figure 26. Illustration de quelques espèces végétales exotiques à caractère envahissant (Photos sur site : R. Prunier / Naturalia)	53
Figure 27. Principales stations d'espèces végétales exotiques envahissantes repérées sur le site d'étude	55
Figure 28. Localisation des EVEC en 2024.....	56
Figure 29. Rappel du plan de phasage prévisionnel (extraction).....	58
Figure 30. Réaménagement prévisionnel de la carrière	59
Figure 31. Superposition des habitats naturels identifiés avec l'exploitation de la carrière	63
Figure 32. Superposition de l'exploitation avec les enjeux floristiques	65
Figure 33. Superposition de l'exploitation avec les enjeux avifaunistiques.....	69
Figure 34. Superposition de l'exploitation avec les enjeux mammalogiques	70
Figure 35. Superposition de l'exploitation avec les enjeux herpétologiques	71
Figure 36. Caractéristiques techniques de la centrale PV installée par Engie Green sur les anciennes emprises de la carrière Sainte-Marie de Pernes-les-Fontaines. Source : étude d'impact environnementale de 2019.....	74
Figure 37. Exemple du type de balisage à retenir pour la carrière Sainte-Marie.....	77
Figure 38. Tracé du balisage pérenne à installer autour de la carrière.....	78
Figure 39. Illustration schématique du profil des mares artificielles	82
Figure 40. Localisation des mares créées.....	83
Figure 41. Exemple de gîte/hibernaculum à petite faune.....	84
Figure 42. Localisation des gîtes à petite faune aménagés	85
Figure 43. Localisation de la haie plantée vis-à-vis du projet et des autres aménagements écologiques	87
Figure 44. Plan de réaménagement final attendu de la carrière	90
Figure 45. Evolution des fonctionnalités écologiques après mesures	96

Table des tableaux

Tableau 1. Parcellaire concerné par la carrière 4M PROVENCE ROUTE de PERNES-LES-FONTAINES.....	8
Tableau 2. Structures et organismes ressources consultés	15
Tableau 3. Calendrier et méthodologie des inventaires	16
Tableau 4. Catégorisation de la flore exotique envahissante	19
Tableau 5. Bilan des périmètres écologiques vis-à-vis de l'aire d'étude.....	22
Tableau 6. Synthèse des habitats	33
Tableau 7. Espèces végétales protégées ou patrimoniales pressenties au sein de l'aire d'étude d'après le recueil bibliographique	35
Tableau 8. Espèces d'arthropodes protégées ou patrimoniales pressenties au sein de l'aire d'étude d'après le recueil bibliographique	39
Tableau 9. Espèces d'amphibiens protégées ou patrimoniales pressenties au sein de l'aire d'étude d'après le recueil bibliographique.	41

Tableau 10. Espèces d'amphibiens protégées ou patrimoniales recensées au sein de l'aire d'étude	43
Tableau 11. Espèces de reptiles protégées ou patrimoniales pressenties au sein de l'aire d'étude d'après le recueil bibliographique.....	44
Tableau 12. Espèces de reptiles protégées ou patrimoniales recensées au sein de l'aire d'étude.....	45
Tableau 13. Espèces d'oiseaux protégées ou patrimoniales pressenties au sein de l'aire d'étude d'après le recueil bibliographique	45
Tableau 14. Espèces d'oiseaux protégées ou patrimoniales recensées au sein de l'aire d'étude	47
Tableau 15. Espèces des mammifères protégées ou patrimoniales pressenties au sein de l'aire d'étude d'après le recueil bibliographique	48
Tableau 16. Activité chiroptérologique enregistrée en 2024	51
Tableau 17. Espèces des mammifères protégées ou patrimoniales recensées au sein de l'aire d'étude	51
Tableau 18. Espèces végétales invasives recensées au sein de l'aire d'étude en 2017	53
Tableau 19. Espèces végétales invasives recensées au sein de l'aire d'étude	54
Tableau 20. Bilan des enjeux pour la faune	57
Tableau 21. Évaluation des atteintes sur les habitats naturels	62
Tableau 22. Évaluation des atteintes sur la flore patrimoniale et protégée	64
Tableau 23. Évaluation des impacts sur les espèces animales à enjeu	66
Tableau 24. Projet faisant l'objet d'une évaluation des effets cumulés avec l'extension de la zone d'extraction de la carrière Sainte-Marie 72	
Tableau 25. Essences à privilégier pour la plantation de haie arbustive et buissonnante, toutes disponible en Végétal Local – Zone méditerranéenne et adapté au contexte pédoclimatique de la carrière	86
Tableau 26. Essences à privilégier pour les plantations de remise en état du site, toutes disponible en Végétal Local – Zone méditerranéenne	88
Tableau 27. Mesures préconisées pour la conservation de la faune et évaluation des impacts résiduels	93
Tableau 28. Analyse du scénario de référence vis-à-vis du milieu naturel.....	97

Liste des abréviations

APPB : Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope

CNPN : Conseil National de la Protection de la Nature

CSRPN : Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DH : Directive « Habitats »

DH II : Annexe II de la Directive « Habitats »

DH IV : Annexe IV de la Directive « Habitats »

DO : Directive « Oiseaux »

DO I : Annexe I de la Directive « Oiseaux »

ENS : Espace Naturel Sensible

ERC : Éviter, réduire, compenser

LRN : Liste rouge nationale / **LRR** : Liste rouge régionale

DD = Données insuffisantes

LC = Préoccupation mineure

NT = Quasi menacée

VU = Vulnérable

EN = En danger d'extinction

CR = En danger critique d'extinction

EW = Espèces disparue à l'état sauvage

EX = Espèce disparue

NA = Non applicable

NE = Non évaluée

PLU : Plan Local d'Urbanisme

PN : Protection nationale

PNA : Plan National d'Action

PNN : Parc Naturel National

PNR : Parc Naturel Régional

PR : Protection Régionale

Rem. / Det. ZNIEFF : Remarque ou Déterminante ZNIEFF

SCOT : Schéma de Cohérence territoriale

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SRCE : Schéma régional de cohérence écologique

TVB : Trames Verte et Bleue

ZH : Zone humide

ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Floristique et Faunistique

ZPS : Zone de Protection Spéciale

ZSC : Zone Spéciale de Conservation

1. INTRODUCTION

1.1. Contexte

La société 4M Provence Route S.A. détient un arrêté préfectoral n°172 du 11 décembre 1997 (modifié par l'arrêté n°187 du 16 octobre 2003 et l'arrêté complémentaire du 11 juillet 2017) l'autorisant à exploiter une carrière au lieu-dit « Sainte-Marie » sur le territoire de la commune de Pernes-les-Fontaines.

La société souhaite renouveler cette autorisation d'exploiter.

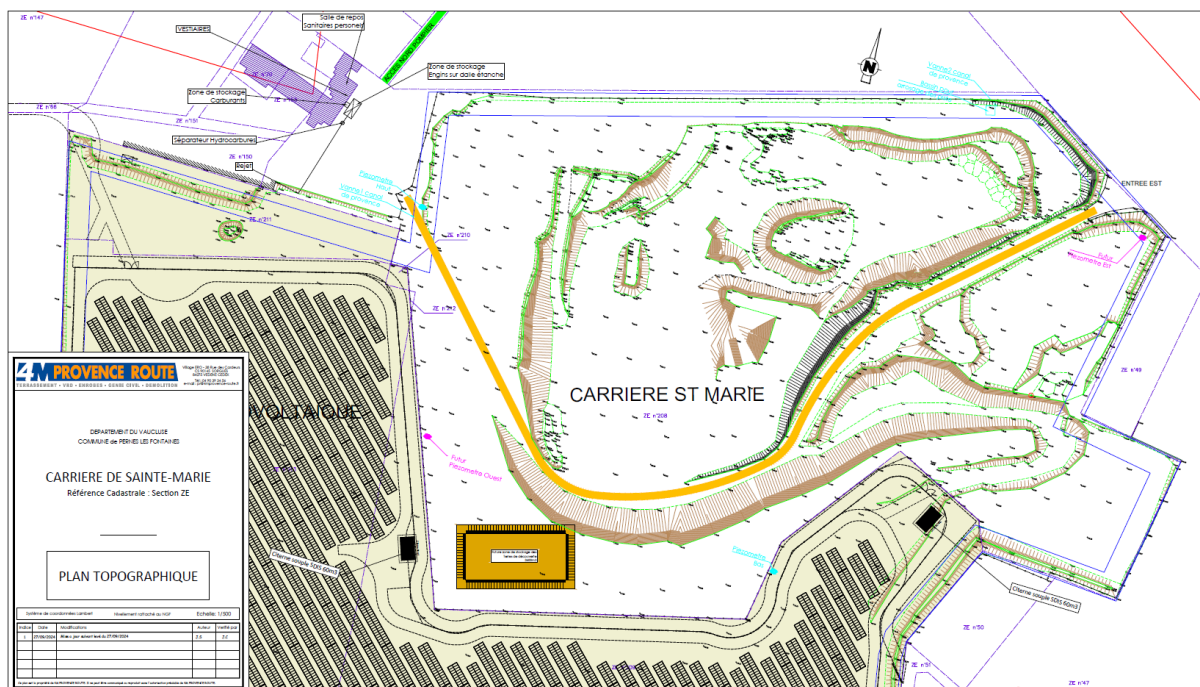


Figure 1. Présentation du levé topographique (septembre 2024)

La zone restant à exploiter se limite approximativement au quart Nord-Est du périmètre d'exploitation et correspond à la phase V (dernière phase dans le phasage d'exploitation). Cette ultime phase d'exploitation est détaillée en partie suivante.

Naturalia s'est vu confier la réalisation du volet naturel de l'étude d'impact pour ce projet en 2017 et avait alors réaliser une étude naturaliste complète et un volet naturel d'étude d'impact. En 2021 le projet de renouvellement a finalement légèrement évolué et les études ont dû être renouvelées. Etant donné la petite ampleur de ce projet, la date des inventaires naturalistes et son contexte géographique il n'a pas été jugé pertinent en 2021 de renouveler en totalité la campagne d'inventaires naturalistes. Ainsi des passages de validation des inventaires de 2017 ont été réalisés au printemps puis en début et milieu d'automne 2021, automne ayant présenté des conditions météorologiques particulièrement favorables à la réalisation d'inventaires naturalistes (températures douces, alternance de précipitations importantes et périodes très ensoleillées) contrairement au printemps, particulièrement mauvais en 2021. Enfin, en 2024, une nouvelle mise à jour des inventaires a été initiée pour rendre compte de l'évolution du site depuis les derniers inventaires et pour répondre à la dernière demande de la DREAL sur la nécessité de renouveler des visites ciblées sur certains cortèges.

Le volet naturel de l'étude d'impact est régi par le Code de l'Environnement (Articles R122-1 à R122-16). Le but de cette expertise est d'identifier les enjeux écologiques présents sur le site du projet afin que le maître d'ouvrage puisse, en appliquant la séquence ERC, concevoir le projet de moindre impact environnemental au regard, aussi, d'autres enjeux potentiels tels que le paysage et la topographie. Elle se base sur l'analyse de l'état initial comprenant des investigations de terrain intégrant les milieux naturels, la faune et la flore, en plus de la consultation de données bibliographiques.

Ainsi, dans un premier temps, un état initial faunistique et floristique a été réalisé et caractérisé :

- Les habitats naturels ;
- Les cortèges et les enjeux floristiques ;
- Les cortèges et les enjeux faunistiques.

Dans un second temps, l'estimation des impacts bruts relatifs au projet a été effectuée (durée, nature, etc.).

Dans un troisième temps ont été élaborées les diverses mesures permettant de supprimer, réduire ou atténuer voire de compenser les impacts attendus du projet sur le milieu naturel.

1.2. Situation géographique

Région :	Provence-Alpes-Côte d'Azur
Département :	Vaucluse
Commune :	Pernes-les-Fontaines
Lieu-dit :	Sainte-Marie

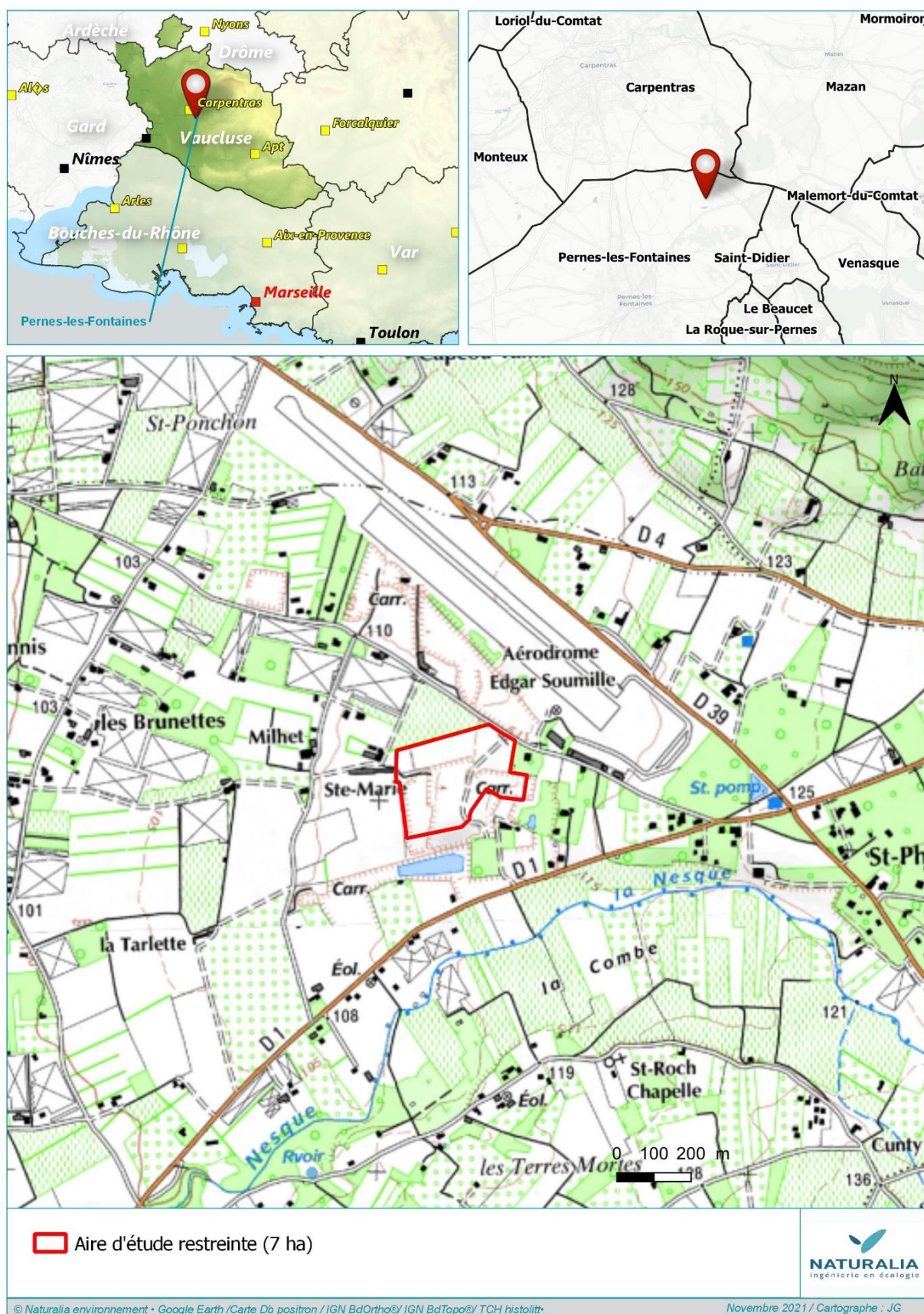


Figure 2. Localisation du projet

2. PRESENTATION DU PROJET

2.1. Présentation générale de l'exploitation

2.1.1. L'exploitant

2.1.1.1. La société

Société	4M PROVENCE ROUTE
Forme juridique	SA à directoire et conseil de surveillance
Capital Social	1 051 500 Euros
Siège Social	Village ERO, RN7– 84700 SORGUES
N° RCS / SIRET	305304966 00024

2.1.1.2. Le signataire

Nom	Olivier MEREU
Nationalité	Française
Qualité	Président du Directoire

2.1.2. Parcellaire autorisé

Faisant suite à la rétrocession partielle en 2020 du parcellaire initialement autorisé par l'arrêté préfectoral du 11 décembre 1997 pour une durée de 25 ans (soit jusqu'en décembre 2022), le périmètre d'autorisation sollicité dans le dossier de renouvellement de l'autorisation d'exploiter concerne une seule parcelle dont les références sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 1. Parcellaire concerné par la carrière 4M PROVENCE ROUTE de PERNES-LES-FONTAINES

Commune	Section	Parcelles	Superficie cadastrale totale (m²)	Périmètre d'Autorisation (m²)	Périmètre d'Extraction (m²)
PERNES-LES-FONTAINES	000 ZE	59 p	90 280	60 341	10 000

Le périmètre d'autorisation (PA) sollicité pour la carrière 4M PROVENCE ROUTE de Sainte-Marie à PERNES LES FONTAINES est de 60 341 m², soit 6,03 ha environ.

2.2. Modalités d'exploitation autorisées

Les principales caractéristiques du renouvellement de la demande d'autorisation d'exploiter sont :

- ✓ Durée totale : **15 ans**, incluant 10 ans d'extraction doublée de remblayage + 5 ans de remblayage seul ;
- ✓ Méthode d'extraction : à ciel ouvert et à sec, avec des engins mécaniques (pelle et chargeur) ;
- ✓ Profondeur d'extraction : **6 mètres** par rapport au terrain naturel ;
- ✓ Production moyenne : **6 000 m³/an**, soit environ 12 000 tonnes/an ;
- ✓ Production maximale : **50 000 m³/an**, soit environ 100 000 tonnes/an ;

- ✓ Maintien d'une bande réglementaire de **10 mètres** minimum entre le bord de l'excavation et le périmètre d'autorisation.

La remise en état du site est effectuée au fur et à mesure de l'avancement des travaux d'exploitation. Dans le cadre de cette remise en état, l'excavation est comblée à l'aide de matériaux inertes non commercialisables.

Ces matériaux inertes proviennent des chantiers du BTP alentours, leur tri est effectué par la société SOREMAT (filiale du groupe 4M Provence Route) qui utilise une petite unité de traitement et de regroupement des matériaux inertes sur le site. Les matériaux inertes non recyclables sont utilisés pour le remblaiement de la carrière en vue du réaménagement final, le reste est valorisé sur le marché des granulats.

Cette activité de tri est soumise à Déclaration au titre de la réglementation ICPE, l'exploitation est effectuée par SOREMAT de façon indépendante à celle de la carrière. La plateforme de traitement et de regroupement des matériaux inertes n'est donc pas concernée par l'AP d'autorisation de 1997 (cet AP autorisant l'exploitation de la carrière uniquement).

2.3. Conditions de remise en état

Les modalités de la remise en état sont similaires à celles déjà prévue par l'article 11 de l'arrêté d'autorisation du 11 décembre 1997, à savoir :

- ✓ Mise en sécurité des talus de liquidation ;
- ✓ Nettoyage de l'ensemble des terrains (élimination des éléments n'ayant pas d'utilité après la remise en état : enlèvement des stocks notamment) ;
- ✓ Remblaiement de la fosse d'extraction avec des déchets inertes ;
- ✓ Régilage des terres de découverte en surface, puis ensemencement réalisé (aucun engrais, notamment nitraté, ne sera utilisé) ;
- ✓ Insertion satisfaisante du site dans le paysage compte tenu de sa vocation ultérieure.

2.4. Proposition de phasage d'exploitation

2.4.1. Données d'exploitation

Le nouveau phasage d'exploitation (extraction) pour les prochaines années se base sur les futurs volumes annuels de production sollicités, à savoir :

- ✓ 6 000 m³/an en moyenne ;
- ✓ 50 000 m³/an maximum.

Compte tenu d'une superficie restant à exploiter de 10 000 m² environ, sur une épaisseur de 6 mètres, l'exploitation annuelle de la carrière correspondra à une surface de 1 000 m² environ.

2.4.2. Détails du phasage d'extraction

Le phasage d'exploitation prévisionnel est détaillé en page suivante.

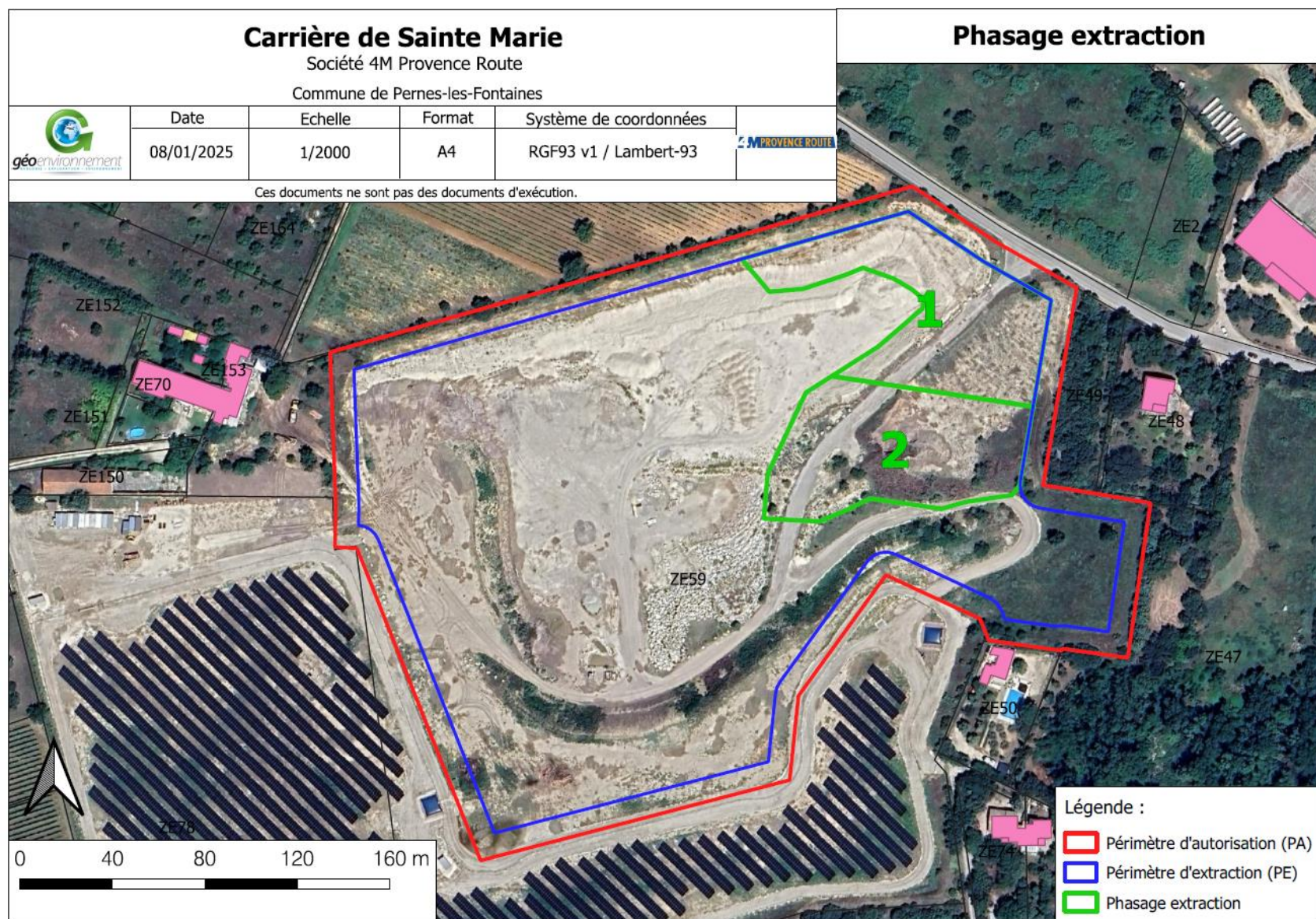


Figure 3. Plan de phasage prévisionnel (extraction)

3. METHODOLOGIE

3.1. Groupes étudiés et implications réglementaires

3.1.1. Habitats naturels

Sont pris en considération les habitats naturels, semi-naturels et anthropiques, soit l'ensemble des couvertures du terrain, végétalisées, minérales, aquatiques, perturbées ou imperméabilisées. Une attention particulière est portée aux éléments naturels et semi-naturels qui peuvent présenter un intérêt patrimonial notable (endémiques, rares, relictuels, fonctionnels ou menacés) et de surcroît, présenter un enjeu réglementaire en tant que :

- **Habitats d'intérêt communautaire** (dans le cas de site Natura2000), Annexe I de la Directive 92/43/CEE du Conseil, du 21 mai 1992, modifiée par la directive 97/62/CEE concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages ;
- **Habitats caractéristiques de « zones humides »** (en toutes circonstances) Arrêté du 24 juin 2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement.

Dans tous les cas la totalité des habitats naturels du site est étudiée et la nomenclature EUNIS est employée pour leur description.

3.1.2. Zones humides

3.1.2.1. Analyse de la végétation

Dans un premier temps, l'analyse est portée sur les habitats naturels et semi-naturels observés sur l'aire d'étude ainsi que sur les communautés végétales qui s'y développent. Les listes fournies en annexe de l'arrêté du 24 juin 2008 (précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement) modifiées sont utilisées pour interpréter le potentiel humide des différents secteurs à investiguer.

Dans un second temps, des compléments de relevés en termes de végétation sont réalisés. Pour cela, l'ensemble de la végétation dominante dans un habitat relativement homogène d'un point de vue de la flore et des conditions mésologiques est relevé. Avec la prise en compte de chaque strate de végétation, si plus de 50% du recouvrement total est constitué d'une végétation hygrophile listée dans la table A de l'annexe II de l'arrêté du 24 juin 2008, le secteur peut être considéré comme une zone humide.

Dans le cas présent l'analyse de présence des zones humides n'a été réalisée que suivant le critère des habitats naturels. La zone ayant été exploitée par l'extraction minérale et non encore remblayée, le sol originel n'y est plus présent et donc les potentielles zones humides. Dans les zones les plus anciennement exploitées une recolonisation végétale et donc une recréation de sol se produit mais cela ne justifie pas de la pertinence de la réalisation de sondages pédologiques. Quant aux derniers secteurs restant à exploiter ils ont subi plusieurs années de stockage des terres de découverte de la carrière avant d'être décapées en prévision de la poursuite de l'exploitation. De ce fait il n'a pas non plus été pertinent d'y réaliser des sondages pédologiques.

3.1.3. Flore

Sont pris en considération les taxons indigènes et archéophytes, mais aussi les espèces exotiques et plus particulièrement celles considérées comme envahissantes. Parmi les taxons indigènes et archéophytes, une attention particulière est portée aux éléments présentant un enjeu de conservation notable en région (endémiques, rares, relictuels et menacés) et de surcroît, bénéficiant d'un statut légal de protection ou relevant de la Directive 92/43/CEE :

- **Espèces protégées en région ou département** (en toutes circonstances) : Arrêté du 9 mai 1994 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur ;
- **Espèces protégées en France** (en toutes circonstances) : Annexes 1 et 2 de l'Arrêté modifié du 20 janvier 1982 relatif à la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire ;
- **Espèces d'intérêt communautaires** (dans le cas de site Natura2000) : Annexes II et IV de la Directive 92/43/CEE du Conseil, du 21 mai 1992, modifiée par la directive 97/62/CEE concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages ;

3.1.4. Faune

L'étude s'est focalisée sur tous les vertébrés supérieurs (oiseaux, amphibiens, reptiles, mammifères terrestres dont les chiroptères) et les invertébrés protégés et/ou patrimoniaux parmi les coléoptères, les orthoptères, les lépidoptères et les odonates. Sont considérées comme patrimoniales, les espèces bénéficiant d'une législation ou d'une réglementation :

- **Les conventions internationales** : Annexe II de la **Convention de Berne** relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe, 19/09/1979,
- **Les textes communautaires** :
 - Annexe I de la Directive « Oiseaux », Directive 79/409/CEE du 2 avril 1979 et ses directives modificatives concernant la conservation des oiseaux sauvages et de leurs habitats de reproduction ;
 - Annexes II et IV de la Directive « Habitats-Faune-Flore », Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992 modifiée par la directive 97/62/CEE concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages ;
- **La législation nationale** :
 - Arrêté du 22 juillet 1993 du relatif à la **liste des insectes protégés** sur l'ensemble du territoire (dernière modification en date du 23 avril 2007) ;
 - Arrêté du 12 février 1982 relatif à la **liste des poissons protégés** sur l'ensemble du territoire (dernière modification en date du 8 décembre 1988) ;
 - Arrêté du 22 juillet 1993 relatif à la **liste des reptiles et amphibiens protégés** sur l'ensemble du territoire (dernière modification en date du 08 janvier 2021) ;
 - Arrêté du 17 avril 1981 relatif à la **liste des oiseaux protégés** sur l'ensemble du territoire (dernière modification en date du 29 octobre 2009) ;
 - Arrêté du 15 septembre 2012 modifiant l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la **liste des mammifères terrestres protégés** sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

Elles sont complétées par les espèces ne bénéficiant pas de protection mais figurant dans les livres ou listes rouges (nationales ou à une échelle plus fine), les listes d'espèces déterminantes ZNIEFF, les taxons endémiques ou sub-endémiques de France métropolitaine, ou ceux présentant une aire disjointe.

3.2. Définition de l'aire d'étude / zone prospectée

Dans le cadre de ce projet, deux types d'aire d'étude ont été définies.

- **L'aire d'étude restreinte**, qui correspond à l'emprise cadastrale du projet lorsque ce dernier suit le cadastre ou plus simplement à l'emprise utilisée par le projet. Les prospections de la flore et des invertébrés sont réalisées au sein de cette aire d'étude couvrant dans le cas présent l'équivalent du périmètre d'autorisation de la carrière à renouveler soit **7 ha**. **Notons que l'emprise stricte de l'extension de la zone d'extraction de la carrière est très restreinte et ne s'étend que sur un peu plus de 1 ha, comprenant la piste d'entrée actuelle ;**
- **L'aire d'étude rapprochée** correspond à une surface englobant l'aire d'étude restreinte mais étirée d'une zone tampon plus ou moins large et plus ou moins régulière selon les éléments fragmentant du paysage les plus proches et selon le type et le lieu du projet. Dans le cas présent l'aire a été étirée de part et d'autre du projet de renouvellement afin d'inclure non seulement l'ancienne emprise de la carrière sur laquelle un projet photovoltaïque est en cours d'exploitation depuis 2023 mais aussi les parcelles agricoles et naturelles limitrophes dont la biodiversité peut potentiellement avoir des interactions avec la zone de la carrière. Quelques parcelles privées et clôturées à l'est et à l'ouest du site ont contraint l'extension de l'aire d'étude **Ainsi, une superficie de 16,8 ha a ainsi été prospectée par les inventaires naturalistes ;**
- **Enfin, L'aire d'étude éloignée** correspond à une **zone tampon de 3 km** autour de l'aire d'étude restreinte. Aucune prospection naturaliste n'est réalisée ici mais les sites à enjeux environnementaux présents dans ce rayon sont étudiés et présentés en détail dans l'étude s'il est jugé possible que des interactions écologiques aient lieu entre l'emprise projet et les sites en question.

NB : La cartographie a été modifiée en 2024 afin d'afficher la centrale photovoltaïque construite en 2023.



Figure 4. Aire d'étude principale et aire d'étude fonctionnelle

3.3. Les phases d'étude

3.3.1. Le diagnostic écologique

3.3.1.1. Recueil bibliographique / Consultation de personnes ressources

L'analyse de l'état des lieux a consisté tout d'abord en une recherche bibliographique auprès des sources de données de l'État, des associations locales, des institutions et bibliothèques universitaires afin de regrouper toutes les informations pour le reste de l'étude : sites internet spécialisés (DREAL, INPN, etc.), inventaires, études antérieures, guides et atlas, livres rouges, travaux universitaires... Cette phase de recherche bibliographique est indispensable et déterminante. Elle permet de recueillir une somme importante d'informations orientant par la suite les prospections de terrain. Les données sources proviennent essentiellement :

Tableau 2. Structures et organismes ressources consultés

Structure	Logo	Consultation	Résultat de la demande
SILENE Expert		Bases de données Silène Expert : https://expert.silene.eu/	Localisation des espèces patrimoniales floristiques et faunistiques à proximité de la zone d'étude.
CEN PACA		Base de Données Silène Faune http://faune.silene.eu/	Liste d'espèce faune par commune.
DREAL PACA GCP (Groupe Chiroptères de Provence)		Carte d'alertes chiroptères : http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/cartes-d-alerte-chiropteres-a1247.html	Cartographie communale de présence par espèce.
Inventaire National du Patrimoine Naturel		Outil de recherche par collectivité et base de données en ligne : https://inpn.mnhn.fr	Liste communale des espèces protégées. Périmètres d'intérêt écologique.
LPO PACA (Ligue pour la Protection des Oiseaux)		Base de données en ligne Faune-PACA : www.faune-paca.org	Localisation des données faunistiques à l'échelle du lieu-dit et liste communale des espèces.
NATURALIA		Base de données professionnelle	Localisation et statut d'espèces élaborés au cours d'études antérieures sur le secteur.
ONEM (Observatoire Naturaliste des Ecosystèmes Méditerranéens)		Base de données en ligne : http://www.onem-france.org (en particulier Atlas chiroptères du midi méditerranéen)	Connaissances de la répartition locale de certaines espèces patrimoniales.
Observado		Base de données en ligne : http://observado.org/	Connaissance d'enjeux floristiques et faunistiques.
OFB (ex- ONCFS et ONEMA)		Base de données en ligne Carmen : https://professionnels.ofb.fr/fr/node/1089	Données cartographiques de suivi de la répartition des espèces.

3.3.1.2. Inventaires de terrain

Le tableau ci-dessous présente les méthodologies de prospections utilisées pour chaque groupe taxonomique, ainsi que les dates de passages.

Tableau 3. Calendrier et méthodologie des inventaires

Compartiment biologique	Méthodologie	Intervenants Dates de passage
Flore/habitats naturels	La prise en compte des habitats naturels et de la flore a consisté en : - Des relevés floristiques par entité homogène de végétation et rattachement aux groupements de référence (Classification EUNIS / Cahiers des habitats naturels Natura 2000) ; - La recherche des cibles floristiques préférentielles d'après les configurations mésologiques et qualités des groupements végétaux en présence ou la présence d'habitats favorables aux espèces potentielles pressenties d'après la bibliographie et la connaissance des enjeux floristiques locaux par les experts de Naturalia	Robin PRUNIER Pierre QUERTIER 16/02/2017 14/06/2017 12/09/2017
		Thomas CROZE 14/10/2021
		Adrien ROLLAND 05/06/2024
Invertébrés	- Lépidoptères, odonates : recherches d'individus volants, identification à vue ou après capture au filet, recherche des plantes-hôtes pour les espèces patrimoniales avérées ou fortement potentielles et recherche des pontes, exuvies ou chenilles visibles. - Orthoptères : recherche des individus actifs, identification à vue, aux stridulations ou après capture au filet. - Coléoptères : recherche des individus actifs (floricoles, en transit), sous pierre ou indices de présence (trous d'émergence pour les saproxylophages). Identification à vue ou sur photo.	Guillaume AUBIN 18/04/2017 13/06/2017 Paul MENARD D'après les reconnaissances et photographies du botaniste et herpétologue sur site à l'automne 2021
		Sylvain FADDA 01/07/2024
Amphibiens / Reptiles	Sur la base des données bibliographiques disponibles et de l'organisation paysagère du site d'étude, une analyse de corrélation a été réalisée. La présence d'amphibiens à enjeu paraît limitée au sein des sites d'étude. Les validations de terrain ont donc été conduites afin d'identifier la capacité d'accueil des habitats pour des éléments batrachologiques (proximité d'un cours d'eau, présence d'une mare...). Concernant les reptiles, les prospections ont consisté en la recherche : - D'habitats favorables et prospection des micro-habitats (murets, haies, tas de bois ou de pierres, plaques...); - D'individus ; - D'indices de présence d'individus (fèces, mues). En outre, des sorties nocturnes ont été envisagées au niveau des parois rocheuses de l'ensemble des secteurs, pour vérifier l'occupation des sites par l'Hémidactyle verruqueux.	Jean-Charles DELATTRE 27/03/2017 (nuit) 23/05/2017 12/06/2017 22/06/2017 (nuit) Antoine COQUIS 19/05/2021 18/10/2021 02/11/2021 03/11/2021 (nuit)
		Guy DURAND 15 et 16/04/2024 (nocturne et diurne)
Oiseaux	La prise en compte des oiseaux a consisté en : - Observation aléatoire depuis les voies et leurs abords ; - Identification des comportements reproducteurs (apport de proies, jeunes non volants...), - Écoutes nocturnes pour les secteurs où la bibliographie et les habitats en présence démontrent un potentiel de présence d'espèces à enjeu, - Recherche des indices indirects de présence (pelotes de réjection, plumes...); - L'analyse des milieux et recherche de sites de reproduction (arbres à cavités, bâti, buissons...).	Guy DURAND 16/04/2024 06/06/2024

Compartiment biologique	Méthodologie	Intervenants Dates de passage
Mammifères (hors chiroptères)	La prise en compte des mammifères a consisté en : - La recherche d'individus, de traces de présence ou de relief de repas ; - L'observation des individus actifs.	Lénaïc ROUSSEL 28/06/2017 12/09/2017
Chiroptères	Pour la chiroptérofaune, la méthodologie a consisté en : - Une analyse bibliographique ; - La recherche de gîtes favorables (bâits et arbres remarquables) ; - Une analyse paysagère ; - La mise en place relevés acoustiques (pose d'enregistreurs automatisés de type SM2 et SM4 Bat Detector) → protocole 2 fois 3 nuits (printemps et été 2024)	Mathieu FAURE D'après les reconnaissances et photographies du botaniste et herpétologue sur site à l'automne 2021 Florian THIERRY Session 1 : Pose/dépose détecteur 24/04/2024 25/04/2024 26/04/2024 Session 2 : Pose/dépose détecteur 07/06/2024 08/06/2024 09/06/2024

3.3.1.3. Limites de l'expertise de terrain

Les conditions météorologiques en 2017 ont été particulièrement contraignantes (canicules, sécheresse...). Bien que beaucoup d'espèces soient adaptées au climat méditerranéen, ces facteurs sont défavorables pour la faune (manque de ressource alimentaire, mise en estive, baisse du succès reproducteur) et la flore (destruction des graines, floraison perturbée, stase...).

En 2021 les prospections printanières initialement prévues pour la vérification de la validité des inventaires de 2017 ont été contraintes par une météo défavorable, très marquée pour l'inventaire des amphibiens. Le printemps a dans un premier temps été particulièrement sec avant d'être exceptionnellement froid et pluvieux, perturbant significativement les phénologies des espèces. Après quelques tentatives de passages sur le site en mai 2021 infructueuses il a été décidé de reporter au début l'automne les vérifications naturalistes. La météo automnale s'est heureusement montrée bien plus clémente que la météo printanière. Néanmoins l'automne est une période complémentaire d'inventaire et non principale et il est possible que des espèces puissent être détectées au printemps mais plus ou moins difficilement à l'automne.

Aucune contrainte particulière n'a été mise en évidence lors de la mise à jour des inventaires de 2024.

3.3.2. Définition des enjeux

Deux types d'enjeux sont nécessaires à l'appréhension de la qualité des espèces : le niveau d'enjeu intrinsèque et le niveau d'enjeu local.

L'enjeu de conservation régional : il s'agit du niveau d'enjeu propre à l'espèce en région PACA. Ce niveau d'enjeu se base sur des critères caractérisant l'enjeu de conservation (Rareté/Etat de conservation).

Le niveau d'enjeu local : Il s'agit d'une pondération du niveau d'enjeu intrinsèque au regard de la situation de l'espèce dans l'aire d'étude. Les notions de statut biologique, d'abondance, ou de naturalité des habitats y sont appréciées à l'échelle de l'aire d'étude. Il se décline également de très faible à très fort, avec un niveau supplémentaire « négligeable » pour l'appréciation minimale.

Hiérarchisation des enjeux

L'attribution d'un niveau d'enjeu par espèce ou par habitat est un préalable nécessaire à l'évaluation d'un niveau d'impact. Le niveau d'enjeu traduit la responsabilité de la zone d'étude pour la préservation de l'espèce ou de l'habitat dans son aire de répartition naturelle (liée à l'état de conservation de l'espèce/habitat, sa rareté et son niveau de menace au niveau national, européen, voire mondial). Les critères suivants sont utilisés :

- La chorologie des espèces : l'espèce sera jugée selon sa répartition actuelle allant d'une répartition large (cosmopolite) à une répartition très localisée (endémique stricte) ;
- La répartition de l'espèce au niveau national et local (souvent régional) : une même espèce aura un poids différent dans l'évaluation selon qu'elle ait une distribution morcelée, une limite d'aire de répartition ou un isolat ;
- L'abondance au niveau local : il est nécessaire de savoir si l'espèce bénéficie localement d'autres stations pour son maintien ;
- L'état de conservation de l'espèce sur la zone d'étude : il faut pouvoir mesurer l'état de conservation intrinsèque de la population afin de mesurer sa capacité à se maintenir sur le site ;
- Les tailles de population : un estimatif des populations en jeu doit être établi pour mesurer le niveau de l'impact sur l'espèce au niveau local voir national. Cette taille de population doit être ramenée à la démographie de chaque espèce ;
- La dynamique évolutive de l'espèce : les espèces sont en évolution dynamique constante, certaines peuvent profiter de conditions climatiques avantageuses, de mutation génétique les favorisant. A l'inverse, certaines sont particulièrement sensibles aux facteurs anthropiques et sont en pleine régression. Cette évolution doit être prise en compte car elle peut modifier fortement les enjeux identifiés ;
- Le statut biologique sur la zone d'étude (une espèce seulement en transit sur la zone d'étude aura un enjeu de conservation moindre qu'une espèce qui y nidifie) ;
- La résilience de l'espèce : en fonction de l'écologie de chaque espèce, le degré de tolérance aux perturbations est différent ;
- Son niveau de menace régional (liste rouge régionale ou liste apparentée), dynamique locale de la population, tendance démographique.

Dans le cas des habitats, les critères ci-dessus sont également utilisés de la même façon mais en prenant des unités de mesure différentes (notamment la surface).

Sur la base de ces enjeux intrinsèques, définis par la DREAL, et sur la connaissance que les experts ont sur les espèces, Naturalia a défini 4 classes d'enjeux représentés comme suit :

 - **Faible**  - **Modéré**  - **Assez fort**  - **Fort**  - **Très fort**

Ces enjeux sont appliqués aux espèces et aux habitats au regard du contexte local dans lequel ils s'inscrivent. On parlera donc d'enjeu local.

➤ **Especies ou habitats à enjeu « Très fort » :**

Especies ou habitats bénéficiant majoritairement de statuts de protection, généralement inscrites sur les documents d'alerte. Il s'agit aussi des espèces pour lesquelles l'aire d'étude représente un refuge à l'échelle européenne, nationale et/ou régionale pour leur conservation. Cela se traduit essentiellement par de forts effectifs, une distribution très limitée, au regard des populations régionales et nationales. Cette responsabilité s'exprime également en matière d'aire géographique cohérente : les espèces qui en sont endémiques ou en limite d'aire sont concernées, tout comme les espèces à forts enjeux de conservation. L'enjeu peut aussi porter sur des sous-espèces particulières liées à un secteur très restreint ou ayant des effectifs faibles. L'enjeu dépend également de l'utilisation de la zone d'étude pour l'espèce, la zone est d'autant plus importante qu'elle sert à la reproduction (phase pour lesquelles les espèces sont les plus exigeantes sur les conditions écologiques qu'elles recherchent, et milieux favorables limités).

➤ **Espèces ou habitats à enjeu « Fort » :**

Espèces ou habitats bénéficiant pour la plupart de statuts de protection, généralement inscrites sur les documents d'alertes. Ce sont des espèces à répartition européenne, nationale ou méditerranéenne relativement vaste mais qui, pour certaines d'entre elles, restent localisées dans l'aire biogéographique concernée. Dans ce contexte, l'aire d'étude abrite une part importante des effectifs ou assure un rôle important à un moment du cycle biologique, y compris comme sites d'alimentation d'espèces se reproduisant à l'extérieur de l'aire d'étude.

Sont également concernées des espèces en limite d'aire de répartition dans des milieux originaux au sein de l'aire biogéographique concernée qui abrite une part significative des stations et/ou des populations de cette aire biogéographique.

➤ **Espèces ou habitats à enjeu « Assez Fort » :**

Ce niveau d'enjeu est considéré pour les espèces dont :

- l'aire d'occurrence peut être vaste (biome méditerranéen, européen...) mais l'aire d'occupation est limitée et justifie dans la globalité d'une relative précarité des populations régionales. Au sein de la région considérée ou sur le territoire national, l'espèce est mentionnée dans les documents d'alerte (s'ils existent) en catégorie « Vulnérable » ou « Quasi menacée ».
- la région considérée abrite une part notable : 10-25% de l'effectif national (nombre de couples nicheurs, d'hivernants, de migrants ou de stations)
- en limite d'aire de répartition dans des milieux originaux au sein de l'aire biogéographique
- indicatrices d'habitats dont la typicité ou l'originalité structurelle est remarquable.

➤ **Espèces/habitats à enjeu « Modéré » :**

Espèces protégées ou non dont la conservation peut être plus ou moins menacée à l'échelle nationale ou régionale. L'aire biogéographique ne joue pas toutefois de rôle de refuge prépondérant en matière de conservation des populations nationale ou régionale. Les espèces considérées dans cette catégorie sont généralement indicatrices de milieux en bon état de conservation.

➤ **Espèces/habitats à enjeu « Faible » :**

Espèces éventuellement protégées mais non menacées à l'échelle nationale, régionale ou locale. Ces espèces sont en général ubiquistes et possèdent une bonne adaptabilité à des perturbations éventuelles de leur environnement.

Il n'y a pas de classe « d'enjeu nul ».

Le statut réglementaire de l'espèce n'entre donc pas en ligne de compte, bien que celui-ci puisse fournir des indications sur sa sensibilité.

Espèces végétales invasives

Sont considérées comme invasives sur le territoire national, celles qui par leur prolifération dans des milieux naturels ou semi-naturels y produisent des changements significatifs de composition, de structure et/ou de fonctionnement des écosystèmes (Conk & Fuller, 1996). Ces plantes peuvent avoir une capacité de reproduction élevée, de résistance aux maladies, une croissance rapide et une faculté d'adaptation, concurrençant de ce fait les espèces autochtones et perturbant les écosystèmes naturels. Les invasions biologiques sont à ce propos la deuxième cause de perte de biodiversité, après la destruction des habitats (MacNeely & Strahm, 1997).

Nous utilisons comme référence de statut d'indigénat, la synthèse de Aboucaya (1999) qui a établi la liste de plantes exotiques invasives sur le territoire Français métropolitain. Nous complétons celle-ci par la liste des invasives avérées installées dans le milieu naturel pour les régions Languedoc-Roussillon et PACA, réalisée par le Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles à travers le programme « INV MED ». Ces dernières sont hiérarchisées selon le risque pour l'environnement si l'espèce se naturalise.

Tableau 4. Catégorisation de la flore exotique envahissante

Catégories	Définitions	Statuts
Majeure	Espèce végétale exotique assez fréquemment à fréquemment présente sur le territoire considéré et qui a un recouvrement, dans ses aires de présence, régulièrement supérieur à 50 %	Espèce végétale exotique envahissante (EVEE)
Modérée	Espèce végétales exotique assez fréquemment à fréquemment présente sur le territoire considéré et qui a un recouvrement, dans ses aires de présence, régulièrement inférieur à 5% et parfois supérieur à 25%	

Émergente	Espèce végétales exotique peu fréquente sur le territoire considéré et qui a un recouvrement, dans ses aires de présence, régulièrement supérieur à 50%	
Alerte	Espèce végétales exotique peu fréquente sur le territoire considéré et qui a un recouvrement, dans ses aires de présence, soit toujours inférieur à 5%, soit régulièrement inférieur à 5 % et parfois supérieur à 25%. De plus cette espèce est citée comme envahissante ailleurs* ou à un risque intermédiaire a élevé de prolifération en région LR (d'après Weber & Gut modifié)	Espèce végétale exotique potentiellement envahissante (EVpotEE)
Prévention	Espèce végétale exotique absente du territoire considéré et citée comme envahissante ailleurs* ou ayant un risque intermédiaire a élevé de prolifération en région LR (d'après Weber & Gut modifié)	
*dans un territoire géographiquement proche et à climat similaire		

Analyse des impacts et proposition de mesures

Les impacts sont hiérarchisés en fonction d'éléments juridiques (protection), de conservation de l'espèce, de sa sensibilité, sa vulnérabilité et de sa situation locale qui sont définis précédemment. Ils sont évalués selon les méthodes exposées dans les documents suivants :

- Association Française des ingénieurs écologues, 1996 – Les méthodes d'évaluation des impacts sur les milieux, 117 p.
- DIREN MIDI-PYRENEES & BIOTOPE, 2002 – Guide de la prise en compte des milieux naturels dans les études d'impact, 76 p.
- DIREN PACA, 2009. Les mesures compensatoires pour la biodiversité, Principes et projet de mise en œuvre en Région PACA, 55 P.
- UNICEN, 2020 - Lignes directrices « éviter, réduire, compenser », les impacts sur les milieux naturels : déclinaison au secteur des carrières, 130 pp.

Pour chaque espèce et habitat d'intérêt patrimonial et réglementaire contacté dans l'aire d'étude et susceptible d'être impacté par le projet photovoltaïque, un tableau d'analyse des impacts synthétise :

- L'état de conservation de l'espèce ou de l'habitat ;
- La fréquentation et l'usage du périmètre étudié par l'espèce ;
- Le niveau d'enjeu écologique (critères patrimoniaux et biogéographiques) ;
- La résilience de l'espèce ou de l'habitat à une perturbation (en fonction de retour d'expérience, de publications spécialisées et du dire d'expert) ;
- La nature de l'impact :
 - Les impacts retenus sont de plusieurs ordres ; par exemple : la destruction d'individus, la destruction ou la dégradation d'habitats d'espèces, la perturbation de l'espèce ;
 - L'analyse des impacts est éclairée par un 4ème niveau d'analyse qui correspond aux fonctionnalités écologiques atteintes. L'évaluation de la dégradation des fonctionnalités écologiques se base sur les niveaux de détérioration de l'habitat, enrichi des données sur la répartition spatio-temporelle des espèces et de leur comportement face à une modification de l'environnement. Parmi les impacts aux fonctionnalités écologiques on peut notamment citer l'altération des corridors écologiques, l'altération d'habitat refuge, la modification des conditions édaphiques et la modification des attributs des espèces écologiques.
- Le type d'impact :
 - Les impacts directs sont essentiellement liés aux travaux touchant directement les habitats, espèces ou habitats d'espèces ;
 - Les impacts indirects ne résultent pas directement des travaux mais ont des conséquences sur les habitats, espèces ou habitats d'espèces et peuvent apparaître dans un délai plus ou moins long.
- La durée de l'impact :
 - Impacts permanents liés à la phase de travaux, d'entretien et de fonctionnement du programme d'aménagement dont les effets sont irréversibles ;
 - Impacts temporaires : il s'agit généralement d'atteintes liées aux travaux ou à la phase de démarrage de l'activité, à condition qu'elles soient réversibles (bruit, poussières, installations provisoires, ...). Passage d'engins ou des ouvriers, création de piste d'accès pour le chantier ou de zones de dépôt temporaire de matériaux.

Des propositions de mesures d'atténuation, visant à supprimer ou réduire les impacts du projet sont formulées. La persistance d'impacts résiduels estimés, après mise en œuvre des mesures d'atténuation, conduit à l'étude de mesures compensatoires.

Le travail sur les mesures d'atténuation (suppression et réduction) et de compensation est effectué en fonction des impacts identifiés. Un chiffrage des mesures proposées est également estimé.

4. ETAT INITIAL

4.1. Bilan des périmètres d'intérêt écologique

Le tableau suivant récapitule les différents périmètres réglementaires, contractuels ou d'inventaires présents dans un rayon de 3 km. Il s'attache également à analyser les liens écologiques entre l'aire d'étude et ces différents périmètres. Les informations sur les documents d'alertes sont issues du site de la DREAL.

Le tableau ci-après récapitule les périmètres d'inventaires, contractuels et à portée réglementaire qui se trouvent dans et à proximité de l'aire d'étude.

Tableau 5. Bilan des périmètres écologiques vis-à-vis de l'aire d'étude

Contractuel	Identifiant	Surface (ha)	Distance sur 3km (m)
Plan National d'Actions			
Aigle de Bonelli – Plateau de Vaucluse	O_AQUFAS_DV_016	43 470,83	2 300
Sites Inscrits			
L'ensemble formé par le centre ancien de Pernes-les-Fontaines	93I84055	21,73	2 880
Inventaire	Identifiant	Surface (ha)	Distance sur 3km (m)
Zones humides PACA			
Etang des Gravières	84CEN0028	1,10	60
La Sorgue, Nesque	84CEN0185	88,56	340
Mare de la Fabrique	84CEN0027	0,25	1 950
Etang des Garrigues	84CEN0026	2,00	2 780
Réglementaire	Identifiant	Surface (ha)	Distance sur 3km (m)
Parc Naturel Régional			
Mont Ventoux	FR8000056	864 279 381,76	Inclus
TOTAL DE SITES	7		

La zone d'étude se situe dans une plaine agricole assez marquée par les activités humaines et peu fonctionnelle sur le plan écologique. Très peu de sites à enjeu écologique sont à signaler à proximité de la carrière. Seul le PNR du Mont Ventoux intercepte la zone d'étude sans pour autant représenter un enjeu écologique particulier à l'échelle de la carrière ou même de la commune de Pernes-les-Fontaines.

4 zones humides dont 3 artificielles sont présentes à moins de 3 km. Seule la Nesque, rivière affluente du système des Sorgues, représente un corridor naturel intéressant à l'échelle locale.

Notons enfin l'absence de site Natura 2000 dans les 3 km de rayon d'étude ; le site le plus proche est situé à plus de 7 700 m à l'ouest de la carrière, il s'agit de la Sorgue de l'Auzon, un site identifié par la directive Habitats.

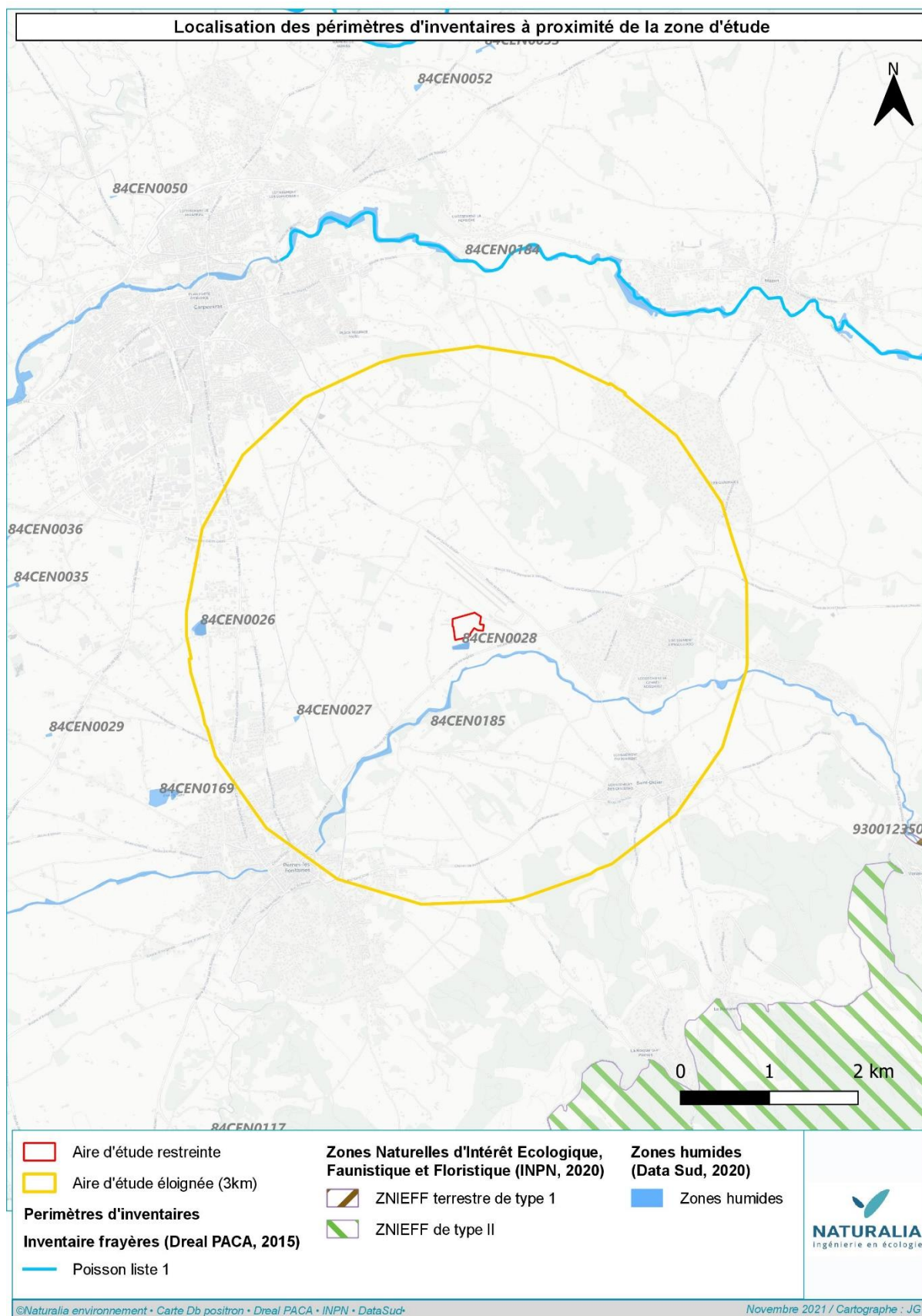


Figure 5. Localisation des périmètres d'inventaires et zones humides vis-à-vis de l'aire d'étude

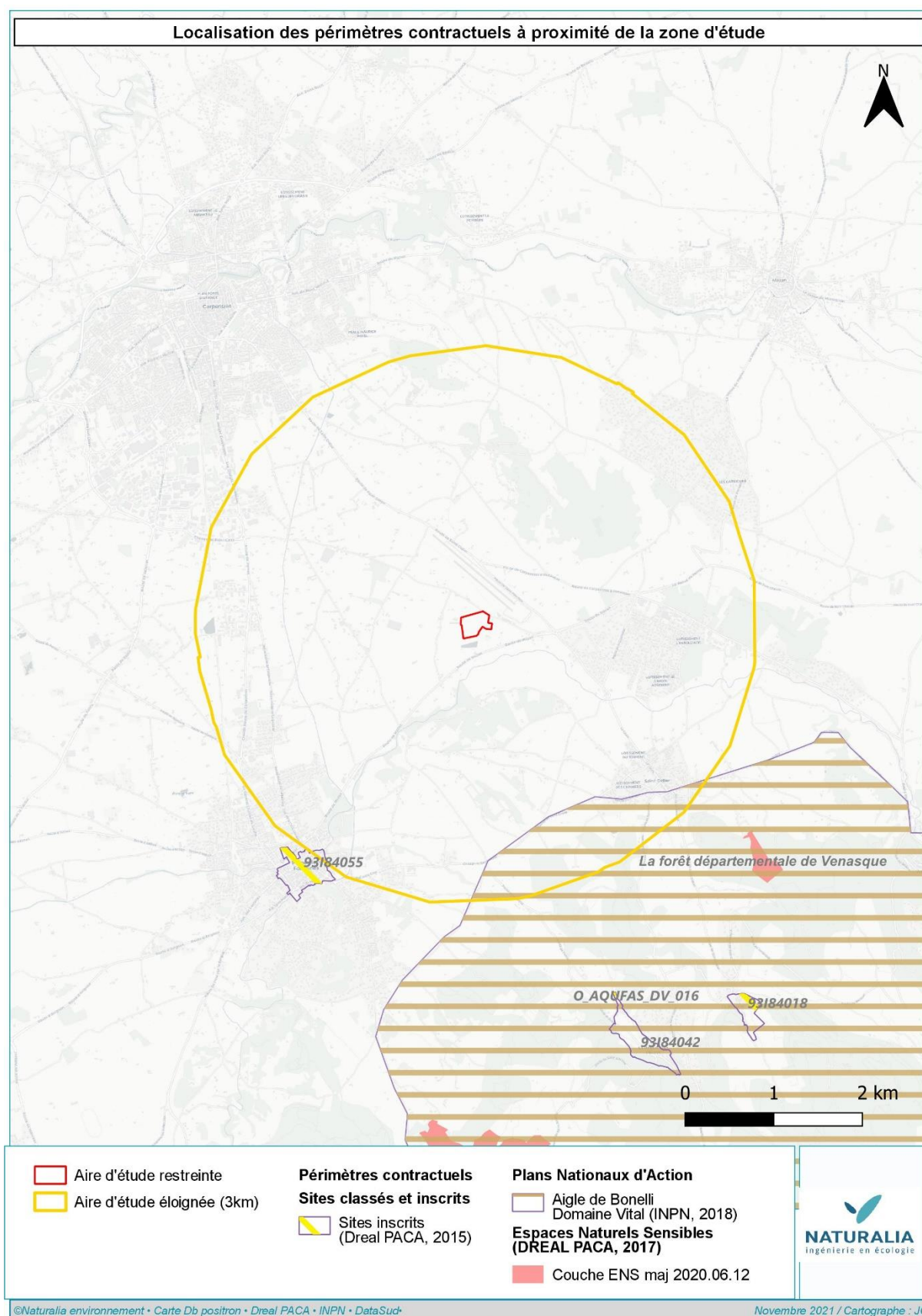


Figure 6. Localisation des périmètres contractuels vis-à-vis de l'aire d'étude

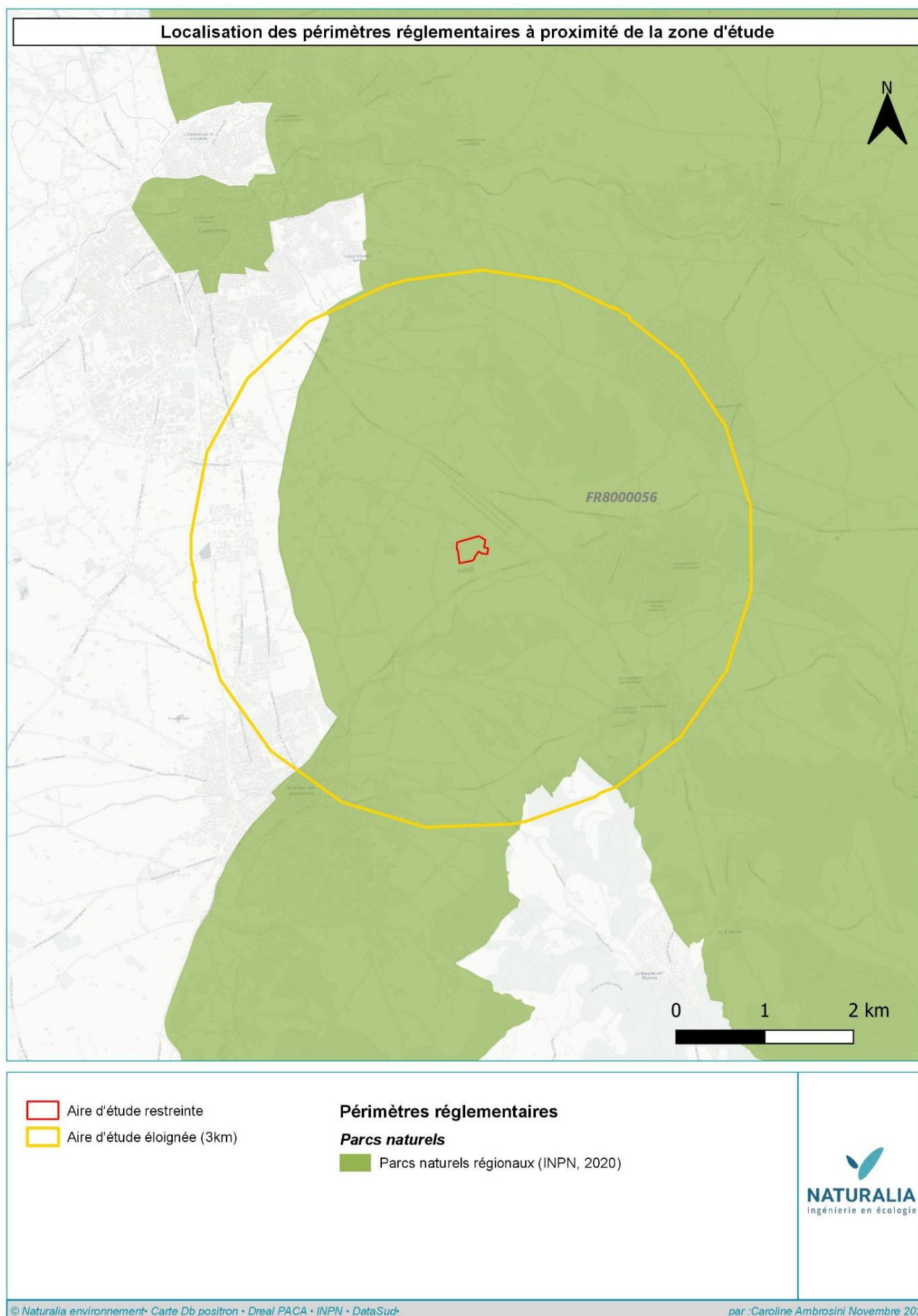


Figure 7. Localisation des périmètres réglementaires vis-à-vis de l'aire d'étude

4.2. Considérations éco-paysagères et fonctionnelles

4.2.1. Analyse générale

L'aire d'étude est localisée en **Basse Provence calcaire**, au sein de la petite région naturelle dénommée « Comtat ». D'après le Schéma Régional de Cohérence Ecologique PACA (SRCE PACA), **aucune continuité écologique terrestre** n'est à relever sur ce territoire, du fait de l'étalement urbain, de l'agriculture de grande production et du réseau dense d'infrastructures (voies ferrées, routes, autoroutes...). Dans ce contexte les **principaux réservoirs de biodiversité** (= correspondant à des espaces importants pour la biodiversité) **concernent les eaux courantes** dont l'état de la fonctionnalité est toutefois jugé dégradé à très dégradé en raison de nombreux obstacles à l'écoulement, ou de la mauvaise qualité des eaux.

Le projet est localisé à **proximité d'éléments de la trame bleue**, avec un cours d'eau à remettre en bon état au Sud (la **Nesque**) et des zones humides à préserver dont une en limite Sud qui correspond à un plan d'eau aménagé pour la pêche.

A une échelle plus réduite, les prescriptions du Schéma de COhérence Territoriale (**SCOT**) du **Bassin de Vie d'Avignon** (BVA) indiquent que l'aire d'étude se situe au sein de « *Terres agricoles de qualité à préserver sur le long terme* », en raison de leur potentialité agronomique et du fait qu'elles constituent des grandes entités agricoles d'un seul tenant. Elle est également concernée par deux grandes continuités de la trame verte et bleue à structurer sur le long terme, l'une d'orientation Nord-Sud, l'autre d'orientation Est-Ouest ; ces dernières correspondent à des espaces agricoles dont les marges en général peuvent présenter un intérêt écologique (boisements, haies, réseau de fossés d'irrigation, parcelles en friches...). L'enjeu est ici de préserver les perméabilités biologiques encore existantes.

L'aire d'étude du projet s'inscrit en effet dans une matrice paysagère largement dominée par la sous-trame **agricole** dans laquelle subsistent quelques îlots boisés, vestiges d'une végétation autrefois plus diversifiée. La viticulture façonne l'occupation du sol et donne l'impression d'une grande entité homogène, ponctuellement interrompue par des linéaires de haies, des quartiers d'habitations et des infrastructures routières.

Selon l'analyse du **SCOT de l'Arc Comtat Ventoux** (approuvé le 29 mars 2024), qui est limitrophe du territoire communal de Pernes-les-Fontaines, l'aire d'étude ne se trouve pas directement dans un élément identifié de la Trame verte et bleue ni dans un réservoir biologique agricole. Elle se trouve à proximité d'un ensemble de collines associées au territoire de Carpentras, correspondant à un espace naturel à préserver.

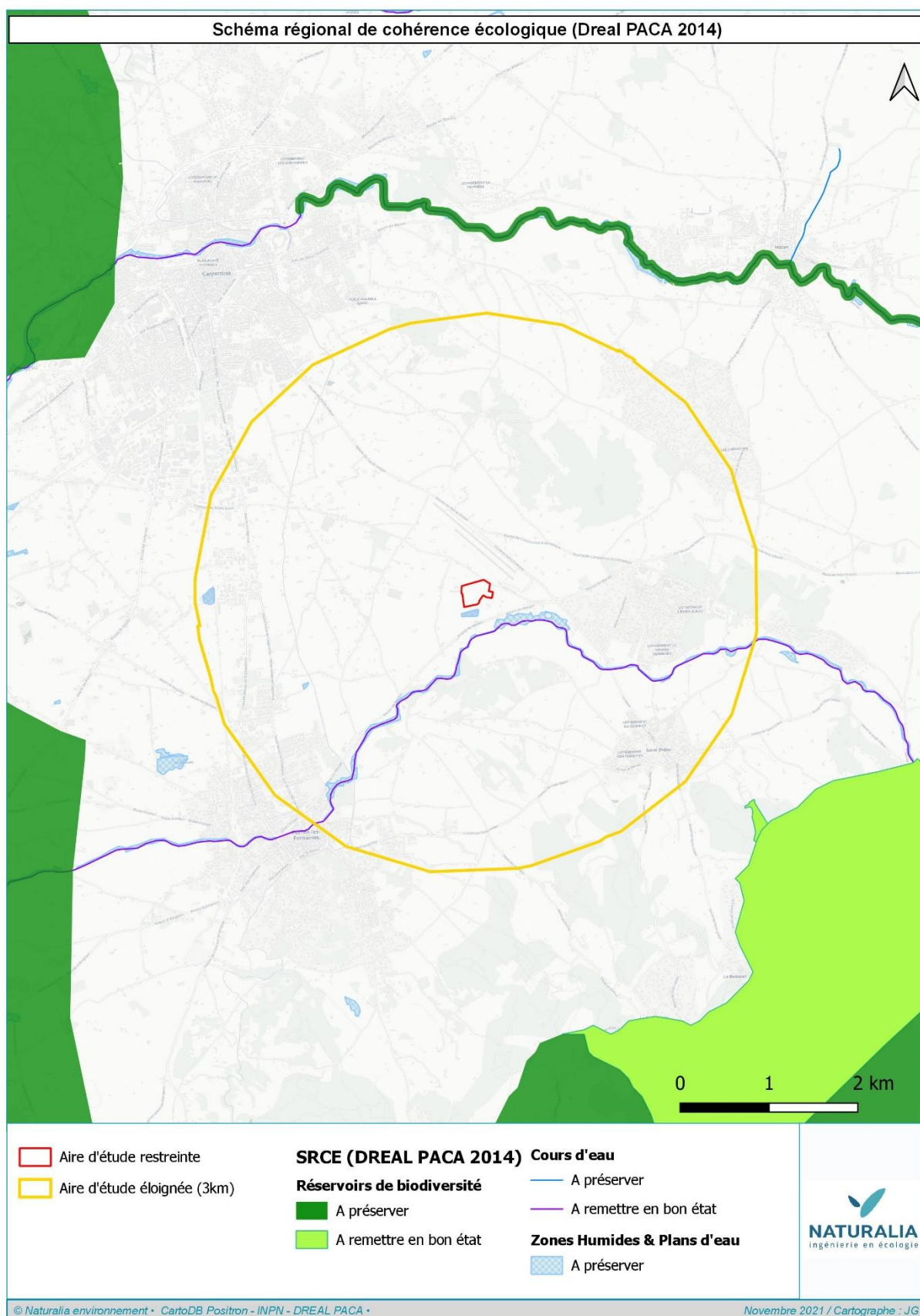


Figure 8. Eléments de la trame verte et bleue régionale identifiés autour de l'aire d'étude d'après le SRCE PACA de 2014

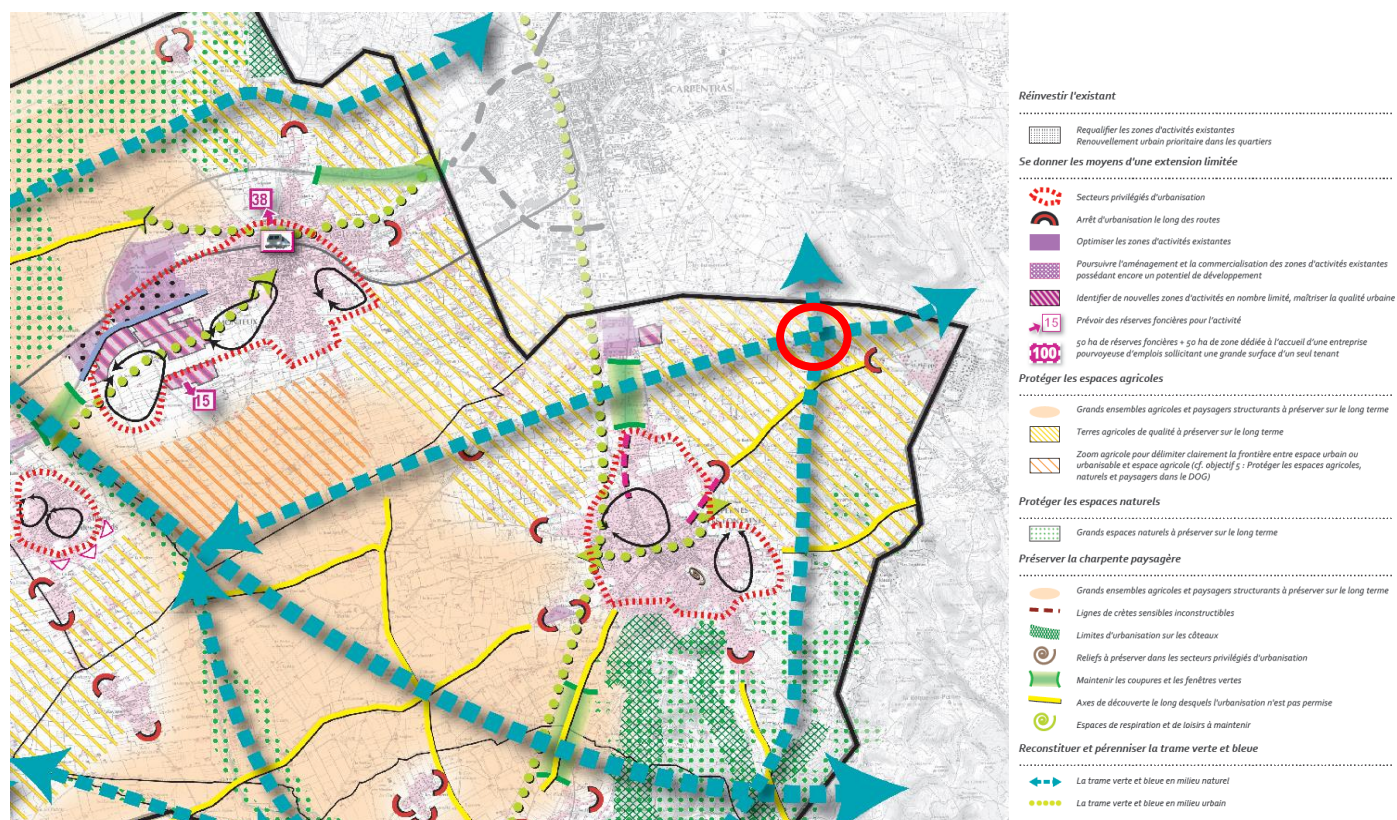


Figure 9. Place de l'aire d'étude au sein du Document d'orientations générales (DOG) du SCOT du Bassin de Vie d'Avignon, le secteur d'étude est entouré en rouge

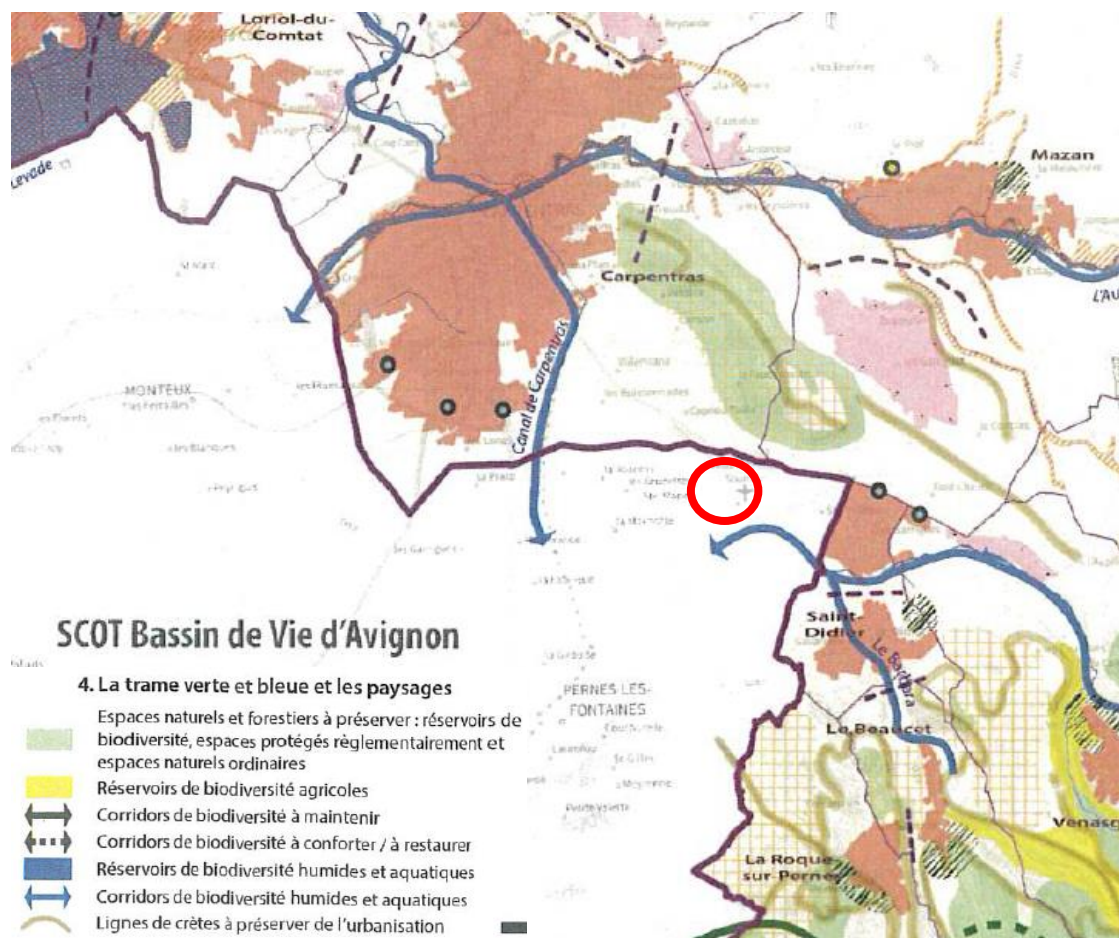


Figure 10. Localisation de l'aire d'étude vis-à-vis du SCOT Arc Comtat Ventoux

4.2.2. Analyse diachronique

Une brève analyse diachronique permet d'évaluer la transformation du paysage à une échelle locale. En 70 ans le paysage s'est transformé à l'échelle locale mais reste toujours fortement marqué par une importante activité agricole. En 1950 les petites parcelles de vergers et la viticulture dominaient la plaine du Nord-Est de Pernes-les-Fontaines, les parcelles de la carrière et de l'aérodrome voisin étaient déjà des grandes parcelles d'un seul tenant, couverte de prairie. 71 ans plus tard les serres ont remplacé les vergers et la viticulture persiste. Des habitations ont fait leur apparition, permettant à des arbres isolés et des petits bosquets d'apparaître localement et de venir diversifier le paysage. Un étang de pêche a été creusé au Sud de la carrière.

La carrière en elle-même est venue prendre la place d'une prairie de fauche et/ou de pâture. Les milieux prairiaux sont ainsi relégués à l'état de friches post-culturelles ou de milieux annexes à l'aérodrome. Les fonctionnalités écologiques du site devaient déjà être assez réduites en 1950, dominées par l'activité agricole bien que l'arboriculture puisse être très intéressante pour un pan de la biodiversité si elle n'est pas trop victime des traitements phytosanitaires souvent très nombreux dans ce type d'exploitation. En 2021 les fonctionnalités ont été remodelées mais pas de façon très significative par rapport au milieu du siècle dernier, diminuant pour certains cortèges du vivant, augmentant pour d'autres, mais de façon minoritaire.

La construction du parc photovoltaïque au Sud-Ouest de la carrière vient s'intégrer à une remise en état de la carrière initialement exploitée. Cette zone a déjà été exploitée historiquement (photographie 2006) et a donc été perturbée sur plusieurs années. La reprise de la végétation aura perduré moins d'une dizaine d'années avant que la parcelle ne soit aménagée en parc photovoltaïque. Globalement, les fonctionnalités liées à cette zone sont donc limitées depuis le début le début de l'exploitation de la carrière, soit entre la fin des années 1900 et le début des années 2000.

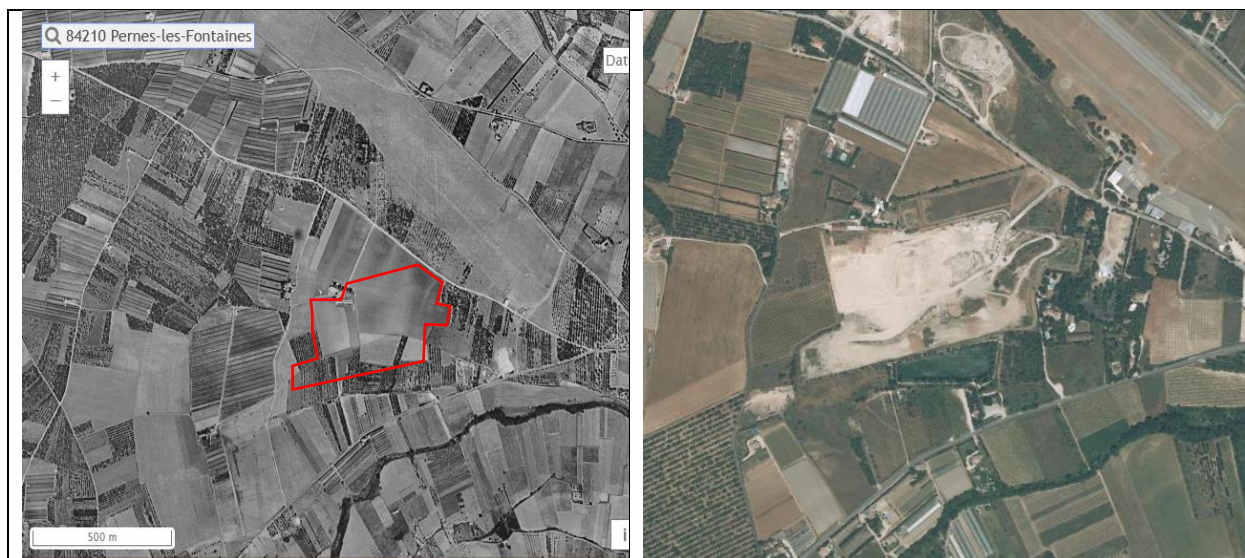


Figure 11. Comparaison de la photographie aérienne de 1950 et de celle de 2006 via la plateforme remonterletemps.ign.fr



Figure 12. Comparaison de la photographie aérienne de 2021 et de celle de 2024 via la plateforme remonterletemps.ign.fr

4.2.3. Analyse des fonctionnalités écologiques locales

L'aire d'étude du projet s'inscrit en effet dans une matrice paysagère largement dominée par la sous-trame agricole dans laquelle subsistent quelques îlots boisés. Le secteur est marqué par deux axes routiers qui se croisent au niveau de l'aéroport, les départementales D1 et D39, représentant les principales ruptures du secteur proche. L'aérodrome vient s'ajouter à cette rupture, notamment entre les principaux espaces boisés au Nord au niveau de Carpentras, à la pointe Est de Pernes-les-Fontaines puis le long de la limite communale au Sud. Bien que l'aéroport représente tout de même un réservoir de biodiversité grâce à la présence de pelouses méditerranéennes attractives pour plusieurs espèces de flores et pour la faune invertébrée locale.

Le reste du réseau potentiel de discontinuités écologiques correspond principalement à des chemins et des petites routes où la circulation est modérée, l'ensemble n'étant pas à l'origine de ruptures importantes. Les quelques ensembles boisés situés à l'Est et au Sud directement de la carrière permettent de créer quelques continuités vers la Nesque et des milieux plus densément boisés. Dans le secteur Ouest en revanche, essentiellement composées de parcelles agricoles, peu pourvues de haies pouvant assurer un rôle de connexion pour les espèces locales.

A contrario, d'un point de vue des continuités aquatiques, le principal axe du secteur est représenté par la Nesque qui passe à quelques centaines de mètres au sud du site, bordée par une ripisylve assurant un rôle de corridor écologique majeur.



4.3. Habitats naturels et semi-naturels

L'aire d'étude s'encarte sur les alluvions würmiennes des basses terrasses (cailloutis, graviers, sables) de l'ancien lit de la Nesque, situé actuellement à une vingtaine de mètre plus bas et environ trois cents mètres au Sud. Ces terrains planitiaires ont été profondément façonnés par les activités humaines (défrichement, pâturage, agriculture, puis extraction de matériaux et remblaiement de terres allochtones), et les végétations ancestrales sont aujourd'hui quasiment nulles (forêt de chêne vert et chêne pubescent, garrigues à petites lamiacées, pelouses d'affinité steppique), remplacés par des formations de cicatrisation et de substitution.

Le cœur de la zone étudiée concerne les marges méridionales et orientales de la carrière dominées par un complexe essentiellement herbacé secondaire ; un ensemble de friches et zones rudérales témoignant de perturbations plus ou moins récentes (déblais remblais) :

- Friches à inule visqueuse et piptathère faux millet ;
- Friches à dactyle aggloméré, carotte sauvage et fenouil commun ;
- Prairies subnitrophiles de graminées annuelles ;
- Formations nitrophiles à grand chardon ;
- Formations nitrophiles à grande oseille ;
- Formation nitrophile à cardère drave ;
- Formations rudérales à chénopode et armoise annuelle ;
- Groupement des terrains compactés à plantain ;
- Etc.

Quelques rares formations plus élevées, semi-ligneuses, arbustives ou arborées, sont ponctuellement représentées :

- Fourrés de spartier ;
- Fourrés de cornouiller sanguin et roncier ;
- Peuplement de canne de Provence ;
- Éléments arborés isolés (peuplier noir, amandier, micocoulier, orme champêtre, cyprès).

Depuis les premières séries d'inventaires réalisés en 2021, l'extrémité Sud du site a été concernée par la création d'un parc photovoltaïque clôturé, dont la seule végétation herbacée est composée d'annuelles rudérales peinant à coloniser le sol encore très dégradé après les travaux.

A noter, l'existence au-delà de la limite parcellaire de formations relictuelles des anciennes terrasses alluviales de la Nesque avec :

- Bois de chêne vert ;
- Garrigues à thym vulgaire et petites annuelles ;
- Pelouses d'affinité steppique à molinie tardive.



Figure 14. Vues sur les milieux secondaires dominants sur le site (Photos sur site, Naturalia)

Tableau 6. Synthèse des habitats

Intitulé habitats	Code EUNIS	Code EUR Cahiers des Habitats	Zone humide (Arrêté juin 2008)	Enjeu régional	Surface (ha)	Enjeu local	Commentaires
Friches méditerranéennes	E5.1 E1.61	NC	-	Modéré	5,185	Modéré	Grande diversité de faciès évoqué plus haut (annuel, vivace) avec piquetage de petits ligneux (inule visqueuse, spartier, peuplier etc.)
Carrière en activité et délaissés récents d'exploitation	J3.2	NC	-	Faible	3,75	Faible	Zones remaniées, de circulation et de retournement des engins, stock temporaire de matériau, généralement dépourvus de végétation
Parc photovoltaïque	J2.3	NC	-	Faible	0,294	Faible	Parc photovoltaïque récemment créé en bordure Sud des actuelles emprises de la carrière, friches encore très dégradées

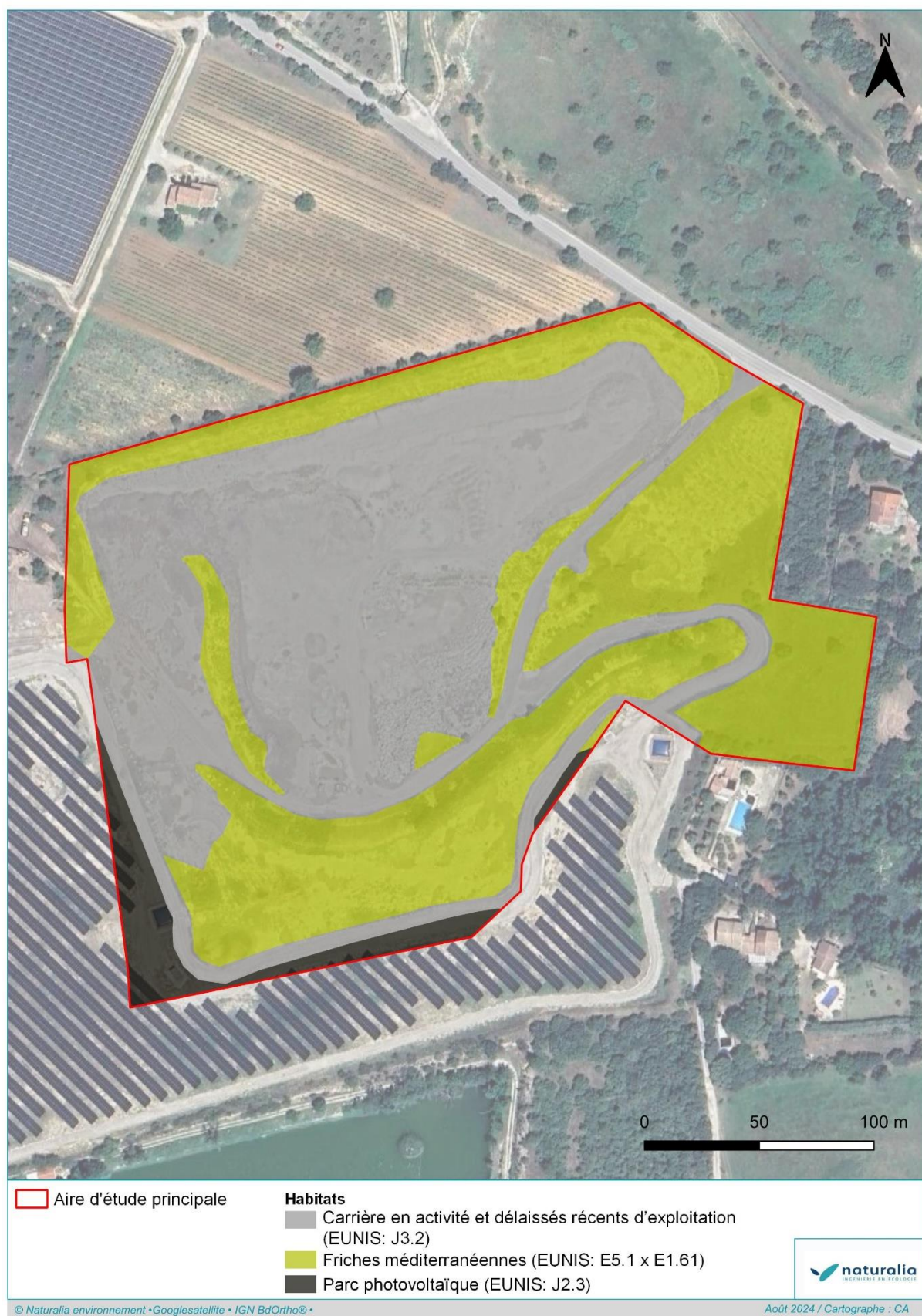


Figure 15. Habitats naturels identifiés dans l'aire d'étude restreinte en 2021

4.4. Zones humides

4.4.1. Zones humides identifiées sur critère « habitats »

Aucun habitat naturel dans l'aire d'étude restreinte n'est le témoin de la présence d'une zone humide. Les zones en cours d'exploitation ou récemment délaissées n'ont plus de sol et les friches sont quant à elle des délaissés plus anciens et des zones récemment remaniées et décapé ayant vu leur couche de sol amputé. Une très faible suspicion de zone humide était pressentie ici considérant le contexte local.

4.5. Peuplements floristiques

4.5.1. Analyse bibliographique

Le recueil bibliographique met en exergue l'existence de plusieurs espèces patrimoniales dans les parages plus ou moins directs du site. En revanche, aucune mention d'éléments patrimoniaux n'est actuellement référencée au sein de l'aire d'étude principale ou fonctionnelle. Les espèces présumées potentielles et composant le corpus présenté ci-après pourraient, au regard de leur exigence écologique, s'exprimer sur le site. Toutefois les potentialités de présence restent faibles compte tenu des profonds bouleversements qu'il a subi et des activités qui s'y déroulent.

Tableau 7. Espèces végétales protégées ou patrimoniales pressenties au sein de l'aire d'étude d'après le recueil bibliographique

Taxon	Statut (réglementaire / patrimonial)	Niveau d'enjeu régional	Phénologie	Commentaires
Ail très rude <i>Allium scaberrimum</i> J.Serres, 1857	VU Monde	Fort	Juillet-août	Observé récemment non loin du site en bordure de route (route Mazan, route de Venasque)
Buffonie à petites feuilles <i>Bufonia tenuifolia</i> L., 1753	NT PACA	Fort	Juin-août	Espèce présente plus au Sud sur la commune dans des pelouses sèches
Liseron rayé <i>Convolvulus lineatus</i> L., 1759	PR	Fort	Mai-Juillet (vivace)	Connu plus au Sud sur la commune dans des pelouses sèches et garrigues
Tournesol des teinturiers <i>Chrozophora tinctoria</i> (L.) A.Juss., 1824	-	Fort	Juin-octobre	Connue dans la plaine du Comtat, parmi les jachères et cultures
Pavot cornu <i>Glaucium corniculatum</i> (L.) Rudolph, 1781	NT France	Fort	Mars-juin	Connue dans la plaine du Comtat, parmi les jachères et cultures
Hirschfeldie grisâtre <i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagr.-Foss., 1847	-	Fort	Mai-Juillet	Connue dans les parages du site, friches et jachères, bord de route
Vélézie raide <i>Velezia rigida</i> L., 1753	NT PACA	Fort	Mai-Juillet	Observé récemment non loin du site (chemin des Brunettes) au sein de pelouses d'affinité steppique
Cleistogène tardif <i>Kengia serotina</i> (L.) Packer, 1960	PR	Modéré	Août-octobre	Observé récemment à proximité du site (route de Mazan), au sein de pelouses d'affinité steppique

4.5.2. Résultats des inventaires de 2017 et 2021

Les inventaires passés ont permis de noter l'occurrence en marge méridionale du site (hors de l'aire d'étude) du Cleistogène tardif (*Cleistogenes serotina*), une graminée vivace protégée en région PACA et à enjeu régional de conservation de niveau modéré, qui persiste parmi les espaces clairiérés de la chênaie verte au sein de pelouses d'affinité steppique. Ces formations des anciennes terrasses alluviales de la Nesque, constitués de galets grossiers filtrants, ont très largement été détruites au cours des derniers siècles par l'agriculture, l'urbanisation et l'extraction de matériaux, et sont dans une situation hautement relictuelle.

Aucune espèce patrimoniale ou protégée n'avait été observée au sein de l'aire d'étude lors de ces deux années de prospections.



Figure 16. Vue sur la station de *Cleistogenes serotina* (plante protégée) mitoyenne (Photos sur site, Naturalia).

4.5.3. Résultats des inventaires de 2024

Les inventaires de juin 2024 ont permis de mettre en exergue la présence au sein de l'aire d'étude d'une plante patrimoniale listée dans le tableau précédent, la Vélézie raide (*Velezia rigida* L., 1753). **Espèce d'enjeu de conservation régional Fort**, et quasi-menacée en région PACA, elle se développe dans des friches méditerranéennes à annuelles situées en bordure Nord de la carrière. Il s'agit sûrement d'un des secteurs en friche les moins perturbés du site puisque le substrat rocheux n'a pas été retiré par l'exploitation (seulement le top soil) et que la circulation d'engins y est réduite. Environ 1850 pieds ont été observés au sein de cette unique station.

A la lumière de ses habitats en état de conservation moyen et de ses effectifs importants, **son enjeu local de conservation est considéré Assez fort**.

Aucun autre élément patrimonial à enjeu régional fort ou bénéficiant d'un statut légal de conservation n'a été recensé dans l'aire d'étude. Le fond floristique du site est composé pour sa grande majorité d'éléments méditerranéens relativement ubiquistes, pionniers et rudéraux qui témoignent des bouleversements que ces espaces ont subi dans un passé récent. Ces éléments présentent dans leur ensemble un enjeu de conservation en région PACA de niveau modéré.

Taxon	Statut (réglementaire / patrimonial)	Niveau d'enjeu régional	Commentaires	Enjeu local
Vélézie raide <i>Velezia rigida</i> L., 1753	NT PACA	Fort	Environ 1850 pieds observés dans les friches méditerranéennes à annuelles situées en bordure Nord de la carrière correspondant aux secteurs en friche les moins perturbés du site.	Assez fort



Figure 17. Illustrations de *Velezia rigida* et de ses habitats (photos sur site : Naturalia-Environnement)



Figure 18. Enjeux floristiques identifiés dans l'aire d'étude

4.6. Peuplements faunistiques

4.6.1. Insectes et autres arthropodes

4.6.1.1. Analyse bibliographique

Le secteur de la commune de Pernes les fontaines demeure assez bien connu, avec la présence de plusieurs espèces remarquables. L'analyse des données bibliographiques disponibles dans la zone d'étude a été renouvelées par rapport au travail de 2017 car de nouvelles observations ont pu venir alimenter les connaissances locales. Ainsi selon les données issues des bases de données naturalistes et en se restreignant aux abords de l'aire d'étude et de ses habitats, certaines espèces ressortent comme potentielles. Ce sont quatre espèces aux enjeux de conservation supérieur ou égal à modéré qui peuvent être attendues sur site et qui feront l'objet de prospections ciblées. Il s'agit des 4 mêmes espèces que l'analyse bibliographique de 2017 avait mise en avant, avec seulement une donnée plus récente, observée lors de la campagne de 2017. On retrouve deux lépidoptères, à savoir l'Azuré du serpolet et le Damier de la Succise concernés tous deux par un enjeu modéré et deux autres espèces dont l'enjeu de conservation s'élève à assez fort avec la Cicindèle mélancolique et la Decticelle des ruisseaux.

Sont présentées dans le tableau ci-dessous les espèces à enjeu de conservation notables et dont la présence est compatible avec les habitats existants.

Tableau 8. Espèces d'arthropodes protégées ou patrimoniales pressenties au sein de l'aire d'étude d'après le recueil bibliographique

Taxon	Statut	Niveau d'enjeu régional	Source	Commentaires
Azuré du serpolet <i>Maculinea arion</i>	PN, DH4, LC (LRR)	Modéré	Silene FAUNE Faune PACA Naturalia	1 mention isolée à l'Est de l'aéroport en 2006.
Cicindèle mélancolique <i>Myriochile melancholica</i>	-	Assez fort		Plusieurs individus observés au bord d'une mare temporaire au lieu-dit « La Machote (Pernes les fontaines) »
Damier de la succise <i>Euphydryas aurinia</i>	PN, DH2, LC (LRR)	Modéré		Observé en avril 2017 à environ 1 km.
Decticelle des ruisseaux <i>Roeseliana azami</i>	-	Assez fort		Quelques mâles chanteurs dans une friche rudérale humide au lieu-dit « La Machote (Pernes les fontaines) ».

4.6.1.2. Résultats des inventaires en 2017

Les prospections de terrain se sont concentrées sur les espèces patrimoniales potentielles. Les habitats se sont vite révélés incompatibles avec les espèces d'affinité hydrophile en raison de l'absence d'habitat attractif. En effet les mises en eau sont trop temporaires, hivernales et printanières, et uniquement limitées aux secteurs très perturbés, sans végétation associée. La Decticelle des ruisseaux et la Cicindèle mélancolique en sont donc absents.

La donnée d'Azuré du serpolet est assez étonnante en plaine Comtadine et aucun habitat favorable avec l'une de ses plantes hôtes n'a été trouvé sur la zone d'étude. Au contraire, le Damier de la succise se reproduit fréquemment sur scabieuses, et peut se retrouver dans des friches relativement dégradées. Pourtant aucun individu ni nid communautaire n'a été observé. L'espèce est donc considérée pour l'heure comme absente.

Les communautés de Rhopalocères et d'Orthoptères se sont révélées très appauvries. Les friches n'abritent que des papillons communs peu exigeants comme *Polyommatus icarus*, *Melitaea didyma*, *Melanargia galathea*, *Pontia daplidice*, *Carcharodus alceae* ou *Pieris brassicae* et des Orthoptères également très largement répandus comme *Chorthippus brunneus*, *Decticus albifrons*, *Euchorthippus elegantulus* tandis que les habitats ouverts sont peuplés de quelques Orthoptères très caractéristiques, quoiqu'assez communs : *Sphingonotus caeruleus*, *Oedaleus decorus* et *Dociostaurus maroccanus*. Cette dernière espèce reste dispersée en Vaucluse mais, colonisant des habitats dégradés, ne présente pas d'enjeu conservatoire notable.

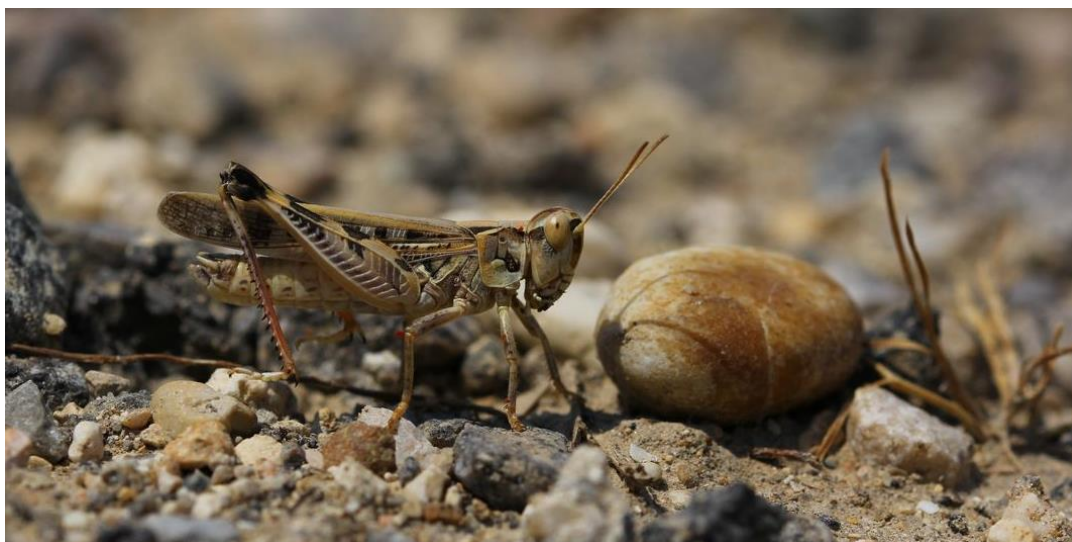


Figure 19. Crique marocain, caractéristique du cortège xérophile du site (Photo sur site : G. Aubin / Naturalia 2017)

4.6.1.3. Résultats des passages de validation en 2021

Les milieux naturels, semi-naturels et anthropiques de la zone d'étude n'ont pas significativement évolué depuis les passages de 2017. Les zones d'exploitation de la carrière ont été remodelées avec de nouvelles zones entrées en exploitation et des zones récemment abandonnées, en cours de revégétalisation par une flore rudérale et pionnière. Aucun habitat naturel d'intérêt écologique susceptible d'abriter des espèces entomologiques patrimoniales n'est présent dans et autour du site d'étude.

Les cortèges en place sont réduits et très communs.

4.6.1.4. Résultats des passages de 2024

Le passage estival, réalisé pour rechercher notamment la Decticelle des ruisseaux et les nids communautaires de chenilles de Damier de la succise, a confirmé l'absence d'enjeu au sein de l'aire d'étude. Les habitats ne sont pas favorables à la présence de ces espèces (aucun habitat hygrophile notable pour la Decticelle, absence de plantes-hôtes pour le Damier de la succise). Le cortège présent, assez limité, est typique des espaces xériques anthropisés et ne constitue pas d'enjeu notable.

4.6.1.5. Bilan des enjeux

Aucune espèce patrimoniale et/ou protégée n'a été mise en évidence au sein de la zone d'étude principale et élargie.

4.6.2. Amphibiens

4.6.2.1. Analyse bibliographique

Les données bibliographiques concernant les amphibiens ont mis en évidence sur la commune de Pernes-les-Fontaines et sur les communes adjacentes plusieurs espèces d'amphibiens et notamment certaines appréciant les milieux temporaires, présents sur ce site. En effet, les carrières sont des milieux souvent exploités par les amphibiens en raison de la création de milieux aquatiques temporaires comme des ornières inondées lors des intempéries, des mares temporaires ou bien encore des bassins de décantation ou des fonds de fosse. Ces milieux ont la même fonctionnalité d'habitat de reproduction que les mares temporaires méditerranéennes et les lônes de rivières pour quelques espèces d'amphibiens patrimoniales comme le **Pélodyte ponctué** (*Pelodytes punctatus*) et le **Crapaud calamite** (*Epidalea calamita*). En effet ces deux espèces sont les plus fréquemment contactées dans les carrières et notamment au sein de celles avoisinantes au site. Toutefois certaines espèces comme le **Crapaud épineux** (*Bufo spinosus*) et la **Rainette méridionale** (*Hyla meridionalis*) sont capables d'exploiter ce type de milieux au vu de leur grande valence écologique.

Le Crapaud épineux, espèce protégée mais commune, n'est pas repris ci-après bien qu'il soit connu sur la commune.

Tableau 9. Espèces d'amphibiens protégées ou patrimoniales pressenties au sein de l'aire d'étude d'après le recueil bibliographique.

Taxon	Statut	Niveau d'enjeu régional	Source	Commentaires
Crapaud calamite <i>Epidalea calamita</i>	PN, DH4, LRR : LC	Modéré	Silene FAUNE Naturalia Faune PACA	Connu sur la commune et sur l'aire d'étude en 2020.
Rainette méridionale <i>Hyla meridionalis</i>	PN, LRR : LC	Modéré	Silene FAUNE Naturalia Faune PACA	Connue sur la commune en 2020.
Pélodyte ponctué <i>Pelodytes punctatus</i>	PN, DH4, LRR : LC	Modéré	Silene FAUNE Naturalia Faune PACA	Connu sur la commune en 2015 et sur les communes voisines en 2020.
Alyte accoucheur <i>Alytes obstetricans</i>	PN, DH4, LRR : LC	Modéré	Silene FAUNE Naturalia Faune PACA	Connu sur la commune en 2020.

4.6.2.2. Résultats des inventaires de 2017

Les inventaires réalisés au printemps et en fin d'hiver ont permis de contacter le Crapaud commun (*Bufo*), le Crapaud calamite (*Epidalea calamita*), la Rainette méridionale (*Hyla meridionalis*). Ces espèces ont été observées en phase terrestre (adulte se déplaçant vers les sites de reproduction). Seuls des têtards de **Crapaud calamite** ont bien été identifiés dans un point bas de l'ancien carreau d'exploitation alimenté directement par l'impluvium. D'autres larves n'ont pu être identifiées mais elles laissent penser que le Crapaud épineux puisse aussi s'y reproduire. Ces découvertes attestent d'une certaine importance du site pour les phases clés du cycle biologique des populations d'amphibiens de ce secteur. Concernant la Rainette méridionale, le manque de végétalisation autour des points d'eau rend sa reproduction très délicate. Elle utilise toutefois les habitats hydromorphes du secteur durant sa phase terrestre. Les tas de matériaux constituent en outre des zones refuges pour les adultes qui viennent s'y abriter en journée ou durant l'hiver. En effet, ces éléments structurent et complètent le cycle biologique des amphibiens du site.

Malgré un inventaire ciblé sur les espèces patrimoniales, le Pélodyte ponctué n'a pas été contacté au sein de la zone d'étude.



Figure 20. Crapaud calamite et ses habitats de reproduction sur site (Photos : L. Roussel et J.C. Delattre / Naturalia 2017)

4.6.2.3. Résultats des passages de validation en 2021

Entre 2017 et 2021 la carrière « Sainte-Marie » a peu évolué. La partie Ouest de l'aire d'étude, au Sud des bâtiments abandonnés (Photo en bas de la Figure 21) n'est plus exploitée laissant ainsi se développer une zone de friche ainsi que des mares temporaires

liées aux activités anciennes de la carrière. Il est intéressant de noter la présence de Canne de Provence (*Arundo donax*) sur les berges de ces mises en eaux puisque, sans gestion de celle-ci, ces milieux aquatiques temporaires devraient rapidement disparaître, colonisées par la végétation. La Canne de Provence a une croissance très forte et peut totalement refermer une mare en quelques années.

Les inventaires de terrain de 2021 n'ont pas mis en évidence la présence d'espèces supplémentaires comme l'Alyte accoucheur, connu sur la commune. La présence du Pélodyte ponctué reste incertaine puisque des inventaires automnaux (second pic de reproduction pour cette espèce) n'ont pas permis de mettre en évidence sa présence.

Ces observations confirment l'intérêt de ces milieux aquatiques temporaires du site pour les phases clés du cycle biologique des populations d'amphibiens. Ces zones de reproduction sont liées aux activités de la carrière et sont ainsi amenées à apparaître et disparaître en fonction de celles-ci.

Le reste de l'aire d'étude est considéré comme des habitats de transit entre les sites d'hivernage et de reproduction mais aussi comme de zone de prospections alimentaires.



Figure 21. Photographies des habitats de reproduction potentiels pour les amphibiens (à gauche : bassin de décantation, à droite : ornière inondée, en bas : mare temporaire) (Photo sur site : A.COQUIS / Naturalia 2017)

4.6.2.4. Résultats des passages de 2024

Les inventaires de printemps se sont avérés peu fructueux en raison de l'absence de tout milieu aquatique. L'activité à l'intérieur de la carrière a complètement nivelé le sol et aucune flaque ou ornière ou pièce d'eau attractive n'était visible. Par manque d'eau, aucun contact auditif ni observation visuelle n'ont pu être établis lors de la prospection nocturne en avril. Les espèces contactées les années précédentes n'ont pu être confirmées et aujourd'hui, l'intérieur de la carrière et ses abords immédiats sont devenus inadaptés. Précisons ici que même les abords extérieurs de la carrière se sont révélés étonnamment silencieux, y compris dans l'étang de pêche au sud ou proches des habitations.



Figure 22. Intérieur de la carrière et de ses abords, exempts de tout habitat favorable aux amphibiens

4.6.2.5. Bilan des enjeux

Tableau 10. Espèces d'amphibiens protégées ou patrimoniales recensées au sein de l'aire d'étude

Taxon	Protection	Autres statuts	Enjeu régional	Situation dans l'aire d'étude et niveau d'enjeu local en 2021	
Crapaud calamite <i>Epidalea calamita</i>	Nationale, DH 4	LRR : LC	Modéré	Fréquente et se reproduit dans les mares temporaires situées à l'Ouest de la zone d'étude, au Sud du bâtiment abandonné, et au centre de la carrière.	Modéré
Rainette méridionale <i>Hyla meridionalis</i>	Nationale, DH 4	LRR : LC	Modéré	Fréquente la végétation hydromorphe et arbustive. Reproduction très incertaine sur le site d'étude	Faible

Si les années 2017 et 2021 relataient la reproduction dans ou aux abords immédiats de la carrière de quelques espèces opportunistes, l'activité récente a complètement détruit ces habitats et aujourd'hui ce groupe ne représente plus un enjeu dans le cadre de cette étude d'impact.

4.6.3. Reptiles

4.6.3.1. Analyse bibliographique

L'analyse bibliographique a permis de mettre en exergue un cortège herpétologique à tendance méditerranéen sur la commune. Ci-après ne sont pas reprises les espèces protégées mais communes telles que la Coronelle girondine, le Lézard des murailles ou encore le Lézard vert à deux raies, bien qu'elles soient connues à Pernes-les-Fontaines.

Tableau 11. Espèces de reptiles protégées ou patrimoniales pressenties au sein de l'aire d'étude d'après le recueil bibliographique

Taxon	Statut	Niveau d'enjeu régional	Source	Commentaires
Couleuvre de Montpellier <i>Malpolon monspessulanus</i>	PN, LRR : NT	Modéré	Silene FAUNE Naturalia Faune PACA	Connue sur la commune en 2018.
Couleuvre à échelons <i>Zamenis scalaris</i>	PN, LRR : NT	Modéré	Silene FAUNE Naturalia Faune PACA	Connue sur la commune et sur site en 2017.
Couleuvre d'Esculape <i>Zamenis longissimus</i>	PN, DH IV, LRR : LC	Modéré	Silene FAUNE Naturalia Faune PACA	Connue sur la commune en 2013.

4.6.3.2. Résultats des inventaires de 2017

Lors des inventaires de terrain, les recherches ont ciblé les espèces potentielles au sein des différents habitats identifiés sur le site. Les zones en friches sont favorables pour les espèces généralistes qui recherchent à la fois des milieux constituant des abris (couvert végétal, gîtes) et des espaces dégagés pour les phases de thermorégulation. Les observations concernent ici le Lézard des murailles (*Podarcis muralis*) et le Lézard à deux raies (*Lacerta bilineata*) qui apprécient les effets de lisières. La **Couleuvre à échelons** (*Zamenis scalaris*) est une espèce principalement méditerranéenne qui se retrouve dans les habitats thermophiles et apprécie les matrices agricoles plutôt extensives. En l'occurrence elle bénéficie de la présence du Lapin de garenne tout autour du site d'étude qui lui offre une forte ressource alimentaire et des refuges. Elle est présente sur le site avec l'observation d'un adulte en bordure est.

De plus la présence régulière de ces lézards induit le maintien d'un de leur prédateur naturel : la Coronelle girondine (*Coronella girondica*). Cette petite couleuvre chasse préférentiellement le Lézard des murailles et peut donc vivre dans les milieux similaires parfois en contexte urbain ou remanié.

4.6.3.3. Résultats des passages de validation en 2021

Lors des inventaires de terrain, les recherches ont ciblé les espèces et leurs différents habitats potentiels sur le site. En effet, la carrière « Sainte-Marie » présente une mosaïque de milieux propices à de nombreuses espèces ainsi que d'intéressantes ressources alimentaires pour celles-ci.

La végétation basse, les tas de gravats et de matières minérales ainsi que les lisières à l'Est de la zone d'étude proposent des zones d'ensoleillement et de refuge pour le Lézard des murailles (*Podarcis muralis*) et le Lézard à deux raies (*Lacerta bilineata*) qui ont été contactés en 2021.

La présence d'habitats thermophiles, de lapins de garenne (espèce ingénieuse et ressource alimentaire) et de leurs terriers sont propices à la présence de la **Couleuvre à échelons** (*Zamenis scalaris*) qui aura été observé en 2017 en bordure nord-est du site. En effet, cette couleuvre méditerranéenne se nourrit de lapereaux et utilise ces galeries souterraines comme gîte hivernal, refuge mais aussi site de ponte ou une femelle adulte peut y pondre de 4 à 20 œufs.

Ces milieux sont également favorables à d'autres serpents qui n'auront pas été observés lors des inventaires : la **Couleuvre de Montpellier** (*Malpolon monspessulanus*), la Coronelle girondine (*Coronella girondica*) et la **Couleuvre d'Esculape** (*Zamenis longissimus*). Parmi ces trois espèces, seule la Couleuvre de Montpellier est considérée comme présente sur l'aire d'étude au regard des habitats présents, de sa capacité de colonisation des milieux et de son écologie proche de celle de la Couleuvre à échelons, présente sur site.

Les prospections de terrains ont ainsi permis de mettre en évidence la présence de 3 espèces de reptiles : la Couleuvre à échelons, le Lézard des murailles et le Lézard à deux raies. La couleuvre à Montpellier est également considérée comme présente.

Situé en zone de présence hautement probable d'après le Plan National d'Action du Lézard ocellé, l'espèce a été recherchée selon la méthodologie du Plan Inter Régional d'Action (Protocole PIRA). Ainsi les traces, les fèces ou les restes de mue ont été recherchés en plus d'observations à distance aux jumelles de potentielles placettes d'insolation. Aucun individu n'y a été observé.

Les habitats particulièrement remaniés et l'enrichissement des abords de la carrière ne favorisent pas la présence de l'espèce. De plus ces habitats sont favorables à quelques prédateurs de l'espèce (couleuvres entre autres) qui, lorsque les effectifs sont conséquents, impactent directement les populations. Il reste probablement présent en périphérie de la carrière dans les vignes mais aussi au sein des entrepôts de matériaux thermophiles comme au nord de l'aire d'étude. Ainsi l'espèce n'est pas attendue sur le site de la carrière malgré les indications de plus large échelle du PNA ciblé sur le Lézard ocellé.

4.6.3.4. Résultats des inventaires de 2024

Les inventaires de 2024 confirment les résultats obtenus les années précédentes à savoir la présence d'espèces relativement communes aux abords de la zone exploitée. Les lézards des murailles et les lézards à deux raies sont devenus rares et exclusivement en bordure extérieure (près des quelques bâtiments restants). La Couleuvre de Montpellier et la Couleuvre à échelons n'ont pas été directement contactées mais restent toujours potentielles car elles peuvent occasionnellement évoluer dans les secteurs les plus calmes de l'exploitation, à l'occasion de secteurs riches en abris ou près des garennes.

Le Lézard ocellé n'a pas été contacté mais les habitats ne sont pas suffisamment stables pour conserver cette espèce.

Parmi les nouvelles espèces, on citera la Tarente de Maurétanie, gecko nocturne très commun qui est souvent transporté dans les mouvements de matériaux inertes et qui peut se maintenir de longs temps en contexte perturbé pour peu que les matériaux ne soient pas trop régulièrement mobilisés.

4.6.3.5. Bilan des enjeux

Tableau 12. Espèces de reptiles protégées ou patrimoniales recensées au sein de l'aire d'étude

Taxon	Protection	Autres statuts	Enjeu régional	Situation dans l'aire d'étude et niveau d'enjeu local en 2024	
Reptiles communs (Lézards des murailles, Lézard à deux raies ; Tarente de Maurétanie)	Nationale	LRR : LC	Faible	Présent en lisière dans l'aire d'étude et exploite les milieux thermophiles (roches, tas de gravats) pour l'insolation.	Faible
Couleuvre à échelons <i>Zamenis scalaris</i>	Nationale	LRR : NT	Modéré	Fréquente les zones en friche localisées à l'Est de la zone d'étude ou elle s'alimente et se reproduit certainement.	Modéré
Couleuvre de Montpellier <i>Malpolon monspessulanus</i>	Nationale	LRR : NT	Modéré	Fréquente les zones en friche au Sud et au Sud-Ouest de la zone d'étude ainsi que les talus à l'Est. Elle s'alimente et se reproduit certainement sur site.	Modéré

4.6.4. Avifaune

4.6.4.1. Analyse bibliographique

Le recueil bibliographique de Pernes-les-Fontaines et plus précisément dans un périmètre restreint à l'aire d'étude fait état d'un cortège ornithologique diversifié dont l'enjeu de conservation est supérieur ou égal à modéré. On retrouve uniquement des espèces à l'enjeu de conservation modéré avec les exemples de la Chevêche d'Athéna (*Athene noctua*), du Rollier d'Europe (*Coracias garrulus*) et de la Huppe fasciée (*Upupa epops*). Ces espèces caractéristiques des paysages ruraux de la région sont susceptibles d'être retrouvées au sein de l'aire d'étude. Le site d'étude ayant déjà fait l'objet d'inventaire par le passé, une espèce à enjeu est déjà connue pour se reproduire au sein de l'aire d'étude, il s'agit de l'Alouette lulu, avec un enjeu de conservation modéré et listée « Quasi menacé » sur la liste rouge régionale.

Le tableau ci-dessous liste les espèces potentielles d'enjeu à minima modéré pouvant être présentes pour tout ou partie de leurs cycles biologiques. Les espèces considérées communes n'apparaissent pas dans le tableau bien qu'elles soient protégées pour la plupart.

Tableau 13. Espèces d'oiseaux protégées ou patrimoniales pressenties au sein de l'aire d'étude d'après le recueil bibliographique

Taxon	Statut	Niveau d'enjeu régional	Source	Commentaires
Alouette lulu <i>Lullula arborea</i>	PN, NT (LRR), DO1	Modéré	Silène FAUNE	Connu en 2017 en reproduction sur l'aire d'étude et bien connu du secteur.

Taxon	Statut	Niveau d'enjeu régional	Source	Commentaires
Chevêche d'Athéna <i>Athene noctua</i>	PN, LC (LRR)	Modéré	Faune PACA Naturalia	Connue sur la commune à proximité de la zone d'étude (lieu-dit Joanis). Nicheur probable au lieu-dit : Sainte-Marie. Régulièrement observé à proximité de l'Aérodrome.
Cochevis huppé <i>Galerida cristata</i>	PN, VU (LRR)	Modéré		Milieu de l'aire d'étude favorable à la présence de l'espèce, plusieurs mentions anciennes de l'espèce sont connues dans un secteur proche notamment au sein de l'aérodrome.
Hirondelle rustique <i>Hirundo rustica</i>	PN, NT (LRR)	Modéré		Présence en nidification sur la commune concernée et présence d'un bâtiment abandonnée favorable à son installation.
Huppe fasciée <i>Upupa epops</i>	PN, LC (LRR)	Modéré		Connue en reproduction sur la commune (2017)
Petit-duc scops <i>Otus scops</i>	PN, LC (LRR)	Modéré		Connu sur la commune à proximité de la zone d'étude
Rollier d'Europe <i>Coracias garrulus</i>	PN, DO1, NT (LRR)	Modéré		Bien présent dans les zones ouvertes agricoles de la commune. Observé en 2019 au lieu-dit " la tarlette" et à "la combe" en 2021 durant la période de nidification.
Tourterelle des bois <i>Streptopelia turtur</i>	VU (LRR)	Modéré		Connue dans un petit périmètre.

PN : protection nationale ; LRR : liste rouge régionale ; NT : quasi menacé ; VU : vulnérable ; LC : préoccupation mineure ; DO1 : Directive oiseaux

4.6.4.2. Résultats des inventaires de 2017

La grande majorité de la zone d'étude présente peu d'intérêt pour les oiseaux. Il s'agit en effet d'un carreau d'exploitation de faible superficie. Les habitats sont relativement rudéralisés et homogènes (friches) avec la présence de peu de boisements et de haies. Les zones humides sont très localisées et correspondent à des dépressions alimentées par l'impluvium. Leur taille réduite et leur mise en eau très temporaire expliquent la faible attractivité pour les espèces aquatiques.

Les relevés de terrain, réalisées sur l'ensemble du site, ont permis de dresser la liste des espèces présentes. Il s'agit principalement de passereaux généralistes très communs qui utilisent les habitats en phase de transit et d'alimentation. Il convient de citer le Rougequeue noir (*Phoenicurus ochruros*), la Bergeronnette grise (*Motacilla alba*), l'Etourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris*) et des hivernants comme le Chardonneret élégant (*Carduelis carduelis*). Quelques espèces de plus grandes tailles ont été vues seulement en vol au-dessus de la zone d'étude. Il s'agit du Pigeon ramier (*Columba palumbus*), de la Pie bavarde (*Pica pica*). Le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) et la Buse variable (*Buteo buteo*), des rapaces diurnes, recherchent leurs proies dans les zones ouvertes comme les parcelles agricoles voisines et les friches du site.

Concernant les taxons à enjeu, dans la friche au Sud-Ouest du site, structurée principalement par une strate herbacée, l'**Alouette lulu** (*Lullula arborea*) a été entendue chantant. Ce comportement laisse présager d'une tentative de reproduction sur cette partie du site, à la faveur d'habitat secondaire dont cette espèce peut s'accommoder.

Hormis cela les enjeux se concentrent aux alentours de l'aire d'étude mais non en son sein. C'est le cas du Petit-duc scops (*Otus scops*) qui se reproduit dans les boisements à l'Est, ou encore du Rollier d'Europe (*Coracias garrulus*) et du Guêpier d'Europe (*Merops apiaster*) qui, dans ce secteur, sont surtout liés aux berges et ripisylves de la Nesque mais qui peuvent occasionnellement se rencontrer au sein de l'aire d'étude en survol ou en alimentation. La Huppe fasciée (*Upupa epops*), contactée en recherche de nourriture dans une friche, ne trouve pas non plus d'habitat favorable à sa reproduction au sein de la zone d'étude (absence d'arbre à cavités). Ce macro-insectivore trouve ici des orthoptères généralistes dont elle se nourrit volontiers. Les habitats les plus attractifs sont localisés à l'Est de cette dernière, dans des boisements où elle a été observée à plusieurs reprises (reproduction probable).

Enfin, des données historiques de reproduction de l'Œdicnème criard sont connues plus à l'ouest de la zone d'étude mais les habitats rencontrés ici ne présentent aucun attrait pour cette espèce.

4.6.4.3. Résultats des passages de validation en 2021

Seule une espèce patrimoniale et protégée est présente dans la carrière, il s'agit de l'**Alouette lulu** (*Lullula arborea*), La **Chevêche d'Athéna** (*Athene noctua*) a été contactée lors des prospections nocturnes et est concernée par un enjeu de conservation modéré. Cependant à la vue de la zone de contact éloignée du site d'étude, l'espèce est probablement absente des emprises projets et de leurs proches abords ou ne les utilisent que pour du transit. Il en va de même pour d'autres espèces patrimoniales qui sont

observés en période de reproduction mais ne possède aucun lien direct avec l'aire d'étude notamment le **Rollier d'Europe** (*Coracias garrulus*), la **Huppe fasciée** (*Upupa epops*) et le **Petit duc scops** (*Otus scops*). Les habitats favorables à ces espèces sont toujours présents autour du site d'exploitation et en état de conservation suffisamment bon pour permettre le maintien de ces espèces localement. La zone exploitée n'est en revanche que très peu favorable à ces espèces qui ne feront que la survoler voire s'y alimenter occasionnellement.

4.6.4.4. Résultats des inventaires de 2024

Les passages de printemps 2024 n'ont pas fait évoluer l'état initial précédent de manière significative. Les mêmes espèces communes continuent d'évoluer à l'intérieur de la carrière, en faibles effectifs tandis que les espèces patrimoniales à enjeu précédemment répertoriées sont toujours visibles aux abords de la carrière sans s'y reproduire (Rollier d'Europe, Petit duc scops, Chevêche d'Athéna, Huppe fasciée). A cette liste s'ajoute le Bihoreau gris, entendu à plusieurs reprises au-dessus de la carrière mais simplement en transit. Là-encore aucun habitat favorable à l'espèce n'est présent dans l'enceinte exploitée et il ne s'agit donc pas d'un nouvel enjeu dans l'aire d'étude.

L'Alouette lulu reste la seule espèce à enjeu à même de se reproduire dans le périmètre d'autorisation, toujours dans la friche non exploitée au sud-ouest. Un mâle chanteur a minima a été entendu tout le printemps dans ce secteur même si la reproduction n'y a pas été constatée.

4.6.4.5. Bilan des enjeux

Tableau 14. Espèces d'oiseaux protégées ou patrimoniales recensées au sein de l'aire d'étude

Taxon	Protection	Autres statuts	Enjeu régional	Situation dans l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	
Alouette lulu <i>Lullula arborea</i>	Nationale	PN, NT (LRR), DO1	Modéré	Plusieurs individus en reproduction potentielle sur l'aire d'étude. De nombreux mâles chanteurs sont observés au sein de la strate herbacée au Sud-Ouest principalement.	Modéré
Chevêche d'Athéna <i>Athene noctua</i>	Nationale	PN, LC (LRR)	Modéré	Un mâle chanteur est contacté en dehors de l'aire d'étude durant la période de reproduction.	Faible
Huppe fasciée <i>Upupa epops</i>	Nationale	PN, LC (LRR)	Modéré	La Huppe fasciée est observée en survol au-dessus de l'aire d'étude et utilise l'aérodrome comme site d'alimentation.	Faible
Petit-duc scops <i>Otus scops</i>	Nationale	PN, LC (LRR)	Modéré	Un contact d'un mâle chanteur est relevé durant la période de reproduction à la faveur des éléments boisés adjacent à l'Est.	Faible
Rollier d'Europe <i>Coracias garrulus</i>	Nationale	PN, DO1, NT (LRR)	Modéré	Cette espèce est contactée plus au sud où les boisements frais présents apparaissent plus favorables à l'espèce.	Faible

Mammifères

4.6.5.1. Analyse bibliographique

Les recherches bibliographiques se sont cantonnées aux espèces des milieux terrestres et aux chiroptères. Les mammifères semi-aquatiques n'ont pas été pris en compte dans cette étude malgré leur présence avérée sur la commune. Les cours d'eau présents que sont la Sorgue et la Nesque sont des habitats favorables notamment pour la Loutre d'Europe, le Castor d'Europe ou bien encore le Campagnol amphibie. Cependant en l'absence de connexion fonctionnelle et de milieux favorables (rivières, ruisseaux...) pour ces espèces, elles ont été considérées comme absentes au sein du site d'étude. Ne reste donc que plusieurs espèces de chiroptères et le Lapin de garenne, aujourd'hui considéré comme une espèce patrimoniale malgré son abondance locale ponctuelle et les nombreux lâchers dont il fait l'objet.

Tableau 15. Espèces des mammifères protégées ou patrimoniales pressenties au sein de l'aire d'étude d'après le recueil bibliographique

Taxon	Statut	Niveau d'enjeu régional	Source	Commentaires
Lapin de garenne <i>Oryctolagus cuniculus</i>	LRN : NT	Modéré	Naturalia Silene Faune PACA	Observé sur site et présent sur la commune en 2021.
Grand rhinolophe <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	PN, LRN : LC, DH2 et DH4	Assez fort	Naturalia DOCOB DREAL GCP 2014	L'espèce est présente à proximité des boisements rivulaires de l'Ouvèze et de la Nesque. Plusieurs gîtes en bâti d'individus isolés y sont représentés sur les communes avoisinantes (Monteux)
Petit Murin <i>Myotis blythii / oxygnathus</i>	PN, LRN : NT, DH2 et DH4	Très fort	Colombo com pers. Naturalia	Assez bien représenté localement notamment en chasse et/ou en transit.
Murin à oreilles échancrées <i>Myotis emarginatus</i>	PN, LRN : LC, DH2 et DH4	Assez fort	Colombo com. Pers. Naturalia Faune-PACA	Bien représentée localement (gîte historique à Sarrians).
Minioptère de Schreibers <i>Miniopterus schreibersii</i>	PN, VU (LRN), DH2 et DH4	Très fort	Naturalia Gaiadommo	Présent au niveau de la Nesque.

4.6.5.2. Résultats des inventaires de 2017

Les prospections ont été scindées en phase diurne (liée à la recherche de gîte) puis en phase nocturne (mise en place d'un monitoring acoustique). Les résultats de ces deux étapes de travail sont présentés ci-dessous :

➤ Résultats des recherches de gîtes

D'une manière générale, les quatre grands types de gîte sont : les arbres à cavités, le patrimoine bâti désaffecté, les cavités naturelles ou artificielles, les parois rocheuses. Au vu du contexte de la zone d'étude et des habitats en présence, seul le patrimoine bâti désaffecté a fait l'objet d'une attention particulière. En effet, la partie nord du site est marquée par un important bâtiment désaffecté et dégradé. Des individus ou traces de fréquentation ont été recherchés au niveau des pièces sombres ou anfractuosités. Aucun indice attestant d'une quelconque fréquentation n'a été relevé au sein de ces bâtiments. Malgré ce résultat, la fréquentation isolée d'un ou deux individus reste potentielle notamment au niveau de la toiture.



Figure 23. Photographies de l'extérieur et de l'intérieur du bâtiment abandonné au nord-ouest de l'aire d'étude (Photo sur site : L. Roussel / Naturalia 2017).

➤ Résultats des prospections acoustiques

Afin d'identifier la fréquentation acoustique ainsi que la diversité spécifique, des détecteurs à ultrasons ont été installés sur la zone d'étude. Toutefois, au regard du remaniement récent des habitats et en l'absence de corridor écologique c'est une fréquentation faible et peu diversifiée qui était attendue. Ces éléments ont été confirmés lors de l'analyse des différents sonogrammes.

Seulement 7 espèces de chauves-souris ont pu être contactées dans le cadre de cet état initial. Les effectifs sont faibles et représentés en large majorité par des taxons communs à l'image des Pipistrelles de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) / Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) et Pipistrelle pygmée (*Pipistrellus pygmaeus*) (en moyenne 19 contacts /heure). Le reste du cortège se compose de l'Oreillard gris (*Plecotus austriacus*), du Vespère de Savi (*Hypsugo savii*) et de la Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*). La fréquentation ponctuelle de ces trois espèces est certainement liée à l'étang de pêche artificiel attenant car la zone d'étude stricte ne représente aucun intérêt particulier pour ces dernières. A noter également la fréquentation du Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*). Deux contacts issus d'individus en survol sont à signaler. Néanmoins la zone d'étude ne présente pas d'intérêt particulier vis-à-vis de cette espèce à fort enjeu régional.

Au final, l'intérêt de la zone d'étude s'est avéré limité. Aucun gîte avéré ni aucun habitat de chasse caractéristique n'a pu être mis en exergue dans le cadre de ce diagnostic.

4.6.5.3. Résultats des passages de validation en 2021

Les prospections de terrains 2021 ont permis de confirmer la présence sur site du **Lapin de Garenne** (*Oryctolagus cuniculus*) et du Lièvre (*Lepus sp.*), exploitant l'ensemble de l'aire d'étude et particulièrement les talus où sont situés des terriers.

Concernant les chiroptères, les résultats sont les mêmes qu'en 2017. La recherche d'arbres à cavités et de gîtes potentiels n'ont pas permis de mettre en évidence des zones de gîtes d'intérêt particulier. Le bâtiment situé au Nord-Ouest de l'aire d'étude a été de nouveau prospecté et aucune traces ou zone favorable ne fut mis en évidence. Il reste plausible que ponctuellement quelques individus isolés d'espèces communes utilisent ce bâtiment comme gîte de repos en journée.

Les 7 espèces de chiroptères identifiées par les analyses acoustiques de 2017 sont toujours à considérer comme présentes puisque les milieux en place n'ont pas significativement évolué, les quelques arbres à cavités situés au-delà de la limite Est du projet sont toujours en place, l'étang de pêche représente toujours une zone d'alimentation intéressante à l'échelle locale pour la chiroptérofaune. Les résultats de 2017 sont donc dans leur ensemble, encore valides.

4.6.5.4. Résultats des inventaires de 2024

➤ Recherches de gîtes

Comme en 2021, les inventaires ont permis de constater que les habitats étaient globalement peu favorables et ne représentaient aucun intérêt majeur pour les chiroptères. Le site et ses abords ne constituent pas de corridors majeurs pour ce groupe. On notera que les alignements d'arbres autour de la carrière sont des corridors de transit mineurs et utilisés par la plupart des espèces communes à peu communes. La carrière ne fragmente pas une aire de chasse ou un axe de transit majeur.

Au sein de la carrière, il n'existe aucune possibilité de gîte. Un bâtiment à l'ouest favorable à quelques espèces notamment l'Oreillard gris et le trio de pipistrelles.

Les conclusions avancées sont les mêmes que celles de 2017 et de 2021.

➤ Résultats des prospections acoustiques

De nouvelles prospections acoustiques ont été réalisées en 2024 sur la période printanière et estivale, de manière à couvrir l'ensemble du cycle des chiroptères.



Figure 24. Localisation de l'enregistreur longue durée (2024)

Au total, 9 espèces ont été contactées en 2024 contre 7 espèces contactées en 2021.

La plupart des espèces ont été contactées avec une activité faible à modérée sur l'ensemble de l'aire d'étude. Les habitats recensés ne représentent pas des habitats de chasse caractéristiques.

Les conclusions sont similaires avec celles obtenues en 2021, à savoir, des effectifs représentés en large majorité par des taxons communs à l'image des Pipistrelles de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) / Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) et Pipistrelle pygmée (*Pipistrellus pygmaeus*). Le reste du cortège se compose de l'Oreillard gris (*Plecotus austriacus*), du Vespère de Savi (*Hypsugo savii*) et de la Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*). Les deux espèces nouvellement contactées correspondent à la Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*) et au Molosse de Cestoni (*Tadarida teniotis*), pour des activités faibles et anecdotiques. Comme en 2021, la fréquentation par le Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*) représente quelques individus en survol mais la zone d'étude ne présente pas d'intérêt particulier vis-à-vis de cette espèce à fort enjeu régional et à très grand rayon d'action.

Le tableau suivant présent les espèces et leur activité vis-à-vis des habitats de la carrière et ses abords.

Tableau 16. Activité chiroptérologique enregistrée en 2024

Espèce	Statut réglementaire	Campagne acoustique			Activité globale de l'espèce
		Habitats carrière			
		Printemps	Été	Automne	
Sérotine commune	PN, DH4; LRN : NT		✓		Faible
Vespère de Savi	PN, DH4; LRN : LC	✓	✓		Modérée
Minioptère de Schreibers	PN, DH2, DH4; LRN : VU	✓			Faible
Noctule de Leisler	PN, DH4; LRN : NT	✓	✓		Faible
Pipistrelle de Kuhl	PN, DH4; LRN : LC	✓	✓		Modérée
Pipistrelle commune	PN, DH4; LRN : NT	✓	✓		Faible
Pipistrelle pygmée	PN, DH4; LRN : LC	✓	✓		Modérée
Oreillard gris	PN, DH4; LRN : LC	✓	✓		Faible
Molosse de Cestoni	PN, DH4; LRN : NT		✓		Faible
Total		9			

4.6.5.5. Bilan des enjeux

Tableau 17. Espèces des mammifères protégées ou patrimoniales recensées au sein de l'aire d'étude

Taxon	Protection	Autres statuts	Enjeu régional	Situation dans l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	
Lapin de garenne <i>Oryctolagus cuniculus</i>	Régionale	LRN : NT	Modéré	Présent sur l'ensemble de l'aire d'étude en prospection alimentaire. Exploite les talus de la zone à l'Est ou des terriers sont présents. Vient s'abreuver dans les retenus d'eau.	Modéré
Minioptère de Schreibers <i>Miniopterus schreibersii</i>	Nationale	LRN : VU, DH2 et DH4	Très fort	Survole la zone d'étude mais celle-ci ne présente pas d'intérêt pour cette espèce.	Modéré
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	Nationale	LRN : NT DH4	Modéré	Contacté en chasse et transit en faibles effectifs	Faible

4.7. Restitution cartographique des enjeux faunistiques

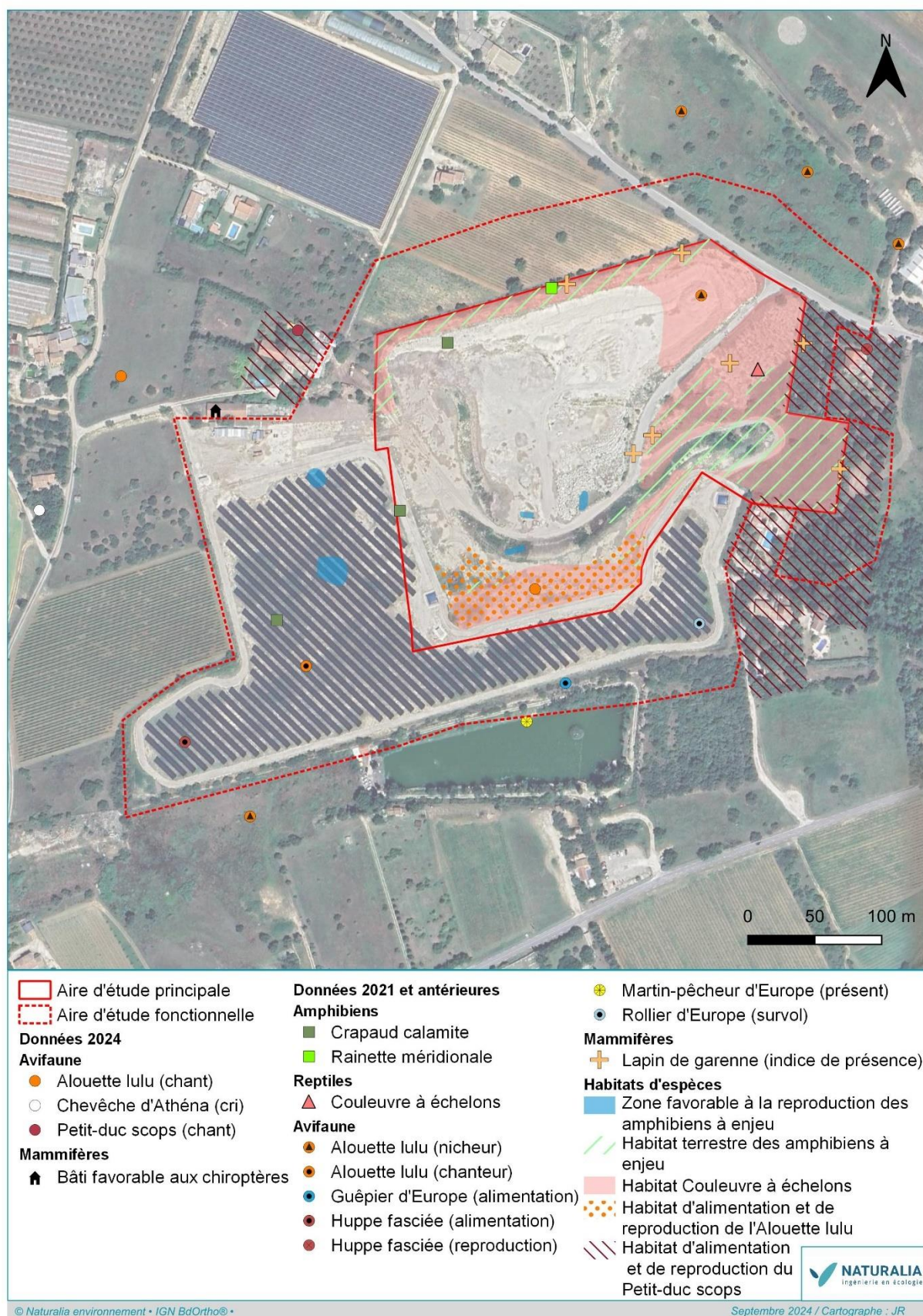


Figure 25. Résultats relatifs aux enjeux faunistiques

4.8. Espèces invasives

4.8.1. Flore

4.8.1.1. Résultats des inventaires 2017

Les remblaiements et les transports de matériaux peuvent faciliter l'installation d'espèces pionnières allochtones dont certaines présentent un caractère invasif. Les espèces exotiques envahissantes relevées sur le site sont néanmoins peu nombreuses. La Canne de Provence est intégrée à la liste malgré son statut d'archéophyte en raison de sa forte capacité de colonisation des milieux, y compris lorsqu'ils sont très perturbés. Sa croissance rapide et sa capacité de reproduction végétative complique l'entretien des sites colonisés. Le Robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*) mérite néanmoins une attention particulière car il est très compétitif vis-à-vis des autres essences et peut rapidement former des peuplements denses monospécifiques sur de grandes surfaces.

Tableau 18. Espèces végétales invasives recensées au sein de l'aire d'étude en 2017

Plantes exotiques	Statut d'invasion (Terrin et al., 2014)	Commentaires
Canne de Provence <i>Arundo donax</i>	Archéophyte	Espèce très colonisatrice par multiplication végétative des rhizomes. Présence sur certains talus en bordure de site.
Robinier faux-acacia <i>Robinia pseudoacacia</i>	Majeure	Espèce à croissance rapide et ayant de bonnes capacités à rejeter des souches.
Vergerette élevée <i>Conyza sumatrensis</i>	Modérée	Espèce disséminée dans les zones rudérales de la carrière.



Bosquet rudéral de Robinier



Talus rudéral à Canne de Provence

Figure 26. Illustration de quelques espèces végétales exotiques à caractère envahissant (Photos sur site : R. Prunier / Naturalia)

4.8.1.2. Résultats des inventaires de 2021

À la suite des investigations menées cette année, l'évolution des espèces végétales exotiques progresse en diversité. En effet, depuis les derniers inventaires le Mûrier à papier, le Buisson ardent, la Lampourde d'Italie, la Stramoine et l'Ailante glanduleux ont été détectés, en plus des espèces précédemment listées. Cette augmentation du nombre d'EVEE est en partie due à la prise en compte des stations d'envahissantes légèrement en dehors de l'aire d'étude, du fait de leur fort pouvoir de colonisation. La carrière et ses futures activités participant à perturber les sols sont sans cesse des zones favorisant l'apparition de stations d'espèces exotiques dont certaines peuvent être problématique. Il est donc bon de garder une vigilance sur ces espèces déjà présentes et difficilement maîtrisables, anticiper les nouvelles arrivées et surveiller les synergies potentielles.

7 espèces ont été identifiées dans l'aire d'étude et ses proches abords. Parmi ces espèces 3 sont regroupées en une station dense à fort potentiel d'expansion. Ces stations ont donc été cartographiées et sont présentées ci-après. Les autres espèces sont présentes de manière diffuse dans tout le secteur et ne forment pas ou pas encore de peuplement dense.

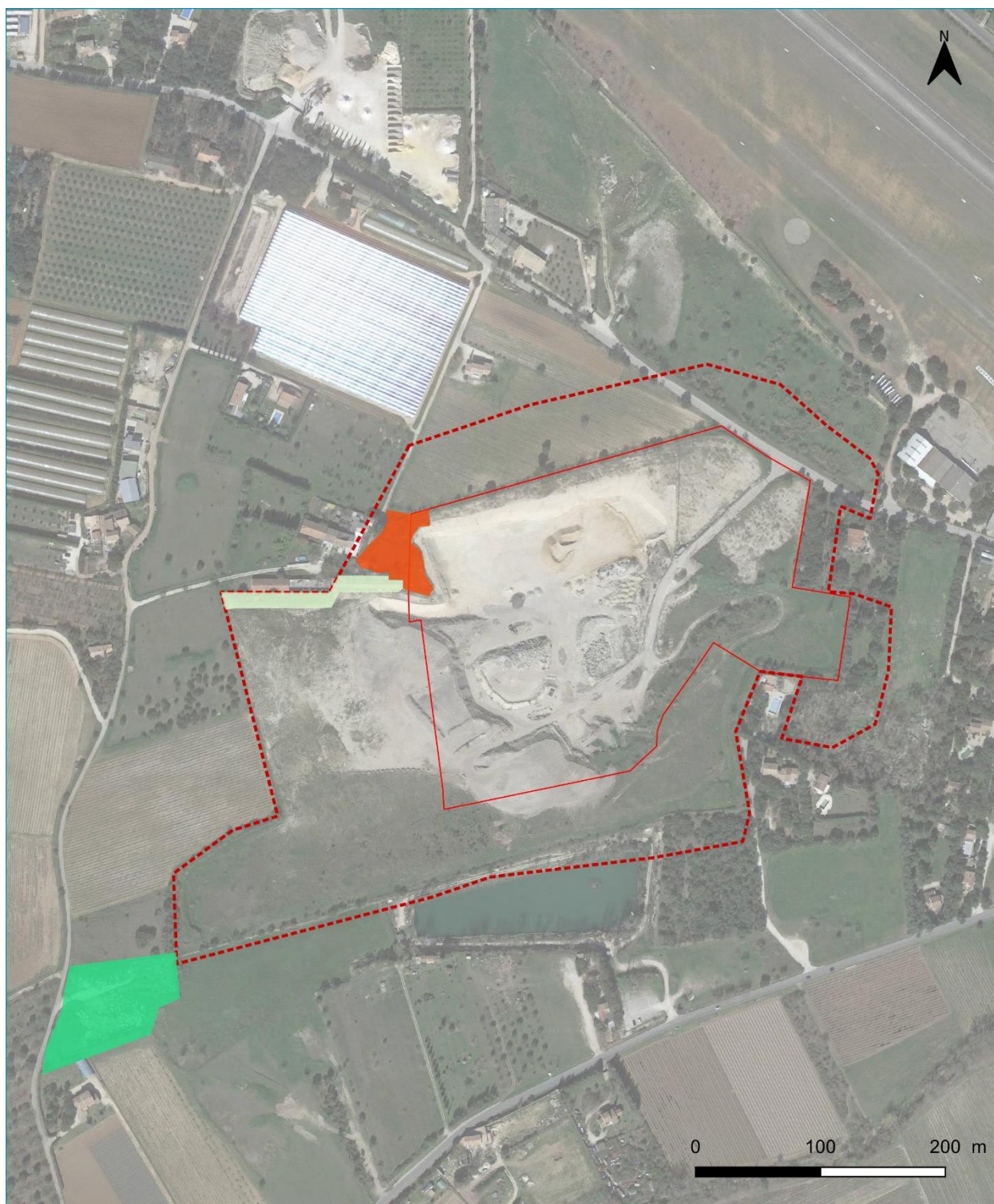
4.8.1.3. Résultats des inventaires de 2024

Le passage sur site mené en 2024 aura permis d'observer seulement deux EVEE, l'armoise annuelle (*Artemisia annua*) et la lampourde d'Italie (*Xanthium orientale* subsp. *italicum*). Cette évolution peut s'expliquer par la période de passage légèrement

précoce par rapport aux phénologies souvent tardives de la plupart des EVEC. La création du parc photovoltaïque et les travaux en résultant, mais aussi les activités de la carrière, peuvent aussi en être à l'origine, par le terrassement des secteurs concernés.

Tableau 19. Espèces végétales invasives recensées au sein de l'aire d'étude

Nom scientifique	Statut PACA	Entre 2017 et 2021	2024	Commentaire
Robinier faux-acacia <i>Robinia pseudoacacia</i> L., 1753	Majeure	X		Espèce à croissance rapide et ayant de bonnes capacités à rejeter des souches.
Ailante glanduleux <i>Ailanthus altissima</i>	Majeure	X		Présente sur une parcelle de décharge en une station très dynamique. Du fait de son potentiel de colonisation rapide et du manque de solution sur sa gestion, une vigilance importante est à accorder sur cette espèce.
Buisson ardent <i>Pyracantha coccinea</i>	Majeure	X		Plante d'ornement se disséminant via les jardins et les friches. Présente au Nord-Ouest de l'aire d'étude et pouvant s'implanter durablement sur les zones perturbées. Quelques individus disséminés en lisière Est également.
Mûrier à papier <i>Broussonetia papyrifera</i>	Majeure	X		Station importante et fortement dynamique tout au long du bâtiment au Nord-Ouest. Espèce capable de se développer dans des terrains perturbés et former des zones monospécifiques.
Armoise annuelle <i>Artemisia annua</i>	Modérée		X	Espèce annuelle à forte capacité de dissémination, colonisant tous les espaces rudéraux nus, avec peu de compétition interspécifique
Stramoine <i>Datura stramonium</i>	Modérée	X		Espèce disséminée dans les zones rudérales de la carrière.
Vergerette élevée <i>Erigeron sumatrensis</i>	Modérée	X		Espèce disséminée dans les zones rudérales de la carrière.
Lampourde d'Italie <i>Xanthium orientale</i> subsp. <i>italicum</i>	Modérée		X	Espèce disséminée dans les zones rudérales de la carrière.



- Aire d'étude restreinte
 Aire d'étude fonctionnelle

Stations d'espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE)

- Principale station d'Ailante glanduleux
 Principale station de Buisson ardent
 Principale station de Mûrier à papier



© Naturalia environnement • Google Earth / Carte Db positron / IGN BdOrtho®/ IGN BdTopo®/ TCH histolitt®

Décembre 2021 / Cartographe : JG

Figure 27. Principales stations d'espèces végétales exotiques envahissantes repérées sur le site d'étude



Figure 28. Localisation des EVEE en 2024

4.9. Synthèse des enjeux écologiques et réglementaires

Sont ici présentés l'ensemble des habitats et espèces protégées et/ou patrimoniales dont la présence est avérée.

Rappel des abréviations utilisées : DH II : Annexe II de la Directive « Habitats » ; DH IV : Annexe IV de la Directive « Habitats » ; DO I : Annexe 1 de la Directive « Oiseaux » ; LRN : Liste rouge nationale / LRR : Liste rouge régionale (DD = Données insuffisantes, LC = Préoccupation mineure, NT = Quasi menacée, VU = Vulnérable, EN = En danger d'extinction, CR = En danger critique d'extinction, NE = Non évaluée)

Tableau 20. Bilan des enjeux pour la faune

Compartiments	Statut et état de conservation des taxons
Enjeu assez-fort	
Flore	<i>Velezia rigida</i> , environ 1850 pieds au sein de friches méditerranéennes en limite nord du site
Enjeu modéré	
Habitat naturel	Friches méditerranéennes et zones rudérales
Flore	Fond floristique commun
Faune	Crapaud calamite : Reproduction occasionnelle. Non validée en 2024. Présence potentielle de la Couleuvre à échelons et de la Couleuvre de Montpellier Lapin de garenne : Exploite les talus de la zone à l'Est où des terriers sont présents Alouette lulu : Plusieurs individus utilisent le site d'étude dont certains potentiellement en reproduction. 1 à 2 couples nicheurs dans l'aire d'étude fonctionnelle.
Faible	
Flore	Cortèges d'espèces communes à portée réglementaire
Faune	Cortèges d'espèces communes à portée réglementaire

5. ÉVALUATION DES IMPACTS

5.1. Rappel des éléments principaux du projet

Les modalités techniques principales du projet sont :

- La conservation du périmètre d'autorisation ;
- La poursuite et fin de l'exploitation d'une carrière sur une superficie d'environ 10 000 m² selon le phasage prévisionnel indiqué sur la figure suivante ;
- La remise en état par remblaiement avec des matériaux inertes non commercialisables principalement issus de déchets du BTP ;
- Le maintien d'une bande de 10m de largeur minimum entre la limite de la zone exploitée et la limite cadastrale de la zone autorisée ;
- Le maintien d'une piste d'accès principale, conservée tout au long de l'exploitation restante, jusqu'à la fin de la remise en état.

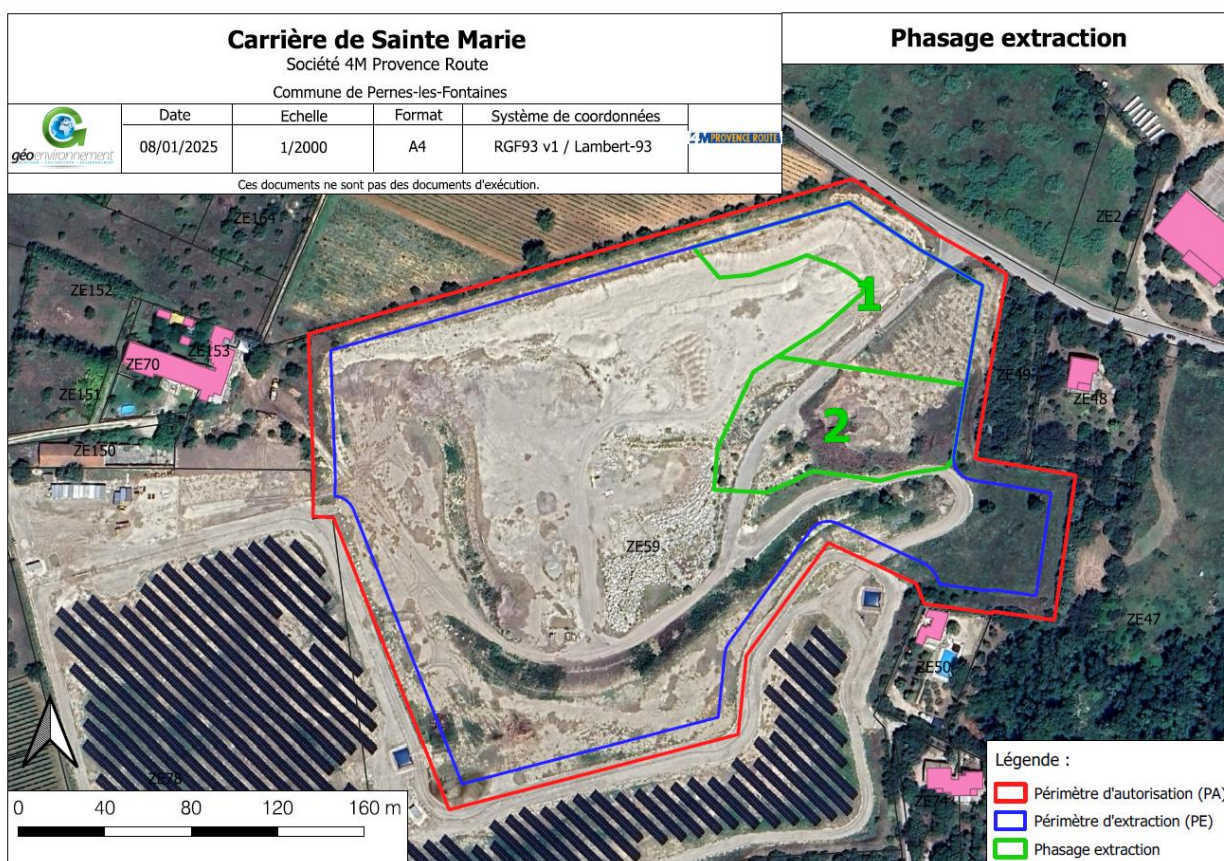


Figure 29. Rappel du plan de phasage prévisionnel (extraction)

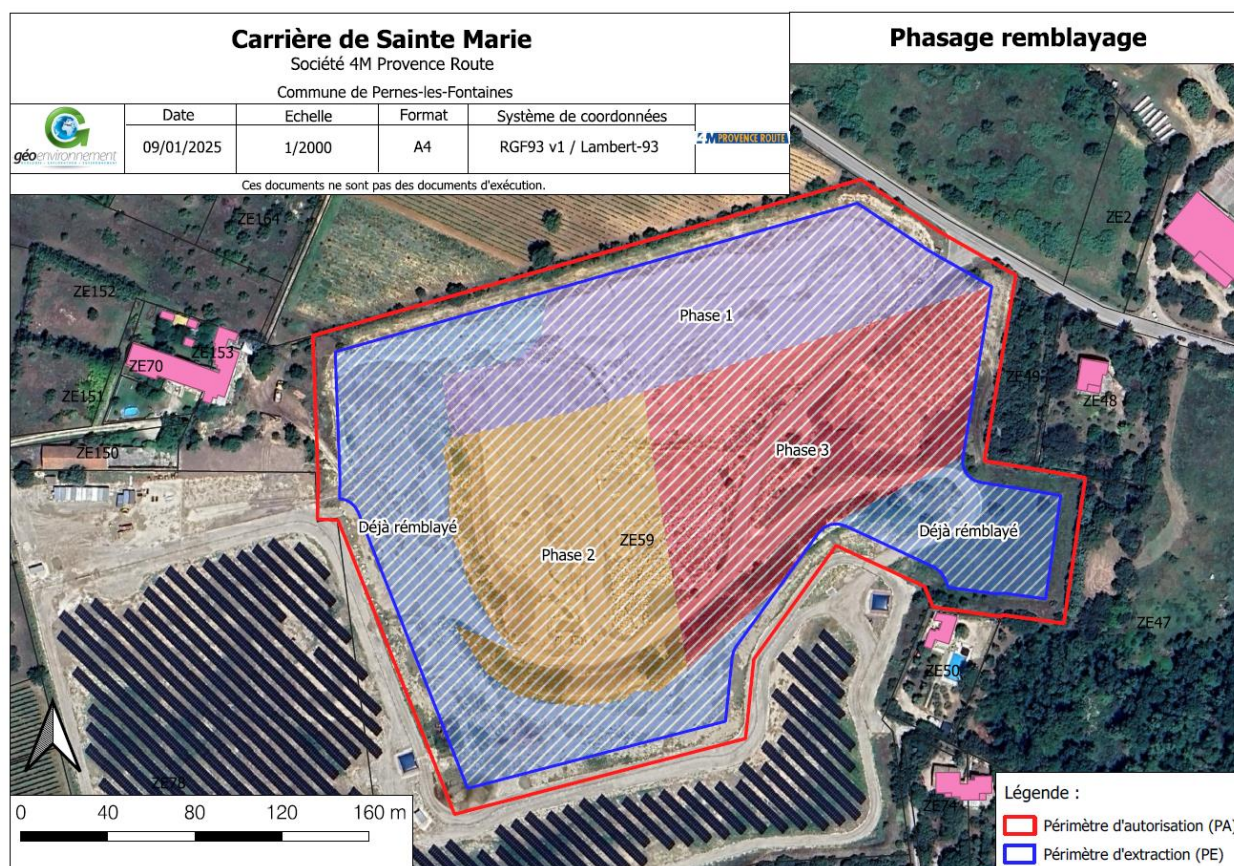


Figure 30. Réaménagement prévisionnel de la carrière

5.2. Qualification des impacts

L'aménagement prévu dans le cadre de ce projet est susceptible d'entraîner divers impacts sur les habitats naturels, les espèces animales (et pour certaines sur leurs habitats) et les espèces végétales qui les occupent.

5.2.1. Types d'impacts

Ce sont les impacts résultant de l'action directe de la mise en place ou du fonctionnement de l'aménagement sur les milieux naturels. Pour identifier les impacts directs, il faut tenir compte de l'aménagement lui-même mais aussi de l'ensemble des modifications directement liées (les zones d'emprunt de matériaux, les zones de dépôt, les pistes d'accès, les places de retournement des engins...). Ils sont ainsi susceptibles d'affecter les espèces de plusieurs manières :

5.2.1.1. Destruction d'habitats d'espèces

L'exploitation d'une carrière de pierre, qu'elle soit de roche massive ou alluvionnaire s'apparente à un chantier constant entre le début et la fin de l'exploitation prévue. En effet, les sols sont décapés très tôt lors de chaque phase d'extension d'exploitation puis restent en état de couvert minéral jusqu'à la fin de l'exploitation du secteur. Après cette phase, ils sont soit laissés en l'état, et sont progressivement recolonisés par une flore pionnière et rudérale, soit remblayés et alors revégétalisés plus rapidement.

Ainsi, le début d'une nouvelle phase d'extraction d'une carrière, dans le milieu encore naturel ou semi naturel a nécessairement des conséquences sur l'intégrité des habitats utilisés par les espèces pour l'accomplissement des cycles biologiques. Les travaux de préparation et de surfacage préliminaires à l'implantation peuvent notamment conduire à la diminution ou à l'altération de l'espace vital des espèces présentes sur le site. Les habitats naturels en place dans les zones d'extraction sont supprimés lors des phases de décapage des sols et sont alors perdus définitivement ou du moins pour plusieurs décennies car de nouveaux habitats parfois similaires à ceux détruits peuvent être reconstitués/réapparaître après la fin de l'exploitation de la carrière. Ce type d'impact est néanmoins à considérer comme direct et permanent puisque la durée est très longue et la fin de l'impact ne peut être observée que sous réserve d'importantes opérations humaines de remblaiement, de semis, plantations et entretiens.

Les habitats semi-naturels présents dans une carrière en exploitation (tas de matériaux, anciens fronts de taille, plateformes minérales, bassins de décantation, mares superficielles, fourrés rudéraux dans les zones non exploitées et non soumises à la circulation d'engins, etc.) peuvent néanmoins avoir un intérêt écologique en particulier faunistique car ils miment des situations écologiques assez singulières et favorables à une partie du cortège du vivant. Ainsi les étendues minérales peuvent avoir des fonctionnalités proches des bancs de galets, sables et autres alluvions des rivières et du littoral, utilisés par certains limicoles (Petit gravelot), les mares superficielles apparaissant sur les sols minéraux imperméables miment les mares temporaires des espaces fonctionnels des cours d'eau et sont appréciés par certains amphibiens pionniers (Pélodyte ponctué, Crapaud calamite). Enfin les fronts de taille des milieux meubles (graviers, terres, argiles...) peuvent mimer les microfalaises de bords de cours d'eau et du littoral, appréciés par certaines espèces d'oiseaux nichant dans ces milieux (Hirondelles de rivage, Guêpier d'Europe). Ainsi les carrières peuvent être à la fois source de destruction des milieux naturels d'un côté et favoriser le temps de leur exploitation la présence de quelques espèces faunistiques. Ces habitats ne représentent en revanche que des habitats secondaires, de substitution, moins fonctionnels que les habitats sauvages et originels des espèces pouvant les coloniser. Les perturbations très régulières liées à l'activité de carrière en font des milieux risqués pour cette faune.

5.2.1.2. Destructures d'individus

Les travaux d'exploitation de la carrière peuvent être la cause d'une destruction directe ou indirecte d'individus de flore ou de faune. Lors d'une phase d'ouverture à l'exploitation d'un secteur les phases d'abattages d'arbres, débroussaillage et fauchage peuvent détruire directement des individus présents dans ces emprises.

Dans les zones en cours d'exploitation des individus peuvent être détruits par la suppression de leur habitat (oiseaux nicheurs dans des cavités de fronts de tailles) ou par écrasement lors de la circulation des engins (oiseaux nicheurs au sol, amphibiens, insectes...). Les milieux périphériques, en dehors des zones d'exploitation, peuvent également être indirectement impactés par les nuisances accompagnant l'exploitation. Les poussières peuvent recouvrir la végétation suffisamment pour impacter l'activité photosynthétique et faire mourir lentement les plants, ces mêmes poussières peuvent également obstruer les trachées des arthropodes et les faire mourir également si elles sont particulièrement fines et émises en grandes quantités. Le bruit de l'extraction peut effrayer la faune proche de la carrière et si cet effrayement se produit en période de forte sensibilité écologique (cœur du printemps) il est possible que des oiseaux parents abandonnent leur couvées ou nichées qui se retrouve donc impactée.

5.2.1.3. Altération des fonctionnalités

La réalisation d'un projet au sein du milieu naturel peut modifier l'utilisation du site par les espèces. En particulier pour les déplacements... La modification des fonctionnalités des écosystèmes est difficile à appréhender mais est bien connue à travers de multiples exemples. L'écologie du paysage peut aider à évaluer cette incidence.

La poursuite de l'extraction de la carrière peut engendrer une modification de l'occupation fonctionnelle actuelle car les espèces peuvent le considérer comme un obstacle. Le changement de vocation de l'espace à la suite de cet aménagement peut diminuer temporairement l'attractivité de la zone mais également de ses abords.

5.2.2. Durée des impacts

5.2.2.1. Les impacts temporaires

Il s'agit généralement d'impacts liés aux travaux ou à la phase de démarrage de l'activité, à condition qu'ils soient réversibles (bruit, poussières, installations provisoires...). Il est très important de tenir compte des dérangements d'espèces animales par le passage des engins ou des ouvriers, la création de pistes d'accès pour le chantier ou de zones de dépôt temporaires de matériaux...

5.2.2.2. Les impacts permanents

Une fois le chantier terminé, une partie des impacts directs ou indirects vont perdurer le temps de l'exploitation. La qualité de l'habitat en sera altérée, des populations seront détruites.

Dans le cas d'une exploitation de carrière, la notion de durée des impacts (en phase travaux/en phase exploitation) est moins pertinente que pour tous les autres projets d'aménagement. En effet, l'exploitation de la carrière est semblable à un chantier qui durerait autant de temps que l'exploitation de la carrière elle-même. Les impacts peuvent n'être que temporaires, car s'arrêtant lors de la remise en état de la carrière en fin d'exploitation, mais dureraient alors tout de même plusieurs années à décennies.

5.3. Évaluation des impacts bruts du projet sur le milieu naturel

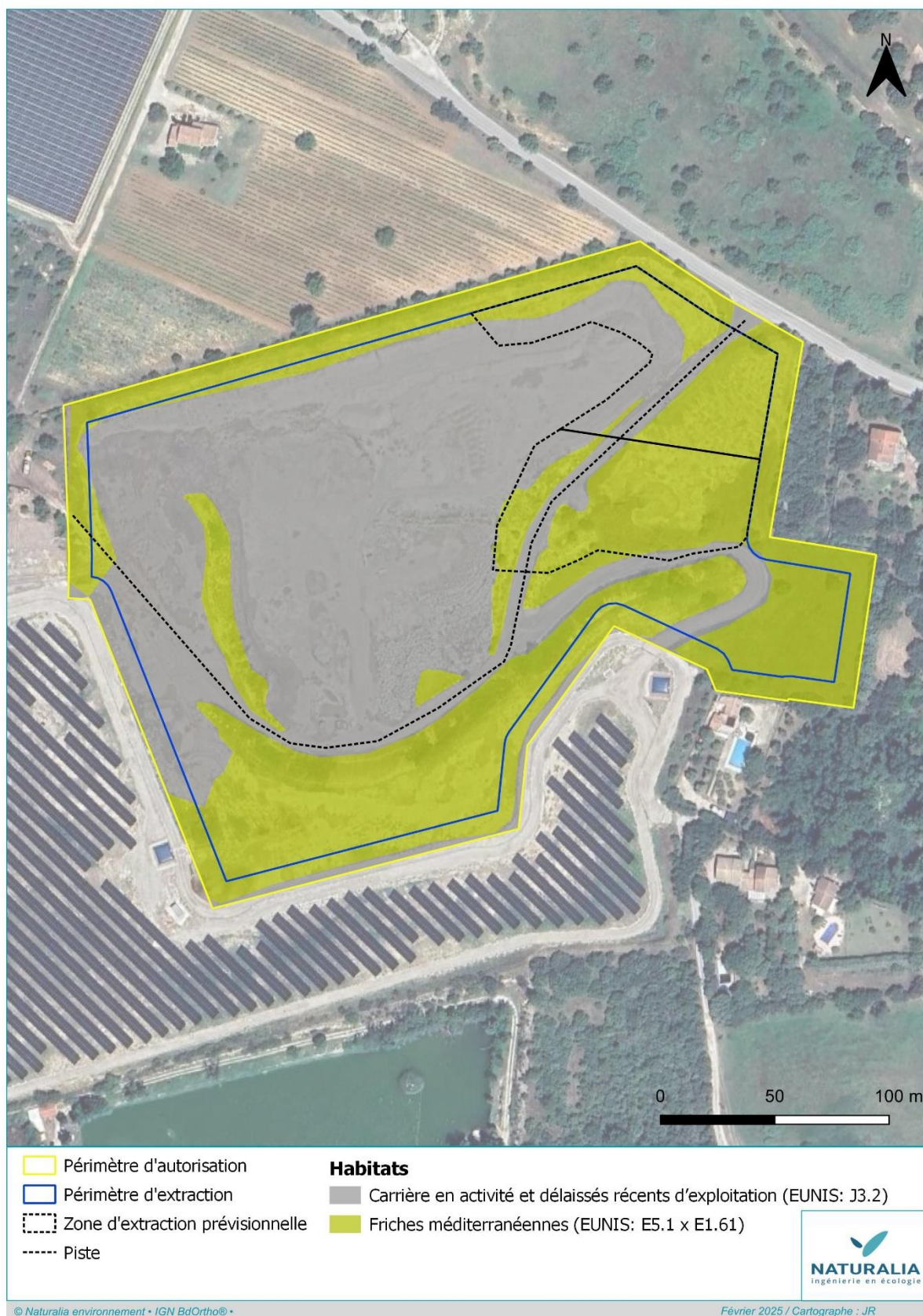
5.3.1. Habitats naturels

Tableau 21. Évaluation des atteintes sur les habitats naturels

Taxons et niveau d'enjeu local	Surface concernée dans le périmètre d'autorisation (ha)	Zone humide (Arrêté juin 2008)	Nature de l'atteinte	Qualification de l'impact	Portée de l'impact	Surface impactée	Évaluation globale de l'impact	Commentaires	Nécessité de mesures
Friches méditerranéennes	5,185	Non	Destruction totale de l'habitat par suppression du sol et extractions du sous-sol minéral. Restauration de l'habitat au droit des zones remise en état de la carrière.	Directe Permanent	Locale	0,075 ha	Négligeable	Cet habitat est extrêmement commun, tant à l'échelle locale que départementale ou régionale. Il est très résilient et réapparaîtra très rapidement dans les talus périphériques de la zone exploitée et assez rapidement dans les emprises remises en état de la carrière puis dans les emprises exploitées une fois la totalité de l'exploitation terminée.	Non
Carrière en activité et délaissés récents d'exploitation	3,75	Non	Aucune atteinte	-	-	-	Nul	Cet habitat est totalement d'origine anthropique et lié à l'activité réalisée sur le site. Il sera étendu au sein de l'emprise de la zone d'extraction de la carrière et progressivement réduit au niveau des emprises remises en état qui rejoindront l'habitat de friche thermophile.	

5.3.2. Zones humides

Aucune zone humide n'est présente dans la zone d'extraction prévisionnelle de la carrière, aucun impact n'est attendu sur ce compartiment.



5.3.3. Flore

Le Cleistogène tardif, est présent en dehors des emprises d'exploitation de la carrière, passées, actuelles et futures. La totalité de la végétation identifiée dans les emprises de la zone d'extraction prévisionnelle de la carrière appartient à un cortège rudérale commun, résilient et sans aucun enjeu écologique. Ainsi l'impact du projet sur la flore est **négligeable**. Cependant, la Vélézie raide, espèce patrimoniale observée en 2024 au sein des emprises, doit voir sa vulnérabilité face aux futurs travaux étudiée.

Tableau 22. Évaluation des atteintes sur la flore patrimoniale et protégée

Taxons et niveau d'enjeu local	Effectifs	Nature de l'atteinte	Qualification de l'impact	Portée de l'impact	Surface/effectifs impactés	Évaluation globale de l'impact	Commentaires	Nécessité de mesures
Vélézie raide <i>Velezia rigida</i> L., 1753	Environ 1850 ind. au sein de friches méditerranéennes (0,31 ha)	Destruction potentielle de l'espèce et altération de ses habitats (circulation d'engins)	Directe Temporaire à permanent	Locale	600 pieds 0,122 ha	Faible	Les pieds de l'espèce principalement impactés sont ceux qui se trouvent au sein de la zone d'extraction prévisionnelle (environ 150 pieds). Les pieds situés dans la bande des 10 m actuellement non exploitée permet le développement de l'espèce, en revanche des engins peuvent circuler ponctuellement dans cette bande, pouvant impacter plus ou moins fortement l'espèce et ses habitats, en fonction des passages.	Oui

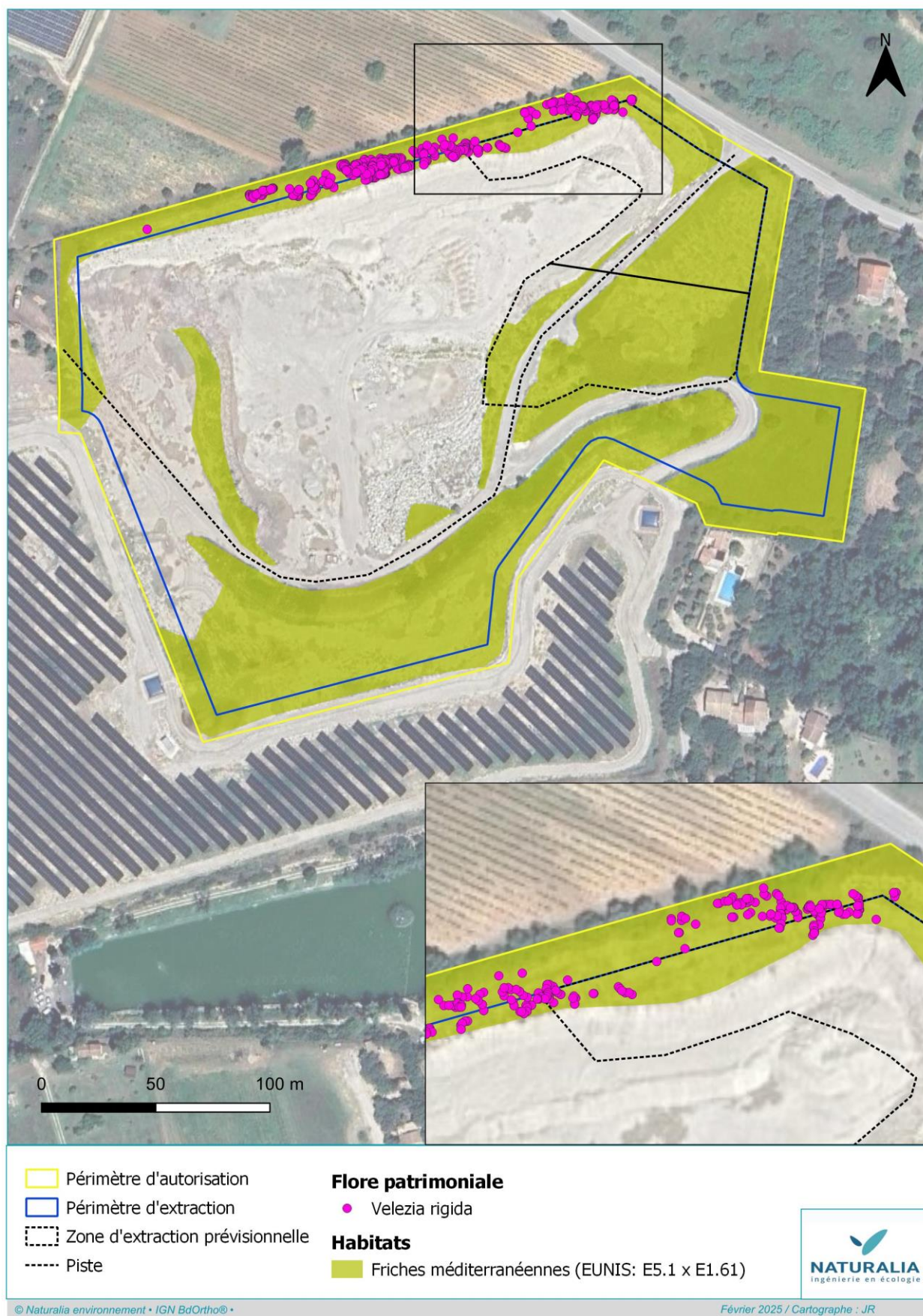


Figure 32. Superposition de l'exploitation avec les enjeux floristiques

5.3.4. Faune

Seuls les groupes taxonomiques accueillant à minima une espèce à enjeu écologique élevé (soit supérieur ou égal à Modéré) dans la zone d'étude restreinte sont abordés dans cette partie. Les autres groupes étant représentés localement pas un cortège appauvri, très communs, non protégé par la lois et d'enjeu écologique faible à négligeable. Les incidences de la fin de l'exploitation de la carrière sur cette biodiversité seront négligeables.

Tableau 23. Évaluation des impacts sur les espèces animales à enjeu

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Nature de l'atteinte	Qualification de l'impact	Portée de l'impact	Surface / population impactée	Évaluation globale de l'impact	Commentaires	Nécessité de mesures
Crapaud calamite <i>Epidalea calanita</i>	Présence ponctuelle et fluctuante sur l'aire d'étude : en transit et recherche alimentaire au sein de la carrière et ses abords, reproduction à la faveur de mares temporaires et ornières.	Destruction d'habitat et d'individus	Direct / découverte et extraction / Permanent	Locale	0 à 30 individus* Environ 3 000 m ² d'habitat terrestre dans la future zone d'extraction	Faible	Un risque de destruction d'individus et destruction d'habitats de reproduction existant en début de la phase d'exploitation. Fluctuation annuelle importante de l'espèce et des habitats, espèce pionnière s'adaptant facilement à de nouvelles mares temporaires futures et ornières inondées. Une partie des habitats terrestres à l'Est de la carrière (zone déjà réaménagée) persistera.	Oui
Rainette méridionale <i>Hyla meridionalis</i>	Présence ponctuelle et fluctuante sur l'aire d'étude : quelques individus dans les bosquets et arbustes à l'Est de l'aire d'étude, et en reproduction dans les mares temporaires.	Destruction d'habitat et d'individus			0 à 10 individus* Environ 3 000 m ² d'habitat terrestre dans la future zone d'extraction	Faible	Un risque de destruction d'individus et destruction d'habitats de reproduction existant en début de la phase d'exploitation. Espèce ubiquiste qui recolonisera les zones arbustives et zones humides futures. Ses habitats terrestres sont moins pionniers et rudéraux que ceux du Crapaud calamite, l'espèce perdra des habitats dans la future zone exploitée mais en gagnera dans les futures zones remises en état. Une partie des habitats terrestres à l'Est de la carrière (zone déjà réaménagée) persistera.	Oui
Couleuvre à échelons <i>Zamenis scalaris</i>	Individus localisés à l'Est de l'aire d'étude, exploitant les terriers de lapin de garenne	Destruction d'habitat et d'individus	Direct / découverte et extraction / Permanent	Locale	1 à 5 individus* 8 500 m ² d'habitats dans la future zone d'extraction	Faible	Risque de destruction d'individus et destruction d'habitats de reproduction et de gîte au début de phase d'exploitation. La part d'habitat perdu sera grande à l'échelle du périmètre d'autorisation mais cette dernière correspond à l'emprise actuellement exploitée de la carrière donc il est tout à fait normal qu'une grande partie des habitats dans cette emprise concerne l'unique zone qui n'a pas encore été exploitée. A l'échelle de l'aire d'étude fonctionnelle et même au-delà les surfaces d'habitats favorable à cette espèce se poursuivent sans discontinuité et correspondent en grande partie à des surfaces déjà réaménagées. In fine la perte d'habitat aura une importance négligeable localement pour l'espèce, le seul risque ici notable provient du risque de mortalité directe d'individus.	Oui
Couleuvre de Montpellier <i>Malpolon monspessulanus</i>	En chasse et en transit sur la partie Sud et Sud-Ouest de l'aire d'étude.	Destruction d'habitat et d'individus			1 à 5 individus* 8 500 m ² d'habitats dans	Faible	Risque de destruction d'individus et destruction d'habitats de reproduction et de gîte au début de phase d'exploitation.	Oui (Mesures mutualisées avec celles des autres)

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Nature de l'atteinte	Qualification de l'impact	Portée de l'impact	Surface / population impactée	Évaluation globale de l'impact	Commentaires	Nécessité de mesures
					la future zone d'extraction		La part d'habitat perdu sera grande à l'échelle du périmètre d'autorisation mais cette dernière correspond à l'emprise actuellement exploitée de la carrière donc il est tout à fait normal qu'une grande partie des habitats dans cette emprise concerne l'unique zone qui n'a pas encore été exploitée. A l'échelle de l'aire d'étude fonctionnelle et même au-delà les surfaces d'habitats favorable à cette espèce se poursuivent sans discontinuité et correspondent en grande partie à des surfaces déjà réaménagées. In fine la perte d'habitat aura une importance négligeable localement pour l'espèce, le seul risque ici notable provient du risque de mortalité directe d'individus.	reptiles notamment la couleuvre à échelons)
Alouette lulu <i>Lullula arborea</i>	1-2 couples nicheurs probables dans la carrière et ses abords.	Destruction d'individus Dérangement d'individus	Direct/ Extraction Temporaire	Locale	1-2 couples pendant la reproduction Aucun habitat impacté	Faible	Les habitats d'alimentation et de reproduction de l'espèce se trouvent dans la zone de friche déjà réaménagée au Sud de la carrière, à l'interface avec le parc photovoltaïque construit en 2023. Bien que ce secteur ne soit pas exploité actuellement ou dans le futur, une perturbation de la reproduction est possible. Tout comme pour les couleuvres, l'Alouette lulu peut utiliser au sein de la carrière les derniers patches de friches méditerranéennes mais elle a de grandes surfaces favorables en continuité directe dans zones déjà réaménagées de la carrière mais aussi dans les friches agricoles au Nord et à l'Est, à l'Ouest et même l'aérodrome voisin. La future zone d'exploitation a une très faible importance pour l'espèce et sa perte sera rapidement compensée par la remise en état des zones dont la fin d'exploitation est très proche.	Oui
Chevêche d'Athéna <i>Athene noctua</i>	Un mâle chanteur déjà contacté en dehors de l'aire d'étude durant la période de reproduction.	Dérangement d'individus	Direct/ Chantier/ Temporaire	Locale	1 couple Aucun habitat impacté	Négligeable	L'emprise concernée par la zone d'exploitation de la carrière est de superficie négligeable en comparaison du territoire d'alimentation de ces espèces qui ne pâtiront pas de l'ouverture à l'exploitation minière à cet endroit, d'autant moins que le reste de la carrière sera parallèlement remis en état et deviendra favorable à l'alimentation de ces espèces.	Non (Mais pourront bénéficier de mesures relatives à l'ensemble des groupes faunistiques)
Petit-duc scops <i>Otus scops</i>	Un contact d'un mâle chanteur est relevé durant la période de reproduction à la faveur des éléments boisés adjacents à l'Est.	Dérangement d'individus	Direct/ Chantier/ Temporaire	Locale	1 couple Aucun habitat impacté	Négligeable		Non (Mais pourront bénéficier de mesures relatives à l'ensemble des groupes faunistiques)
Rollier d'Europe <i>Coracias garrulus</i>	Cette espèce avait été contactée plus au sud où les boisements frais	Dérangement d'individus	Direct/ Chantier/ Temporaire	Locale	1 couple	Négligeable		Non (Mais pourront bénéficier de

Taxons	Statut sur l'aire d'étude et niveau d'enjeu local	Nature de l'atteinte	Qualification de l'impact	Portée de l'impact	Surface / population impactée	Évaluation globale de l'impact	Commentaires	Nécessité de mesures
	présents apparaissent plus favorables à l'espèce.				Aucun habitat impacté			mesures relatives à l'ensemble des groupes faunistiques)
Cortège d'espèces d'oiseaux communs	Petite population reproductrice sur les différentes entités naturelles.	Destruction d'individus Dérangement d'individus Destruction d'habitats	Direct/ Chantier/ Temporaire	Locale	5-10 individus*	Négligeable	Les milieux voués à être détruits abritent un cortège avien commun et est susceptible de subir des dégâts, notamment de la destruction d'habitats d'alimentation uniquement. Aucune espèce de ce cortège niche dans la zone d'extraction prévisionnelle de la carrière. Il s'agit d'espèces très communes, anthropophiles et résilientes. Elles resteront présentes sur le site et dans ses alentours immédiats lors de son exploitation comme dans la situation actuelle. La remise en état du site parallèlement à l'ouverture de l'exploitation dans le dernier secteur compensera la réduction d'habitats à cet endroit.	Non
Lapin de garenne <i>Oryctolagus cuniculus</i>	Population reproductrice au sein des talus de la zone Est de la carrière (terriers).	Dérangement d'individus Destruction d'habitats	Direct / Chantier et exploitation / Permanent	Locale	10-20 individus* Environ 5 300 m ² d'habitats dans la future zone d'extraction	Modéré	Destruction d'habitats de reproduction et de terriers lors de la phase travaux et d'exploitation. Ce qui a été présenté pour les couleuvres et l'Alouette lulu est également vrai pour le Lapin de garenne.	Oui
Minioptère de Schreibers <i>Miniopterus schreibersii</i>	Très peu d'individus en survole de la zone d'étude.	Aucun impact, carrière non active la nuit et superficie de l'extraction prévisionnelle négligeable pour l'espèce	Indirect/ Chantier/ Temporaire	Locale	Non évaluable	Négligeable	Espèces uniquement en transit voire chasse occasionnel dans les friches du site. La carrière n'est pas en activité la nuit et la superficie de l'extension qui n'est pas déjà incluse dans les espaces de la carrière est négligeable. Aucune incidence ne sera à déplorer sur ces 2 espèces.	Non
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>	Quelques faibles effectifs survolent le site en chasse et transit.	Aucun impact, carrière non active la nuit et superficie l'extraction prévisionnelle négligeable pour l'espèce				Négligeable		Non

*Individus larvaires et juvéniles inclus

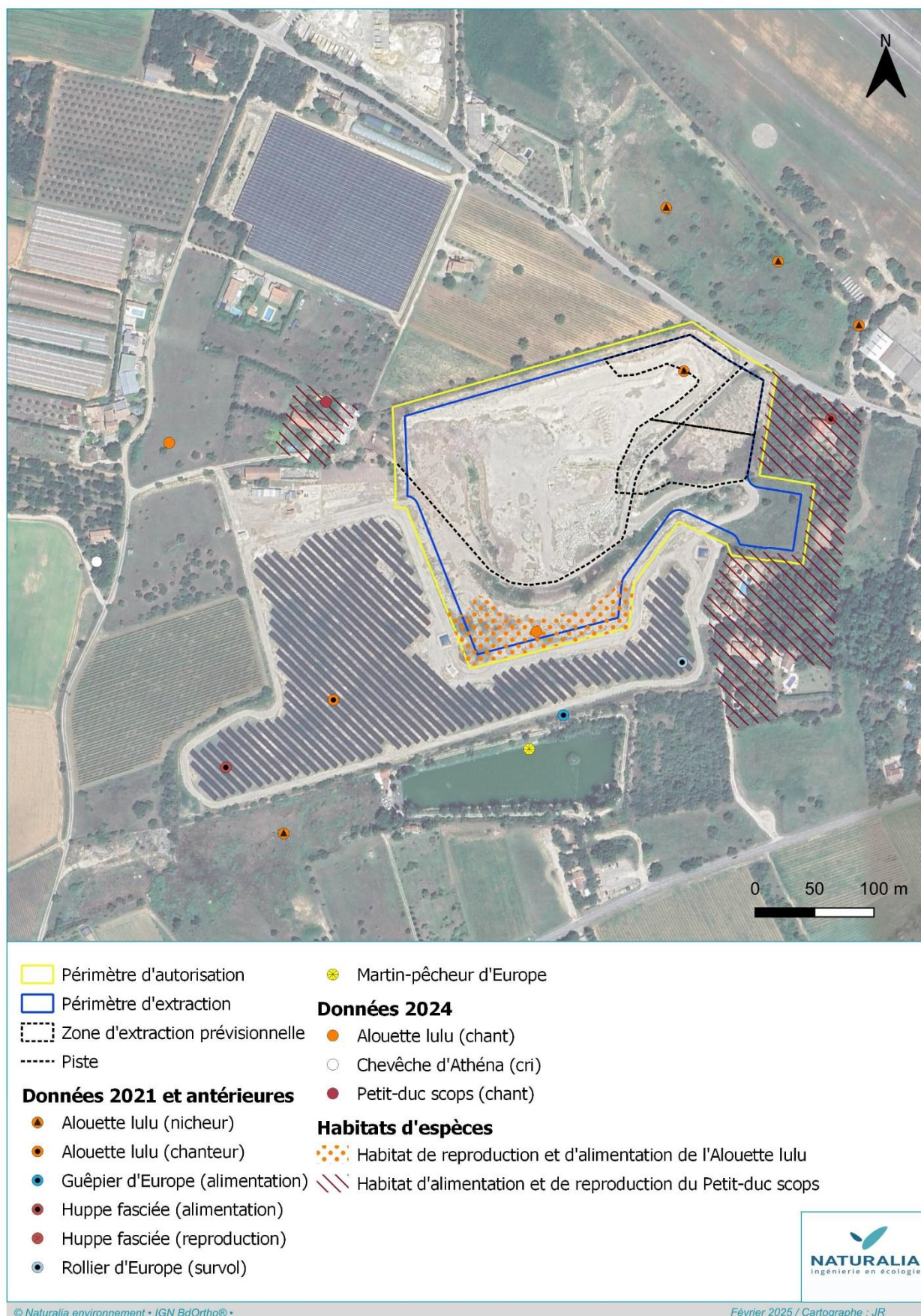
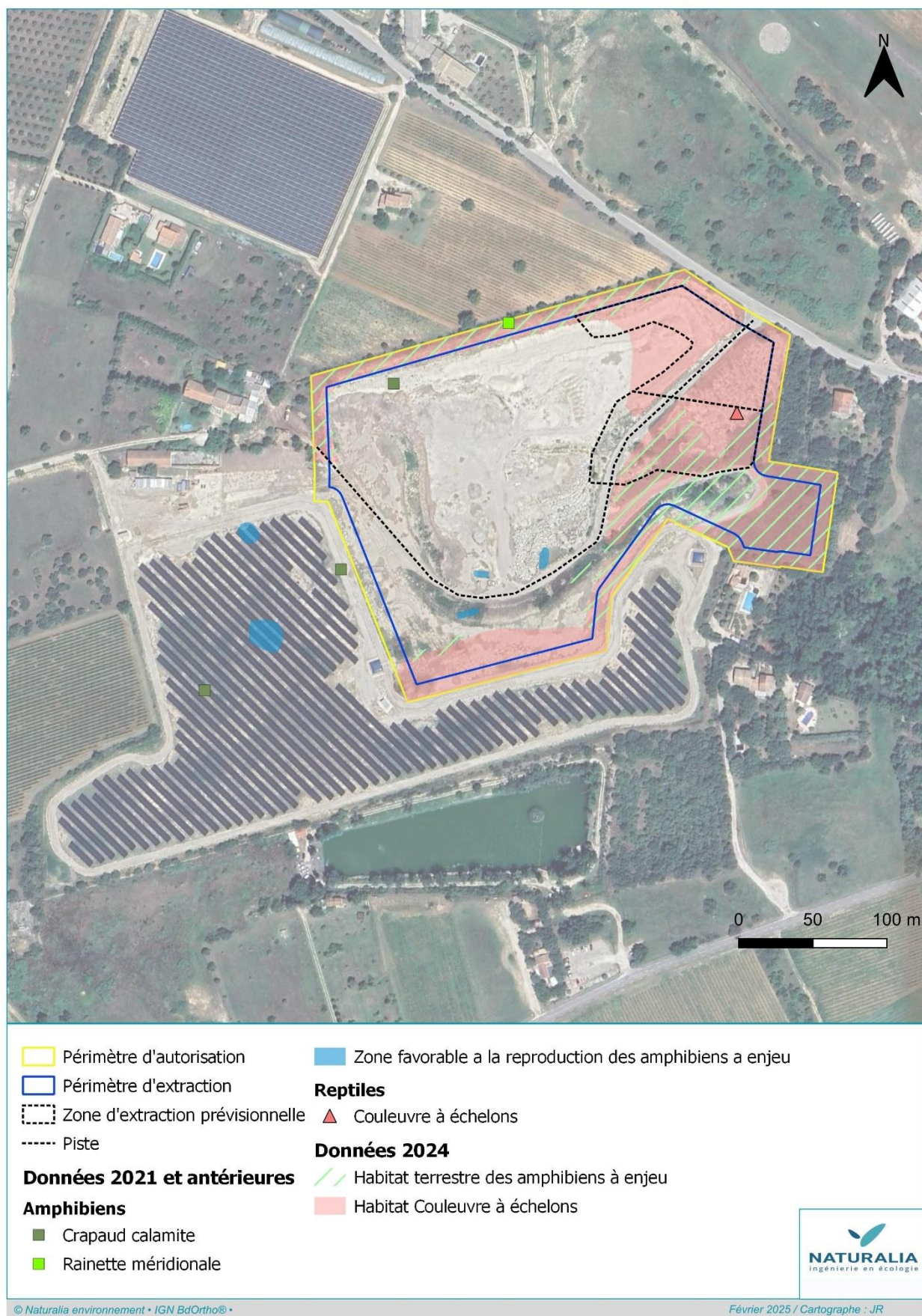


Figure 33. Superposition de l'exploitation avec les enjeux avifaunistiques



Figure 34. Superposition de l'exploitation avec les enjeux mammalogiques



5.4. Autres projets connus – effets cumulés

5.4.1. Définition et méthode

La loi « Grenelle II » a redéfini et précisé le contenu des études d'impact. Ceci est repris dans l'article L 122-3 du Code de l'Environnement qui précise qu'une étude d'impact comprend au minimum « *une description du projet, une analyse de l'état initial de la zone susceptible d'être affectée et de son environnement, l'étude des effets du projet sur l'environnement ou la santé humaine, y compris les effets cumulés avec d'autres projets connus, les mesures proportionnées envisagées pour éviter, réduire et, lorsque c'est possible, compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ...* ». Cette loi ajoute ainsi la nécessité de prendre en compte, non seulement les effets du projet, mais également l'accumulation de ces effets avec d'autres projets connus.

La notion « d'autres projets connus » n'étant pour l'heure pas définie clairement, l'interprétation de cette loi est multiple. Le parti pris dans ce document est d'évaluer les effets cumulés au travers d'une analyse bibliographique portant sur la plupart des aménagements existants dont le dossier de demande d'autorisation a été déposé auprès des services administratifs ou les projets approuvés mais non encore réalisés, situés au sein de la même unité biologique que le projet à l'étude.

Afin de mener à bien cette réflexion, l'ensemble des Avis de l'Autorité Environnementale portant sur des projets situés à proximité et téléchargeables sur le site de la DREAL PACA ont été consultés fin mars 2022.

5.4.2. Avis de l'autorité environnementale disponibles

Au regard de la localisation du projet de renouvellement d'autorisation d'exploitation de la carrière Sainte-Marie, les projets référencés sur le site de la DREAL PACA (<https://side.developpement-durable.gouv.fr/PACA/accueil-paca.aspx>) ayant fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale entre 2017 et 2022 dans les communes interceptées par une ligne de 5 km de rayon autour du projet ont été pris en compte. A l'issue de cette recherche un seul projet ayant fait l'objet d'un avis de la MRAe est ressorti et présenté ci-dessous.

Tableau 24. Projet faisant l'objet d'une évaluation des effets cumulés avec l'extension de la zone d'extraction de la carrière Sainte-Marie

Projet ayant fait l'objet d'un avis de l'Autorité environnementale Porteur du projet Commune(s) concernée(s)	Référence de l'avis et date d'émission	Etude(s) réglementaire(s) réalisée(s) et conclusion	Distance au projet Effets cumulatifs
Projet d'aménagement de la zone commerciale des "Croisières" / PA SNC Carpentras Développement Carpentras	N° MRAe 2022APPACA8/3008 Le 25/01/2022	Etude d'impact + Natura 2000 simplifiée Etude de très mauvaise qualité et fortement sous-dimensionnée appelant à une refonte complète des études réglementaires thématiques la composant. Ainsi très peu d'éléments sont disponibles pour le milieu naturel. Projet réalisé dans une dent creuse de friches agricole déjà fortement enclavé dans du tissu urbain et d'important axes de transports routiers. Quelques espèces aviaires patrimoniales présentes dans la zone projet et dans les parcelles voisines. Projet visiblement source de perte nette de biodiversité et d'effets cumulés significatif avec deux autres tranches du même projet mais déjà réalisées.	Non Distant de 4 700 m de la carrière et fortement enclavé la destruction de biodiversité engendrée par ce projet sera d'importance locale. La carrière a, quant à elle, également une ampleur très localisée, pas de nature à entrer en interaction avec la biodiversité du sud-ouest de l'agglomération de Carpentras.

5.4.3. Autres projets connus

A ce projet nous devons ajouter le projet de centrale photovoltaïque au sol porté par ENGIE Green et prochainement installé sur une bande de l'Ouest au Sud-Est de la carrière, dans des zones dont l'exploitation minérale et la remise en état sont terminés depuis plusieurs années.

Ce projet a été soumis à étude d'impact dont le volet naturel a été construit d'après les inventaires naturalistes réalisées par Naturalia environnement sur le site en 2017. Ainsi la biodiversité locale présentée dans la présente étude est finalement identique à celle de l'emprise du projet photovoltaïque. L'évaluation des impacts a conduit à mettre en évidence des incidences brutes significatives sur le Crapaud calamite, la Couleuvre à échelons et l'Alouette lulu avec des destructions d'individus, d'habitats de reproduction et transit.

Le projet a prévu de respecter plusieurs mesures d'évitement et surtout de réduction des impacts qui permettront d'éviter la destruction d'individus d'espèces protégées et/ou patrimoniales et de réduire à un niveau non significatif ses impacts sur les habitats naturels et fonctionnalités écologiques locales. Les enjeux du site étaient assez contenus et sur des espèces dont la

prise en compte par les projets photovoltaïque est assez simple ; creusement de mare pour le Crapaud calamite, aménagement de refuges et continuités buissonnantes pour la couleuvre à échelon, végétalisation et entretien extensif du parc pour l'Alouette lulu, connue pour se reproduire dans les centrales photovoltaïques. Un encadrement écologique des travaux est aussi prévu pour ce projet, de même qu'un suivi écologique en phase exploitation.

Le projet n'est donc pas source d'impacts résiduels significatifs sur la biodiversité de la friche post exploitation minérale récente dans laquelle il s'implante.

S'il est admis par tous les acteurs concernés, encore en 2024, que les retours d'expériences, solides, sont très lacunaires pour les effets des centrales photovoltaïques sur la biodiversité, il y a néanmoins eu quelques recueils et documents utiles de publiés depuis 5 années environ, en France et en Europe de l'Ouest. C'est sur ces bases bibliographiques ainsi que les propres suivis écologiques menés par Naturalia Environnement que nous construisons notre regard actuel sur la biodiversité dans les centrales photovoltaïques.

Concernant le cas précis de l'Alouette lulu, il est mentionné dans les études suivantes que l'espèce reconquiert la périphérie puis l'intérieur des centrales solaires quelques années après la mise en service des centrales où elle est avérée en tant que nicheuse :

- Le syndicat ENERPLAN, en collaboration avec le Syndicat des Energies Renouvelables, les 3 régions Nouvelle Aquitaine, Occitanie et Provence-Alpes-Côte d'Azur, a très récemment fait réaliser une première étude par I Care & Consult et Biotopie (Mars 2021) dressant une première synthèse des effets des parcs photovoltaïques sur la biodiversité en étudiant les états initiaux et rapports de suivis d'une centaine de parcs photovoltaïques principalement présents au sein des trois régions du Sud de la France. Cette étude se basant elle-même en toute logique sur l'ensemble de la bibliographie scientifique disponible traitant des effets des projets photovoltaïques sur la biodiversité ;
- L'étude publiée en novembre 2019 par Bundesverband Neue Energiewirtschaft (BNE), soit l'Association fédérale de l'industrie des énergies nouvelles allemande. Cette étude a été traduite par l'OFATE (l'Office franco-allemand pour la transition énergétique) et publiée en français en mars 2020. Elle présente des résultats d'inventaires menés dans différentes centrales solaires allemandes de différentes tailles, technologies et âge.
- Des suivis écologiques en phase exploitation de centrales photovoltaïques par Naturalia Environnement en région PACA :
 - o Suivi écologique des milieux naturels de la centrale photovoltaïque du Mouruen, commune de Signes (83). : Suivi de la centrale PV aujourd'hui exploitée par Engie Green. Suivi 2024 = N+8 ans.
 - o Suivi écologique du site de Catalany zones « APPB » et « centrale photovoltaïque ». Commune de Valensole (04). Centrale exploitée par EDF Renouvelable. Suivi 2021 = N+10 ans.
 - o Suivi de la centrale photovoltaïque « les routes de Maligeay ». Commune de Jonquières (84). Centrale exploitée par Engie Green. Suivi 2024 = N+ 5 ans.

D'autres suivis naturalistes de centrales photovoltaïques menés par Naturalia en région PACA mais plus récents montrent tous la présence de l'Alouette lulu à proximité immédiate des centrales, en alimentation dans ces dernières mais pas encore en reproduction (cela met plusieurs années à être effectif). D'autres suivis menés par Naturalia hors région PACA présentent les mêmes conclusions : l'Alouette lulu fait partie des espèces d'oiseaux les plus enclines à revenir rapidement fréquenter les centrales photovoltaïques puis à y nicher. Plus généralement cette espèce est assez ubiquiste et résiliente et ne refuse pas la fréquentation d'espaces anciennement perturbés si ces derniers sont renaturés et tranquilles.

Ces ressources bibliographiques seront ajoutées à la version mise à jour du VNEI suite à ce courrier de la DREAL.

La centrale photovoltaïque installée par Engie Green dans les anciennes emprises de la carrière Sainte-Marie est tout à fait ordinaire pour une centrale photovoltaïque au sol et présentera les caractéristiques suivantes :

Installation photovoltaïque	Puissance de l'installation	Environ 5 MWc
	Surface cloturée	Environ 5,35 ha
	Clôture	Hauteur = 2 m Longueur linéaire total = 950 m
Modules	Type	Silicium ou autre technologie disponible (couches minces type CdTe, CIGS, ou autres...)
	Nombre	Environ 13 500
	Dimensions	1 960 x 1 000 mm
	Inclinaison	18 °
Support et fixation	Technique	Fixe (double pieux)
	Fondation	Pieux battus
	Nombre	242 tables entière (4x13) et 28 demi-tables (4x7)
	Hauteur au point haut	2,9 m
Poste de conversion	Nombre	1
	Hauteur	3,8 m
	Surface au sol	39 m ²
Poste de livraison	Nombre	1
	Hauteur	3,8 m
	Surface au sol	30 m ²

Figure 36. Caractéristiques techniques de la centrale PV installée par Engie Green sur les anciennes emprises de la carrière Sainte-Marie de Pernes-les-Fontaines. Source : étude d'impact environnementale de 2019.

5.5. Analyse des effets cumulés avec le projet photovoltaïque

L'exploitation de la carrière la continuité de celle réalisée est susceptible d'avoir des impacts bruts sur les enjeux floristiques et faunistiques mis en évidence sur l'ensemble du secteur, donc des espèces concernées par les deux exploitations, la carrière comme le parc photovoltaïque.

Etant donné la temporalité différente des deux projets, des impacts sont d'ores et déjà dus à l'implantation du parc photovoltaïque, notamment concernant les zones favorables à la reproduction des amphibiens. En ce qui concerne les autres groupes faunistiques, la poursuite de l'exploitation de la carrière sur la partie Nord-Est arrivera quelques années après l'installation du parc photovoltaïque, permettant de commencer à mettre en œuvre les mesures relatives à ce dernier, considérant la remise en état progressive de la carrière actuelle en parallèle et la présence d'habitats de report à proximité immédiate du site, au Nord, au Sud-Ouest et à l'Ouest, les impacts cumulés entre les deux projets ne seront pas négligeables mais sont évalués à un niveau faible.

En parallèle, ENGIE GREEN est tenu de réaliser un suivi écologique dont la première année d'inventaires a été menée en 2024. Les résultats n'ont toutefois pas encore été communiqués par l'exploitant.

Au regard des informations disponibles et des impacts à venir, un impact cumulé de niveau faible aura lieu entre le projet de poursuite d'extraction de la carrière et le parc photovoltaïque d'Engie Green attenant au Sud-Ouest sur l'Alouette lulu, le Crapaud calamite et la Couleuvre à échelon.

6. PROPOSITION DE MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET D'ACCOMPAGNEMENT DES ATTEINTES

L'article L 122-1 du Code de l'Environnement prévoit trois types de mesures : « *les mesures destinées à éviter, réduire et, lorsque c'est possible, compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement...* ».

Il convient donc, suite à l'appréciation des impacts, de proposer des mesures de suppression ou de réduction des impacts préalablement cités. Suite à cette étape, une nouvelle appréciation des impacts est nécessaire en tenant compte de l'application des mesures d'atténuation et les impacts résiduels examinés. Si ces derniers sont finalement vecteurs d'atteintes non nulles ou négligeables, des mesures compensatoires seront proposées.

6.1. Typologie des mesures

LES MESURES DE SUPPRESSION

La suppression d'un impact implique parfois la modification du projet initial telle qu'un changement de site d'implantation. Certaines mesures très simples peuvent supprimer totalement un impact comme, par exemple, le choix d'une saison particulière pour l'exécution des travaux.

LES MESURES DE RÉDUCTION

Lorsque la suppression n'est pas possible pour des raisons techniques ou économiques, on recherche au plus possible la réduction des impacts. Il s'agit généralement de mesures de précaution pendant la phase de travaux (limitation de l'emprise, planification et suivi de chantier...) ou de mesures de restauration du milieu ou de certaines de ses fonctionnalités écologiques (revégétalisation, passage à faune...).

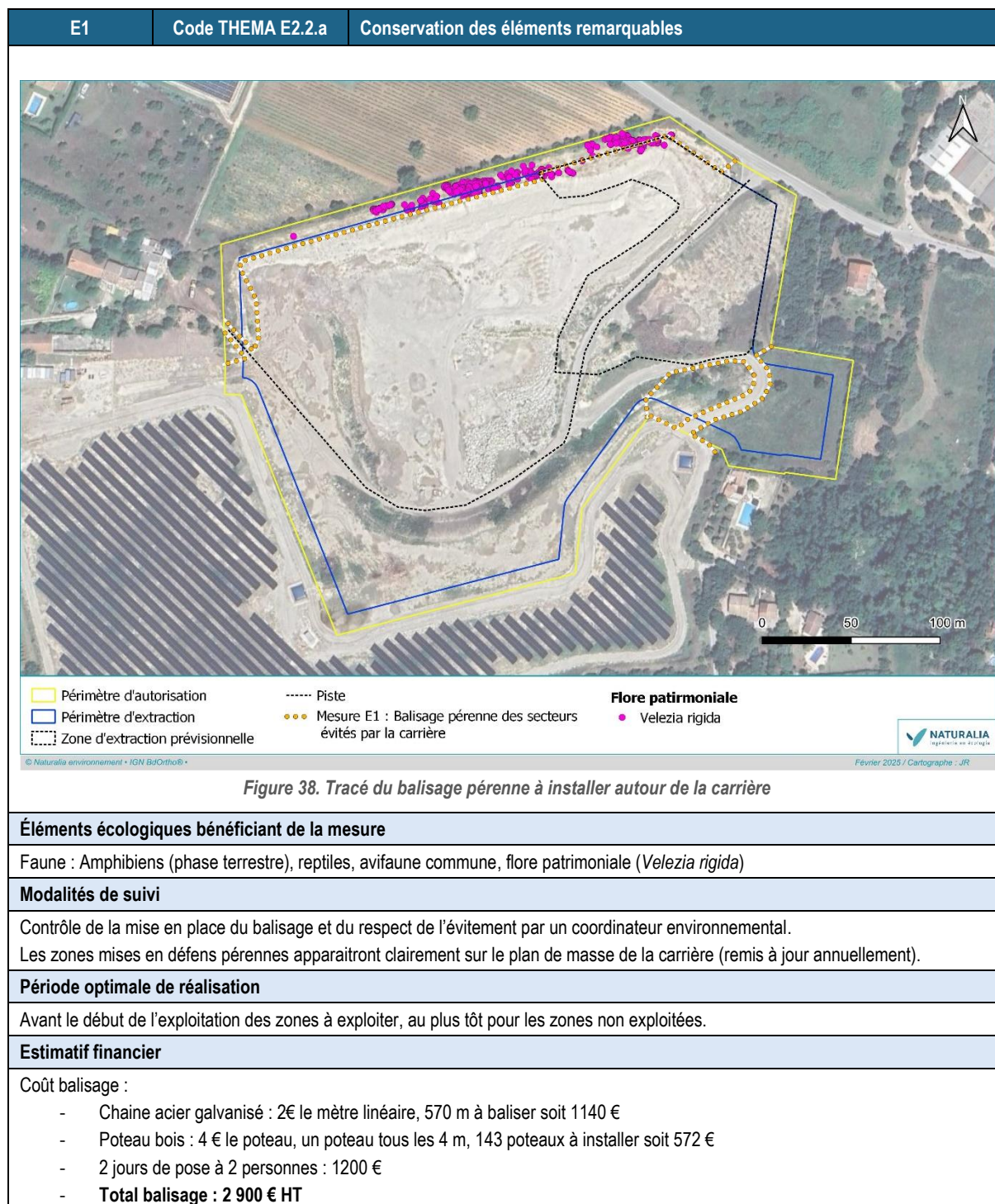
LES MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

Les mesures d'accompagnement visent à insérer au mieux le projet dans l'environnement, en tenant compte par exemple du contexte local et des possibilités offertes pour agir en faveur de l'environnement.

L'évaluation des atteintes du projet sur les espèces d'intérêt patrimonial et réglementaire aboutit à des niveaux d'atteinte non nuls. Les mesures proposées ici permettront de réduire les effets des travaux d'une part et de l'exploitation d'autre part sur les espèces nicheuses ou potentiellement nicheuses, ainsi qu'aux espèces fréquentant la zone d'étude comme territoire d'alimentation ou de chasse.

6.1.1. Mesure d'évitement retenue

E1	Code THEMA E2.2.a	Conservation des éléments remarquables
Contexte et objectifs de la mesure		
Sur les secteurs où des enjeux écologiques remarquables se trouvent à proximité des travaux, il s'agira d'assurer leur préservation par la matérialisation des emprises à ne pas dépasser.		
Modalités techniques de la mesure		
Cette opération sera réalisée avant le début de l'exploitation des zones afin de garantir la pérennité des emplacements des balisages. Pour la zone déjà remise en état au Nord-Ouest ou intouchée au Nord, le balisage peut être disposé au plus tôt, pour éviter notamment la circulation sur le secteur. Ce balisage sera remarquable afin que son identification soit claire et fixe pour ne pas être déplacé pendant toute la durée des travaux. Sachant qu'il s'agira de baliser des zones durant toute la durée de l'exploitation le balisage sera solide et durable, type poteau de bois et chaines métalliques.		
		
<i>Figure 37. Exemple du type de balisage à retenir pour la carrière Sainte-Marie</i>		
Ce balisage évitera ainsi toute divagation du personnel intervenant sur le chantier. Deux zones seront balisées : - La zone Sud-Est non exploitée sera balisée, de part et d'autre, le balisage rejoindra la clôture réglementaire du périmètre d'autorisation. Cette zone comprendra futurément des aménagements prévus dans le cadre d'autres mesures de réduction (Cf. Mesures MR4 et MR5) ; - La bordure Nord du site, dont une partie est finie d'être exploitée sera balisée au bord de la zone enherbée marquant le tampon de 10 m de largeur non exploitable en périphérie de la carrière ainsi qu'un léger déport correspondant à l'alignement avec le haut du talus, bien que ne correspondant pas à l'alignement exact de la bande de 10 m. A son extrémité Ouest le balisage exclura spécifiquement la piste qui doit être maintenue jusqu'à l'issue de la remise en état pour permettre l'accès à des aménagements annexes à la carrière. Le balisage sera positionné de part et d'autre de la piste et permettra de sanctuariser la zone concernée par une mesure de réduction liée à l'aménagement de parc photovoltaïque (création d'un bosquet).		
Localisation de la mesure		



6.1.2. Mesures de réduction retenues

R1	Code THEMA R3.1a / R3.2a	Définition d'un phasage du démarrage de l'exploitation en fonction du calendrier écologique des espèces
Contexte et objectifs de la mesure		
Le projet s'inscrit dans des milieux naturels et semi-naturels dotés d'espèces animales protégées et / ou patrimoniales. Afin de limiter les atteintes directes à certaines d'entre elles, un calendrier des travaux adapté aux enjeux biologiques permettra de limiter une partie des impacts attendus. Il s'agit donc d'adapter les différentes phases de l'exploitation aux périodes les plus sensibles des cycles écologiques des espèces prises en compte, et en particulier d'adapter l'entrée en exploitation des nouveaux secteurs. En effet, l'exploitation d'une carrière comme tout type de travaux est principalement source d'impacts au moment du démarrage des opérations, lorsque les milieux naturels et semi naturels en places sont supprimés. Les travaux peuvent ensuite se poursuivre pendant plusieurs semaines à années sans générer de nouveaux impacts sur l'environnement naturel. Le respect de ce phasage permettra d'éviter toute destruction ou dérangement d'individus et tout dérangement pour les espèces qui se reproduisent aux abords immédiats de la zone d'extraction de la carrière.		
Modalités techniques de la mesure		
Ce phasage s'explique d'une manière particulière pour chacun des groupes intéressés : - Pour la flore : aucun évitement temporel en tant que tel ne peut être préconisé car les végétaux sont toujours présents sur le site, que ce soit à l'état végétatif, de bulbe/rhizome dormant ou de graine. Cela dit l'évitement de la période végétative permet de garantir le succès de reproduction des plantes de l'année en cours et ainsi permettre leur maintien sur site sur le long terme. La période de mars à août sera ainsi évitée pour le démarrage des phases de découverte et d'extraction afin de garantir le succès reproducteur de la flore d'intérêt. - Pour les amphibiens : ces espèces sont mobiles et alertes uniquement aux inter-saisons, hors périodes de températures extrêmes. En effet elles entrent en léthargies en hiver et en été et s'enfouissent dans la vase, les tas de feuilles, dans le sol sous des pierres ou dans des murets. Ces deux périodes sont à proscrire pour le démarrage de la phase de découverte et d'extraction car les amphibiens ne peuvent alors pas échapper à des impacts directs et le risque de mortalité est très élevé. Si les opérations (découverte, extraction) concernent un point d'eau (temporaire ou non) les travaux ne débiteront également pas durant la période printanière où a lieu la reproduction de ces taxons dans ces points d'eau ; - Pour les reptiles : ces espèces à faible mobilité sont toujours présentes dans la zone projet, quels que soient les mois de l'année. Si aucune période de l'année ne peut être évitée, il est préconisé de ne pas débiter les phases de découverte et d'extraction pendant la diapause hivernale, au moment où les individus sont incapables de fuir (de novembre à février). De plus, il est également déconseillé de débiter les travaux de mars à mi-avril, car, selon les espèces, les individus sont peu actifs (réveil, longue thermorégulation) et sont donc vulnérables. En somme, il s'agit de débiter les différentes phases aux périodes les plus propices à une fuite « rapide » des individus d'espèces, soit à la fin de l'été et début d'automne ; - Pour les invertébrés : les phases peu mobiles (larves) ou statiques (œufs) sont présentes tout au long de l'année. Il convient toutefois d'éviter la période entre avril et juillet, lors de laquelle les adultes sont actifs et assurent la reproduction et la dispersion ; - Pour l'avifaune : le démarrage des phases (découverte principalement) est de nature à occasionner un impact significatif sur certaines espèces, utilisant les parcelles limitrophes pour la reproduction, l'alimentation, le transit et la dispersion. L'intensité de cet impact est conditionnée par les types de travaux réalisés, les cheminements empruntés, l'intensité des débroussaillages, des découpes, le calendrier d'intervention, etc. Les travaux non liés à l'abattage d'arbres doivent quant à eux être réalisés après la nidification de l'espèce, à partir de la fin d'été. - Pour les chiroptères : Il faut éviter la phase d'hibernation au cas où un ou plusieurs individus auraient trouvés refuge au sein des différentes cavité arboricoles, ainsi que la période s'étalant de mai à fin août. La phase de déboisement concentre l'essentiel des impacts et nécessite la plus grande attention dans le cadre de la définition du planning. Les phases de chantier suivant la libération des emprises sont nettement moins impactantes car les possibilités de recolonisation du site sont réduites, voire nulles pour certains taxons (artificialisation du site, destruction des habitats, dérangement par les engins et le personnel, etc.). De ce fait, les travaux débiteront par les coupes d'arbres non évitables, effectuées en septembre, puis le reste des travaux seront effectués en continu et sans interruption. En prenant en compte les différentes espèces impactées par l'exploitation, il est possible de définir un calendrier d'intervention limitant les impacts en adaptant la période d'activité de la carrière :		
Travaux de débroussaillage et décapage pour préparer la zone d'extraction : Les travaux de débroussaillage et décapage nécessaires à l'exploitation de la nouvelle zone d'extraction de la carrière <u>auront lieu en automne</u>. Ceci afin d'éviter la période de nidification des oiseaux, et la période de reproduction des amphibiens et des reptiles. Les périodes les plus sensibles s'étendent de mars à août (nidification des oiseaux, reproduction des amphibiens et reptiles...). Les reptiles ont, avant l'hibernation, une reprise d'activité de septembre à octobre, période préférable pour réaliser le décapage afin de leur donner une chance de fuir en dehors de la zone impactée. Cette mesure permettra de limiter fortement le risque de dérangement de la faune,		

R1	Code THEMA R3.1a / R3.2a	Définition d'un phasage du démarrage de l'exploitation en fonction du calendrier écologique des espèces										
de collision et de destruction d'individus et, pour les oiseaux, les risques de dérangement ou de destruction de nids. Ce décalage des dates de travaux a aussi l'avantage d'éviter la destruction d'espèces moins patrimoniales toutefois protégées. <u>La période retenue pour le début de l'exploitation d'un secteur est début septembre à mi-novembre.</u>												
Exploitation de la carrière Un pas de temps le plus réduit possible sera considéré entre l'ouverture d'une zone à l'exploitation (décapage) et l'extraction. En effet, l'objectif est de ne pas rendre les zones décapées favorables à certaines espèces plus opportunistes. Dans le cas où une durée notable est prévue entre les deux phases (environ 6 mois), la visite d'un écologue devra être déclenchée ainsi que l'éventuelle mise en œuvre de la mesure de réduction R3.												
Travaux de réhabilitation de la carrière Afin de limiter les risques de destructions d'individus, d'œufs ou de jeunes non volants les travaux de remodelage seront réalisés à des périodes adaptées écologiquement.												
Le tableau suivant récapitule les périodes plus ou moins favorables en fonction des groupes faunistiques :												
	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Oiseaux												
Reptiles / amphibiens												
Mammifères dont chiroptères												
GLOBAL												
Légende : Période favorable au début de l'exploitation d'un nouveau secteur et à la remise en état Période défavorable au début de l'exploitation d'un nouveau secteur et à la remise en état												
La présence possible du Crapaud calamite dans les zones exploitées justifie la mise en place d'un calendrier précis relatif exclusivement à la phase de préparation des zones à combler après exploitation. Ainsi, il est seulement envisageable de démarrer cette phase du projet <u>entre la fin du mois d'octobre et la fin du mois de mars sous peine de porter atteinte à cette espèce.</u> Cela peut être répété annuellement tout au long de la période de remblaiement de l'emprise carrière, étalée sur plusieurs années. Une vigilance sera portée sur la suppression de la piste qui sera conservée jusqu'à l'issue de la remise en état de la carrière. Ces restrictions temporelles n'est valable que pour les deux cas suivants :												
- La zone à remblayer présente des ornières en eau ; - La zone à remblayer présente des tas de gravats de gros calibre ayant permis à des amphibiens de venir s'insérer dans le tas en gîte terrestre.												
Localisation de la mesure												
Ensemble de la carrière avec une vigilance accrue dans le périmètre d'extraction de l'exploitation												
Éléments écologiques bénéficiant de la mesure												
L'ensemble des groupes taxonomiques visés												
Modalité de suivi												
Vérification du respect des prescriptions, engagements. L'exploitant précisera les dates de réalisation des phases de découverte et d'exploitation dans son rapport annuel d'exploitation pour toute la durée de son exploitation.												
Estimatif financier												
Aucun surcout												

R2	Code THEMA R2.1f	Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes (action préventives et curatives)
Contexte et objectifs de la mesure		
Ne pas faciliter l'implantation et/ou l'extension d'espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE) suite à la mobilisation des sols et à l'apport de matériaux exogènes. Eviter la substitution des formations végétales existantes par des essences exotiques en périphérie des zones exploitées.		
Modalités techniques de la mesure		
Avant le début de la phase de décapage sur les zones à exploiter puis régulièrement tous les ans, les foyers d'EVEE seront identifiés par l'assistance écologique de chantier et les modalités de traitement adaptées en fonction des espèces. L'AMO s'assure du traitement conforme des EVEE (mobilisation, exportation et destruction). L'AMO veille au développement des EVEE durant l'exploitation : suivi des terres végétales et traitement rapide si nécessaire. Un suivi de l'emprise du site (dont surfaces réaménagées) est réalisé pendant la durée d'exploitation restante de la carrière (15 ans). Les EVEE identifiées sont cartographiées (densité, effectifs, surfaces occupées). Un bilan de session sera rédigé et devra conclure à la nécessité ou non d'enclencher des mesures correctives adaptées aux espèces concernées. Les traitements des EVEE excluent l'utilisation de produits chimiques. Les traitements mécaniques et/ou manuel (dévitalisation, arrachage, bûcheronnage) et exportation sur plateformes adaptées de traitement (séchage, brûlage) sont préconisés.		
Localisation de la mesure		
Toutes les zones d'activités anciennes, actuelles et à venir et les abords des emprises de la carrière.		
Éléments écologiques bénéficiant de la mesure		
Habitats naturels autochtones, flores locales.		
Modalité de suivi		
Suivi par un coordinateur environnement durant toute la durée de l'exploitation et réhabilitation de la carrière.		
Période optimale de réalisation		
A adapter en fonction des espèces concernées.		
Estimatif financier		
Suivi annuel : 1 passage par an soit 15 jours (comprenant un compte-rendu de visite) : environ 20 250 € HT Soit un coût total de 20 250 €		

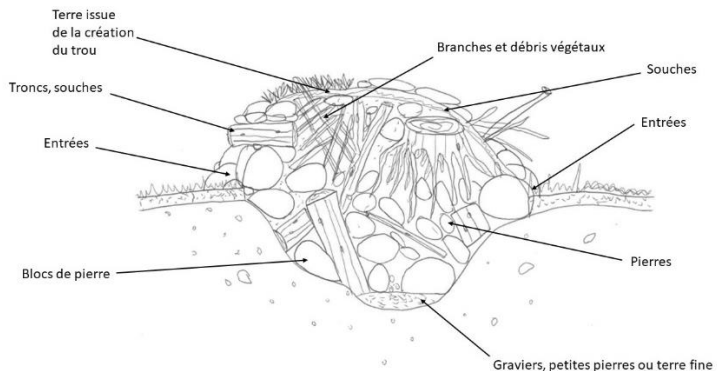
R3	Code THEMA R2.1i	Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux et/ou limitant leur installation
Contexte et objectifs de la mesure		
Des habitats d'espèces à enjeu tels que les amphibiens ou les reptiles sont inévitablement détruits par le projet. Il est donc nécessaire d'éviter au maximum la destruction d'individus. Cela doit également permettre de donner une zone de repli pour ces mêmes individus à proximité. Cette mesure est donc en lien direct en phase travaux avec la mesure R5 (R2.2I). De plus, les pistes étant empruntées par les engins de chantier, (par les camions lors de la période d'extraction), celles-ci présentent des ornières qui se remplissent en eau à l'automne mais également au printemps après des épisodes pluvieux. Enfin deux retenues d'eau au sein de la carrière sont des habitats de reproduction attractifs pour de nombreuses espèces d'amphibiens ainsi que des points d'eaux pour le reste de la faune. Afin de limiter l'attractivité de ces milieux aquatiques temporaires et d'éviter les risques de reproduction d'amphibiens dans les ornières déjà existantes, il est nécessaire de les combler/assécher.		
Modalités techniques de la mesure		
Il est primordial d'inviter la faune terrestre locale à désertir le site afin de diminuer la mortalité directe d'individu. Cela s'effectuera sur 2 axes : les habitats terrestres et les milieux aquatiques temporaires. <u>Habitats terrestres :</u> Les zones considérées comme habitat d'espèces à enjeu et qui sont soumises à exploitation dans l'année à venir seront détruites à la bonne période et avec les modalités adéquates. Une mesure de transfert de sol et de recréation de milieux de substitution en corrélation avec celle-ci sera respectée pour compléter la démarche de déplacement des zones refuges. La période préconisée pour la défavorabilisation écologique est située en toute logique juste avant celle de démarrage de l'exploitation en elle-même, que la mesure R1 a fixé entre septembre et mi-novembre. Il s'agira donc de défavorabiliser le milieu dans les 4 semaines précédentes, soit à partir de début août jusqu'à la mi-octobre au plus tard. Pendant cette période, une coupe des quelques arbres, arbustes et buissons sur la zone à extraire sera effectuée. Ils seront ensuite débités en tronçons de 50cm environ. Les souches et grosses racines seront également récupérées afin de ne pas devenir des gîtes à petits vertébrés. Cela peut impliquer l'emploi d'une tractopelle afin de ressortir les éléments en évitant le broyage. Enfin un décapage des merlons suivi d'un décapage des sols superficiels pourra voir le jour. Les produits de coupes seront récupérés pour la mise en place de la mesure R5 concernant l'aménagement de gîtes et hibernaculums.		

R3	Code THEMA R2.1i	Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux et/ou limitant leur installation
Milieux aquatiques temporaires : Les pistes d'accès utilisées par les engins sont soumises à la création d'ornières. Ces dépressions peuvent se mettre en eau et devenir des pièges écologiques en incitant les amphibiens à tenter une reproduction tout comme les retenues d'eaux pluviales et usées. La destruction directe d'individus et les échecs de reproduction sont fréquents dans ces habitats aquatiques à caractère très temporaire. Il est donc nécessaire d'assurer un comblement de ces milieux avec de la terre végétale issue du décapage des zones ouvertes à l'extraction mais aussi des pierres et/ou gravats de petite taille afin d'assurer une portance accrue de ces ornières et empêcher toute réapparition de dépression par la suite. Un écologue viendra en amont du chantier pour désigner les ornières à combler. Les comblements faits par les engins de chantier ne devraient pas entraîner de surcoût et éviter facilement un impact significatif sur les amphibiens.		
Localisation de la mesure		
Ensemble de la zone d'extraction à venir pour les habitats terrestres. Ornières au sein de la carrière et sur l'emprise travaux, et dans la carrière pour les deux retenues d'eau artificielles.		
Éléments écologiques bénéficiant de la mesure		
Avifaune commune + petite faune (micromammifères) terrestre dont reptiles et amphibiens.		
Modalité de suivi		
Accompagnement par un coordinateur environnement en amont de l'ouverture à l'extraction de nouveaux secteurs et ce, durant la totalité de la durée d'exploitation.		
Période optimale de réalisation		
Entre début août et mi-octobre au plus tard pour les habitats terrestres. Pour les ornières et autres retenues d'eau : juste avant le chantier (quelques semaines à quelques jours).		
Estimatif financier		
Aucun surcoût, accompagnement par un coordinateur environnemental intégré à la mesure A1.		

R4	Code THEMA R2.2I	Création d'habitats de reproduction pour les amphibiens
Contexte et objectifs de la mesure		
Les habitats de reproduction temporaires (flaques et zones inondées) des amphibiens reproducteurs présents sur site que sont le Crapaud calamite et la Rainette méridionale sont inévitablement détruits par le projet dans la zone d'extraction prévisionnelle et sur le long terme dans toute la carrière qui sera remblayée pour sa remise en état. Il est donc nécessaire de permettre à ces espèces de retrouver d'autres zones de reproduction. Cela permettra de maintenir les populations d'amphibiens du site.		
Modalités techniques de la mesure		
La présence de retenues d'eau naturellement sur site à la suite d'épisode pluvieux et la temporalité de celles-ci, facilite la prise en compte de la perméabilisation des sols dans la création de nouveaux milieux similaires. Cependant, au vu du climat méditerranéen et du potentiel risque de perméabilité des mares, il faudra créer un réseau de mares afin d'augmenter les chances de bon fonctionnement des mares (rétention d'eau). Les éléments suivants seront respectés : - Débroussaillage et décapage de l'emprise au sol des futures mares ; - Creusement des mares en aménagement plusieurs paliers de profondeurs au sein de chaque mare de 20 cm chacun et une pente assez modérée de transition entre chaque palier (40-50° environ) : - o Mare 1 : surface de 50 m² et profondeur maximale de 40 cm ; - o Mare 2 : surface de 100 m² et profondeur maximale de 60 cm ; - o Mare 3 : surface de 75 m² et profondeur maximale de 80 cm ; - o Mare 4 : surface de 80 m² et profondeur maximale de 80 cm ; - Tassement fort du sol à l'aide des engins de terrassement pour maximiser l'imperméabilisation naturelle des mares ; - Utilisation des déblais pour les opérations de reprofilage des berges pour obtenir une pente douce de 15-20° maximum pour faciliter l'accès aux amphibiens et éviter les noyades ; - Utilisation des surplus de déblais pour la mesure de création de micro-habitats (R6) ; - Recouvrement par des galets et/ou du gravier sur le fond de mare afin de maintenir un caractère pionnier ; - Végétalisation des berges par des héliophytes herbacées (Iris des marais, joncs, laïches...).		
		
		Figure 39. Illustration schématique du profil des mares artificielles
NOTA BENE : Trois des 4 mares créées sont pour l'heure positionnées à l'extrémité Est de l'emprise carrière, dans une zone déjà réaménagée dans laquelle aucune opération ne sera réalisée. Néanmoins ces mares sont situées à proximité des habitations voisines. Il est donc envisageable, durant le remblaiement progressif de la carrière, de venir déplacer ces mares plus à l'intérieur des emprises		

R4	Code THEMA R2.2I	Création d'habitats de reproduction pour les amphibiens
carrière nouvellement disponibles afin de réduire le risque de nuisances (sonores notamment en période de chant) de ces mares envers les riverains. Les espèces d'amphibiens visées étant affiliées aux mares pionnières il n'y aura pas de problématique de perte de fonctionnalités en offrant de nouvelles mares.		
Localisation de la mesure		
 Figure 40. Localisation des mares créées		
Éléments écologiques bénéficiant de la mesure		
Amphibiens (reproduction) + reste de la faune (abreuvoir).		
Modalités de suivi		
Suivi de chantier par un AMO afin de vérifier les préconisations. Suivi naturaliste de la reproduction des amphibiens dont le Crapaud calamite et la Rainette méridionale dans ces nouvelles retenues d'eau temporaires et vérification de la bonne rétention d'eau de celles-ci : au printemps année N+1, N+3, N+5, N+10 et N+15 (fin d'exploitation) après la mise en place de la mesure. Les mares créées apparaitront clairement sur le plan de masse de la carrière (remis à jour annuellement). Le maître d'ouvrage devra s'engager à intégrer les mares à son plan de récolement dans le cadre de la cessation d'activité.		
Période optimale de réalisation		
Dès que possible sur les zones non exploitées.		
Estimatif financier		
Conseils méthodologiques par un expert écologue avant mesure : 2 jours soit environ 1 500 € HT - Création des milieux aquatiques temporaires presque intégralement pris en compte dans la phase chantier. - Suivi : 2 passages par année de suivi + rédaction d'un compte rendu soit environ 10 000 € HT (mutualisable avec le suivi de la mesure R5). Coût de la mesure : 11 500 € HT		

R5	Code THEMA R2.2I	Création de micro-habitats pour la petite faune
Contexte et objectifs de la mesure		

R5	Code THEMA R2.2I	Création de micro-habitats pour la petite faune
Les habitats d'espèces à enjeu tel que les amphibiens ou les reptiles sont inévitablement détruits par le projet. Il est donc nécessaire de permettre à ces espèces de trouver d'autres refuges et d'éviter au maximum la destruction d'individu. Cela doit également permettre de donner une zone de repli pour ces mêmes individus à proximité.		
Modalités techniques de la mesure		
Recréation de milieux de substitution en remplacement et complément des zones refuges détruites. Des caches ou gîtes de substitution pour les reptiles peuvent être construites : la création de gîtes peut se faire en parallèle de la coupe du bois et du début de l'extraction (pas de surcoût) suivant le mode opératoire suivant : - Creuser une cinquantaine de centimètres dans le sol sur environ 2m² ; - Ajouter une couche de sable ou de graviers sur 10 cm environ ; - Ajouter des branches, broyats, et une à deux souches ; - Utiliser des essences végétales déjà présentes sur site, issues du décapage par exemple ou de traitement d'espèces exotiques envahissantes comme le Robinier faux acacia bien présent en périphérie du site après l'avoir fendu, écorcé et séché ; - Recouvrir le tout d'une couche de galets ou quelques blocs afin d'éviter la dispersion ou la réutilisation par des usagers ; - Ajouter la terre issue de la mesure R5 par-dessus pour faciliter la végétalisation ; - Créer des talus de terre plutôt meuble afin de permettre aux lapins de garenne présents sur site de créer de nouveaux terriers (eux-mêmes favorables à la présence des couleuvres).		
 Figure 41. Exemple de gîte/hibernaculum à petite faune		
Ces gîtes amélioreront significativement les fonctionnalités et potentialités écologiques du site d'une part et la sécurité de la petite faune d'autre part qui jouira ainsi de nombreux et variés abris et gîtes pour hiverner, estiver, thermoréguler, se reproduire et s'abriter, le tout de manière pérenne contrairement aux espaces utilisés actuellement pour ces activités qui ne sont que des amas temporaires de matériaux régulièrement déplacés et voués à disparaître définitivement sur le long terme, une fois la totalité de la carrière remise en état. Les gîtes seront implantés en 3 endroits : - Dans la zone Est évitée et balisée où 3 mares seront créées afin de permettre à la faune utilisatrice de ces mares d'avoir des gîtes à disposition à proximité immédiate et ainsi ne pas avoir besoin de parcourir de grandes distances, fatigantes et dangereuses ; - Au niveau de la limite Nord du site, d'ores et déjà riche en reptiles et accueillant la 4^{ème} mare. La continuité écologique existante ici sera maintenue et renforcée par les abris ; - Au niveau de la mare créée par Engie Green dans le cadre d'une mesure de réduction du projet photovoltaïque et entre cette mare et les plantations réalisés plus à l'Est pour ce même projet et dans le cadre de la mesure de réduction R6 suivante. Cette 3^{ème} localisation matérialisera une nouvelle continuité écologique reliant l'intérieur de la carrière aux milieux extérieurs à l'Ouest du site, intégrant donc le site dans le réseau écologique communal. Nota BENE : Cette 3^{ème} localisation est située en dehors de l'emprise maîtrisée aujourd'hui par la carrière elle-même. Néanmoins l'aménagement de quelques gîtes à faune ici, à proximité de la mare prévue par ENGIE Green pour le parc photovoltaïque et en continuité des corridors arbustifs et boisés également prévu va dans le sens de ce qui a été prévu pour cet espace et pourra en ce sens être réalisé ici sans contrainte.		
Localisation de la mesure		



R6

Code THEMA
R2.2k / R2.2l

Création d'un corridor écologique terrestre au sein de la carrière

Contexte et objectifs de la mesure

Les extrémité Ouest et Est de la carrière sont libérées de l'exploitation depuis plusieurs mois à plusieurs années et feront l'objet des mesures de protection et valorisation de la biodiversité. Le pourtour Sud du site est désormais concerné par l'installation d'un parc photovoltaïque en surplomb de la carrière car situé dans un secteur déjà remblayé, et clôturé. Construit en 2023, ce parc photovoltaïque sera entièrement enherbé et entretenu pour être maintenu comme tel.

Ainsi les zones de friches partiellement embroussaillées de l'Est et de l'Ouest du site sont et seront déconnectées les unes des autres pour la petite faune terrestre en l'absence d'aménagement additionnel.

La présente mesure vise donc à créer et maintenir une continuité écologique afin que l'ensemble des espaces naturels du site soient reliés.

Modalités techniques de la mesure

Il s'agira de créer une haie arbustive et buissonnante de faible hauteur (2m maximum) et de largeur contenue (environ 1,50 à 2m de large) sur la façade Sud de la carrière, reliant les autres aménagements prévus (mares, gîtes à reptiles).

Un léger remblai de terre végétale sera réalisé au préalable, sur 50 à 70 cm d'épaisseur et sur toute la longueur et largeur de la haie afin que les arbres aient un substrat de croissance disponible.

Les végétaux seront plantés en ligne simple avec un plant tous les 2 m. La haie sera quasi continue à l'exception d'une rupture à l'Ouest, à l'endroit d'entrée dans la carrière depuis la nouvelle piste créée. **385 m linéaires sont concernés, soit 193 végétaux à planter.**

Les essences retenues seront choisies parmi celles présentées dans le tableau suivant.

Tableau 25. Essences à privilégier pour la plantation de haie arbustive et buissonnante, toutes disponible en Végétal Local – Zone méditerranéenne et adapté au contexte pédoclimatique de la carrière

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Type	Taille moyenne (floreAlpes.com)	Remarques
Chèvrefeuille d'Etrurie	Lonicera etrusca	Lianescent / Arbustif bas	Non applicable	Epineux, éviter les secteurs d'entretiens
Clématite des haies	Clematis vitalba	Lianescent / Arbustif bas	Non applicable	
Ronce à feuilles d'Orme	Rubus ulmifolius	Lianescent / Arbustif bas	0,5-2 m	
Buplèvre ligneux	Bupleurum fruticosum	Arbustif bas	1-2 m	
Cornouiller	Cornus sanguinea	Arbustif bas	2-3 m	
Coronille glauque	Coronilla glauca	Arbustif bas	1-2 m	
Ciste blanc	Cistus albidus	Arbustif bas	1-2 m	
Daphné garou	Daphne gnidium	Arbustif bas	1-2 m	
Lavande officinale	Lavandula angustifolia	Arbustif bas	0,2 - 1m	
Romarin	Rosmarinus officinalis	Arbustif bas	0,5 – 2m	
Eglantier	Rosa canina s.l.	Arbustif bas	0,3-2 m	
Prunellier	Prunus spinosa	Arbustif bas	0,5-3 m	
Amandier	Prunus dulcis	Arbustif haut	3-8 m	
Aubépine	Crataegus monogyna	Arbustif haut	1-6 m	
Filaire à feuilles étroites	Phillyrea angustifolia	Arbustif haut	1-4m	
Filaire à larges feuilles	Phillyrea latifolia	Arbustif haut	1-4m	
Filaire intermédiaire	Phillyrea media	Arbustif haut	1-4m	
Pistachier lentisque	Pistacia lentiscus	Arbustif haut	2-4m	
Poirier épineux	Pyrus spinosa	Arbustif haut	1-6 m	
Prunier de Sainte-Lucie	Prunus mahaleb	Arbustif haut	1-5 m	

Les végétaux plantés seront de la classe de hauteur 90-120 cm, soit des arbres assez jeunes qui nécessitent moins d'entretien à la plantation (pas de gros tuteurage nécessaire) et dont le succès de reprise est plus important.

La haie plantée, une fois mûre aura les fonctions suivantes :

⇒ Création d'une continuité écologique terrestre sur le pourtour Sud de la carrière permettant de relier les espaces naturels de l'Est et de l'Ouest du site, chacun étant favorable aux amphibiens, aux reptiles et oiseaux communs et potentiellement au reste de la biodiversité dans le futur à la faveur du murissement de ces écosystèmes. La haie sera un couloir de déplacement des amphibiens pionniers entre les mares du site, une zone de refuge pour les serpents et petits mammifères. Une zone de butinage pour les insectes et une zone d'alimentation et nidification pour les passereaux.

⇒ Amélioration des ressources trophiques de l'emplacement de la haie par rapport à la situation actuelle ;

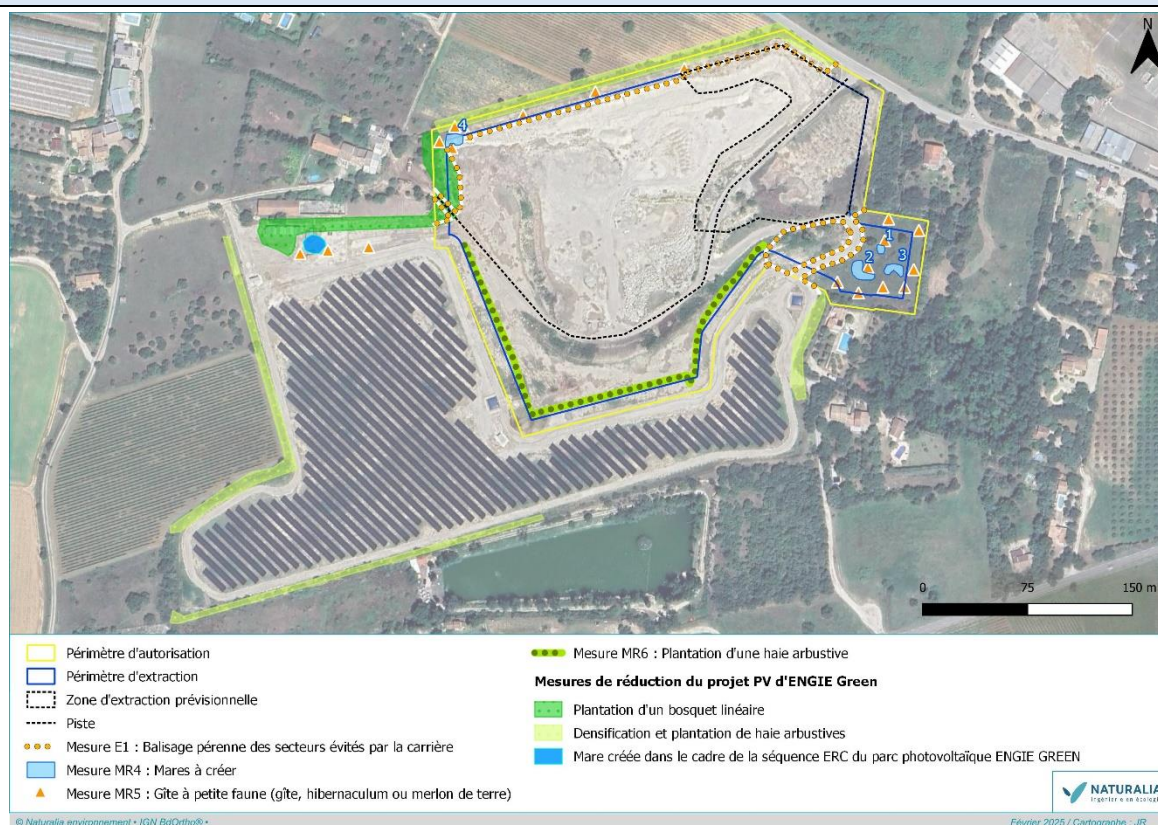
⇒ Protection des vertébrés d'une collision ou écrasement avec un engin de la carrière en canalisant leurs axes de déplacement dans un secteur sécurisé.

Modalités d'entretien de la haie :

- Une fois les végétaux plantés ils seront immédiatement paillés sur à minima 10 cm d'épaisseur et sur un cercle de 50 cm de rayon. Le paillis sera majoritairement carboné afin de rester en place sur une longue durée. Les écorces de pin compostées,

R6	Code THEMA R2.2k / R2.2l	Création d'un corridor écologique terrestre au sein de la carrière
le broyat de chanvre, la paille de céréales ou le broyat végétal seront privilégiés. Ce paillis protégera les arbres de l'évaporation, empêchera la colonisation de la flore adventice qui concurrencera l'arbre durant ses premières années et créera lentement une couche d'humus riche en vie du sol qui améliorera la fertilité au pied de l'arbre et la rétention d'eau dans le sol peu épais de la carrière. Ce paillis protégera également le sol des rayons du soleil et du lessivage et empêchera l'apparition d'une croute de battance. - La haie sera arrosée durant la première année (environ 45 L d'eau par arbre et par semaine durant la première année de plantation avec une diminution de la fréquence durant l'hiver et une accentuation à partir de la fin du printemps) - Taille de la haie en hauteur et largeur pour être maintenue à une hauteur et une largeur maximum de 2m à partir de la 10^{ème} année, tous les 3 ans, à réaliser entre les mois d'octobre et février inclus. Dans le cadre du projet de centrale photovoltaïque limitrophe à la carrière (pour rappel réalisé dans l'emprise déjà remise en état de cette dernière) plusieurs mesures de réduction des impacts ont été prises dont plusieurs mesures de densification de haies existantes et de plantation de petits linéaires de nouvelles haies et bosquet linéaire. Ces mesures viendront améliorer les fonctionnalités écologiques locales mais ne seront uniquement périphérique à la carrière. La plantation de haie au sein de l'emprise globale de la carrière telle que prévu par la présence mesure reste hautement pertinente considérant les espaces fonctionnels locaux et la nécessité de les relier entre eux sans obstacles ni clôtures. Nota Bene : Le passage de la piste au niveau du bosquet linéaire sera limité à 5 m de large et cette dernière sera balisée de manière à ne pas créer de discontinuité significative pour la petite faune. Aussi, la création des différents aménagements notamment les plantations, nécessitera la prise en compte d'un temps de développement d'ici à la fin de l'exploitation de la carrière (10 ans) pour représenter des habitats attractifs pour les espèces. D'autant que la partie Ouest est déjà remblayée et que la partie Nord sera réaménagée en premier dans le phasage, la petite faune disposera d'habitats périphériques intéressants.		

Localisation de la mesure



Éléments écologiques bénéficiant de la mesure

Petits vertébrés terrestres et insectes

Modalités de suivi

Vérification au démarrage de l'exploitation des nouveaux secteurs de la carrière du nombre de végétaux plantés, de leur plan de plantations et de la source Végétal Local des essences plantées.

R6	Code THEMA R2.2k / R2.2l	Création d'un corridor écologique terrestre au sein de la carrière
Réalisation en phase exploitation d'un suivi de la reprise et de l'évolution des arbres ainsi qu'un inventaire faunistique complet de vérification de l'utilisation de la haie par l'ensemble de la faune au printemps année N+1, N+3, N+5, N+10 et N+15 après la mise en place de la mesure. La haie créée apparaîtra clairement sur le plan de masse de la carrière (remis à jour annuellement). Le maître d'ouvrage devra s'engager à intégrer cette dernière à son plan de récolement dans le cadre de la cessation d'activité.		
Période optimale de réalisation		
Dès que possible.		
Estimatif financier		
Plantation des végétaux : - 193 végétaux à planter, 10 € en moyenne de coût de plantation par plant, main d'œuvre incluse soit 1 930 € HT de plantations. - Arrosage la 1^{ère} année : 450 € HT environ, au prix moyen de l'eau d'irrigation agricole ; - Paillage/mulchage des haies : 1 200 € HT (estimation de 12m³ de paillis nécessaire à 100 € le m³.) Entretien des végétaux : - Taille des végétaux : 2 jours à 2 personnes à 600 €/j/personne tous les 3 ans à partir de N+10 ans (estimation) pour élaguer les 330 m de haie, entretien jusqu'à N+20 considéré ici, soit 2 400 € par année d'entretien et 9 600 € pour les entretiens à N+10, N+13 N+16 et N+19. Suivi en phase d'ouverture à l'exploitation des nouveaux secteurs : inclus dans l'accompagnement écologique en phase travaux. Suivi en phase exploitation : 3 passages par année de suivi (1 flore + 2 faune) et rédaction d'un compte rendu mutualisé avec le suivi des mesures R4 et R5. Coût mesure : 13 200 € HT environ sur 20 ans		

R7	Code THEMA R2.2k / R2.2n / R2.2o	Gestion écologique des aménagements paysagers de réhabilitation post-exploitation du site		
Contexte et objectifs de la mesure				
Intégrer au mieux les aménagements paysagers liés au projet avec les enjeux biologiques naturels. Eviter la plantation d'espèces exotiques et/ou envahissantes et privilégier les essences locales. Réhabiliter les végétations préexistantes en favorisant la mise en place d'une mosaïque paysagère (habitats forestiers, arbustifs et ouverts de type pelouses sèches).				
Modalités techniques de la mesure				
Afin d'être cohérent avec l'intégrité des espèces sauvages proches et les cortèges végétaux présents, quelques mesures de gestion du site en fin d'exploitation seront respectées : 1) Tri des terres : Lors de la réhabilitation des casiers d'exploitation, la terre végétale initialement présente sur site, stockée jusqu'alors, sera régalée sur une épaisseur régulière d'au moins 40 cm. Ainsi la banque de graine allouée issu de la végétation locale est réallouée directement sur site. 2) Plantation d'essences arborées et arbustives Un choix judicieux des essences est préconisé sur la base d'une démarche privilégiant en premier lieu les espèces autochtones aux dépens des espèces exotiques et <i>in fine</i> qui assureront l'expression spontanée des cortèges floristiques bordant le site avec pour une conséquence une meilleure efficacité du dispositif et une intégration écopaysagère optimisée. Pour cela, favoriser l'utilisation des espèces typiques des Chênaies méditerranéennes et leurs abords, soit des plantes des coteaux calcaires adaptées aux conditions chaudes et sèches :				
Tableau 26. Essences à privilégier pour les plantations de remise en état du site, toutes disponible en Végétal Local – Zone méditerranéenne				
Nom vernaculaire	Nom scientifique	Type	Taille moyenne (floreAlpes.com)	Remarques
Chèvrefeuille d'Etrurie	<i>Lonicera etrusca</i>	Lianescent / Arbustif bas	Non applicable	Epineux, éviter les secteurs d'entretiens
Clématite des haies	<i>Clematis vitalba</i>	Lianescent / Arbustif bas	Non applicable	
Lierre grimpant	<i>Hedera helix</i>	Lianescent / Arbustif bas	Non applicable	
Ronce à feuilles d'Orme	<i>Rubus ulmifolius</i>	Lianescent / Arbustif bas	0,5-2 m	
Buplèvre ligneux	<i>Bupleurum fruticosum</i>	Arbustif bas	1-2 m	
Cornouiller	<i>Cornus sanguinea</i>	Arbustif bas	2-3 m	
Coronille glauque	<i>Coronilla glauca</i>	Arbustif bas	1-2 m	

R7	Code THEMA R2.2k / R2.2n / R2.2o	Gestion écologique des aménagements paysagers de réhabilitation post-exploitation du site			
	Ciste blanc Daphné garou Lavande officinale Romarin Troène Eglantier Prunellier	<i>Cistus albidus</i> <i>Daphne gnidium</i> <i>Lavandula angustifolia</i> <i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Ligustrum vulgare</i> <i>Rosa canina s.l.</i> <i>Prunus spinosa</i>	Arbustif bas Arbustif bas Arbustif bas Arbustif bas Arbustif bas Arbustif bas Arbustif bas	1-2 m 1-2 m 0,2 - 1m 0,5 – 2m 2-3 m 0,3-2 m 0,5-3 m	
	Amandier Aubépine Filaire à feuilles étroites Filaire à larges feuilles Filaire intermédiaire Pistachier lentisque Poirier épineux Sureau noir Prunier de Sainte-Lucie	<i>Prunus dulcis</i> <i>Crataegus monogyna</i> <i>Phillyrea angustifolia</i> <i>Phillyrea latifolia</i> <i>Phillyrea media</i> <i>Pistacia lentiscus</i> <i>Pyrus spinosa</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Prunus mahaleb</i>	Arbustif haut Arbustif haut Arbustif haut Arbustif haut Arbustif haut Arbustif haut Arbustif haut Arbustif haut Arbustif haut	3-8 m 1-6 m 1-4m 1-4m 1-4m 2-4m 1-6 m 2-7 m 1-5 m	Epineux, éviter les secteurs d'entretiens
	Orme champêtre Erable champêtre Erable de Montpellier Chêne blanc Chêne vert Laurier noble	<i>Ulmus minor</i> <i>Acer campestre</i> <i>Acer monspessulanum</i> <i>Quercus pubescens</i> <i>Quercus ilex</i> <i>Laurus nobilis</i>	Arboré Arboré Arboré Arboré Arboré Arboré	10-30 m 2-15 m 3-10 m 5-20 m 3-10 m 5-10 m	Graphiose mais autoreplantation Espèce arborée principale à planter

3) Aménagement paysager suivant une organisation alvéolaire :

Il est conseillé d'adopter un schéma paysager hétérogène en réalisation des plantations de manière alvéolaire. Ceci consiste à former des bosquets d'essences ligneuses (arbres et arbustes) intercalés de milieux ouverts (matrice dominante) permettant l'expression spontanée de la végétation locale (herbacée) ainsi que l'expansion des plantations (ligneuses).

Toute plantation de résineux sera proscrite au profit d'essences feuillues. Le taillis de Chêne vert doit être priorisé dans le choix des essences arborées, de manière à reformer des boisements lâches de type taillis qui, à terme, doivent recouvrir une surface cumulée d'**au moins 2 hectares** compensant la mobilisation du foncier de la carrière pendant plusieurs décennies où ce terrain aurait pu avoir un rôle écologique notable.

Le schéma paysager s'accompagne également par le rétablissement de milieux ouverts à couvert végétal bas avec toutefois quelques touffes dispersées (10% de la surface, composées par exemple de ronces, grandes orties, grands genêts, ajoncs d'Europe), et l'installation d'un réseau bocager qui sont nécessaires à la préservation et au retour de l'Alouette lulu. Il est important de favoriser le retour de patches à végétation basse, bien exposés et possédant une grande richesse floristique.

Une fauche tardive sera réalisée.

Compatibilité avec la remise en état du parc photovoltaïque :

Le démantèlement du parc photovoltaïque interviendra en **2053** et portera sur (source : ENGIE GREEN) :

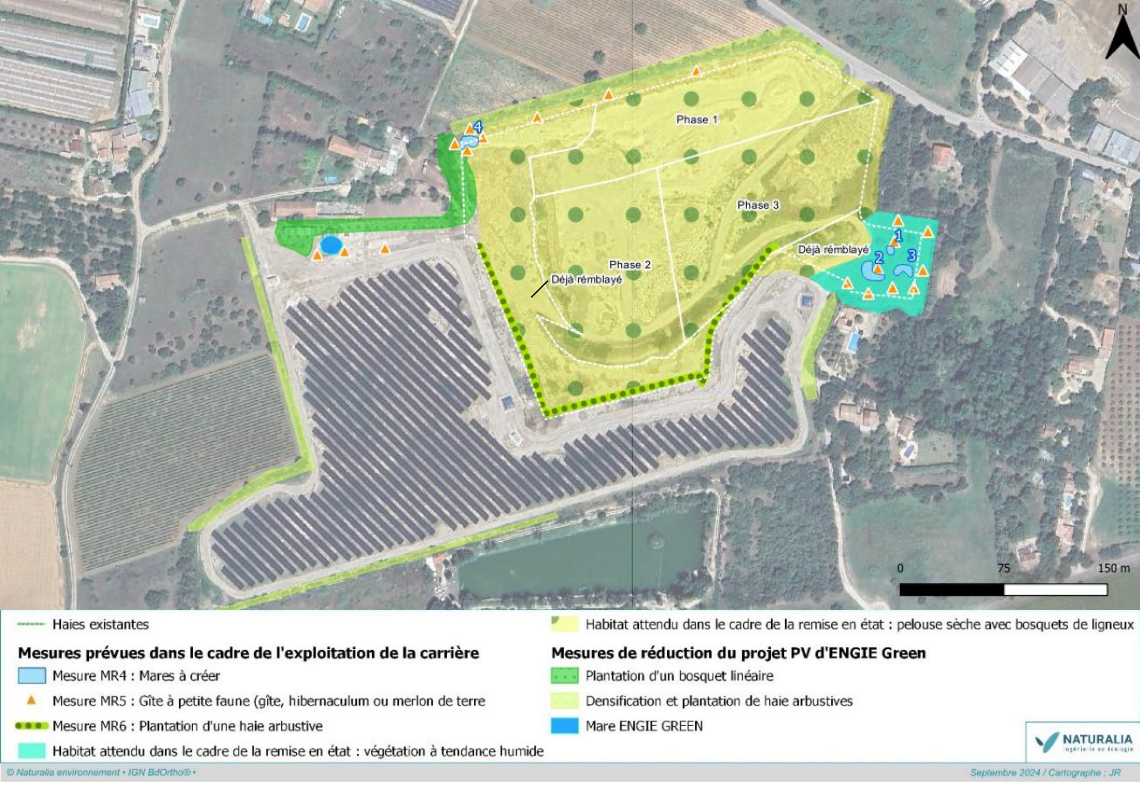
La remise en état du site se fera à l'expiration du bail ou bien dans toutes circonstances mettant fin au bail par anticipation (résiliation du contrat d'électricité, cessation d'exploitation, bouleversement économique...). Toutes les installations seront démantelées :

- Le démontage des tables de support y compris les pieux,
- Le retrait des locaux techniques (transformateur, et poste de livraison),
- L'évacuation des réseaux câblés, démontage et retrait des câbles et des gaines,
- Le démontage de la clôture périphérique,
- La remise en état du chemin d'accès vers le parc photovoltaïque.

Le démantèlement en fin d'exploitation se fera en fonction de la future utilisation du terrain. Ainsi, il est possible que, à la fin de vie des modules, ceux-ci soient simplement remplacés par des modules de dernière génération ou que le parc photovoltaïque soit reconstruit avec une nouvelle technologie (par exemple, thermo-solaire), ou bien que les terres redeviennent vierges de tout aménagement.

En l'occurrence, aucun scénario n'a été fixé dans le cadre de la remise en état du parc photovoltaïque sur la pérennisation du site une fois le démantèlement réalisé.

La remise en état de la carrière s'achèvera en **2040** (pour une autorisation obtenue en 2025). L'activité du parc photovoltaïque sera a priori toujours en cours.

R7	Code THEMA R2.2k / R2.2n / R2.2o	Gestion écologique des aménagements paysagers de réhabilitation post-exploitation du site
 Mesures prévues dans le cadre de l'exploitation de la carrière - Mesure MR4 : Mares à créer - Mesure MR5 : Gîte à petite faune (gîte, hibernaculum ou merlon de terre) - Mesure MR6 : Plantation d'une haie arbustive Mesures de réduction du projet PV d'ENGIE Green - Plantation d'un bosquet linéaire - Densification et plantation de haie arbustives - Mare ENGIE GREEN Habitat attendu dans le cadre de la remise en état : - pelouse sèche avec bosquets de ligneux - végétation à tendance humide © Naturalia environnement - IGN BDOrtho Septembre 2024 / Cartographie : JR		
Figure 44. Plan de réaménagement final attendu de la carrière		
Localisation de la mesure		
Sur les secteurs concernés par la future exploitation.		
Éléments écologiques bénéficiant de la mesure		
Biodiversité au sens large		
Éléments écologique patrimoniaux		
Modalité de suivi		
Encadrement en phase de définition du schéma de remise en état par un coordinateur environnemental.		
Passage d'un écologue après la remise en état du site pour contrôler le respect des plantations et revégétalisation du site.		
Le maître d'ouvrage devra s'engager à intégrer ces mesures à son plan de récolement dans le cadre de la cessation d'activité. Le site est actuellement maîtrisé foncièrement de manière privée par le gestionnaire de la carrière, la rétrocession visera donc à restituer ces terrains au propriétaire.		
Période optimale de réalisation		
Post travaux.		
Estimatif financier		
1 jour de coordinateur environnement + 1 jour de passage d'un écologue + Compte rendus de visite : 3000 € HT.		
Coût des aménagements de la remise en état inclus dans le budget de remise en état de la carrière, aucun surcoût.		

6.1.3. Mesures d'accompagnement retenues

A1	Code THEMA : A6.1a	Accompagnement environnemental en phase chantier
Contexte et objectifs		
Eviter tous nouveaux effets du chantier sur les milieux naturels et les espèces associées en élaborant un plan de circulation précis des engins de chantier et un plan de délimitation des emprises. Limiter les effets du chantier en assurant un suivi des entreprises en charge des travaux.		
Modalités techniques de la mesure		
La mission de coordination se décompose <u>classiquement</u> selon les séquences suivantes (liste non exhaustive) :		
<u>En période préparatoire</u>		
- Analyser le Plan de Respect de l'Environnement (PRE) produit par l'entreprise titulaire, demande d'amendements le cas échéant et validation du PRE. - Participer aux réunions préparatoires de phasage et d'organisation globale du chantier pour valider notamment la localisation des emprises travaux, les accès et cheminements piéton, les zones de stockage, etc. - Mettre en place le balisage spécifique pour la localisation des secteurs à enjeux. - Prélever et déplacer les espèces protégées. - Vérifier les arbres à cavités. - Participer aux différentes phases de défavorabilisation écologique - Participer à la phase de débroussaillage, arrachage de vignes et abattage d'arbres ; - Participer au décapage des terres végétales (tri des terres) ;		
<u>En phase chantier</u>		
- Participer à la mise en place des aménagements écologiques ; haies, mares et gîtes à petite faune ; - Sensibiliser et informer le personnel de chantier aux enjeux écologiques du secteur travaux, visite de repérage conjointement avec le chef des travaux pour la définition/validation des emprises (base-vie, stockages, mises en défens), plan de circulation, organisation générale, etc. - Suivre la mise en œuvre des préconisations environnementales par les opérateurs de travaux. - Contrôler les emprises et le balisage préventif. - Tenir le journal environnement du chantier. - Participer aux réunions de chantier sur demande du MOA ou MOE. - Assister et conseiller aux moments des décisions opérationnelles relatives à la protection du milieu naturel.		
<u>Bilan post-travaux</u>		
Rédiger un bilan du déroulement des opérations en termes de respect du milieu naturel.		
Dans le cas de l'exploitation de la carrière il n'y aura pas de de produit, le coordinateur environnement interviendra une fois en amont de chacune des ouvertures à l'exploitation de nouveau secteur, en amont de chaque opération de débroussaillage et décapement de sol. La première de ces visites sera également l'occasion de contrôler la bonne mise en place du balisage et toutes les visites suivante le contrôle du respect de l'évitement et du maintien du balisage. Une visite sera également organisée pour le creusement des mares et une autre pour l'encadrement de la plantation des végétaux		
Localisation de la mesure		
Toute la zone du chantier avec un accent mis sur : - La création des aménagements écologiques ; - Le balisage ; - L'évitement des éléments remarquables.		
Éléments écologiques bénéficiant par la mesure		
Ensemble de la biodiversité.		
Période optimale de réalisation		
Phase préparatoire + le temps des travaux		
Modalités de suivi		
Cf. modalités techniques.		
Estimatif financier		
Visites préalables durant les phases de débroussaillage : 10 en phase d'exploitation		
Visite d'encadrement de la création des mares : 1 passage		
Visite d'encadrement de la création de la haie : 1 passage		

A1	Code THEMA : A6.1a	Accompagnement environnemental en phase chantier
1 visite de chantier + compte-rendu = 650 € Balisage chantier : déjà provisionné dans la mesure E1 Total estimé : Environ 8 000 € HT		

7. ANALYSE DES IMPACTS RESIDUELS

Les tableaux ci-après présentent les mesures préconisées et les atteintes résiduelles après mesures pour chaque habitat et espèce d'intérêt patrimonial et réglementaire dont les impacts bruts avaient été jugé significatifs (≥ **Faible**).

7.1. Évaluation des impacts résiduels sur la flore

Espèces	Nature de ou des atteintes	Niveau global d'atteinte avant mesure	Mesures préconisées	Impacts résiduels après mesures	Commentaires
Vélézie raide <i>Velezia rigida</i> L., 1753	Destruction potentielle de l'espèce et altération de ses habitats (circulation d'engins)	Faible	E1 : Conservation des éléments remarquables R2 : Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes (action préventives et curatives) R6 : Création d'un corridor écologique terrestre au sein de la carrière R7 : Gestion écologique des aménagements paysagers de réhabilitation post-exploitation du site.	Négligeable	Dans la mesure où ses habitats sont épargnés par la majeure partie de la circulation d'engins de chantier, aucun impact notable n'est à prévoir

7.2. Évaluation des impacts résiduels sur la faune

Tableau 27. Mesures préconisées pour la conservation de la faune et évaluation des impacts résiduels

Espèces	Nature de ou des atteintes	Niveau global d'atteinte avant mesure	Mesures préconisées	Impacts résiduels après mesures	Commentaires
Amphibiens					
Crapaud calamite <i>Epidalea calamita</i>	Dérangement Destruction d'individus Destruction d'habitats Altération/destruction d'habitats de reproduction	Faible	E1 : Conservation des éléments remarquables. R1 : Définition d'un phasage des travaux en fonction du calendrier écologique des espèces. R2 : Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes (action préventives et curatives) R3 : Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux et/ou limitant leur installation R4 : Création d'habitats de reproduction pour les amphibiens R5 : Création de micro-habitats pour la petite faune R6 : Création d'un corridor écologique terrestre au sein de la carrière R7 : Gestion écologique des aménagements paysagers de réhabilitation post-exploitation du site.	Négligeable	Cette espèce pionnière sera capable de coloniser et de se reproduire dans les futures ornières inondées en eau créées par le va et vient des camions telle que le fait déjà depuis le début de l'exploitation de la carrière. Les nouveaux habitats de reproduction temporaires pour les amphibiens (R5) devraient être rapidement utilisés par le Crapaud calamite et ainsi maintenir les populations du site. La haie basse plantée lui permettra de circuler à l'abri des prédateurs et des risques de mortalité liées à l'activité de la carrière.
Rainette méridionale <i>Hyla meridionalis</i>		Faible		Négligeable	La destruction et l'altération des habitats notamment terrestres de la Rainette méridionale que sont les haies, les regroupements d'arbres et arbustes notamment situés à l'Est de l'aire d'étude risque d'entraîner sur moyen ou long terme une diminution des effectifs. Cependant la

Espèces	Nature de ou des atteintes	Niveau global d'atteinte avant mesure	Mesures préconisées	Impacts résiduels après mesures	Commentaires
					création de nouveaux habitats de reproduction temporaires pour les amphibiens (R5) et la plantation de haie basse devraient améliorer le maintien des effectifs sur site et maintenir l'impact à un niveau non significatif.
Reptiles					
Reptiles communs (Lézard des murailles et Lézard à deux raies)	Dérangement Destruction d'individus Destruction d'habitats Altération des fonctionnalités Destruction d'habitat de reproduction	Faible	E1 : Conservation des éléments remarquables. R1 : Définition d'un phasage des travaux en fonction du calendrier écologique des espèces. R2 : Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes (action préventives et curatives) R3 : Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux et/ou limitant leur installation R4 : Création d'habitats de reproduction pour les amphibiens R5 : Création de micro-habitats pour la petite faune R6 : Création d'un corridor écologique terrestre au sein de la carrière R7 : Gestion écologique des aménagements paysagers de réhabilitation post-exploitation du site.	Positif	Ces deux espèces très anthropophiles et résilientes se développent d'ores et déjà librement sur le site. Les aménagements écologiques prévus (haie + gîtes) seront de nature à améliorer les potentialités écologiques du site pour ces espèces.
Couleuvre à échelons Zamenis scalaris		Faible		Négligeable	L'ensemble de la zone d'extraction future deviendra peu favorable pour ces espèces bien qu'il soit possible que certains individus puissent se maintenir ponctuellement à la faveur de quelques habitats thermophiles comme des dépôts de gravas. Cependant, les créations de gîtes et de haie pour ces espèces permettront aux couleuvres de recoloniser les zones adjacentes et de librement s'y développer. Les terriers de lapins de garenne devraient également se maintenir à l'échelle du site à la faveur des merlons de terre implantés et de la remise en état progressive de la carrière, offrant donc gîte et proies aux couleuvres.
Couleuvre de Montpellier Malpolon monspessulanus		Faibl		Négligeable	
Oiseaux					
Alouette lulu Lullula arborea	Destruction d'individus Destruction d'habitats Dérangement	Faible	E1 : Conservation des éléments remarquables. R1 : Définition d'un phasage des travaux en fonction du calendrier écologique des espèces. R3 : Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux et/ou limitant leur installation R4 : Création d'habitats de reproduction pour les amphibiens R5 : Création de micro-habitats pour la petite faune R6 : Création d'un corridor écologique terrestre au sein de la carrière R7 : Gestion écologique des aménagements paysagers de réhabilitation post-exploitation du site.	Négligeable	Bien que plusieurs habitats soient altérés et détruits, la réhabilitation et la remise en état du site permettront un retour de l'Alouette lulu dont les effectifs semblent en augmentation à la suite des premières réhabilitations. De plus intégrer de nouveau les aménagements paysagers avec les enjeux écologique et réhabiliter les végétations préexistantes, permettront le retour de l'avifaune sédentaire.
Cortège d'oiseaux communs Fauvette mélanocéphale, Serin cini, Chardonneret élégant etc.		Faible		Négligeable	
Mammifères					
Lapin de garenne Oryctolagus cuniculus	Destruction d'individus Destruction d'habitat	Modéré	E1 : Conservation des éléments remarquables. R1 : Définition d'un phasage des travaux en fonction du calendrier écologique des espèces. R3 : Conseil écologique pour les aménagements paysagers de réhabilitation post-exploitation du site. R4 : Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux et/ou limitant leur installation. R6 : Création de micro-habitats pour la petite faune.	Négligeable	Les futurs talus composés de dépôts de terre meuble sur les zones déjà exploitées permettront à l'avenir aux lapins de créer de nouvelles galeries et terriers. Les points d'eau créés et les continuités ligneuses seront autant d'habitats fonctionnels pour l'espèce qui s'épanouira localement.

Espèces	Nature de ou des atteintes	Niveau global d'atteinte avant mesure	Mesures préconisées	Impacts résiduels après mesures	Commentaires
Minioptère de Schreiber <i>Miniopterus schreibersii</i>	Destruction d'individus Destruction d'habitat	Modéré	E1 : Conservation des éléments remarquables. R1 : Définition d'un phasage des travaux en fonction du calendrier écologique des espèces. R2 : Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes (action préventives et curatives) R3 : Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux et/ou limitant leur installation R4 : Création d'habitats de reproduction pour les amphibiens R5 : Création de micro-habitats pour la petite faune R6 : Création d'un corridor écologique terrestre au sein de la carrière R7 : Gestion écologique des aménagements paysagers de réhabilitation post-exploitation du site.	Négligeable	Impact résiduel négligeable évalué en l'état au vu de l'absence de chiroptères au niveau des différents arbres à cavités et bâtis lors de la campagne d'abattage.
Noctule de Leisler <i>Nyctalus leisleri</i>		Faible		Négligeable	

7.3. Evaluation sur les fonctionnalités écologiques

Les impacts sur les fonctionnalités écologiques locales seront positifs à l'issue de la réalisation globale des mesures relatives au parc photovoltaïque (plantation d'un bosquet linéaire et densification et plantation de haies arbustives) associées à celle de la carrière (plantation d'une haie arbustive, recréation d'habitats de mosaïque).

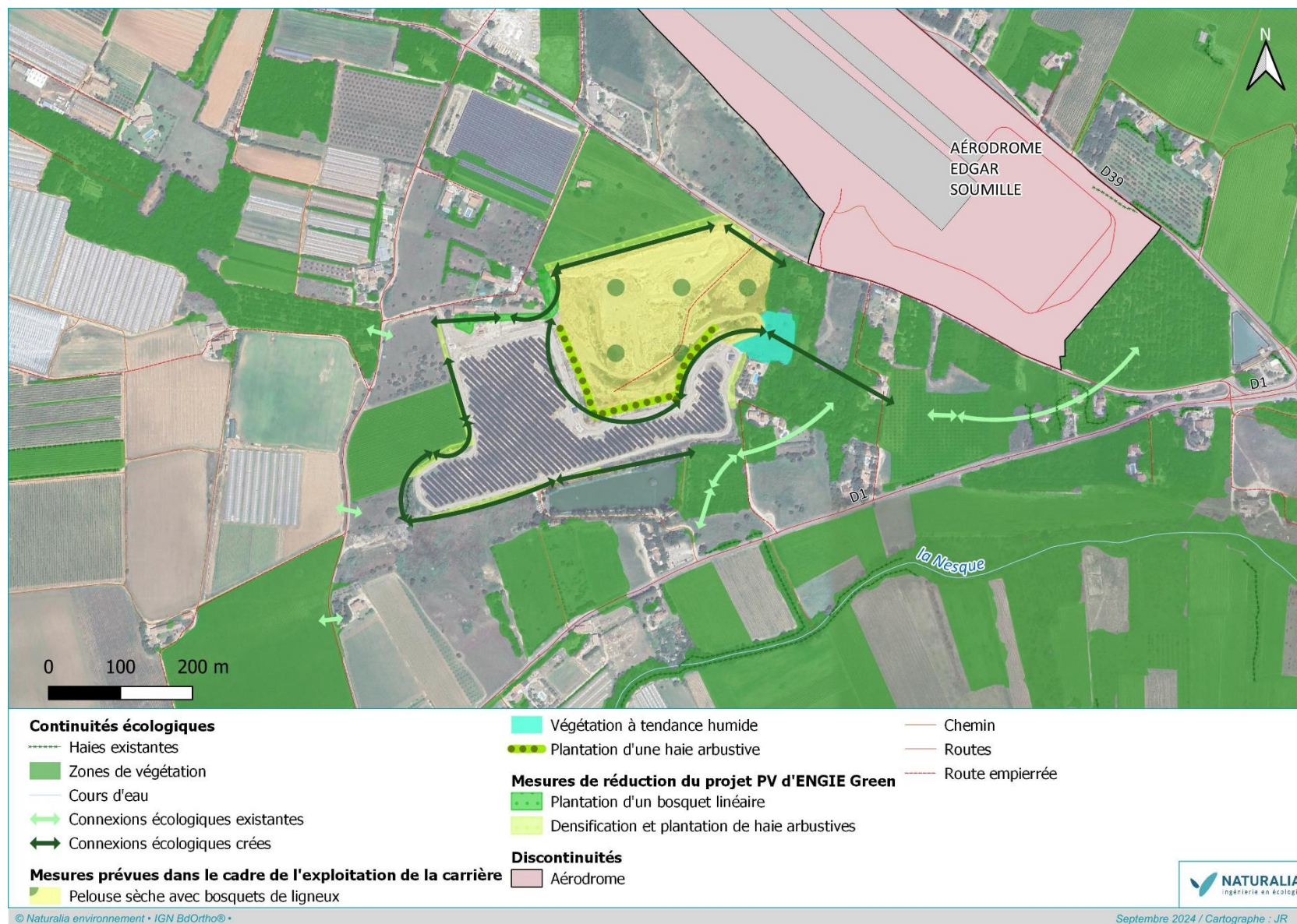


Figure 45. Evolution des fonctionnalités écologiques après mesures

8. SCENARIO DE REFERENCE ET EVALUATION DES CHANGEMENTS NATURELS

Selon l'article R. 122-5, II, 3° du Code de l'Environnement, « L'étude d'impact comporte une description des aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement, dénommée « **scénario de référence** », et de leur évolution en cas de mise en œuvre du projet et un aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet, dans la mesure où les changements naturels par rapport au scénario de référence peuvent être évalués moyennant un effort raisonnable sur la base des informations environnementales et des connaissances scientifiques disponibles ».

Tableau 28. Analyse du scénario de référence vis-à-vis du milieu naturel

Évolution probable de l'environnement en l'absence de projet	"Scénario de référence" (à 30 ans)
En l'absence de la poursuite d'extraction de la carrière, cette dernière, dont l'activité d'extraction se termine en 2022, arrêterait donc à très court terme les opérations de destruction de milieux végétalisés. La carrière continuerait durant quelques années encore l'activité de centre d'accueil, stockage et valorisation des déchets inertes lui permettant notamment de remblayer la fosse d'exploitation. Après quelques années la fosse sera totalement comblée et la terre végétale régalée en surface. Une végétalisation du site par ensemencement d'un couvert herbacé sera effectuée. Une fois le site remis en état il sera soit rendu à la nature avec ainsi une évolution lente de la prairie semée initiale vers un milieu de friche thermophile puis fourrés secs et enfin, après plusieurs décennies vers une jeune forêt de chênes méditerranéenne, soit remis en culture. Dans le premier cas la biodiversité du site augmenterait significativement dans son ensemble tant en nombre d'espèces qu'en nombre d'individus de chaque espèce puisque la totalité de la fosse serait exploitable par la biodiversité. Un cortège entomologique commun mais riche s'implanterait dans la prairie du site, accompagnée par un cortège d'oiseaux agropastoraux dont l'Alouette lulu est localement l'espèce emblématique. Après quelques années et un début de transition vers une zone de fourrés le site deviendrait une zone d'alimentation de grande importance pour l'ensemble de la biodiversité des milieux ouverts à semi-ouverts. Les oiseaux et chiroptères des haies, jardins et bosquets proches viendraient s'y alimenter et plusieurs couples de plusieurs espèces aviaires nichant au sol s'y reproduiraient (Alouette lulu, Pipit rousseline, Cochevis huppé, etc.). La végétation se sera développée et acclimatée au contexte de vieille friche méditerranéenne et il est probable que quelques insectes patrimoniaux apparaissent (Damier de la Succise, Diane, Proserpine...). Quant aux amphibiens ils devraient vraisemblablement perdre leurs habitats de reproduction locaux à l'exception de la mare créée par le projet photovoltaïque, qui, déjà autorisé, se sera implanté peu de temps après l'arrêt de l'exploitation de la carrière. Le manque de talus du site et l'absence de gîtes artificiels aura rendu le site que moyennement à peu favorables pour les amphibiens pionniers, défavorables aux amphibiens terrestres et peu favorables au lapin de garenne et donc aux serpents, du moins dans un premier temps. En effet, une fois le site muté en fourrés secs entrecoupés d'espaces de friches anciennes les reptiles auront un espace baigné de l'effet lisière particulièrement recherché par ces espèces. Ils manqueront néanmoins de zones de ponte et de thermorégulation, le site devrait rester d'importance modérée pour ces derniers. Enfin à long terme la biodiversité globale du site diminuera mais se spécialisera en espèce des lisières forestières et totalement forestières. Etant donné la surface contenue du secteur elles devraient rester représentées par un nombre modeste d'individus. Le site représentera alors un réservoir de biodiversité d'importance communale. Dans le cas d'une restitution du site à l'agriculture le site n'évoluera pas durant les 30 ans suivant l'arrêt du projet. La biodiversité sera pauvre et représentée par des espèces très majoritairement communes, ubiquistes et résilientes, ponctuées de quelques espèces patrimoniales s'acclimatant aléatoirement à un contexte perturbé. Cette conclusion ne sera néanmoins valable que dans le cas d'une remise en culture traditionnelle avec une grande culture, un vignoble ou un verger intensif. Si une prairie de fauche ou pâture se réimplante ici, comme cela a semblé être le cas par le passé, la biodiversité pourrait fortement augmenter et se spécialiser, ici avec des espèces des milieux agropastoraux.	En ne prenant pas en compte les aménagements à venir réalisés par ENGIE Green dans le cadre de la réalisation de la centrale photovoltaïque, indépendants de la poursuite de l'exploitation de la carrière, les fonctionnalités écologiques de la zone de la carrière stagneront dans leur globalité avec le projet. En effet d'une part le déplacement et le gîte des vertébrés sera amélioré et la liaison du site avec l'environnement extérieur également, mais les ressources trophiques diminueront légèrement en raison de la réduction de la superficie d'espaces herbacés au droit de la zone d'extraction prévisionnelle de la carrière. A l'échelle d'une trentaine d'année en revanche ces effets négatifs seront effacés par la remise en état de la carrière tandis que les effets positifs s'accroîtront via la maturation des écosystèmes créés. A l'échelle de plusieurs décennies le devenir de la zone d'étude avec le projet rejoindra le scénario de l'absence du projet voire sera légèrement plus fonctionnel grâce aux mares et gîtes artificiels. Concernant les habitats naturels, la flore et la faune l'évolution à court terme, durant l'exploitation du dernier morceau encore non exploité de la carrière les changements seront peu notable car les surfaces perdues à court terme le seront regagnées très rapidement au niveau des zones remises en état à l'Ouest de la carrière et les habitats concernés par les impacts sont des friches thermophiles résilientes à apparition rapide. La flore restera représentée en grande majorité par des espèces rudérales pionnières et ubiquistes, quoi que légèrement plus diversifiée grâce aux plantations ligneuses prévues, absentes du scénario sans projet. Sur le long terme la richesse en habitats naturels, en flore et en faune suivra ce qui a été décrit pour le scénario en l'absence du projet. Avec un délai de plusieurs années d'écart correspondant à la totalité de l'exploitation de la zone prévisionnelle d'extraction de la carrière ainsi qu'à sa remise en état complète, la zone projet évoluera soit lentement vers un couvert forestier méditerranéen, soit sera rendu à l'agriculture et rejoindra ce qui est observé dans la plaine de l'est de Pernes-les-Fontaines.

9. CONCLUSIONS

La société 4M Provence souhaite renouveler son autorisation d'exploitation de la carrière Sainte-Marie à Pernes-les-Fontaines pour pouvoir terminer d'exploiter la totalité du périmètre initialement autorisé. Cela représente une extraction prévisionnelle d'une surface d'environ 1 ha. Cela impactera la biodiversité localement présente qui est assez peu diversifiée et relativement acclimatée aux espaces perturbés mais tout de même naturels des carrières et de leurs abords. Quelques espèces animales protégées patrimoniales auraient été significativement impactées par le projet en l'absence de mesures mais la séquence ERC consentie par 4M Provence permettra de réduire à un niveau non notable ces impacts et d'améliorer les fonctionnalités écologiques locales.

Considérant les impacts résiduels négligeables voire positifs sur la biodiversité du site le projet ne sera pas source de perte nette de biodiversité et permettra même, à long terme et dans le cas d'une restitution du site à la nature, une augmentation locale de la biodiversité et des fonctionnalités écologiques. Le projet n'est donc pas soumis à la nécessité de réaliser une demande de dérogation à l'interdiction de destruction d'espèces protégées.

Via le bon respect et la bonne application de la mesure d'évitement, des mesures de réduction et le suivi en phase exploitation, la poursuite de l'exploitation de la carrière Sainte-Marie n'entraînera pas de perte nette de biodiversité selon l'expertise écologique ayant été réalisée dans le cadre du volet naturel de l'étude d'impact. Les impacts ont été supprimés ou seront réduits à un niveau non significatif. Par conséquent le projet de poursuite de l'activité de la carrière ne nécessitera pas de déroger à l'interdiction de destruction d'espèces protégées.

BIBLIOGRAPHIE

➤ Documents techniques consultés

DHERMAIN F., 1999 à 2004. – Chronique naturaliste provençale. Conservatoire-Etudes des Ecosystèmes de Provence, Feuillet naturaliste, 39 à 69.

I CARE & CONSULT ET BIOTOPE, 2020, Photovoltaïque et biodiversité : exploitation et valorisation de données issues de parcs photovoltaïques en France. Rapport final.

INPN – Liste des protections réglementaires nationale et régionale en Paca : <http://inpn.mnhn.fr/programme/evaluation-etat-conservation/presentation>

LPO-PACA, base de données en ligne Faune-PACA (www.faune-paca.org)

MAURIN H. & KEITH P. (coord.), 1994. Inventaire de la faune menacée de France. MNHN, WWF. Nathan, Paris.

MINISTERE DE L'ECOLOGIE, DE L'ENERGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE – Le portail du réseau Natura 2000, site Internet : <http://www.natura2000.fr/>

Ministère de la transition écologique et solidaire, 2018. Évaluation environnementale – Guide d'aide à la définition des mesures ERC. 134p.

NATURALIA Environnement. 2022. Suivi écologique du site de Catalunya - Zones « APPB » et « centrale photovoltaïque » - Bilan Année N+10 ans.

NATURALIA Environnement. 2021. Suivi écologique des milieux naturels de la centrale photovoltaïque du Mourven. Suivi écologique 2020 (N+5).

NATURALIA Environnement. 2022. Suivi de la centrale photovoltaïque « les routes de Maligey ». Commune de Jonquières (84). Suivi 2022 (N+ 3 ans).

NATURALIA Environnement 2021. Parcs photovoltaïques au sol 4 et 5 commune de Belvezet (30) – Suivi environnementale année 2021 (N+4 ans).

OFATE. (2020). Centrales solaires – un atout pour la biodiversité, traduction de BNE (2019). Solarparks - Gewinne für die Biodiversität. 67p.

➤ Habitats / Flore

AGENCE MÉDITERRANÉENNE DE L'ENVIRONNEMENT, CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL MÉDITERRANÉEN DE PORQUEROLLES, 2003 – Plantes envahissantes de la région méditerranéenne. Agence Méditerranéenne de l'Environnement. Agence Régionale Pour l'Environnement Provence-Alpes-Côte d'Azur. 48 p.

BARDAT J. et al., 2004. Prodrome des végétations de France. Publications scientifiques du Muséum National d'Histoire Naturelle. 171 pages.

BISSARDON M., GUIBAL L. & RAMEAU J.-C., 1997 – CORINE Biotopes – Version originale – Types d'habitats français ; Ecole nationale du génie rural et des eaux et forêts, Laboratoire de recherches en sciences forestières, Nancy (France), 339 p.

BOCK B., 2003 - Base de données nomenclature de la flore de France, version 3 ; Tela Botanica, Montpellier (France) ; base de données FileMaker Pro.

BOURNÉRIAS M., PRAT D. & AL., 1998 - Les Orchidées de France, Belgique et Luxembourg. Biotopie, Mèze (collection Parthénope), 504 p.

BRAUN-BLANQUET J., 1951 – Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. 297p.

COLLECTIF ANONYME, 2005 – Les orchidées de France, Belgique et Luxembourg, parthénope Collection, 504p.

Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles. Base de données Silène : <http://silene.cbmed.fr>

COSTE H., 1906 - Flore de la France. A. Blanchard. 3 vol.

DANTON P. & BAFFRAY M. (dir. sc. Reduron J.-P.), 1995 - Inventaire des plantes protégées en France. Ed. Nathan, Paris / A.F.C.E.V., Mulhouse, 296 p.

DELFORGE P., 2005 - Guide des orchidées d'Europe, d'Afrique du Nord et du Proche-Orient. Delachaux et Niestlé, 640p.

DIADEMA K., 2006 – Apport de la phylogéographie, de la dynamique et de la structure des populations pour la conservation de végétaux endémiques méditerranéen. Thèse de biologie des populations et écologie. Université Paul Cézanne. 207 p. + ann.

DUQUET M., 1992. Inventaire de la faune de France. Nathan, Paris. 416p.

I.E.G.B. (M.N.H.N.), 1994 – Livre rouge de la flore menacée en France. Tome 1 : espèces prioritaires – Mus. Nat. Hist. Nat., Cons. Bot. Nat. De Porquerolles, ministère de l'Environnement. Paris, 485 p.

I.U.C.N., 1998 – 1997 IUCN Red List of threatened plants. IUCN edit., Gland, Suisse.

JAUZEIN P., 1995 – Flore des champs cultivés. INRA édit., Paris, 898 p.

JAUZEIN. P, TISON. JM – A paraître. Flore Pratique de la Méditerranée.

LA DOCUMENTATION FRANCAISE, 2002 – Cahiers d'habitats naturels. Tome 7 : espèces végétales. MNHN, ministère de l'Agriculture et de la pêche, Mate, 271 p.

LE BERRE M., DIADEMA K., PIRES M., NOBLE V., DEBARROS G., GAVOTTO O. 2017. Hiérarchisation des enjeux de conservation de la flore en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Rapport inédit, CBNMed, CBNA, Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, 30 pages + annexes.

LEGUMINO. Base de données des Fabacées de France : <http://legumino.tela-botanica.org/>

MEDAIL F., 1994. – Liste des habitats naturels retenus dans la directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, présents en région méditerranéenne française (Régions Provence-Alpes-Côte d'Azur, Languedoc-Roussillon et Corse). 72 p.

MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT, 1994 – Arrêté du 09/05/94 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Provence – Alpes – Côte d'Azur complétant la liste nationale. Journal Officiel de la République Française.

MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT, 1995 – Arrêté du 09/05/94 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Provence – Alpes - Cotes d'Azur complétant la liste nationale. Journal Officiel de la République Française.

MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT, 1998 – Arrêté du 20 janvier 1982 relatif à la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire national, Journal Officiel de la République Française. 14p.

MNHN, 2001 – Cahiers d'habitats forestiers, La Documentation Française, volume 2, 423p.

MULLER S. (coord.), 2004 - Plantes invasives en France. Collection Patrimoines Naturels, 62. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 168 p.

MULLER. M - 2006. Plantes invasives en France. Publications Scientifiques du Muséum 168 p.

OLIVIER L., GALLAND J.-P., MAURIN H. & ROUX J.-P., 1995 – Livre rouge de la flore menacée de France. Tome 1 : espèces prioritaires. Collection Patrimoines naturels, vol 20, CBN de Porquerolles, MNHN, ministère de l'Environnement, 486

- OLIVIER L., GALLAND J.-P., MAURIN H., & ROUX J.-P., 1995. Livre rouge de la flore menacée de France. Tome 1 : Espèces prioritaires. Muséum National d'Histoire Naturelle / Conservatoire Botanique National de Porquerolles / Ministère de l'Environnement éd., 621 p.
- RAMEAU J.-C. Corine Biotopes. Version originale. Types d'habitats français. ENGREF 175p.
- REDURON J.-P., 2007 - Ombellifères de France. Tome 1. Bulletin de la société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série, Numéro spécial 26 : 564 p.
- REDURON J.-P., 2007 - Ombellifères de France. Tome 2. Bulletin de la société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série, Numéro spécial 27 : 578 p.
- REDURON J.-P., 2007 - Ombellifères de France. Tome 3. Bulletin de la société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série, Numéro spécial 28 : 584 p.
- REDURON J.-P., 2008 - Ombellifères de France. Tome 4. Bulletin de la société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série, Numéro spécial 29 : 626 p.
- REDURON J.-P., 2008 - Ombellifères de France. Tome 5. Bulletin de la société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle Série, Numéro spécial 30 : 660 p.
- ROUX J.-P. et NICOLAS I., 2001 – Catalogue de la Flore rare et menacée en région P.A.C.A. Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles / Agence Régionale pour l'Environnement, Hyères.
- ROUX J.-P., VALENTIN B. et al., 2012 - Liste rouge des espèces menacées en France. Flore vasculaire de France métropolitaine : Premiers résultats pour 1 000 espèces, sous-espèces et variétés. UICN France, MNHN, FCBN
- SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ORCHIDOPHILIE - 1998. Les orchidées de France, Belgique et Luxembourg. Parthénope 416 p.
- SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'ORCHIDOPHILIE (ouvrage collectif sous la direction de M. Boumérias et D. Prat), 2005 - Les orchidées de France, Belgique et Luxembourg ; Deuxième édition. Biotope, Collection Parthénope, Paris, 504 p.
- SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYTOSOCIOLOGIE - 2004. Prodrôme des végétations de France. Publications Scientifiques du Muséum 171 p.
- **Entomofaune et Malacofaune**
- Association Proserpine (in ed.) – Atlas des papillons diurnes de la région PACA.
- BELLMANN H., LUQUET G., 2009 – Guide des sauterelles, grillons et criquets d'Europe occidentale (Delachaux et Niestlé)
- BERGER P., 2012 – Coléoptères Cerambycidae de la faune de France continentale et de Corse. Actualisation de l'ouvrage d'André Villiers, 1978. (Supplément au tome XXI, R.A.R.E.). Association Roussillonnaise d'Entomologie, Perpignan, 664 p.
- BENCE S. & RICHAUD S. (coord.), 2019 – Atlas des papillons de jour et des zygènes de Provence-Alpes-Côte d'Azur. CEN PACA, le Naturographe, Gap, 544 p.
- BENCE S. (coord.), 2018 – Liste rouge des Orthoptères de Provence-Alpes-Côte d'Azur. CEN-PACA, 43 p.
- BENCE S. (coord.), 2014 – Liste rouge des Rhopalocères et Zygènes de Provence-Alpes-Côte d'Azur. CEN-PACA. 21p.
- BENCE S., BLANCHON Y., BRAUD Y., DELIRY C., DURAND E. & LAMBRET P., 2011 – Liste Rouge des Odonates de Provence-Alpes-Côte d'Azur. Martinia, 27(2) : 123-133.
- BOUGET C., BRUSTEL H., NOBLECOURT T. & ZAGATTI P., 2019 – Les Coléoptères saproxyliques de France – Catalogue écologique illustré. Muséum d'Histoire Naturelle, Paris, 744 p. (Patrimoine Naturel, 79).
- CEN-PACA, 2016 – Inventaire régional des Lépidoptères de PACA. En ligne : http://www.cen-paca.org/index.php?rub=3&pag=3_12_5especes
- DIJKSTRA K.-D.B., 2007 – Guide des libellules de France et d'Europe. Delachaux et Niestlé, Les guides du naturaliste, 320p.
- DOMMANGET J.-J., 2002 – Inventaire cartographique des Odonates de France Bilan 1982-2000. Martinia Tome 18 supplément 1. Revue scientifique de la Société Française d'Odonatologie.
- DUPONT, P. (coord.), 2010 – Plan national d'actions en faveur des Odonates. Office pour les insectes et leur environnement / Société Française d'Odonatologie –ministère de Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, 170 pp.
- GRAND D., BOUDOT J.-P., 2006 – Les Libellules de France, Belgique et Luxembourg. Biotope, Mèze, (Collection Parthénope), 480 pages
- HERES A., 2011 – Guide des Zygènes de France (Supplément au tome XX, R.A.R.E.). Association Roussillonnaise d'Entomologie, Perpignan, 143 p.
- LAFRANCHIS, T., 2000 – Les papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles, Mèze France): Biotope
- LAMBRET, P. (coord.), 2011 – Plan Régional d'Actions en faveur des Odonates de Provence-Alpes-Côte d'Azur (2011-2015) – Version technique au 28 nov. 2011. Amis des Marais du Vigueirat, Arles, 86 pp.
- OPIE / PROSERPINE, 2009 – Atlas des papillons de jour de Provence-Alpes-Côte d'Azur. Turriers, Naturalia Publications
- TRONQUET M. (coord.), 2014 – Catalogue des Coléoptères de France (Supplément au tome XXIII, R.A.R.E.). Association Roussillonnaise d'Entomologie, Perpignan, 1052 p. + suppléments.
- **Herpétofaune**
- ARNOLD N. & OVENDEN D., 2004 - Le Guide herpéto. Delachaux & Niestlé, « Les Guides Naturalistes », 288 p.
- DONAIRES-BARROSO D., BEEBEE T., BEJA P., ANDREONE F., BOSCH J., TEJEDO M., LIZANA M., MARTÍNEZ-SOLANO I., SALVADOR A., GARCÍA-PARÍS M., RECUELO GIL E., SLIMANI T., EL MOUDEN E.H. & MARQUEZ R. 2009. *Hyla meridionalis*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. Downloaded on 26 May 2014.
- GASC J.-P., CABELA A., CRNOBRNJA-ISAIOVIC J., DOLMEN D., GROSSENBACHER K., HAFNER P., LESCURE J., MARTENS H., MARTINEZ RICA J.-P., MAURIN H., OLIVEIRA M.E., SOFIANIDOU T.S., VEITH M. & ZUIDERWIJK A. (Eds) (1997) – Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe. SEH & MNHN (IEGB/SPN) Paris, 496p.
- GENIEZ PH. ET CHEYLAN M., 2012 – Les Amphibiens et les Reptiles du Languedoc-Roussillon et régions limitrophes. Atlas biogéographique. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaire et biodiversité), 448 p.
- LESCURE J., MASSARY de J.-C. (coords). 2012 ; Atlas des Amphibiens et Reptiles de France. Biotope, Mèze ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (collection Inventaires & biodiversité), 272 p.
- VACHER J.-P. et GENIEZ M. (coord.), 2010.- Les reptiles de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 544p.
- **Avifaune**
- BERGIER P., DHERMAIN F., OLIOSSO G. & ORSINI P., 1991. Les oiseaux de Provence, liste commentée des espèces, Annales du CROP N°4, Aix en Provence, 38p.
- BIRDLIFE International, 2004. – Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. Cambridge, UK : BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 12)

- CONSERVATOIRE ETUDES DES ECOSYSTEMES DE PROVENCE – CEEP, 1992. – Liste rouge des oiseaux nicheurs dans la région PACA, Faune de Provence n°13 :5-13.
- DHERMAIN F., BERGIER P., OLIOSSO G., ORSINI P., 1994. – Complément à la « liste commentée des oiseaux des Provence » mise à jour 1993. Faune de Provence (C.E.E.P.), 15 : 25-42.
- DUBOIS. P. J., LE MARECHAL, P., OLIOSSO G., YESOU P., 2008. – Le Nouvel Inventaire des Oiseaux de France. Delachaux et Niestlé. Paris. 560 p.
- FLITTI A. & AL., 2009. – Atlas des oiseaux nicheurs de Provence Alpes-Côte d'Azur. Editions Delachaux et Niestlé. 544 p.
- LASCEVE CROCQ C., KABOUCHE B. ET FLITTI A. (2001) – Oiseaux menacés et à surveiller en Provence-Alpes-Côte d'Azur : Ecologie générale, Statuts, Effectifs et tendances, Mesures de conservation. DIREN PACA/LPO PACA-CEEP. Hyères, 223p.
- LPO, 2008 – Atlas interactif des oiseaux nicheurs en région PACA : <http://www.atlas-oiseaux.org/atlas.htm>
- THIOLLAY J.M. & BRETAGNOLLE V. (coord.), 2004. – Rapaces nicheurs de France, Distribution, effectifs et conservation, Delachaux et Niestlé, Paris.
- TUCKER G.M. & HEATH, M.F., 1994. - Birds in Europe: their conservation status. BirdLife International, Conservation Series no. 3, Cambridge, UK.
- Yeatman-Berthelot D. et Jarry G., 1984. – Nouvel Atlas des oiseaux nicheurs de France (1985 – 1989) – Société ornithologique de France, Paris, 776 pp.
- **Mammifères**
- ARTHUR L., et LEMAIRE. M., 1999 – Les chauves-souris, maîtresses de la nuit. Lausanne – Paris, Delachaux. 265 p.
- AULAGNIER S., HAFFNER P., MITCHELL-JONES A.J., MOUTOU F. et ZIMA J., 2008 – Guide des mammifères d'Europe, d'Afrique du Nord et Moyen-Orient. Delachaux et Niestlé. 271 p.
- BARATAUD, M. (1992). Reconnaissance des espèces de Chiroptères français à l'aide d'un détecteur d'ultrason : le point sur les possibilités actuelles. In M.d.h. naturelle, (Ed.) Proceedings : Actes du XVIème colloque francophone de mammalogie SFEPM, 1992, Grenoble, SFEPM, 58-68.
- DIETZ C., HELVERSEN O.V et NILL D. (2009). L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord. Delachaux et Niestlé, 395 p.
- DREAL PACA/ SBEP / SPI / Pole évaluation environnementale des projets, 2009 - Commentaire des cartes d'alertes relatives aux chiroptères en Provence-Alpes-Côte-D'Azur. 7 p.
- FAYARD A. dir. (1984). Atlas des mammifères sauvages de France. SFEPM, Paris. 299 p.
- GAUBERT P., JIGUET F., BAYLE P. et ANGELICI F.-M. (2008) Has the common genet (*Genetta genetta*) spread into south-eastern France and Italy ? Italian Journal of Zoology, 75(1):43-57.
- HACQUART et al 1997. Chiroptères des Bouches du Rhône et du Var. Faune de Provence, vol 18. Pp 18-32.
- LE LOUARN H. et QUERE J.-P. (2003). Les rongeurs de France. Faunistique et biologie. 2ème édition revue et argumentée, Inra Editions, Versailles. 159p.
- QUERE J.-P. et LE LOUARN H. (2011). Les rongeurs de France. Faunistique et biologie. 3ème édition revue et argumentée, Quae Editions, Versailles. 311p.
- SFEPM. 1984. Atlas des Mammifères sauvages de France – Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères.
- SFEPM, 2007. – Effectif et état de conservation des chiroptères de l'annexe II de la Directive « Habitats-Faune-Flore » en France métropolitaine. Bilan 2004. 33 pp.

ANNEXES

Annexe I - Descriptions générales des différents types de documents d'alerte

Les ZNIEFF

L'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Floristique et Faunistique (ZNIEFF) est réalisé à l'échelle régionale par des spécialistes dont le travail est validé par le Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel (CSRPN) nommé par le préfet de région. Cet inventaire national établi à l'initiative et sous le contrôle du Ministère chargé de l'Environnement constitue un outil de connaissance du patrimoine naturel de la France. Les données sont enfin transmises au Muséum National d'Histoire Naturelle pour évaluation et intégration au fichier national informatisé.

Les ZNIEFF correspondent à une portion de territoire particulièrement intéressante sur le plan écologique, participant au maintien des grands équilibres naturels ou constituant le milieu de vie d'espèces animales et végétales rares, caractéristiques du patrimoine naturel régional. Bien que l'inventaire ne constitue pas une mesure de protection juridique directe, ce classement implique sa prise en compte par les documents d'urbanisme et les études d'impact. En effet, les ZNIEFF indiquent la présence d'habitats naturels et identifient les espèces remarquables ou protégées par la loi. Il existe deux types de ZNIEFF :

- Les ZNIEFF de type I sont des secteurs de superficie limitée, caractérisés par la présence d'espèces, d'association d'espèces ou de milieux rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel national ou régional.
- Les ZNIEFF de type II sont de vastes ensembles naturels riches et peu modifiés par l'Homme, ou qui offrent des potentialités biologiques importantes. Les zones de type II peuvent inclure une ou plusieurs zones de type I.

Les zones humides

Les zones humides sont définies réglementairement aux articles L221-1 et R211-018 du code de l'environnement comme « les 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 ». Les critères sont relatifs à la morphologie des sols liée à la présence prolongée d'eau d'origine naturelle et à la présence éventuelle de plantes hygrophiles (listes établies par région biogéographique). En l'absence de végétation hygrophile, la morphologie des sols suffit à définir une zone humide. Le texte ne s'applique pas aux plans d'eau, cours d'eau ou canaux.

Les zones humides sont des espaces de transition entre la terre et l'eau, ce qui leur confère des propriétés et des fonctions uniques (amélioration de la qualité de l'eau ; régulation des écoulements...). La reconnaissance grandissante de l'intérêt des zones humides se traduit par un renforcement de la réglementation en leur faveur :

- circulaire du 30 mai 2008 relative à certaines zones soumises à contraintes environnementales et en particulier son annexe G (Circulaire de mise en application du décret n° 2007- 882 du 14 mai 2007, codifié sous les articles R. 114-1 à R. 114-10),
- circulaire du 18 janvier 2010 relative à la délimitation des zones humides en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement et en particulier son annexe VI, qui précisent, pour les ZHIEP (Zone Humide d'Intérêt Environnemental Particulier) et les ZSGE (Zone Stratégiques pour la Gestion de l'Eau), leur définition et leurs finalités, ainsi que les principes de leur délimitation,
- circulaire du 4 mai 2011 relative à la mise en œuvre des schémas d'aménagement et de gestion des eaux, notamment l'annexe 8.

Le préfet peut prendre l'initiative de procéder à une délimitation de tout ou partie des zones humides d'un département. La délimitation n'a pas d'effet juridique. Elle doit seulement permettre aux services de l'État d'avoir un état zéro des zones humides du département présentant certaines particularités (enjeux, conflits).

Rappelons qu'en zone humide, sont obligatoirement soumis à étude d'impact d'une part, les assèchements, mises en eau, imperméabilisations et remblaiements de zones humides soumis à autorisation et, d'autre part, la réalisation de travaux de drainage soumis à autorisation. Le nivellement du sol ayant pour effet de bloquer le mode d'écoulement des eaux, de réduire la pression de l'eau, d'abaisser le niveau de la nappe phréatique et de ne plus rendre inondables les zones jusqu'alors saturées d'eau rentre dans le champ de cette rubrique.

Les Plans nationaux d'actions

Le critère déterminant pour décider d'engager un plan national d'actions est le statut de l'espèce sur les listes rouges établies par l'UICN (d'autres critères sont utilisés comme les engagements européens/internationaux ou la responsabilité de la France). Il s'agit ensuite de mettre en place des actions en faveur des espèces menacées sélectionnées, répondant à des objectifs fixés. L'application est prévue pour une période de 5 ans en général (10 ans pour certains plans). La plupart des PNA identifient le besoin de protéger les principaux noyaux de populations par des statuts de protection, notamment réglementaires (APPB, RN, etc.).

A l'heure actuelle, ces délimitations n'ont pas de caractère réglementaire, mais sont à prendre en compte afin de ne pas réaliser d'action qui aille à l'encontre des objectifs et des actions fixés par le PNA sur ces périmètres.

Les espaces naturels sensibles

Institués par la loi du 31 décembre 1976, ces ENS sont régies par le Code de l'Urbanisme. L'Espace Naturel Sensible (ENS) est un site naturel qui présente un fort intérêt biologique et paysager. Il est fragile et souvent menacé et de ce fait doit être préservé.

Pour se faire, le Conseil Général réalise leur acquisition foncière ou par la signature de conventions avec les propriétaires privés ou publics. On distingue :

- les sites départementaux gérés par le Conseil Général (et propriété du Conseil Général) ;
- les sites locaux gérés par des communes, des communautés de communes ou des associations.

« Afin de préserver la qualité des sites, des paysages, des milieux naturels et des champs naturels d'expansion des crues et d'assurer la sauvegarde des habitats naturels selon les principes posés à l'article L. 110, le département est compétent pour élaborer et mettre en œuvre une politique de protection, de gestion et d'ouverture au public des espaces naturels sensibles, boisés ou non. (...) »

Les périmètres Natura 2000

La réglementation européenne repose essentiellement sur le Réseau Natura 2000 qui regroupe la Directive Oiseaux (du 2 avril 1979) et la Directive Habitats-Faune-Flore (du 21 mai 1992), transposées en droit français. Leur but est de préserver, maintenir ou rétablir, dans un état de conservation favorable, des habitats naturels et des espèces de faune et de flore sauvages d'intérêt communautaire.

➤ Zones de Protection Spéciale

La Directive Oiseaux (CE 79/409) désigne un certain nombre d'espèces dont la conservation est jugée prioritaire au plan européen. Au niveau français, l'inventaire des Zones d'Importance pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) sert de base à la délimitation de sites appelés Zones de Protection Spéciale (ZPS) à l'intérieur desquelles sont contenues les unités fonctionnelles écologiques nécessaires au développement harmonieux de leurs populations : les « habitats d'espèces » (que l'on retrouvera dans la Directive Habitats). Ces habitats permettent d'assurer la survie et la reproduction des oiseaux sauvages menacés de disparition, vulnérables à certaines modifications de leurs habitats ou considérés comme rares.

La protection des aires de reproduction, de mue, d'hivernage et des zones de relais de migration pour l'ensemble des espèces migratrices est primordiale, et comprend aussi bien des milieux terrestres que marins.

➤ Zones Spéciales de Conservation / Sites d'Importance Communautaire

La Directive Habitats (CE 92/43) concerne le reste de la faune et de la flore. Elle repose sur une prise en compte non seulement d'espèces mais également de milieux naturels (les « habitats naturels », les éléments de paysage qui, de par leur structure linéaire et continue ou leur rôle de relais, sont essentiels à la migration, à la distribution géographique et à l'échange génétique d'espèces sauvages.), dont une liste figure en annexe I de la Directive. Suite à la proposition de Site d'Importance Communautaire (pSIC) transmise par la France à l'U.E., elle conduit à l'établissement des Sites d'Importance Communautaire (SIC) qui permettent la désignation de Zones Spéciales de Conservation (ZSC).

Les Arrêtés préfectoraux de biotope

Pris par les préfets de département, les Arrêtés Préfectoraux de Protection de Biotope (APPB) se basent sur l'avis de la commission départementale des sites. Ils ont pour objectif, la protection des biotopes nécessaires à l'alimentation, la reproduction, le repos ou la survie des espèces animales ou végétales protégées par la loi.

Réglementé par le décret (n° 77-1295) du 25 novembre 1977, pris pour l'application des mesures liées à la protection des espèces prévues par la loi du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature : ces dispositions sont codifiées aux articles R. 411-15 à R. 411-17 et R. 415-1 du code de l'environnement. Il existe en outre une circulaire n° 90-95 du 27 juillet 1990 relative à la protection des biotopes nécessaires aux espèces vivant dans les milieux aquatiques.

Les APPB ne comportent pas de mesures de gestion mais consistent essentiellement en une interdiction d'actions ou d'activités pouvant nuire à l'objectif de conservation du ou des biotope(s), et qui sont susceptibles d'être contrôlés par l'ensemble des services de police de l'Etat. Ils représentent donc des outils de protection forte, pouvant de plus être mobilisés rapidement (la procédure de création peut être courte durée s'il n'y a pas d'opposition manifeste).

Les Parcs naturels nationaux / régionaux

Réglementés par le Code de l'Environnement, et notamment par la Loi n°2006-436 du 14 avril 2006 relative aux parcs nationaux, aux parcs naturels marins et aux parcs naturels régionaux.

Placés sous la tutelle du ministre chargé de la protection de la nature, les Parcs Naturels Nationaux français sont au nombre de 9. Classé par décret, un parc naturel national est généralement choisi lorsque « la conservation de la faune, de la flore, du sol, du sous-sol, de l'atmosphère, des eaux et, en général, d'un milieu naturel présente un intérêt spécial et qu'il importe de préserver ce milieu contre tout effet de dégradation naturelle et de le soustraire à toute intervention artificielle susceptible d'en altérer la diversité, la composition, l'aspect et l'évolution. » (Chap. Ier, Article L331-1 du Code de l'Environnement). Tous les parcs nationaux assurent une mission de protection des espèces, des habitats et des ressources naturelles, une mission de connaissance, une mission de sensibilisation et d'éducation à l'environnement. Enfin, ils participent au développement local et au développement durable.

Les Parcs Naturels Régionaux (PNR) ont pour objectif de protéger le patrimoine naturel et culturel remarquable d'espaces ruraux de qualité mais fragiles (Chap. III, Article L333-1 du Code de l'Environnement) Leur politique s'appuie sur la protection de l'environnement, l'aménagement du territoire et son développement économique et social. La charte constitutive est élaborée par la région avec l'accord de l'ensemble des collectivités territoriales concernées et adoptée par décret portant classement en PNR pour une durée maximale de dix ans. La révision de la charte est assurée par l'organisme de gestion du PNR.

Les Réserves naturelles nationales / régionales

Réglementés par le titre III du livre III « Espaces naturels » du Code de l'Environnement relatif aux parcs et réserves, et modifié notamment par la Loi dite « Grenelle II » du 12 juillet 2010. Les réserves sont des outils réglementaires, de protection forte, correspondant à des zones de superficie limitée créées afin « d'assurer la conservation d'éléments du milieu naturel d'intérêt national ou la mise en œuvre d'une réglementation communautaire ou d'une obligation résultant d'une convention internationale » (Art L332-2 du Code de l'Environnement).

Les Réserves Naturelles Nationales sont classées par décision du Ministre chargé de l'écologie et du développement durable. Elles sont créées par un décret (simple ou en Conseil d'Etat) qui précise les limites de la réserve, les actions, activités, travaux, constructions et modes d'occupation du sol qui y sont réglementés. Pour chaque réserve la réglementation est définie au cas par cas afin d'avoir des mesures de protection appropriées aux objectifs de conservation recherchés ainsi qu'aux activités humaines existantes sur chaque site.

En application de l'article L332-11 du Code de l'Environnement (modifié par Loi n°2002-276 du 27 février 2002 - art. 109 JORF 28 février 2002), les anciennes réserves naturelles volontaires sont devenues des Réserves Naturelles Régionales. Elles peuvent être créées à l'initiative des propriétaires des terrains eux-

mêmes ou des conseils régionaux afin de protéger les espaces « *présentant un intérêt pour la faune, la flore, le patrimoine géologique ou paléontologique ou d'une manière générale pour la protection des milieux naturels* » (art L332-2 du Code de l'Environnement). Le conseil régional fixe alors les limites de la réserve, les règles applicables, la durée du classement (reconductible tacitement) et désigne ensuite un gestionnaire avec lequel il passe une convention.

Les réserves de Biosphère

Les Réserves de biosphère sont le fruit du programme « Man and Biosphère » (MAB) initié par l'UNESCO en 1971 qui vise à instaurer des périmètres, à l'échelle mondiale, au sein desquels sont mises en place une conservation et une utilisation rationnelle de la biosphère.

Les réserves de biosphère, désignées par les gouvernements nationaux, sont pensées comme étant des territoires d'application du programme MAB, qui consiste à « promouvoir un mode de développement économique et social, basé sur la conservation et la valorisation des ressources locales ainsi que sur la participation citoyenne ». La France compte un réseau de 10 réserves de biosphère, animé par le Comité MAB France, mais dont chacune reste placée sous la juridiction de l'Etat.

Les objectifs généraux de ces réserves sont triples : conserver la biodiversité (écosystèmes, espèces, gènes...), assurer un développement pour un avenir durable et mettre en place un réseau mondial de recherche et de surveillance continue de la biosphère.

Pour cela chacune d'elle est divisée en 3 secteurs : l'aire centrale dont la fonction est de protéger réglementairement la biodiversité locale, la zone tampon consacrée à l'application d'un mode de développement durable, et la zone de transition (ou coopération) où les restrictions sont moindres.

Les réserves nationales de chasse et de faune sauvage

Institué par la loi du 23 février 2005, c'est l'article L. 422-27 du code de l'environnement qui définit les Réserves Nationale de Chasse et de Faune Sauvage (RNCFS). Ces réserves ont pour vocation :

- De protéger les populations d'oiseaux migrateurs conformément aux engagements internationaux ;
- D'assurer la protection des milieux naturels indispensables à la sauvegarde d'espèces menacées ;
- De favoriser la mise au point d'outils de gestion des espèces de faune sauvage et de leurs habitats ;
- De contribuer au développement durable de la chasse au sein des territoires ruraux.

Elles sont créées à l'initiative d'un détenteur de droit de chasse ou d'une fédération départementale ou interdépartementale de chasseurs. Ces réserves sont organisées en un réseau national sous la responsabilité de l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS) et de la Fédération nationale des chasseurs. Les conditions d'institution et de fonctionnement de ces réserves sont fixées par un décret en Conseil d'Etat.

Les sites RAMSAR

La convention de Ramsar sur les zones humides d'importance internationale du 2 février 1971 est relative aux zones humides d'importance internationale. Elle a pour objet de préserver les fonctions écologiques fondamentales des zones humides en tant que régulateur du régime des eaux et en tant qu'habitats d'une flore et d'une faune caractéristiques et, particulièrement, des oiseaux d'eau.

C'est le seul traité mondial du domaine de l'environnement qui porte sur un écosystème particulier et les pays membres de la Convention couvrent toutes les régions géographiques de la planète. Ainsi, au plan mondial, la convention a été ratifiée par 160 pays, et compte, en février 2012, 1 994 sites inscrits pour une superficie de 191,8 millions d'hectares. La France a ratifié la convention de Ramsar en 1986 avec la désignation d'un site (La Camargue). En 2012, la France avait désigné 38 sites d'une superficie totale de près de 3 315 695 ha, dont 30 sites en métropole et 8 sites en outre-mer. Ce sont actuellement les zones humides littorales, les plans d'eau et lagunes qui sont le mieux représentés parmi les sites désignés. Les deux derniers sites désignés l'ont été en février 2012.

La désignation d'un site constitue simplement un acte de labellisation et de reconnaissance par l'État. Celle-ci n'a donc aucun effet juridique.

Annexe II – Equipe retenue pour cette expertise écologique

- **Chef de projet :**

Jordan GALLI

Ecologue généraliste, sa rédaction, avant de rejoindre Naturalia Environnement, d'une trentaine d'études naturalistes dans leur intégralité pour des projets divers (zones d'activités, lotissements, projet routier de contournement urbain, projets militaires, microcentrales hydroélectriques, planification d'urbanisation future dans le cadre de PLU, etc.) dans trois régions différentes (Auvergne-Rhône-Alpes, Occitanie et PACA) lui a permis d'avoir une vision très globale de l'approche naturaliste d'un projet et des attentes tant du côté des porteurs de projets que des services instructeurs quant à la qualité et au contenu des études.

Depuis son arrivée à Naturalia Environnement Jordan GALLI gère en moyenne une trentaine d'études par an réparties entre des projets d'aménagements (ZAC, certification, BREEAM), des projets d'énergies renouvelables (centrales photovoltaïques, parcs éoliens) et des projets de gestion d'espaces naturels (dragages de cours d'eau, gestion des risques inondation, **suivis écologiques**). Sa gestion des projets est basée sur un accompagnement étroit des porteurs du projet tout au long de la réalisation des études afin de prendre en compte au plus tôt tout nouvel enjeu environnemental mis en évidence par les campagnes d'expertises naturalistes.

- **Experts sollicités :**

Thomas CROZE, écologue spécialiste des habitats méditerranéens et de la flore

Il est aujourd'hui chargé de mission Flore et Habitat Naturel. Botaniste actif et reconnu, spécialiste des cortèges méditerranéens et alpins, il est amené régulièrement à travailler sur des études d'impact et des notices d'incidences Natura 2000 pour lesquels il réalise des inventaires floristiques et des cartographies des habitats naturels. Il est l'un des botanistes référents en région PACA. Il a acquis au cours de ses études universitaires, recherches personnelles puis en travaillant à Naturalia de solides connaissances sur la flore du Var et est aujourd'hui le référent au sein de la société pour le pôle botanique de ce département. Son intérêt prononcé pour la paléo- et biogéographie lui permet d'aborder les relations complexes des flores à leur environnement au cours du temps. Ses travaux portant sur l'organisation et la mise place des végétations révèlent notamment le poids éco géographique déterminant des petits espaces insulaires, du littoral, des gorges, et des balcons rocheux dans les phénomènes de persistance de flores rares, endémiques ou encore relictuelles. Ces approches toujours solidaires de la spatialité, permettent d'identifier et de concevoir le rôle fonctionnel primordial de certaines trames environnementales qui assurent les possibilités de réponses des espèces aux changements globaux en cours.

Paul MENARD, écologue fauniste ornithologue et entomologiste

Titulaire d'un Master II mention "Gestion Intégrée du Littoral et des Ecosystèmes", ainsi que d'un DUT Génie biologique, mention "Génie de l'environnement", il est aujourd'hui chargé d'études ornithologue. Passionné d'ornithologie depuis toujours, ses expertises de terrains lui ont permis d'être aguerri à d'autres domaines naturalistes et a su élargir ses champs de compétences à l'entomologie (Odonates, Orthoptères et Lépidoptères) ainsi qu'à la reconnaissance et l'étude des amphibiens et reptiles de France et de Corse

Antoine COQUIS, écologue spécialiste des reptiles et amphibiens

Diplômé du Master Biodiversité Ecologie Evolution – Parcours Ingénierie Ecologique de l'Université d'Aix-Marseille, il est aujourd'hui chargé d'études naturalistes spécialisé dans le domaine de l'herpétologie chez Naturalia-environnement depuis février 2021. Il a acquis depuis son plus jeune âge et au travers d'actions de suivi et de prospections d'espèces dans le domaine scientifique et associatif, des connaissances naturalistes dans différents taxons que son l'herpétologie et l'ornithologie. Il réalise aujourd'hui des suivis et des inventaires naturalistes mais il vient également en appui ponctuellement sur des études et des inventaires liés aux chiroptères et à l'avifaune (pose de d'enregistreurs audio et photographiques).

Mathieu FAURE, écologue spécialiste des mammifères (dont chiroptères)

Fort de son expérience acquise ces 10 dernières années, Mathieu a en charge l'organisation du pôle mammifères. Il a participé à l'ensemble des expertises mammalogiques menées par NATURALIA sur l'ensemble de la région PACA. Ses domaines de compétences concernent non seulement les chiroptères (dispose des autorisations de capture ; et écoutes et analyses ultrasonores ; développement de méthodologies standardisés) que des Mammifères (captures de micro-mammifères ; détection d'indices de présence de mammifères semi-aquatiques comme le Castor d'Europe, le Campagnol amphibie).

Son intervention sur des projets similaires, en fait un intervenant pertinent. Il a suivi une formation spécifique pour les travaux sur corde et en hauteur (technique de corde dans les arbres et descente en falaise).

Caroline AMBROSINI, cartographe

Titulaire d'un titre de Technicien supérieur en Système d'Information Géographique et d'un Master en Expertise de la Biodiversité, elle maîtrise les principaux logiciels SIG, la gestion des données géographiques, la production de cartographies et possède des notions sur les techniques de Webmapping et programmation. De nombreuses expériences professionnelles dans divers organismes tel que l'IGN ou le Service Départemental de Secours et d'Incendie de la Loire lui ont permis d'acquérir de bonnes bases en matière de cartographie et traitement des données.

Annexe III – Synthèse des relevés naturalistes

Relevés floristiques

Nom scientifique	Nom vernaculaire
<i>Aegilops geniculata</i> Roth, 1797	Égilope ovale
<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreb., 1773	Bugle petit-pin
<i>Alyssum alyssoides</i> (L.) L., 1759	Alysson faux alysson
<i>Argyrobolus zanonii</i> (Turra) P.W.Ball, 1968	Argyrolabe de Zanon
<i>Artemisia annua</i> L., 1753	Armoise annuelle
<i>Arundo donax</i> L., 1753	Canne de Provence
<i>Avena barbata</i> Pott ex Link, 1799	Avoine barbue
<i>Bituminaria bituminosa</i> (L.) C.H.Stirt., 1981	Psoralée à odeur de bitume
<i>Brachypodium phoenicoides</i> (L.) Roem. & Schult., 1817	Brachypode fausse ivraie
<i>Bromus erectus</i> Huds., 1762	Brome érigé
<i>Bromus hordeaceus</i> L., 1753	Brome mou
<i>Campanula erinus</i> L., 1753	Campanule érine
<i>Carduus pycnocephalus</i> L., 1763	Chardon à tête dense
<i>Catapodium rigidum</i> (L.) C.E.Hubb., 1953	Catapode rigide
<i>Centaurea aspera</i> L., 1753	Centauree rude
<i>Chaenorhinum minus</i> (L.) Lange, 1870	Petite chénorrhine
<i>Chenopodium album</i> L., 1753	Chénopode blanc
<i>Coronilla varia</i> L., 1753	Coronille variée
<i>Cota tinctoria</i> (L.) J.Gay ex Guss., 1844	Anthémide des teinturiers
<i>Crepis foetida</i> L., 1753	Crépide fétide
<i>Dactylis glomerata</i> L., 1753	Dactyle aggloméré
<i>Diploaxis erucoides</i> (L.) DC., 1821	Diploaxis fausse roquette
<i>Diploaxis tenuifolia</i> (L.) DC., 1821	Diploaxis à feuilles ténues
<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter, 1973	Inule visqueuse
<i>Echium vulgare</i> L., 1753	Vipérine commune
<i>Euphorbia cyparissias</i> L., 1753	Euphorbe petit-cyprès
<i>Euphorbia serrata</i> L., 1753	Euphorbe dentée
<i>Euphorbia taurinensis</i> All., 1785	Euphorbe de Turin
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill., 1768	Fenouil commun
<i>Glaucium flavum</i> Crantz, 1763	Glaucier jaune
<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench, 1794	Hélichryse stoechade
<i>Helminthotheca echioides</i> (L.) Holub, 1973	Picride fausse vipérine

<i>Hordeum murinum</i> subsp. <i>leporinum</i> (Link) Arcang., 1882	Orge des lièvres
<i>Hypericum perforatum</i> L., 1753	Millepertuis perforé
<i>Lepidium draba</i> L., 1753	Passerage drave
<i>Linaria simplex</i> (Willd.) DC., 1805	Linaire simple
<i>Lolium perenne</i> L., 1753	Ivraie vivace
<i>Lotus corniculatus</i> L., 1753	Lotier corniculé
<i>Lysimachia arvensis</i> (L.) U.Manns & Anderb., 2009	Lysimaque des champs
<i>Malva sylvestris</i> L., 1753	Mauve sylvestre
<i>Medicago lupulina</i> L., 1753	Luzerne lupuline
<i>Medicago minima</i> (L.) L., 1754	Luzerne naine
<i>Medicago orbicularis</i> (L.) Bartal., 1776	Luzerne orbiculaire
<i>Medicago rigidula</i> (L.) All., 1785	Luzerne rigide
<i>Melica ciliata</i> subsp. <i>magnolii</i> (Godr. & Gren.) K.Richt., 1890	Mélique de Magnol
<i>Minuartia hybrida</i> subsp. <i>laxa</i> (Jord.) Jauzein, 2010	Minuartie lâche
<i>Onobrychis caput-galli</i> (L.) Lam., 1779	Sainfoin tête-de-coq
<i>Paliurus spina-christi</i> Mill., 1768	Paliure épine-du-Christ
<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass., 1825	Pallénide épineuse
<i>Papaver rhoeas</i> L., 1753	Coquelicot
<i>Petrosedum sediforme</i> (Jacq.) Grulich, 1984	Orpin blanc jaunâtre
<i>Pinus halepensis</i> Mill., 1768	Pin d'Alep
<i>Piptatherum miliaceum</i> (L.) Coss., 1851	Oloptum millet
<i>Plantago lanceolata</i> L., 1753	Plantain lancéolé
<i>Polygonum aviculare</i> L., 1753	Renouée des oiseaux
<i>Populus alba</i> L., 1753	Peuplier blanc
<i>Populus nigra</i> L., 1753	Peuplier noir
<i>Poterium sanguisorba</i> L., 1753	Potérium sanguisorbe
<i>Prunus dulcis</i> (Mill.) D.A.Webb, 1967	Prunier amandier
<i>Quercus ilex</i> L., 1753 [nom. et typ. cons. prop.]	Chêne vert
<i>Quercus pubescens</i> Willd., 1796 [nom. et typ. cons.]	Chêne pubescent
<i>Reichardia picroides</i> (L.) Roth, 1787	Reichardie fausse picride
<i>Rostraria cristata</i> (L.) Tzvelev, 1971	Rostraire à crête
<i>Seseli tortuosum</i> auct. non L., 1753, sensu Pollich, 1776	Séséli annuel
<i>Silene latifolia</i> Gray, 1821 [nom. illeg. hom. et superfl.]	Silène armérie
<i>Silene nocturna</i> L., 1753	Silène nocturne
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn., 1791	Silybe de Marie
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers., 1805	Sorgho d'Alep
<i>Thymus vulgaris</i> L., 1753	Thym commun
<i>Trifolium angustifolium</i> L., 1753	Trèfle à feuilles étroites
<i>Trifolium arvense</i> L., 1753	Trèfle des champs

Trifolium campestre C.C.Gmel., 1808	Trèfle doré
Trifolium scabrum L., 1753	Trèfle scabre
Trigonella esculenta Willd., 1809	Trigonelle comestible
Velezia rigida L., 1753	Vélézie rigide
Vulpia myuros Rchb., 1830	Vulpie queue-de-renard
Xanthium orientale subsp. italicum (Moretti) Greuter, 2003	Lampourde d'Italie
Aegilops geniculata Roth, 1797	Égilope ovale
Ajuga chamaepitys (L.) Schreb., 1773	Bugle petit-pin
Alyssum alyssoides (L.) L., 1759	Alysson faux alysson
Argyrobium zanonii (Turra) P.W.Ball, 1968	Argyrolabe de Zanon
Artemisia annua L., 1753	Armoise annuelle
Arundo donax L., 1753	Canne de Provence
Avena barbata Pott ex Link, 1799	Avoine barbue
Bituminaria bituminosa (L.) C.H.Stirt., 1981	Psoralée à odeur de bitume
Brachypodium phoenicoides (L.) Roem. & Schult., 1817	Brachypode fausse ivraie
Bromus erectus Huds., 1762	Brome érigé
Bromus hordeaceus L., 1753	Brome mou
Campanula erinus L., 1753	Campanule érine
Carduus pycnocephalus L., 1763	Chardon à tête dense

Relevés faunistiques

Nom scientifique	Nom vernaculaire
Insectes et autres arthropodes	
<i>Libelloides longicornis</i>	Ascalaphe ambré
<i>Polyommatus icarus</i>	Azuré commun
<i>Oxythyrea funesta</i>	Cétoine funeste
<i>Cicada orni</i>	Cigale grise
<i>Cicadatra atra</i>	Cigale noire
<i>Lyrystes plebejus</i>	Cigale plébéienne
<i>Aricia agestis</i>	Collier-de-corail
<i>Omocestus rufipes</i>	Criquet noir-ébène
<i>Chorthippus brunneus</i>	Criquet duettiste
<i>Dociostaurus maroccanus</i>	Criquet marocain
<i>Decticus albifrons</i>	Dectique à front blanc
<i>Melanargia galathea</i>	Demi-deuil
<i>Iphiclide podalirius</i>	Flambé
<i>Paracorymbia fulva</i>	Lepture sauvage
<i>Carcharodus alceae</i>	Hespérie de l'alcée
<i>Pontia daplidice</i>	Marbré de vert
<i>Melitaea didyma</i>	Mélitée orangée
<i>Maniola jurtina</i>	Myrtil
<i>Sphingonotus caeruleus</i>	Œdipode aigue-marine
<i>Oedaleus decorus</i>	Œdipode soufrée
<i>Tylopsis lilifolia</i>	Phanéroptère liliacé
<i>Pieris brassicae</i>	Piérade du chou
<i>Pieris rapae</i>	Piérade de la Rave
<i>Colias crocea</i>	Souci

Nom scientifique	Nom vernaculaire
<i>Trithemis annulata</i>	Trithemis annelé
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	Sympétrum de Fonscolombe
<i>Vanessa atalanta</i>	Vulcain
Reptiles	
<i>Zamenis scalaris</i>	Couleuvre à échelons
<i>Podarcis muralis</i>	Lézard des murailles
<i>Lacerta bilineata</i>	Lézard vert
<i>Tarentola mauritanica</i>	Tarente de Maurétanie
Amphibiens	
<i>Epidalea calamita</i>	Crapaud calamite
<i>Hyla meridionalis</i>	Rainette méridionale
Oiseaux	
<i>Lullula arborea</i>	Alouette lulu
<i>Motacilla alba</i>	Bergeronnette grise
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Bihoreau gris
<i>Emberiza citrinella</i>	Bruant jaune
<i>Emberiza cirlus</i>	Bruant zizi
<i>Buteo buteo</i>	Buse variable
<i>Carduelis carduelis</i>	Chardonneret élégant
<i>Athene noctua</i>	Chevêche d'Athéna
<i>Corvus corone</i>	Corneille noire
<i>Accipiter nisus</i>	Épervier d'Europe
<i>Sturnus vulgaris</i>	Étourneau sansonnet
<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle
<i>Currucula melanocephala</i>	Fauvette mélanocéphale

Nom scientifique	Nom vernaculaire
<i>Certhia brachydactyla</i>	Grimpereau des jardins
<i>Turdus viscivorus</i>	Grive draine
<i>Turdus philomelos</i>	Grive musicienne
<i>Merops apiaster</i>	Guêpier d'Europe
<i>Ardea cinerea</i>	Héron cendré
<i>Alcedo atthis</i>	Martin-pêcheur d'Europe
<i>Turdus merula</i>	Merle noir
<i>Aegithalos caudatus</i>	Mésange à longue queue
<i>Parus major</i>	Mésange charbonnière
<i>Milvus migrans</i>	Milan noir
<i>Passer domesticus</i>	Moineau domestique
<i>Otus scops</i>	Petit-duc scops
<i>Picus viridis</i>	Pic vert
<i>Pica pica</i>	Pie bavarde
<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier
<i>Phylloscopus collybita</i>	Pouillot véloce
<i>Regulus regulus</i>	Roitelet huppé
<i>Erithacus rubecula</i>	Rougegorge familier
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	Rougequeue à front blanc

Nom scientifique	Nom vernaculaire
<i>Phoenicurus ochruros</i>	Rougequeue noir
<i>Serinus serinus</i>	Serin cini
<i>Saxicola rubicola</i>	Tarier pâtre
<i>Spinus spinus</i>	Tarin des aulnes
<i>Chloris chloris</i>	Verdier d'Europe
Mammifères terrestres	
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Lapin de garenne
<i>Vulpes vulpes</i>	Renard roux
<i>Lepus timidus</i>	Lièvre variable
<i>Sus scrofa</i>	Sanglier
Chiroptères	
<i>Miniopterus schreibersii</i>	Minioptère de Schreiber
<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler
<i>Plecotus austriacus</i>	Oreillard gris
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Pipistrelle pygmée
<i>Hypsugo savii</i>	Vespère de Savi

ANNEXE 2 : ÉVALUATION SIMPLIFIÉE DES INCIDENCES NATURA 2000

RENOUVELLEMENT D'AUTORISATION D'EXPLOITATION DE CARRIERE, LIEU-DIT « SAINTE MARIE », PERNES-LES- FONTAINES (84)

Commune de Pernes-les-Fontaines (84)

ÉVALUATION SIMPLIFIÉE DES INCIDENCES NATURA 2000

FR9301578 - LA SORGUE ET L'AUZON



POUT LE COMPTE DE

4M PROVENCE ROUTE

Réf. : PA20210329-JG1

NATURALIA ENVIRONNEMENT SASU – Agence PACA Corse

60 rue Jean DAUSSET BP 31 285 - 84 911 AVIGNON Cedex 9

SIRET : 502 629 009 0130

www.naturalia-environnement.fr

RENOUVELLEMENT D'AUTORISATION D'EXPLOITATION DE CARRIERE, LIEU-DIT « SAINTE MARIE », PERNES-LES- FONTAINES (84)

Commune de Pernes-les-Fontaines (84)

ÉVALUATION SIMPLIFIÉE DES INCIDENCES NATURA 2000

FR9301578 - LA SORGUE ET L'AUZON

Rapport remis le

10 février 2025

Pétitionnaire

4M Provence Route S.A
Village ERO - RN7
84700 SORGUES



Équipe Naturalia-Environnement

Coordination	Jordan GALLI et Julie REYNAUD
Equipe technique 2024	Adrien ROLLAND - Botaniste Guy DURAND – Ornithologue et Herpétologue Sylvain FADDA - Entomologiste Florian THIERY - Mammalogiste
Équipe technique 2021	Thomas CROZE – Botaniste Paul MENARD – Entomologiste et Ornithologue Antoine COQUIS – Herpétologue & Ornithologue Mathieu FAURE – Mammalogiste
Équipe technique 2017	Robin PRUNIER– Botaniste Pierre QUERTIER– Botaniste Lénaïc ROUSSEL – Expert Mammalogue Guillaume AUBIN – Entomologiste et herpétologue Jean-Charles DELATTRE – Ornithologue et herpétologue
Cartographie	Caroline AMBROSINI

Suivi des modifications

Date	Version	Contenu	Émetteur
24.03.2022	1	Rapport initial	JGa
18.10.2024	2	Rendu final	JRe
05.02.2025	3	Intégration de modifications relatives au phasage	JRe

Sommaire

1.	Préambule	3
2.	Description du projet	4
3.	Définition de la zone d'influence	9
4.	Etat des lieux écologique de la zone d'influence	11
5.	Incidences du projet	19
6.	Conclusion	19

Table des illustrations

Figure 1.	Localisation du projet	5
Figure 2.	Aire d'étude principale et aire d'étude fonctionnelle utilisée pour les études naturalistes du projet	6
Figure 3.	Emprise projet vis-à-vis des sites NATURA 2000 les plus proches	7
Figure 4.	Zone d'influence du projet	10
Figure 5.	Planche photographie de l'aire d'étude fonctionnelle	13
Figure 6.	Habitats naturels identifiés dans l'aire d'étude restreinte en 2024	15

Table des tableaux

Tableau 1.	Calendrier et méthodologie des inventaires	17
------------	--	----

Liste des abréviations

APPB : Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope	EW = Espèces disparue à l'état sauvage
CNPN : Conseil National de la Protection de la Nature	EX = Espèce disparue
CSRPN : Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel	NA = Non applicable
DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement	NE = Non évaluée
DH : Directive « Habitats »	PLU : Plan Local d'Urbanisme
DH 2 : Annexe II de la Directive « Habitats »	PN : Protection nationale
DH 4 : Annexe IV de la Directive « Habitats »	PNA : Plan National d'Action
DO : Directive « Oiseaux »	PNN : Parc Naturel National
DO 1 : Annexe I de la Directive « Oiseaux »	PNR : Parc Naturel Régional
ENS : Espace Naturel Sensible	PR : Protection Régionale
ERC : Éviter, réduire, compenser	Rem. / Det. ZNIEFF : Remarque ou Déterminante ZNIEFF
FSD : Formulaire Standard de Données du site Natura 2000	SCOT : Schéma de Cohérence territoriale
LRN : Liste rouge nationale / LRR : Liste rouge régionale	SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
DD = Données insuffisantes	SRCE : Schéma régional de cohérence écologique
LC = Préoccupation mineure	TVB : Trames Verte et Bleue
NT = Quasi menacée	ZH : Zone humide
VU = Vulnérable	ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Floristique et Faunistique
EN = En danger d'extinction	ZPS : Zone de Protection Spéciale
CR = En danger critique d'extinction	ZSC : Zone Spéciale de Conservation

1. PREAMBULE

Ce formulaire permet de répondre à la question suivante : le projet est-il susceptible d'avoir une incidence sur un site Natura 2000 et quelle est l'importance de cette incidence ?

Il fait office d'évaluation des incidences Natura 2000 lorsqu'il permet de conclure, sans réaliser une étude approfondie, à l'absence d'incidence significative sur les habitats et les espèces d'intérêt communautaire des sites Natura 2000.

Attention : en cas de doute sur l'importance des incidences du projet, une évaluation des incidences plus poussée doit être conduite.

Le formulaire est à remplir par le **porteur du projet**, en fonction des informations dont il dispose. Il est possible de mettre des points d'interrogation lorsque le renseignement demandé n'est pas connu.

Ce document permet au **service administratif instruisant le projet** de fournir l'autorisation requise si le dossier est complet ou, dans le cas contraire, de demander de plus amples précisions sur certains points particuliers.

Il concerne tout type de projet : travaux, aménagements, manifestation, intervention en milieu naturel.

INTITULE DU PROJET :

Renouvellement de la carrière Sainte-Marie à Pernes-les-fontaines (84)

COORDONNEES DU PORTEUR DE PROJET :

Maître d'ouvrage : 4M Provence routes

Nom et prénom de la personne référente : Jérôme CUINET, Responsable QSE

Commune et département : SORGUES, Vaucluse

Adresse : Village ERO - RN7 84700 SORGUES

Téléphone : 04.90.39.34.56 / 06.16.19.06.44

Email : gse@4mprovence-route.fr

2. DESCRIPTION DU PROJET

a. Nature du projet

Renouvellement d'une carrière de pierre pour 15 ans (comprenant extraction et remise en état).

b. Localisation et cartographie

Le projet est situé :

Nom de la commune : Pernes-les-Fontaines

N° Département : 84

Lieu-dit : Sainte-Marie

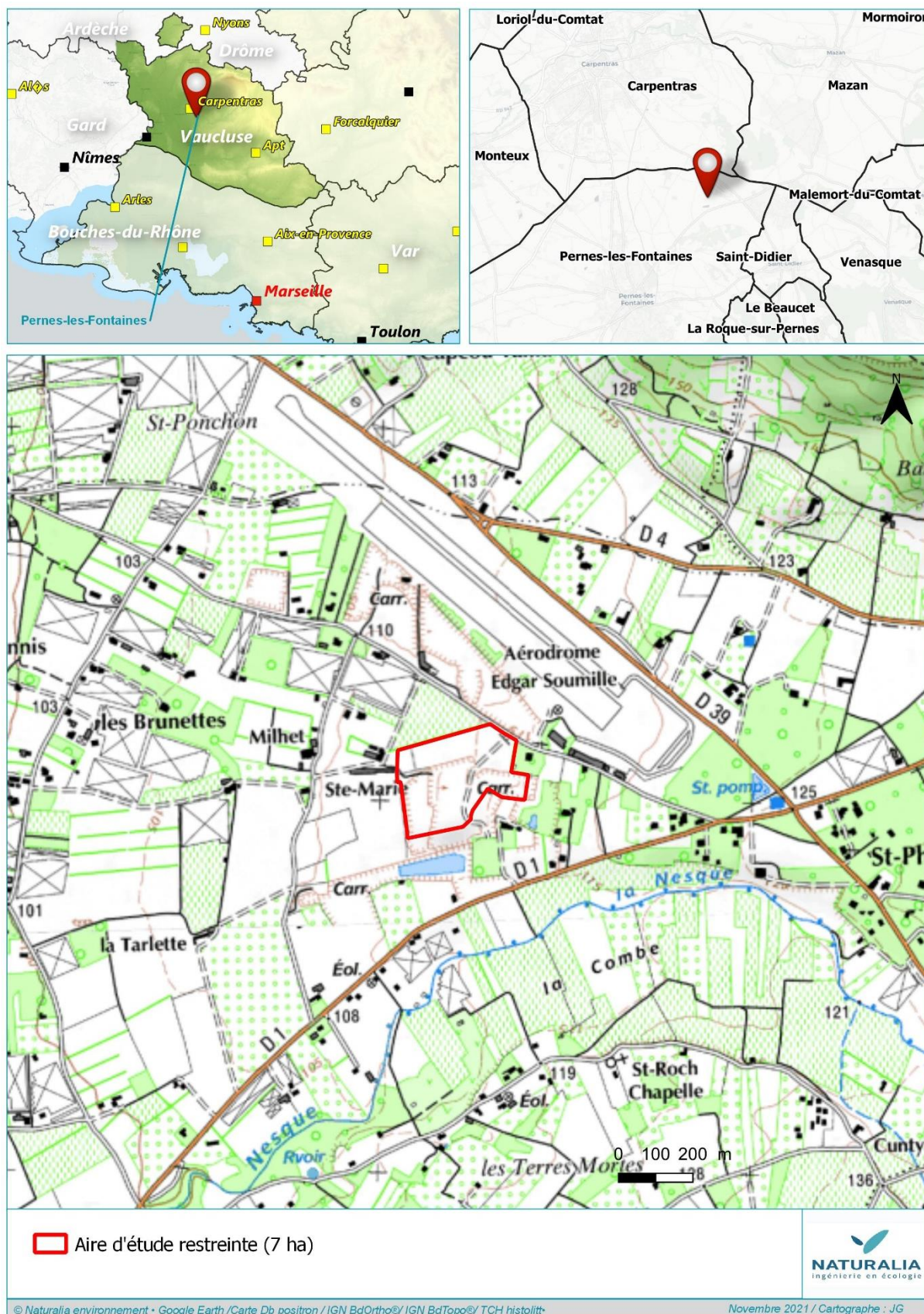


Figure 1. Localisation du projet



- Aire d'étude principale (7 ha)
- Aire d'étude fonctionnelle (16,8 ha)

Figure 2. Aire d'étude principale et aire d'étude fonctionnelle utilisée pour les études naturalistes du projet

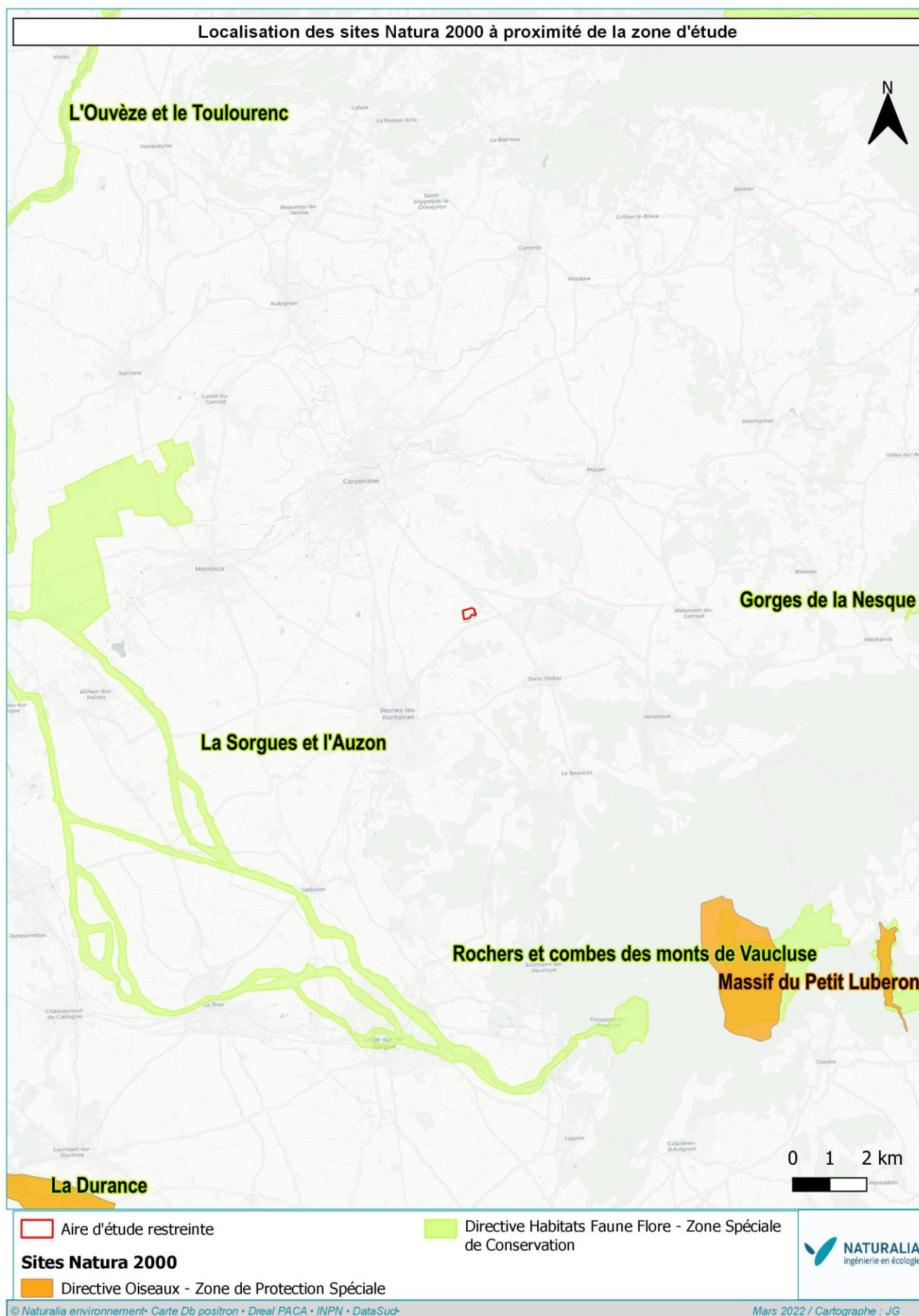


Figure 3. Emprise projet vis-à-vis des sites NATURA 2000 les plus proches

c. Etendue du projet

Les incidences d'un projet sur les habitats naturels et les espèces peuvent être plus ou moins étendues. Il faut tenir compte de :

■ La zone d'implantation du projet

Définir les emprises au sol temporaires et permanentes de l'implantation du projet en précisant les surfaces et/ou la longueur : Environ **1 ha d'extraction dans une zone déjà autorisée, en partie exploitée et réaménagée.**

■ Les travaux connexes :

Aucun. Utilisation de la piste existante au sein de la carrière jusqu'à la fin de l'autorisation sollicitée. Etant donné que la piste d'accès à la carrière actuelle sera intégrée à la zone nouvellement exploitée une nouvelle piste d'accès sera créée depuis le chemin agricole présent à l'Ouest, lui-même rejoignant le Chemin de Saint-Gens, point d'accès à la piste actuelle. La nouvelle piste traversera les zones enfrichées limitrophes à l'Ouest de la carrière sur 170 m avant de rejoindre le chemin agricole (Chemin de Milhet). La superficie de cette piste représentera environ 1 240 m².

d. Durée prévisible des travaux

- Projet, manifestation : exploitation d'une carrière de pierres

☒ diurne

☐ nocturne

- Durée précise si connue : ...

Ou durée approximative en cochant la case correspondante :

☐ < 1 mois

☐ 1 mois à 1 an

☐ 1 an à 5 ans

☒ > 5 ans (exploitation de la carrière = un chantier d'une durée égale à l'exploitation et la remise en état). Extraction pendant 10 ans et réaménagement pendant les 5 années suivantes.

e. Entretien, fonctionnement, rejet

Préciser si le projet ou la manifestation générera des interventions ou rejets sur le milieu durant sa phase d'exploitation (exemple : traitement chimique, débroussaillage mécanique, curage, rejet d'eau pluviale, pistes, zones de chantier, raccordement réseaux...). Si oui, les décrire succinctement (fréquence, ampleur, etc.).

Aucun rejet : les eaux de ruissellement de la carrière sont récoltées et acheminée dans deux bassins permanent de décantation, le tout est situé dans une fosse d'excavation située 6m en dessous du terrain naturel.

Quelques émissions de poussières peuvent ponctuellement avoir lieu en période très sèche et venteuse mais se dissiperont rapidement dans l'air.

f. Budget

Préciser le coût prévisionnel global du projet.

Coût global du projet :

ou coût approximatif (cocher la case correspondante) :

☐ < 5 000 €

☐ de 5 000 à 20 000 €

☐ de 20 000 € à 100 000 €

☒ > à 100 000 €

3. DEFINITION DE LA ZONE D'INFLUENCE

La zone d'influence est fonction de la nature du projet et des milieux naturels environnants. Les incidences d'un projet sur son environnement peuvent être plus ou moins étendues (poussières, bruit, rejets dans le milieu aquatique...).

La zone d'influence est plus grande que la zone d'implantation. Pour aider à définir cette zone, il convient de se poser les questions suivantes :

Cocher les cases concernées et délimiter cette zone d'influence sur la carte au 1/25 000ème ou au 1/50 000ème

- ☐ Rejets dans le milieu aquatique
- ☒ Pistes de chantier, circulation
- ☐ Rupture de corridors écologiques (rupture de continuité écologique pour les espèces)
- ☒ Poussières, vibrations
- ☒ Pollutions possibles
- ☐ Perturbation d'une espèce en dehors de la zone d'implantation
- ☒ Bruits
- ☐ Autres incidences

La zone d'influence dans le cas du projet est très limité compte-tenu de la surface très restreinte de la carrière au sein du périmètre déjà autorisé et pour une zone d'extraction également restreinte (1 ha) et de l'absence de rejets autres que quelques poussières ponctuelles dans l'environnement proche. Etant donné que l'emprise actuelle et non remise en état de la carrière sera encore utilisée dans le cadre de la poursuite de l'exploitation pour trier et traiter les produits d'excavation des circulations d'engins, des allées et venues de poids lourds et des opérations de stockage et déplacements de produits minéraux auront lieu dans cet espace. Ces opérations seront sources de nuisances potentielles (bruits et poussières principalement) ce qui justifie de les inclure à la zone d'influence. Enfin la nouvelle piste d'accès à la carrière, depuis l'Ouest, relié au chemin de Milhet, lui-même débouchant sur le Chemin de Saint-Gens est incluse à l'aire d'influence du projet. Les bruits et poussières seront émis sur une zone tampon d'une centaine de mètres maximum autour du site. L'emprise de la carrière actuelle qui restera incluse à l'exploitation dans son ensemble en situation future additionné à l'extension couvre 5,6 ha environ. L'aire d'influence du projet couvre 23,5 ha.



Figure 4. Zone d'influence du projet

4. ETAT DES LIEUX ECOLOGIQUE DE LA ZONE D'INFLUENCE

L'état des lieux écologique sert de base pour la définition des incidences du projet sur le patrimoine naturel.

Il doit permettre d'établir la présence des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Les éléments concernant la localisation spatiale et les données quantitatives seront utiles pour l'analyse des incidences.

Cet état des lieux écologique de la zone d'influence (zone pouvant être impactée par le projet) permettra de déterminer les incidences que peut avoir le projet ou manifestation sur cette zone.

PROTECTIONS :

Le projet est situé en :

- ☐ Réserve Naturelle Nationale
- ☐ Réserve Naturelle Régionale
- ☐ Parc National
- ☐ Arrêté de protection de biotope
- ☐ Site classé
- ☐ Site inscrit
- ☐ PIG (projet d'intérêt général) de protection
- ☐ Parc Naturel Régional
- ☐ ZNIEFF (zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique)
- ☐ Réserve de biosphère
- ☐ Site RAMSAR

USAGES : Cocher les cases correspondantes pour indiquer succinctement quels sont les usages actuels et historiques de la zone d'influence.

- ☐ Aucun
- ☐ Pâturage / fauche
- ☐ Chasse
- ☐ Pêche
- ☐ Sport & Loisirs (VTT, 4x4, quads, escalade, vol libre...)
- ☐ Agriculture
- ☐ Sylviculture
- ☐ Décharge sauvage
- ☐ Perturbations diverses (inondation, incendie...)
- ☐ Cabanisation
- ☒ Construite, non naturelle : ...Fosse d'excavation terminée d'une carrière + zone de stockage des terres de découvertes de la carrière
- ☐ Autre (préciser l'usage) :

Commentaires :

Parcelles voisines : Anciennes emprises de la carrières côté Sud et Ouest, aujourd'hui remises en état et accueillant une centrale photovoltaïque depuis 2023, Au Nord : parcelle de grande culture et au Nord-Ouest : quelques habitations.

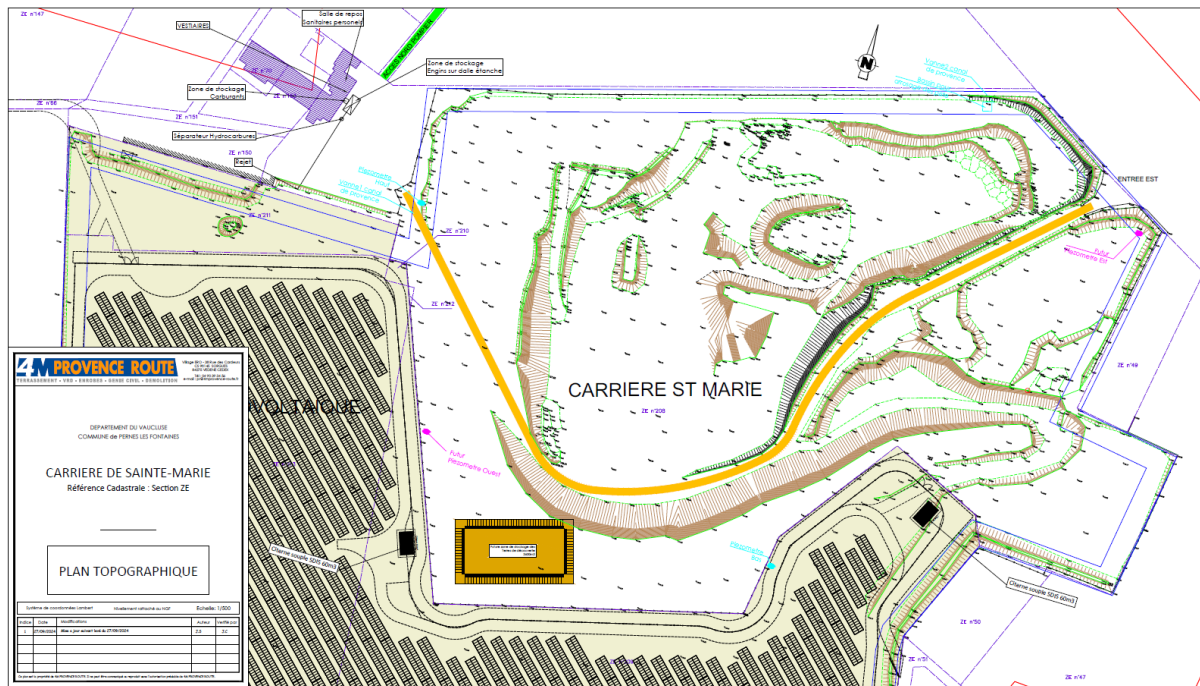


Figure 5. Plan topographique de la carrière (septembre 2024)

MILIEUX NATURELS ET ESPECES :

Renseigner les tableaux ci-dessous, en fonction de vos connaissances, et joindre une cartographie de localisation approximative des milieux et espèces.

Afin de faciliter l'instruction du dossier, il est fortement recommandé de fournir quelques photos du site (sous format numérique de préférence). Préciser ici la légende de ces photos et reporter leur numéro sur la carte de localisation.

Photo 1 : Emprise actuelle de la plateforme de la carrière vue depuis l'intérieur de la carrière. On observe au-delà de la butte, le parc photovoltaïque ENGIE GREEN (construction 2023).

Photo 2 : Partie Nord de l'emprise de l'extension de la carrière, encore non exploitée, vue depuis le haut de la piste d'accès à la carrière. La haie longeant la carrière côté Nord est visible à droite.

Photo 3 : Piste d'accès actuelle à la carrière, vue depuis le Nord, vouée à être incluse à l'extension de la carrière.

Photo 4 : Bâtiment abandonné limitrophe au Nord-Ouest de l'emprise de la carrière et espace très récemment remblayé et remis en état par la carrière après son exploitation, non encore végétalisé, vu depuis le Sud.

Photo 5 : Partie Est de l'emprise de l'extension de la carrière, encore non exploitée, vue depuis le bas de la piste d'accès actuelle, visible à gauche.

Photo 6 : Secteur remblayé et remis en état avec végétalisation depuis plusieurs années, située au Sud-Ouest de l'emprise actuelle de la carrière. Implantation du parc photovoltaïque ENGIE GREEN au Sud et à l'Ouest de la carrière.

Photo 7 : Secteur limitrophe au Sud de l'emprise actuelle de la carrière, récemment remblayé et remis en état. Le fond de l'image correspond à une remise en état plus ancienne.

Photo 8 : Plateforme actuelle de la carrière, vue depuis le Sud au bord d'un des deux bassins de décantation des eaux pluviales et de ruissellement (photographies 2021). Les fronts de remblaiement sont visibles à gauche et au fond de l'image.

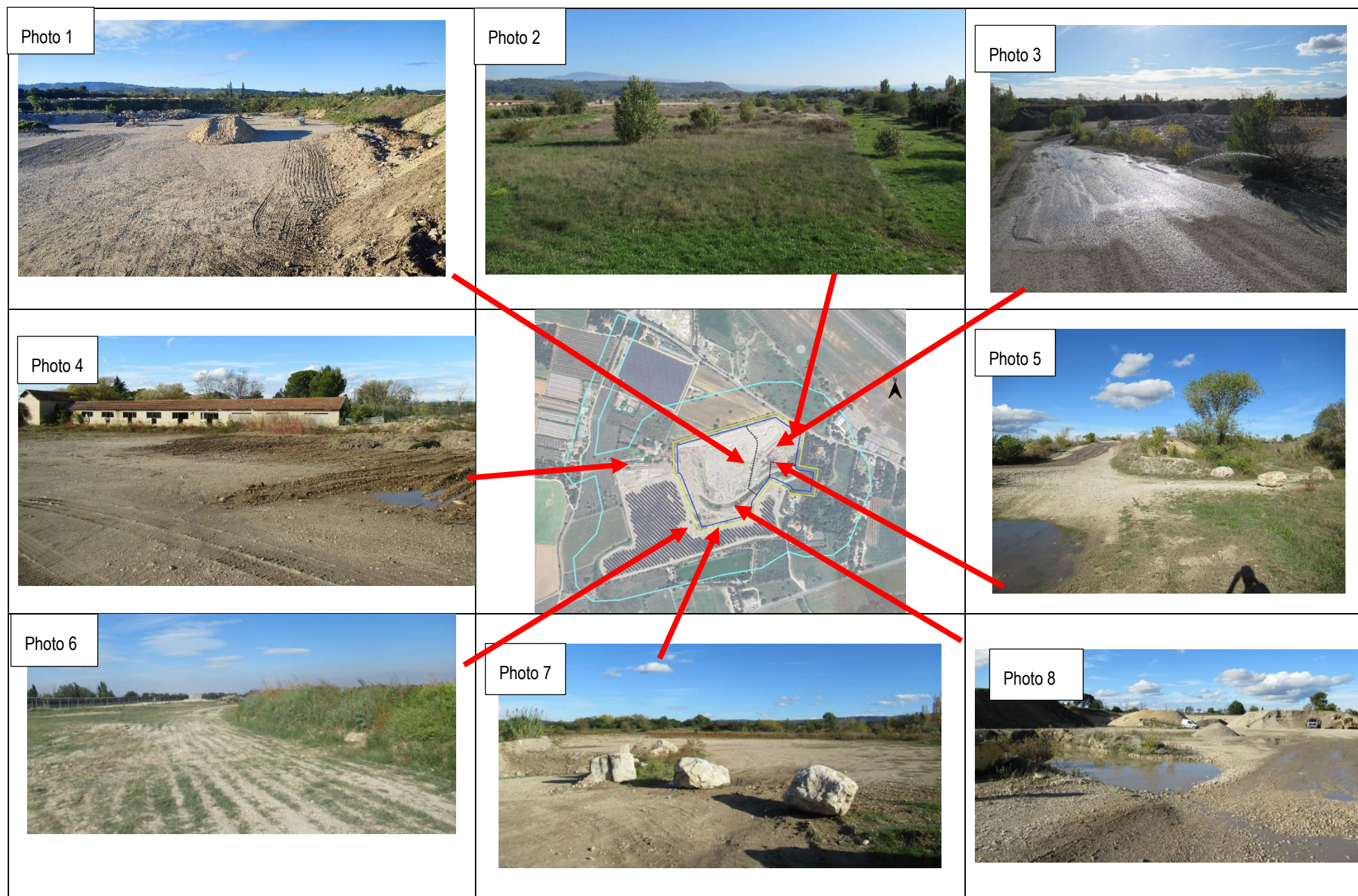


Figure 6. Planche photographique de l'aire d'étude fonctionnelle

TABLEAU DES MILIEUX NATURELS :

Ce tableau fait référence à des types d'occupation du sol.

Type de milieux naturels		Cocher si présent	Commentaires
Milieux ouverts ou semi-ouverts	Pelouse Pelouse semi-boisée Landes Garrigue / maquis Autre :	X	Friche thermophile sur remblais dans les secteurs remis en état autour de l'emprise de la carrière Friche rudérale thermophile ancienne au niveau des secteurs qui seront mis en exploitation et qui ont accueillie des dépôts de terres de découvertes durant plusieurs années
Milieux forestiers	Forêt de résineux Forêt de feuillus Forêt mixte Plantation Autre :		
Milieux rocheux	Falaise Affleurement rocheux Éboulis Blocs Autre :		
Zones humides	Cours d'eau Fossé Étang Mare Prairie humide Roselière Tourbière Gravière Autre :	X	Mare temporaire superficielle à l'Ouest de la carrière actuelle dans un secteur anciennement remblayé et revégétalisé
Autre type de milieu	Autres habitats directement déterminés par l'action humaine	X	Haie plantée sur tout le pourtour de la totalité de l'emprise cadastrale de la carrière Jeunes et petits bosquets ligneux et jeunes arbres isolés dans la partie Est de la carrière au niveau du plus ancien secteur exploité et remis en état et au niveau de la partie Est qui sera mise en exploitation (ne constituent pas encore un habitat naturel homogène identifiable seul) Routes et surfaces bétonnées Bâti abandonné Piste d'accès en graviers Petits bassins artificiels au fond de la fosse d'excavation actuelle



Figure 7. Habitats naturels identifiés dans l'aire d'étude restreinte en 2024

TABLEAU DES HABITATS D'INTERET COMMUNAUTAIRE :

Aucun habitat ne pouvant être rattaché à la Directive Habitats-Faune-Flore n'a été observé au sein de l'aire d'étude, restreinte comme fonctionnelle.

TABLEAU DES ESPECES FAUNE, FLORE D'INTERET COMMUNAUTAIRE :

Ce tableau concerne les espèces d'intérêt communautaire qui sont mentionnées dans le Formulaire Standard de Données (FSD).

Groupes d'espèces	Nom et code des espèces listées sur le FSD	Cocher si le projet a une incidence sur l'espèce ou sur son milieu	Autres informations (Préciser éventuellement le nombre d'individues)
Invertébrés	1041 – Cordulie à corps fin		Aucun milieu favorable à la présence de ces espèces n'est présent dans les emprises du projet ni dans les parcelles voisines. Aucun cours d'eau permanent, aucun boisement ou haies de chêne, aucune pelouse méditerranéenne n'est à signaler. Le passage estival, réalisé pour rechercher notamment les nids communautaires de chenilles de Damier de la succise, a confirmé l'absence d'enjeu au sein de l'aire d'étude. Les habitats ne sont pas favorables à la présence de cette espèce (absence de plantes-hôtes pour le Damier de la succise). Le cortège présent, assez limité, est typique des espaces xériques anthropisés et ne constitue pas d'enjeu notable.
	1044 – Agrion de Mercure		
	1065 – Damier de la Succise		
	1083 – Lucane cerf-volant		
	1088 – Grand Capricorne		
	6199 – Ecaille chinée		
Mammifères	1303 – Petit rhinolophe		La zone projet et ses abords n'est favorable qu'au transit des chiroptères et uniquement envers les espèces communes. Les inventaires naturalistes ont mis en évidence une fréquentation très occasionnelle de la zone d'étude par les espèces, qui aura une importance insignifiante pour le déroulé de leur cycle de vie. La plupart des espèces ont été contactées avec une activité faible à modérée sur l'ensemble de l'aire d'étude. Les habitats recensés ne représentent pas des habitats de chasse caractéristiques.
	1304 Grand Rhinolophe		
	1307 – Petit murin		
	1310 – Minioptère de Schreibers		
	1321 – Murin à oreilles échancrées		
	1324 – Grand murin		
	1337 – Castor d'Europe		La seule espèce parmi celles de la FSD à voir été contactée (acoustique) est le Minioptère de Schreibers (<i>Miniopterus schreibersii</i>). Les données de 2021 et de 2024 indiquent que la fréquentation par cette espèce ne représente quelques individus en survol mais la zone d'étude ne présente pas d'intérêt particulier vis-à-vis de cette espèce à fort enjeu régional et à très grand rayon d'action.
	1355 – Loutre d'Europe		
Poissons	1096 – Lamproie de Planer		Aucun cours d'eau ni milieu annexe n'est présent sur et autour de la zone d'étude, ces espèces en sont et en seront toujours absentes
	1163 – Chabot commun		
	5339 - Bouvière		
	6147 - Blageon		
	6150 - Toxostome		

Précisez votre méthode de travail dans le tableau suivant :

Quels sites internet avez-vous consulté ?	Bases de données en ligne : https://inpn.mnhn.fr www.faune-paca.org https://www.faune-lr.org/ http://www.onem-france.org http://flore.silene.eu http://faune.silene.eu/ http://www.libellules-et-papillons-lr.org http://www.oncfs.gouv.fr/Cartographie-ru4/Le-portail-cartographique-de-donnees-ar291 http://observado.org/
Quels sont les contacts pris ?	Aucun contact n'a été pris, les informations disponibles associée aux constatations sur place par un expert naturaliste ont été suffisant à la bonne complétude et qualité de la présente étude simplifiée.
Quels documents avez-vous consulté ?	Une campagne complète d'inventaires naturalistes a été réalisée en 2017, confirmée en 2021 puis également en 2024 par quelques passages complémentaires sur le site projet et ses proches alentours par Naturalia Environnement, ce qui a permis de générer des données, nombreuses, actuelles et fiables suffisantes pour réaliser la présente étude et affirmer l'absence des espèces et habitats d'intérêt communautaires dans la zone d'étude. Ce travail a été réalisé dans le cadre du volet naturel de l'étude d'impact.

Si vous avez réalisé des prospections de terrains, préciser le nombre de passage, les dates des relevés et les protocoles utilisés :

Tableau 1. Calendrier et méthodologie des inventaires

Compartiment biologique	Méthodologie	Intervenants Dates de passage
Flore/habitats naturels	La prise en compte des habitats naturels et de la flore a consisté en : - Des relevés floristiques par entité homogène de végétation et rattachement aux groupements de référence (Classification EUNIS / Cahiers des habitats naturels Natura 2000) ; - La recherche des cibles floristiques préférentielles d'après les configurations mésologiques et qualités des groupements végétaux en présence ou la présence d'habitats favorables aux espèces potentielles pressenties d'après la bibliographie et la connaissance des enjeux floristiques locaux par les experts de Naturalia	Robin PRUNIER Pierre QUERTIER 16/02/2017 14/06/2017 12/09/2017
		Thomas CROZE 14/10/2021
		Adrien ROLLAND 05/06/2024
Invertébrés	- Lépidoptères, odonates : recherches d'individus volants, identification à vue ou après capture au filet, recherche des plantes-hôtes pour les espèces patrimoniales avérées ou fortement potentielles et recherche des pontes, exuvies ou chenilles visibles. - Orthoptères : recherche des individus actifs, identification à vue, aux stridulations ou après capture au filet. - Coléoptères : recherche des individus actifs (floricoles, en transit), sous pierre ou indices de présence (trous d'émergence pour les saproxylophages). Identification à vue ou sur photo.	Guillaume AUBIN 18/04/2017 13/06/2017 Paul MENARD D'après les reconnaissances et photographies du botaniste et herpétologue sur site à l'automne 2021
		Sylvain FADDA 01/07/2024

Compartiment biologique	Méthodologie	Intervenants Dates de passage
Amphibiens / Reptiles	Sur la base des données bibliographiques disponibles et de l'organisation paysagère du site d'étude, une analyse de corrélation a été réalisée. La présence d'amphibiens à enjeu paraît limitée au sein des sites d'étude. Les validations de terrain ont donc été conduites afin d'identifier la capacité d'accueil des habitats pour des éléments batrachologiques (proximité d'un cours d'eau, présence d'une mare...).	Jean-Charles DELATTRE 27/03/2017 (nuit) 23/05/2017 12/06/2017 22/06/2017 (nuit)
	Concernant les reptiles, les prospections ont consisté en la recherche : - D'habitats favorables et prospection des micro-habitats (murets, haies, tas de bois ou de pierres, plaques...); - D'individus ; - D'indices de présence d'individus (fèces, mues).	Antoine COQUIS 19/05/2021 18/10/2021 02/11/2021 03/11/2021 (nuit)
	En outre, des sorties nocturnes ont été envisagées au niveau des parois rocheuses de l'ensemble des secteurs, pour vérifier l'occupation des sites par l'Hémidactyle verruqueux.	Guy DURAND 15 et 16/04/2024 (nocturne et diurne)
Oiseaux	La prise en compte des oiseaux a consisté en : - Observation aléatoire depuis les voies et leurs abords ; - Identification des comportements reproducteurs (apport de proies, jeunes non volants...), - Écoutes nocturnes pour les secteurs où la bibliographie et les habitats en présence démontrent un potentiel de présence d'espèces à enjeu, - Recherche des indices indirects de présence (pelotes de réjection, plumes...); - L'analyse des milieux et recherche de sites de reproduction (arbres à cavités, bâti, buissons...).	Guy DURAND 16/04/2024 06/06/2024
Mammifères (hors chiroptères)	La prise en compte des mammifères a consisté en : - La recherche d'individus, de traces de présence ou de relief de repas ; - L'observation des individus actifs.	Lénaïc ROUSSEL 28/06/2017 12/09/2017
Chiroptères	Pour la chiroptérofaune, la méthodologie a consisté en : - Une analyse bibliographique ; - La recherche de gîtes favorables (bâts et arbres remarquables) ; - Une analyse paysagère ; - La mise en place relevés acoustiques (pose d'enregistreurs automatisés de type SM2 et SM4 Bat Detector) → protocole 2 fois 3 nuits (printemps et été 2024)	Mathieu FAURE D'après les reconnaissances et photographies du botaniste et herpétologue sur site à l'automne 2021
		Florian THIERRY Session 1 : Pose/dépose détecteur 24/04/2024 25/04/2024 26/04/2024 Session 2 : Pose/dépose détecteur 07/06/2024 08/06/2024 09/06/2024

5. INCIDENCES DU PROJET

Décrivez sommairement les incidences potentielles du projet dans la mesure de vos connaissances.

Destruction ou détérioration d'habitat (= milieu naturel) ou habitat d'espèce (type d'habitat et surface) :

Destruction et altération des milieux naturels et semi naturels directement dans l'emprise de l'extension de la carrière : friches très jeunes bosquets et jeunes arbres isolés.

Destruction ou perturbation d'espèces (lesquelles et nombre d'individus) et Perturbations possibles des espèces dans leur fonctions vitales (reproduction, repos, alimentation...) :

Réduction des superficies d'habitats disponibles pour la réalisation de tout ou partie du cycle de vie d'espèce animales communes et ubiquistes parmi les reptiles (Lézard des murailles, Tarente de Maurétanie), les oiseaux (Rougequeue noire, Bergeronnette grise, Etourneau sansonnet...) et d'espèces animales modérément patrimoniales parmi les amphibiens (Crapaud calamite, Rainette méridionale), les reptiles (Couleuvres à échelon et de Montpellier), et les oiseaux (Rollier d'Europe, Petit-duc Scop, Huppe fasciée, Alouette lulu...).

Etant soumis à étude d'impact le projet mettra en application une série de mesures d'évitement, réduction et accompagnement qui permettront de réduire à un niveau non significatif ces impacts. L'étude naturaliste ayant été très complète les données générées l'ont également été, elles ne seront pas représentées en totalité ici afin de ne pas alourdir la lecture du document et de faire un doublon avec le volet naturel de l'étude d'impact.

Par ailleurs, les espèces d'intérêt communautaires ne sont pas concernées directement par des impacts vis-à-vis du projet.

6. CONCLUSION

Il est de la responsabilité du porteur de projet de conclure sur l'absence ou non d'incidences de son projet.

A titre d'information, le projet est susceptible d'avoir une incidence lorsque :

- Une surface relativement importante ou un milieu d'intérêt communautaire ou un habitat d'espèce est détruit ou dégradé à l'échelle du site Natura 2000
- Une espèce d'intérêt communautaire est détruite ou perturbée dans la réalisation de son cycle vital

Le projet est-il susceptible d'avoir une incidence ?

☒ **NON** : ce formulaire, accompagné de ses pièces, est joint à la demande d'autorisation ou à la déclaration, et remis au service instructeur.

☐ **OUI** : l'évaluation d'incidences doit se poursuivre. Un dossier plus poussé doit être réalisé. Ce dossier sera joint à la demande d'autorisation ou à la déclaration, et remis au service instructeur.

A Sorgues

Le 05/02/2025

Signature :



ANNEXE 3 : RAPPORT BRUIT JANVIER 2023



MESURES DE BRUITS ENVIRONNEMENTAUX

Prestation réalisée selon l'arrêté ministériel du 24 janvier 2001, de l'arrêté du 23 janvier 1997 et conformément à la norme NF S 31-010.

4M PROVENCE ROUTE – Pernes les Fontaines

Diffusion : Mr CUINET

Date des mesures : 06/01/2023

Réalisée par : D. ORCHILLER



Rapport rédigé le 09/01/2023
Par D. ORCHILLER

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'D. Orchiller', is placed below the text.

SOMMAIRE

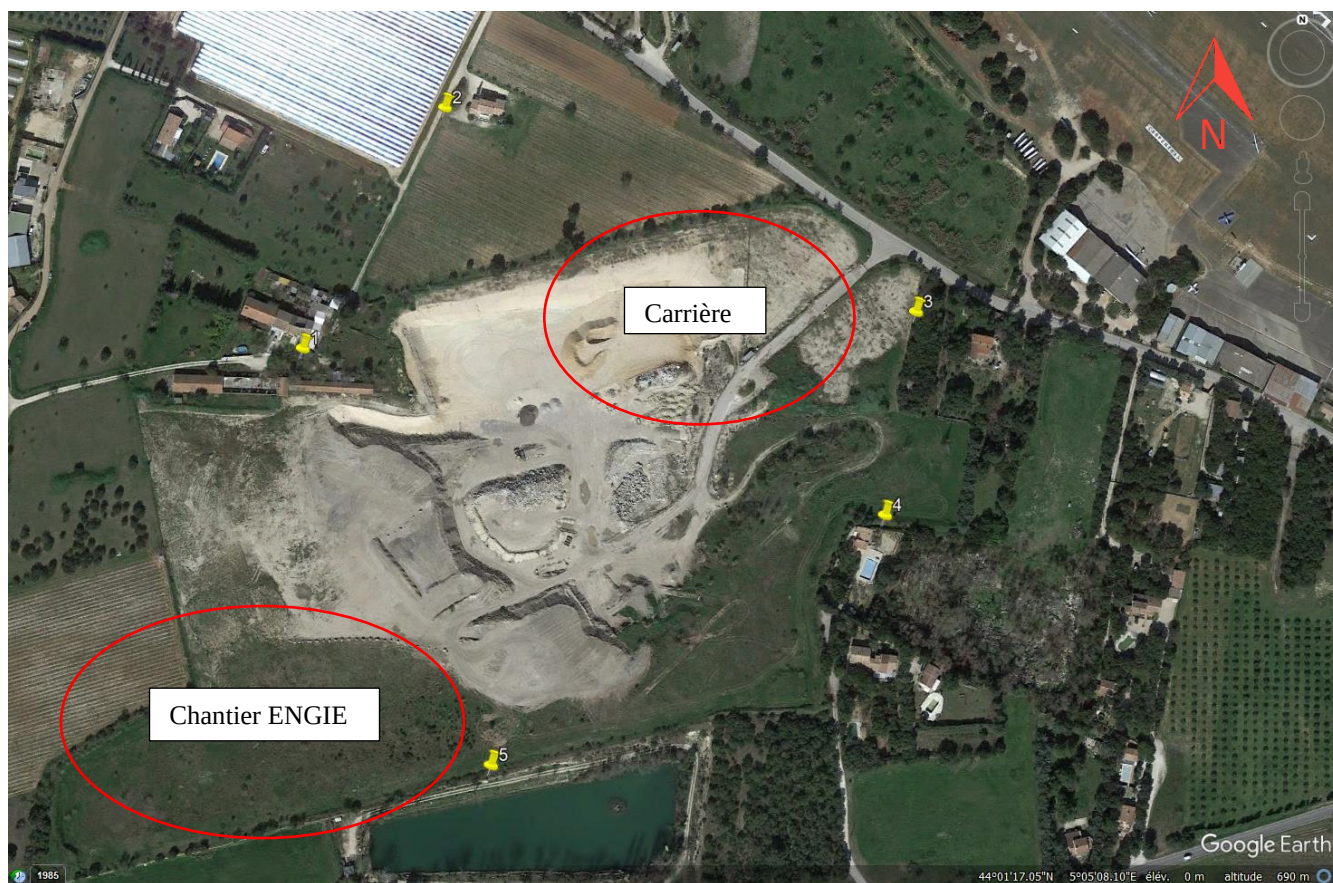
1- OBJET	3
2- REGLEMENTATION	4
3- MESURES	5
3-1 LOCALISATION.	5
3-2 APPAREILLAGE.	6
3-3 MESURES.	7
3-3-1 METEOROLOGIE :	7
3-3-2 : IMPLANTATION ET ACTIVITE DU SITE.	8
3-3-3 : TABLEAU RECAPITULATIF.	8
4- ANALYSE ET CONSEILS	9
4-1 ÉMERGENCES.	9
4-2 NIVEAUX DE BRUIT LIMITE.	10
ANNEXE 1 : FICHE DE RESULTATS	11

1- OBJET

La présente étude concerne la carrière de l'entreprise **4MPR** située sur la commune de **Pernes les Fontaines**.

Ces analyses ont pour objet de déterminer les niveaux sonores en limite de propriété et d'émergences et de vérifier la conformité de la carrière et de ses installations avec [l'arrêté ministériel du 24 janvier 2001](#) (modifiant l'arrêté du 22 septembre 1994) art.22-1 relatif aux exploitations de carrières et aux installations de premier traitement des matériaux de carrière. Cet arrêté renvoie à celui du 23 janvier 1997 relatif aux bruits émis par les installations classées.

Les mesures sont effectuées par la méthode de contrôle conformément à la norme NF S 31-010 sans déroger à aucune de ses dispositions.



2- REGLEMENTATION

Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, $L_{Aeq,T}$:

Valeur du niveau de pression acoustique pondéré A d'un son continu stable qui au cours d'une période spécifiée T (intervalle de mesure) a la même pression acoustique quadratique moyenne qu'un son considéré dont le niveau varie en fonction du temps.

Bruit ambiant :

Bruit total existant dans une situation donnée pendant un intervalle de temps donné. Il est composé de l'ensemble des bruits émis par toutes les sources proches et éloignées.

Bruit résiduel :

Bruit ambiant, en l'absence des bruits particuliers, objets de la requête considérée.

Bruit particulier :

Composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement et que l'on désire distinguer du bruit ambiant notamment parce qu'il est l'objet d'une requête.

Émergence :

Modification temporelle du niveau de bruit ambiant induite par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier. Cette modification porte sur le niveau global ou sur le niveau mesuré dans une quelconque bande de fréquence.

$$e = \text{Bruit ambiant} - \text{Bruit résiduel}$$

On considère qu'il y a présomption de nuisances lorsque :

* Pour un niveau de bruit ambiant supérieur à **35 dB** et inférieur ou égal à **45 dB** :

- $e = 6 \text{ dBA}$ pour la période allant de 7 h 00 à 22 h 00 sauf dimanches et jours fériés.

- $e = 4 \text{ dBA}$ pour la période allant de 22 h 00 à 7 h 00, ainsi que les dimanches et jours fériés.

* Pour un niveau de bruit ambiant supérieur à **45 dB** :

- $e = 5 \text{ dBA}$ pour la période allant de 7 h 00 à 22 h 00 sauf dimanches et jours fériés.

- $e = 3 \text{ dBA}$ pour la période allant de 22 h 00 à 7 h 00, ainsi que les dimanches et jours fériés.

Ces seuils sont définis dans l'article 3 de l'arrêté du 23 janvier 1997.

Au sens de l'article 2 de l'arrêté du 23 janvier 1997, on entend par « Zone à émergence réglementée » :

– l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers, existant à la date du dépôt de dossier de demande d'enregistrement, et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse) à l'exclusion de celles des immeubles implantés dans les zones destinées à recevoir des activités artisanales ou industrielles ;

– les zones constructibles définies par des documents d'urbanisme opposables aux tiers et publiés à la date du dépôt de dossier de demande d'enregistrement ;

– l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers qui ont été implantés après la date du dépôt de dossier de demande d'enregistrement dans les zones constructibles définies ci-dessus, et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse), à l'exclusion de celles des immeubles implantés dans les zones destinées à recevoir des activités artisanales ou industrielles.

3- MESURES

3-1 Localisation.

La localisation des points de mesures est la suivante (**voir carte page 3**) :

Point 1 : Limite et émergence au Nord - Ouest du site.

Point 2 : Emergence au Nord du site.

Point 3 : Limite et émergence au Nord – Est du site.

Point 4 : Limite et émergence au Sud – Est du site.

Point 5 : Limite au Sud du site.

Les points **1, 3, 4 et 5**, situés en limite d'exploitation feront l'objet d'un contrôle de **niveau de bruit limite**.

Les points **1, 2, 3 et 4**, situés au niveau des riverains les plus proches de la carrière feront l'objet d'un contrôle **d'émergence**.

Photos des 5 points de mesures :

POINT 1 :



POINT 2 :



POINT 3 :



POINT 4 :



POINT 5 :**3-2 Appareillage.****FUSION 1 :**

Le sonomètre utilisé est un sonomètre enregistreur intégrateur de précision 01dB-Metravib de classe 1 (Fusion, n° série : 11115) conforme aux normes NF EN 60804 et NF EN 61672-1.

Le contrôle du sonomètre est réalisé avant et après les mesures, à l'aide d'un calibreur acoustique 01dB-Metravib (Cal21, n° série : 35.13.43.67) qui répond aux spécifications de la norme NF EN 60942.

FUSION 2 :

Le sonomètre utilisé est un sonomètre enregistreur intégrateur de précision 01dB-Metravib de classe 1 (Fusion, n° série : 11611) conforme aux normes NF EN 60804 et NF EN 61672-1.

Le contrôle du sonomètre est réalisé avant et après les mesures, à l'aide d'un calibreur acoustique 01dB-Metravib (Cal21, n° série : 34.97.54.75) qui répond aux spécifications de la norme NF EN 60942.

3-3 Mesures.

3-3-1 Météorologie :

Les conditions météorologiques sont estimées de la manière suivante :

- Vérifier que la vitesse du vent est faible et qu'il n'y a pas de pluie marquée.
- Indiquer selon le codage suivant les conditions de vent et de température :

U1 : Vent fort contraire au sens source-récepteur	T1 : Jour et fort ensoleillement et surface sèche et peu de vent
U2 : Vent moyen à faible contraire ou vent fort peu contraire	T2 : mêmes conditions que T1 mais au moins une est non vérifiée.
U3 : vent nul ou vent quelconque de travers	T3 : Lever du soleil ou coucher du soleil ou (temps couvert et venteux et surface pas trop humide)
U4 : vent moyen à faible portant ou vent fort peu portant	T4 : nuit et (nuageux ou vent)
U5 : Vent fort portant	T5 : Nuit et ciel dégagé et vent faible

L'estimation qualitative de l'influence des conditions météorologiques se fait par l'intermédiaire de la grille ci-dessous :

	U1	U2	U3	U4	U5
T1		--	-	-	
T2	--	-	-	Z	+
T3	-	-	Z	+	+
T4	-	Z	+	+	++
T5		+	+	++	

- État météorologique conduisant à une atténuation très forte du niveau sonore
- État météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore
- Z Effets météorologiques faibles ou négligeables
- + État météorologique conduisant à un renforcement faible du niveau sonore
- ++ État météorologique conduisant à un renforcement moyen du niveau sonore

Les mesures ont été effectuées le **6 janvier 2023**.

Les conditions météorologiques étaient de type T2/ U3 soit des effets météorologiques conduisant à une atténuation forte du niveau sonore.

3-3-2 : Implantation et activité du site.

Les mesures ont été effectuées sur un **intervalle de mesurage** de 30 minutes pour chacun des **5 points** référencés sur le plan ci-joint (**page 3**), en plaçant le microphone à 1,50 mètre au-dessus du niveau du sol.

Les mesures ont été réalisées uniquement en période diurne.

Le jour de la mesure, l'activité de la carrière était la suivante :

- 1 chargeur client
- 4 / 5 camions en rotations

A noter également côté Ouest du site, l'activité temporaire du chantier ENGIE pour les panneaux photovoltaïques (1 dumper, 1 pelle, 1 bull, 1 compacteur).

L'intervalle d'observation (intervalle de temps au cours duquel tous les mesurages nécessaires à la caractérisation de la situation sonore sont effectués) est de 10h15 à 14h30.

3-3-3 : Tableau récapitulatif.

Date : **06/01/2023**

Mesures effectuées par : **D. ORCHILLER**

Point de Mesure	Période de la journée	Heure de début	Durée (mn)	Marche Installation (M/A)
Calibrage	/	/	/	/
5	Diurne	10h15	30	M
1	Diurne	10h58	90	M puis A
4	Diurne	11h05	80	M puis A
3	Diurne	12h32	62	A puis M
2	Diurne	12h36	100	A puis M

4- ANALYSE ET CONSEILS

4-1 Émergences.

Les émissions sonores de l'installation classée ne doivent pas engendrer une émergence supérieure aux valeurs admissibles fixées dans le tableau ci-après, dans les zones où celle-ci est réglementée :

Niveau de bruit ambiant existant dans les zones à émergence réglementée (incluant le bruit de l'établissement)	Emergence admissible pour la période allant de 7h à 22h , sauf dimanches et jours fériés	Emergence admissible pour la période allant de 22h à 7h , ainsi que les dimanches et jours fériés
Supérieur à 35 dB (A) et inférieur ou égal à 45 dB (A)	6 dB (A)	4 dB (A)
Supérieur à 45 dB (A)	5 dB (A)	3 dB (A)

Point de Mesure	Période	Heures	Leq dB _A	L ₅₀ dB _A	Marche Installation (M/A)	Émergence	Seuil réglementaire	Conformité
1	Diurne	10h58	46,1	39,3	M	8,2	5	Non Conforme
		12h	37,9	33,5	A			
2	Diurne	13h05	44,0	41,6	M	4,7	6	Conforme
		12h36	43,4	36,9	A			
3	Diurne	13h05	49,2	40,1	M	4,0	5	Conforme
		12h32	43,1	36,1	A			
4	Diurne	11h05	43,5	36,5	M	5,9	6	Conforme
		12h	37,6	34,2	A			

Selon l'arrêté du 23 janvier 1997 :

Dans le cas général, l'indicateur d'émergence est la différence entre les niveaux de pression continus équivalents pondérés du bruit ambiant et du bruit résiduel, déterminée selon le point 6.5.1 de la norme NF S 31-010.

Dans certaines situations particulières, le niveau de pression sonore équivalent pondéré A, LA_{eq}, n'est pas suffisamment adapté. Ces situations se caractérisent par la présence de bruits particuliers intermittents. Une telle situation se rencontre fréquemment dans le cadre des trafics routiers à proximité.

Dans le cas où la différence LA_{eq} - L₅₀ est supérieure à **5 dB(A)**, on utilise comme indicateur d'émergence la différence entre les indices fractiles L₅₀ calculés sur le bruit ambiant (en activité) et le bruit résiduel (sans activité).

Ce qui est le cas dans cette situation pour les points 2 et 3.

Conclusion : Les émergences relevées sont conformes au seuil réglementaire excepté pour le point 1 qui est le plus proche du chantier ENGIE.

A noter que ce chantier est temporaire et ne reflète pas l'activité de la carrière.

La présence de l'aérodrome à proximité a également contribué aux émergences enregistrées (peu de passages d'avions sur les mesures de bruit résiduel).

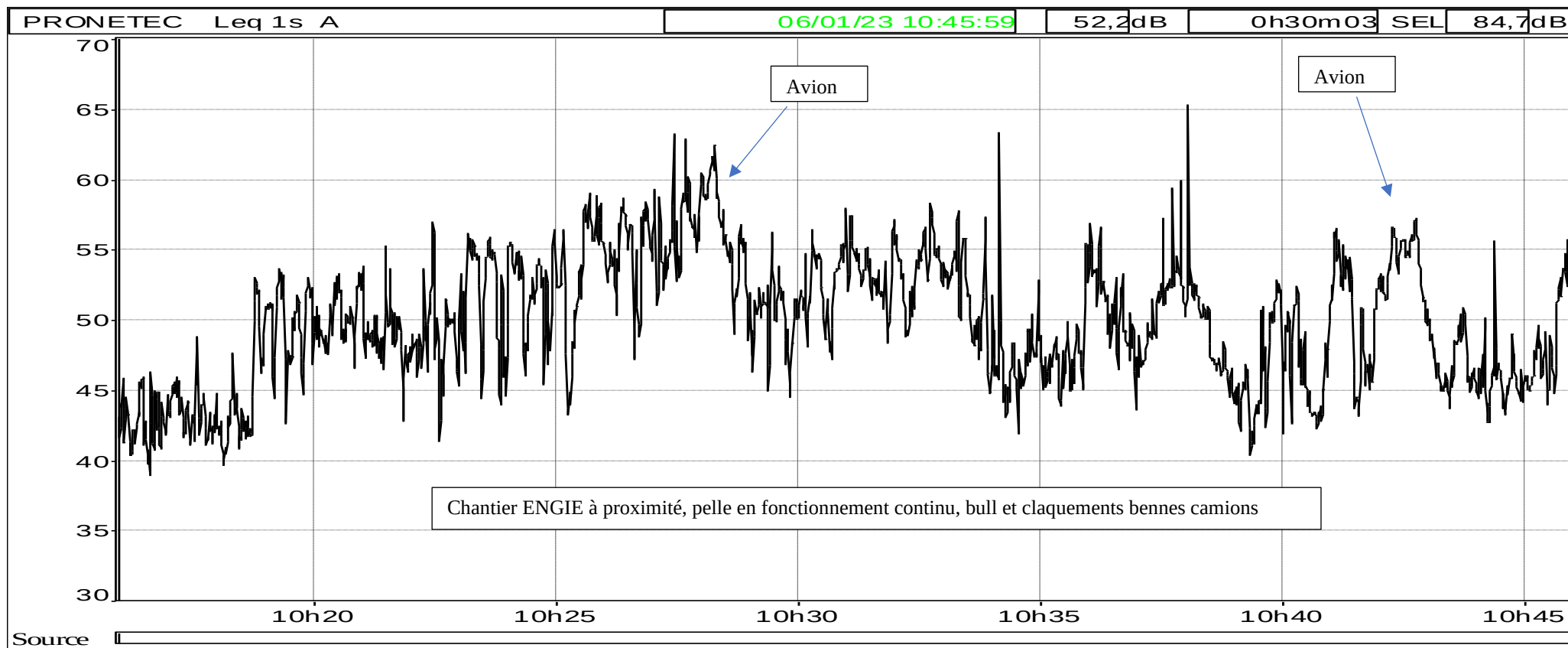
4-2 Niveaux de bruit limite.

Le niveau de bruit limite est fixé à **65 dB** en période diurne selon l'arrêté préfectoral du site.

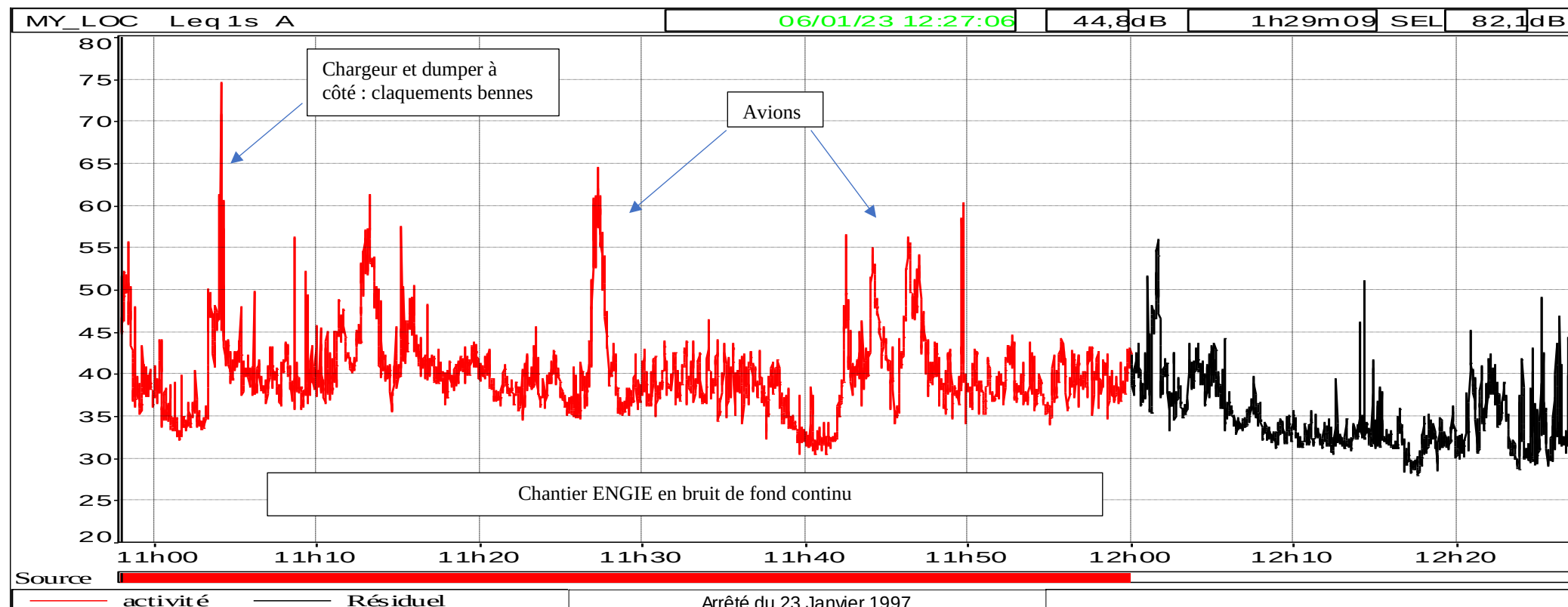
Zones	Périodes	Niveaux limites de bruits en décibels dB (A)
Limite du périmètre d'autorisation de la carrière	jour : de 7 h à 20 h - jours ouvrables	65 dB (A)
	période intermédiaire : - de 6 h à 7 h : jours ouvrables - de 20 h à 22 h : jours ouvrables - de 6 h à 22 h : dimanches et jours fériés	60 dB (A)
	nuit : de 22 h à 6 h	55 dB (A)

Point de mesure	Période	Leq dB _A	Heure	Marche Installation (M/A)	Seuil réglementaire à ne pas dépasser (dBA)	Conformité
1	Diurne	46,1	10h58	M	65 dBA	Conforme
3	Diurne	49,2	13h05	M		Conforme
4	Diurne	43,5	11h05	M		Conforme
5	Diurne	52,2	10h15	M		Conforme

Toutes les valeurs relevées sont conformes au seuil réglementaire (< 65 dBA).

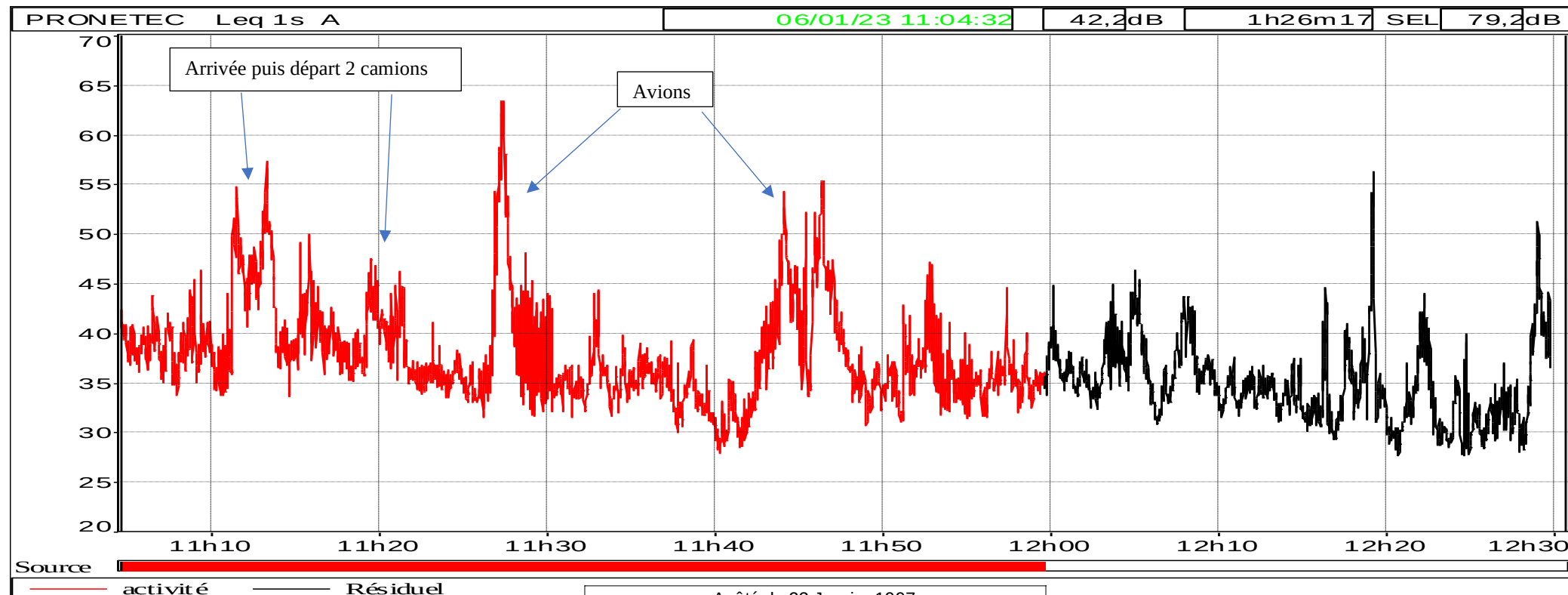
ANNEXE 1 : Fiche de résultats
Zone de mesure : Point 5
Installation en fonctionnement diurne


Fichier	20230106_101557_104600			
Début	06/01/23 10:15:57			
Fin	06/01/23 10:46:00			
Voie	Type	Pond.	Unité	Leq
PRONETEC	Leq	A	dB	52,2

Zone de mesure : Point 1
Installation en fonctionnement diurne puis à l'arrêt


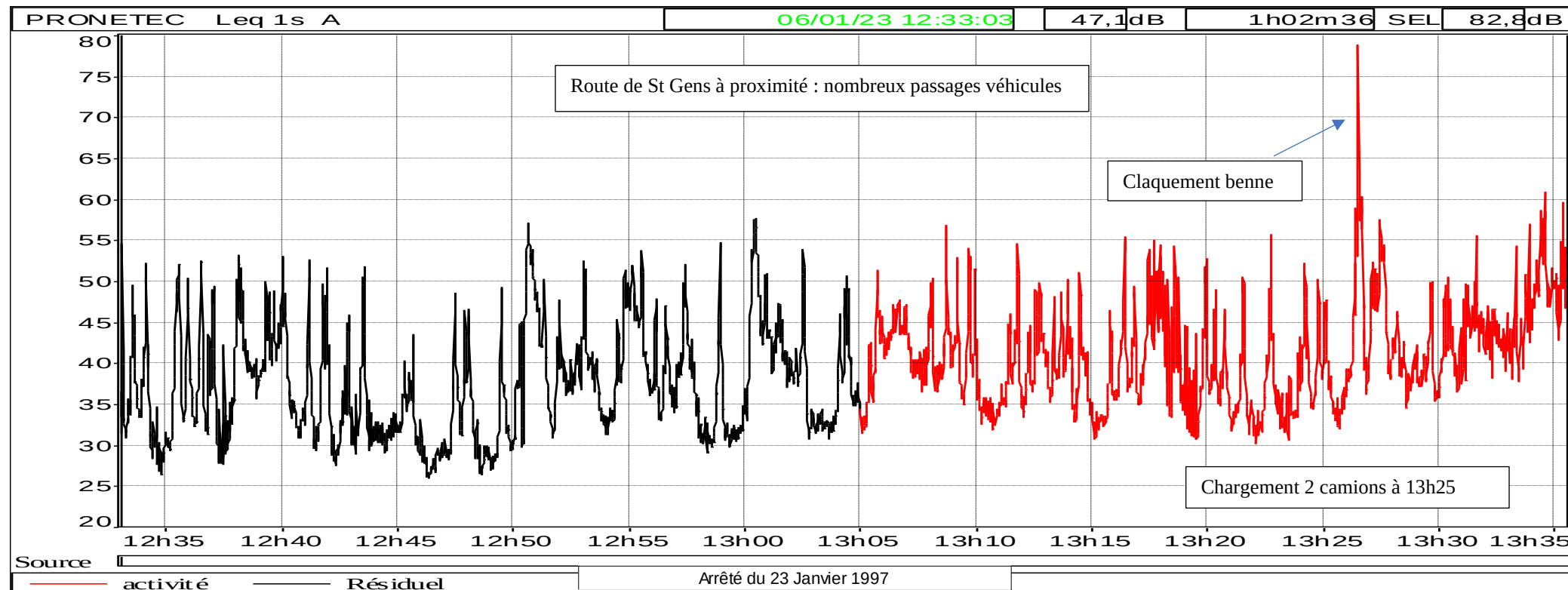
Fichier	20230106_105758_122707	
Lieu	MY_LOC	
Type de données	Leq	
Pondération	A	
Début	06/01/23 10:57:58	
Fin	06/01/23 12:27:07	
	Leq	L50
	particulier	
Source	dB	dB
activité	46,1	39,3
Résiduel	37,9	33,5

Arrêté du 23 Janvier 1997	
Installation	activité
Fichier	20230106_105758_122707
Lieu	MY_LOC
Type de données	Leq
Début	06/01/23 10:57:58
Fin	06/01/23 12:27:07
Résultat des mesurages	
Niveau du bruit particulier	46,1 dBA
Niveau du bruit résiduel	37,9 dBA
Emergence	E = 8,2 dBA
Emergence admissible	Ea = 5,0 dBA

Zone de mesure : Point 4
Installation en fonctionnement diurne puis à l'arrêt


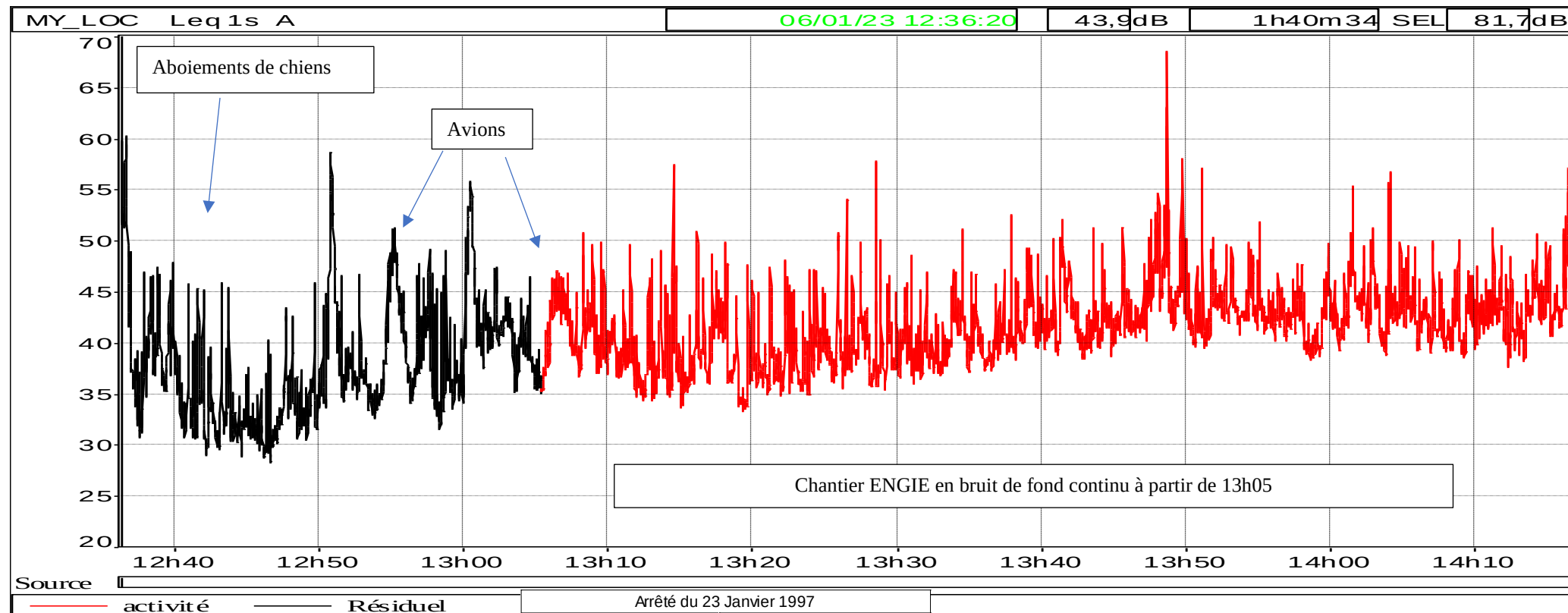
Fichier	20230106_105132_122949	
Lieu	PRONETEC	
Type de données	Leq	
Pondération	A	
Début	06/01/23 10:51:32	
Fin	06/01/23 12:29:49	
	Leq	L50
	particulier	
Source	dB	dB
activité	43,5	36,5
Résiduel	37,6	34,2

Arrêté du 23 Janvier 1997	
Installation	activité
Fichier	20230106_105132_122949
Lieu	PRONETEC
Type de données	Leq
Début	06/01/23 10:51:32
Fin	06/01/23 12:29:49
Résultat des mesurages	
Niveau du bruit particulier	43,5 dBA
Niveau du bruit résiduel	37,6 dBA
Emergence	E = 5,9 dBA
Emergence admissible	Ea = 6,0 dBA

Zone de mesure : Point 3
Installation à l'arrêt puis en fonctionnement diurne


Fichier	20230106_123303_133538	
Lieu	PRONETEC	
Type de données	Leq	
Pondération	A	
Début	06/01/23 12:33:03	
Fin	06/01/23 13:35:39	
	Leq	L50
	particulier	
Source	dB	dB
activité	49,2	40,1
Résiduel	43,1	36,1

Arrêté du 23 Janvier 1997	
Installation	activité
Fichier	20230106_123303_133538
Lieu	PRONETEC
Type de données	Leq
Début	06/01/23 12:33:03
Fin	06/01/23 13:35:39
Type du calcul du niveau	
Niveau du bruit particulier	Fractile L50
Niveau du bruit résiduel	Fractile L50
Résultat des mesurages	
Niveau du bruit particulier	40,1 dBA
Niveau du bruit résiduel	36,1 dBA
Emergence	E = 4,0 dBA
Emergence admissible	Ea = 5,0 dBA

Zone de mesure : Point 2
Installation à l'arrêt puis en fonctionnement diurne


Fichier	20230106_123620_141654	
Lieu	MY_LOC	
Type de données	Leq	
Pondération	A	
Début	06/01/23 12:36:20	
Fin	06/01/23 14:16:54	
	Leq	L50
	particulier	
Source	dB	dB
activité	44,0	41,6
Résiduel	43,4	36,9

Arrêté du 23 Janvier 1997	
Installation	activité
Fichier	20230106_123620_141654
Lieu	MY_LOC
Type de données	Leq
Début	06/01/23 12:36:20
Fin	06/01/23 14:16:54
Type du calcul du niveau	
Niveau du bruit particulier	Fractile L50
Niveau du bruit résiduel	Fractile L50
Résultat des mesurages	
Niveau du bruit particulier	41,6 dBA
Niveau du bruit résiduel	36,9 dBA
Emergence	E = 4,7 dBA
Emergence admissible	Ea = 6,0 dBA

ANNEXE 4 : RAPPORT BRUIT JANVIER 2023

4M PROVENCE ROUTE

Village d'entreprise ERO-RN7
84700 SORGUES

MESURES DE BRUIT ENVIRONNEMENTAL

(En application de l'arrêté du 23 janvier 1997 et de la
norme NF S 31-010)

Mesures réalisées le vendredi 7 juillet 2023

Vaucluse (84)
Commune de PERNES-LES-FONTAINES
Carrière de Sainte-Marie

Juillet 2023

Suivi du document :

Version	Date	Objet de la mise à jour	Rédaction	Relecture
1.0	18/07/2023	Rédaction initiale du rapport	Constance BOUCHARD, GÉOENVIRONNEMENT GEOENVIRONNEMENT ACTIMART UB1 (entrée B) ZA Les Mîles 1140 Rue André Ampère 13290 AIX-EN-PROVENCE SIRET : 514 127 489 00037	Romain SYLVESTRE, GÉOENVIRONNEMENT GEOENVIRONNEMENT ACTIMART - UB1 - Entrée B 1140 Rue André Ampère ZA Les Mîles 13290 AIX-EN-PROVENCE SIRET 514 427 489 00029

SOMMAIRE

I.	OBJET DE L'ÉTUDE	5
II.	CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE	5
II.1	Textes de référence	5
II.2	Règlementation	5
II.2.1	Valeurs admissibles réglementaires	5
II.2.2	Niveaux sonores en limite de propriété	6
II.2.3	Définitions	6
III.	MÉTHODOLOGIE	7
III.1	Localisation des points de mesures	7
III.2	Conditions de mesurage	9
III.2.1	Procédure	9
III.2.2	Appareillage	9
III.2.3	Tableau récapitulatif	10
IV.	RÉSULTATS	11
IV.1	Mesures d'émergence	11
IV.1.1	Résultats	11
IV.1.2	Interprétation des résultats	11
V.	CONCLUSION	13
V.1	Conformité réglementaire des mesures	13
V.2	Conservation du présent rapport	13
VI.	ANNEXES	13

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1. Localisation des points de mesures de bruit	8
Figure 2. Implantation du point n°1 à la limite Nord-Ouest de la carrière	15
Tableau 1. Valeurs admissibles d'émergence	5
Tableau 2 : Limites de bruits admissibles selon l'AP du 20 août 1985	6
Tableau 3. Définitions des conditions aérodynamiques	9
Tableau 4. Définition des conditions thermiques	10
Tableau 5. Grille Ui/Ti	10
Tableau 6. Récapitulatif des conditions de mesurage du 07/07/2023	10
Tableau 7. Résultats des mesures destinées au calcul de l'émergence	11

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Photographies des points de mesures

Annexe 2 : Rapports de mesures

Annexe 3 : Caractéristiques du sonomètre

Annexe 4 : Certificat d'étalonnage du sonomètre

I. OBJET DE L'ÉTUDE

La société 4M PROVENCE ROUTE est autorisée par l'arrêté préfectoral du 11 décembre 1997 modifié par les APC du 16 octobre 2003 et du 23 mars 2021, à exploiter une carrière de graviers au lieu-dit "Sainte-Marie", sur la commune de PERNES-LES-FONTAINES (84).

Ainsi, s'agissant d'une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE), elle est notamment soumise à l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les ICPE.

Le but de ce type d'intervention est de déterminer les niveaux sonores de l'installation en limites de propriété et de s'assurer que les seuils réglementaires établis en matière d'émergence sont bien respectés.

Concernant la carrière 4M PROVENCE ROUTE de Pernes-les-Fontaines, seule une mesure d'émergence a été mesurée. En effet lors de la campagne de bruit réalisée le 6 janvier 2023 par la société PRONETEC, toutes les mesures de bruit se sont avérées conformes à la réglementation, excepté l'une des mesures d'émergence. Celle-ci, au Nord-Ouest du site, présentait un dépassement en raison du chantier du parc photovoltaïque ENGIE limitrophe de l'habitation. La présente campagne a donc pour but de réitérer la prise de mesure afin de s'assurer de la conformité de la mesure, maintenant que ce chantier n'est plus à proximité immédiate de l'habitation.

II. CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

II.1 TEXTES DE REFERENCE

Plusieurs textes de référence ont été appliqués dans le cadre de cette étude :

- ✓ Arrêté du 23 janvier 1997 modifié relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement ;
- ✓ Norme NF S 31-010 de 1996 relative à la caractérisation et au mesurage du bruit dans l'environnement ;
- ✓ Norme NF S 31-010/A1 de 2008 (avenant à la norme NF S 31-010).

Les mesures ont été effectuées par la méthode de contrôle conformément à la norme NF S 31-010, sans déroger à aucune de ses dispositions.

II.2 RÉGLEMENTATION

II.2.1 Valeurs admissibles réglementaires

Selon l'arrêté préfectoral du 11 décembre 1997, les émissions sonores ne doivent pas engendrer, dans les zones à émergence réglementée, une émergence supérieure aux valeurs admissibles fixées dans le tableau suivant [Tableau 1] :

Niveau de bruit ambiant existant dans les zones à émergence réglementée (incluant le bruit de l'établissement)	Émergence admissible pour la période allant de 6h30 à 21h30, sauf dimanches et jours fériés	Émergence admissible pour la période allant de 21h30 à 6h30, ainsi que les dimanches et jours fériés
Supérieur à 35 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

Tableau 1. Valeurs admissibles d'émergence

Aussi, selon l'arrêté préfectoral du 11 décembre 1997 et en application de celui en date du 20 août 1985, les niveaux de bruit ne doivent pas dépasser les paramètres suivants [

Tableau 2] :

Zones	Périodes	Niveaux limites de bruits en décibels dB(A)
Limite du périmètre d'autorisation de la carrière	Jour : de 7h à 20h – jours ouvrables	65 dB(A)
	Période intermédiaire : - De 6h à 7h : jours ouvrables - De 20h à 22h : jours ouvrables - De 6h à 22h : dimanches et jour fériés	60 dB(A)
	Nuit : de 22h à 6h	55 dB(A)

Tableau 2 : Limites de bruits admissibles selon l'AP du 20 août 1985

On entend par "Zone à Émergence Réglementée" (ZER) :

- ✓ L'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers, existants à la date de l'arrêté d'autorisation de l'installation et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cours, jardins, terrasses) ;
- ✓ Les zones constructibles définies par les documents d'urbanismes opposables aux tiers et publiés à la date de l'autorisation ;
- ✓ L'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers qui ont été implantés après la date de l'autorisation dans les zones constructibles définies ci-dessus, et leurs parties annexes comme ci-dessus, à l'exclusion des immeubles implantés dans les ZAA et les ZAI.

II.2.2 Niveaux sonores en limite de propriété

Les niveaux admissibles en limites de propriété ne peuvent excéder **65 dB(A) pour la période de jour et 55 dB(A) pour la période de nuit**, sauf si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite. Ces niveaux limites sont déterminés de manière à assurer les valeurs maximales d'émergence admissibles à une distance de 200 mètres du périmètre de l'exploitation.

II.2.3 Définitions

Niveau de pression acoustique continu équivalent ($L_{A,eqT}$) : Le bruit se caractérise à chaque instant t par le niveau de pression acoustique instantané, $L_p(t)$, exprimé en décibels. Pour prendre en compte les variations de $L_p(t)$ durant le temps de travail, on définit une durée T (quelques minutes, une heure ou 8 heures) et on évalue le niveau du bruit pendant T selon une moyenne en énergie. C'est ce qu'indique le niveau acoustique continu équivalent mesuré durant T , noté $L_{A,eqT}$.

Niveau de pression acoustique de crête pondéré C ($L_{C,peak}$) : Pendant une durée d'observation T , niveau maximal de la pression acoustique instantanée mesuré en pondération C. Il s'exprime en dB(C).

Pondération A : Courbe calquée sur la sensibilité moyenne de l'oreille humaine aux niveaux de bruit courants et doit être utilisée lors des mesures d'exposition pour estimer le niveau acoustique continu équivalent pondéré A, noté $L_{A,eqT}$.

Pondération C : cette courbe, calquée sur la sensibilité moyenne de l'oreille humaine aux niveaux de bruit élevés, est quasiment linéaire dans la partie principale du champ auditif de l'homme. Elle doit être utilisée pour le mesurage des niveaux de pression acoustique de crête, $L_{C,peak}$.

Bruit ambiant : Bruit total existant dans une situation donnée, pendant un intervalle de temps donné. Il est composé de l'ensemble des bruits émis par toutes les sources proches et éloignées.

Bruit résiduel : Bruit ambiant, en l'absence de bruits particuliers, objets de la requête.

Émergence : Différence entre le bruit résiduel et le bruit ambiant.

III. MÉTHODOLOGIE

III.1 LOCALISATION DES POINTS DE MESURES

Afin de refléter au mieux la configuration du site, cinq points de mesures ont été définis aux abords de l'installation, dont certains à la double fonctionnalité (limite et émergence simultanément) [Figure 1] :

- ✓ Point n°1 : Limite et émergence au Nord-Ouest du site ;
- ✓ Point n°2 : Émergence au Nord du site ;
- ✓ Point n°3 : Limite et émergence au Nord-Est du site ;
- ✓ Point n°4 : Limite et émergence au Sud-Est du site ;
- ✓ Point n°5 : Limite Sud du site.

Notons que les points 1, 2, 3 et 4 ont été désignés de manière à calculer le niveau d'émergence sonore de l'installation. Par conséquent, deux mesures de 30 minutes minimums ont été effectuées pour chacun de ces points : l'une en période de fonctionnement de la centrale, l'autre en période d'arrêt.

Pour rappel, seule l'une de ces émergences a été mesurée lors de cette intervention, ayant obtenu un résultat non conforme lors de la précédente campagne de bruit du 6 janvier 2023 réalisée par la société PRONETEC. Il s'agit du point 1 qui a obtenu une émergence de 8,2 dB(A). PRONETEC ayant toutefois signalé que cette non-conformité était du fait de la proximité du chantier de la centrale photovoltaïque en cours.

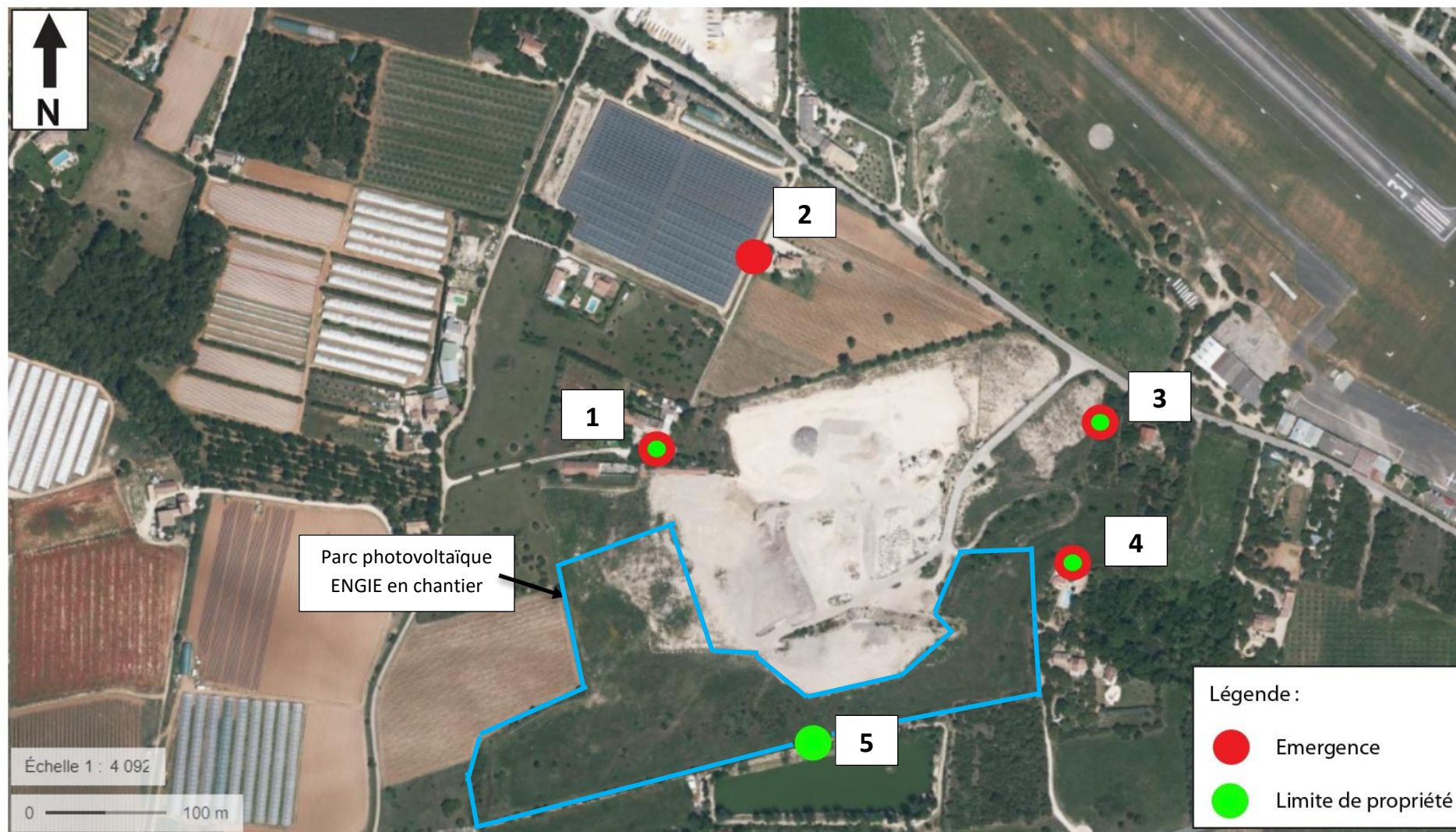


Figure 1. Localisation des points de mesures de bruit

III.2 CONDITIONS DE MESURAGE

III.2.1 Procédure

Les relevés sonores ont été réalisés le vendredi 7 juillet 2023. Chaque mesure a été effectuée sur un intervalle de mesurage minimal de 30 minutes, en plaçant le microphone à 1,50 mètre au-dessus du niveau du sol. Les mesures ont été réalisées uniquement en période diurne.

Lors des mesures en période de fonctionnement de la carrière, les activités suivantes étaient en cours :

- ✓ Circulation d'un chargeur et d'un camion ;
- ✓ Manipulation et chargement des matériaux par le chargeur.

Intervalle d'observation : Les mesures nécessaires à la caractérisation de la situation sonore ont été réalisées selon l'intervalle de temps suivant :

- ✓ Le vendredi 7 juillet 2023 de 9h17 (début de la 1^{ère} mesure) à 12h30 (fin de la dernière mesure) ;

III.2.2 Appareillage

Le sonomètre utilisé est un sonomètre enregistreur intégrateur de précision KIMO DB 300/1 de classe 1 (n° série : 15050109), doté d'un microphone à électret PCB 377B02 (n° série : 150418) conforme aux normes NF EN 61672-1 et CEI 61676-1.

Le contrôle du sonomètre a été effectué au moyen d'un calibre type CAL300 (n° série : 12030010) et d'un microphone B&K type 4191 (n° série : 277168) avec des étalons certifiés COFRAC.

Les caractéristiques du sonomètre ainsi que son certificat d'étalonnage en date du 02/08/2022 sont joints en annexes 3 et 4 de ce rapport.

Conditions météorologiques

Conformément à la norme NF S31-010/A1 de décembre 2008, les conditions météorologiques sont estimées de la manière suivante [Tableaux 3 à 5] :

	Contraire	Peu contraire	De travers	Peu portant	Portant
Vent fort	U1	U2	U3	U4	U5
Vent moyen	U2	U2	U3	U4	U4
Vent faible	U3	U3	U3	U3	U3

Tableau 3. Définitions des conditions aérodynamiques

Période	Rayonnement/couverture nuageuse	Humidité	Vent	Ti
Jour	Fort	Sol sec	Faible ou moyen	T1
			Fort	T2
		Sol humide	Faible ou moyen ou fort	T2
	Moyen à faible	Sol sec	Faible ou moyen ou fort	T2
		Sol humide	Faible ou moyen	T2
			Fort	T3
Période de lever ou de coucher du soleil				T3
Nuit	Ciel nuageux		Faible ou moyen ou fort	T4
	Ciel dégagé		Moyen ou fort	T4
	/		Faible	T5

Tableau 4. Définition des conditions thermiques

	U1	U2	U3	U4	U5
T1		--	-	-	
T2	--	-	-	Z	+
T3	-	-	Z	+	+
T4	-	Z	+	++	++
T5		+	+	++	

Tableau 5. Grille Ui/Ti

- Conditions défavorables pour la propagation sonore
- Conditions défavorables pour la propagation sonore
Z Conditions homogènes pour la propagation homogène
+ Conditions favorables pour la propagation sonore
++ Conditions favorables pour la propagation sonore

III.2.3 Tableau récapitulatif

Les mesures de bruit du 7 juillet 2023 ont été réalisées dans les conditions définies dans le tableau suivant [Tableau 6] :

Point de mesure	Période de la journée	Conditions météorologiques	Heure de début	Durée de mesurage (min)	Marche installation (M/A)	Valeur contrôlée
1	Diurne	- (U3/T2)	9h17	33	M	Emergence
1'		- (U3/T2)	12h00	30	A	

Tableau 6. Récapitulatif des conditions de mesurage du 07/07/2023

IV. RÉSULTATS

IV.1 MESURES D'EMERGENCE

IV.1.1 Résultats

Selon l'arrêté préfectoral du 11 décembre 1997 et en application de celui en date du 20 août 1985 et sachant que le niveau ambiant (incluant le bruit de l'établissement) est supérieur à 35 dB(A), l'émergence ne devrait réglementairement pas dépasser 5 dB(A) en période diurne.

Par ailleurs, la réglementation des ICPE impose que "*dans le cas où la différence LAeq-L50 est supérieure à 5 dB(A), on utilise comme indicateur d'émergence la différence entre les indices fractiles L50 calculés sur le bruit ambiant et le bruit résiduel*". Ce paramètre a donc été analysé pour chaque point de mesure [Tableau 6].

Dans le cas présent, **2 mesures** d'émergence ont été effectuées. Pour chacun de ces points, **deux mesures** ont été réalisées : l'une en **période de fonctionnement** de la carrière, l'autre en **période d'arrêt**.

Les résultats de ces mesures sont retranscrits dans le tableau suivant [Tableau 7] :

Tableau 7. Résultats des mesures destinées au calcul de l'émergence

Point de mesure	Marche installations (M/A)	LAeq ¹ (dB(A))	L50 (dB(A))	Différence LAeq-L50	Calcul de l'émergence	Conformité
1	M	60,1	60,0	0,1	Sur LAeq : -1,1 dB(A)	Conforme (car inférieur à 5 dB(A))
1'	A	61,2	61,2	0,0		

IV.1.2 Interprétation des résultats

IV.1.2.1 Point 1

Le point 1 a été mesuré au niveau de l'habitation située au Nord-Ouest de la carrière, limitrophe du chantier du parc photovoltaïque ENGIE toujours sources de quelques travaux.

Plusieurs observations peuvent être faites concernant cette mesure :

Mesure en marche :

- ✓ La mesure marche n'a révélé que peu de pics, tous dus à l'activité (quelques petits travaux et cris bruyants) des employés sur le parc photovoltaïque ENGIE non loin du sonomètre. Ces émissions de bruit majeures étaient accompagnées en fond sonore de l'activité des habitants alentours et du chant des cigales très constant tout au long de la mesure.
- ✓ Ce bruit général révèle une différence entre le LAeq et le L50 de 0,1 dB(A). Cette faible valeur indique qu'effectivement, peu de pics ont été émis durant la mesure contre un bruit de fond plus ou moins sonore.
- ✓ Quant au bruit émis par l'activité de la carrière, notamment les manœuvres du chargeur, il était perceptible au loin, à une fréquence plus ou moins régulière en fonction des déplacements de ce dernier

¹ Niveau de pression acoustique continu équivalent sur la durée d'intégration, en dB(A)

et du camion en circulation ce jour. L'activité était donc peu sonore et était moindre par rapport à celle du parc photovoltaïque.

Mesure à l'arrêt :

- ✓ La mesure à l'arrêt n'a pas révélé aucun pic particulier. Le bruit général émis par l'activité du parc photovoltaïque ENGIE, des habitants et des cigales fut relativement constant tout au long de la mesure ;
- ✓ La différence entre le LAeq et le L50 révèle une valeur de 0,0 dB(A). Ce résultat nul indique qu'en effet aucun pic n'a été généré durant la mesure et que l'ambiance sonore fut constante tout au long de celle-ci. Cette valeur étant inférieure à 5 dB(A), l'émergence est calculée sur le LAeq ;
- ✓ Le bruit ambiant étant supérieur à 35 dB(A), la réglementation accorde donc une émergence pouvant aller jusqu'à 5 dB(A).

La différence entre LAeq et L50 étant inférieure à 5 dB(A), l'émergence est calculée sur le LAeq, conformément à la réglementation en vigueur. En l'occurrence, pour ce point n°1, l'émergence calculée est de -1,1 dB(A). Elle est donc **conforme**. Ce résultat négatif montre que le niveau sonore était légèrement plus important en période d'arrêt de la carrière qu'en la période de fonctionnement de celle-ci. Toutefois la mesure hors activité n'est que faiblement plus sonore, potentiellement en raison de l'activité des habitants (repas en extérieur accompagné de rires et de cris) et aux employés ENGIE qui poursuivaient les travaux.

L'ambiance sonore au niveau du point 1 est toujours marquée par la présence du chantier ENGIE.

L'émergence calculée au point n°1 est conforme à la réglementation. Aucune disposition particulière ne doit donc être adoptée.

V. CONCLUSION

V.1 CONFORMITE REGLEMENTAIRE DES MESURES

Des mesures de bruit ont été réalisées le vendredi 7 juillet 2023 dans le voisinage de la carrière 4M PROVENCE ROUTE de Pernes-les-Fontaines afin de reconstrôler le niveau d'émergence au regard de la réglementation en vigueur. Cette émergence a été mesurée sur l'habitation Nord-Ouest la plus proche, après une non-conformité en raison des travaux du parc photovoltaïque ENGIE limitrophe de ladite habitation lors de la campagne de mesure de bruit initiale.

Bien que le chantier soit toujours en cours, les résultats ont conduit aux constats suivants :

- ✓ Émergence sonore dans le voisinage → **CONFORME**

V.2 CONSERVATION DU PRESENT RAPPORT

Ce rapport sera conservé pendant toute la durée d'autorisation de la carrière. Il sera tenu à la disposition de l'inspection des Installations Classées.

VI. ANNEXES

Annexe 1 : Photographies du point de mesures

Annexe 2 : Rapports de mesures

Annexe 3 : Caractéristiques du sonomètre

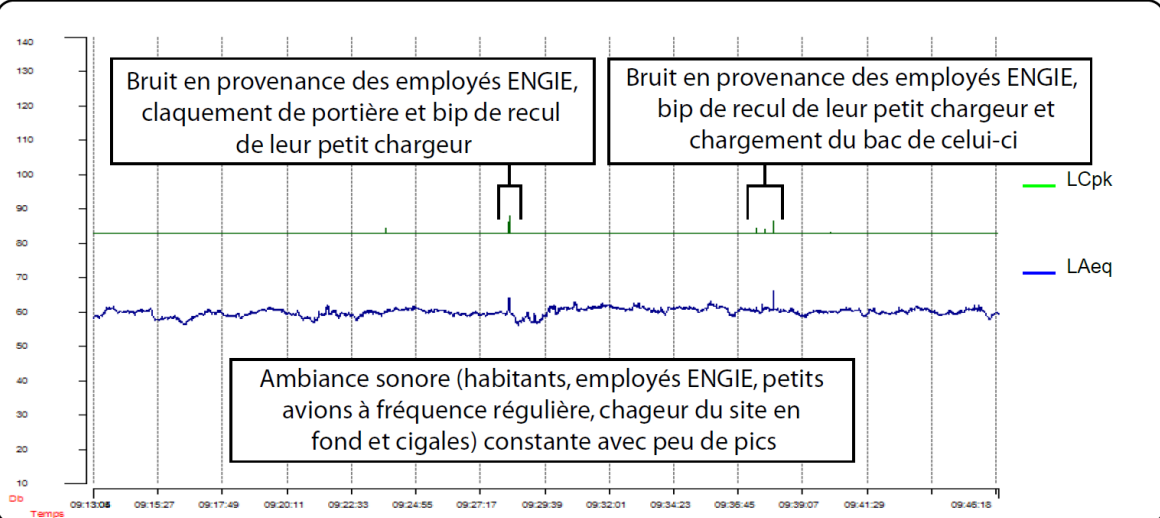
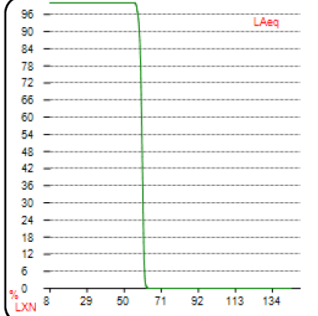
Annexe 4 : Certificat d'étalonnage du sonomètre

ANNEXE 1 : PHOTOGRAPHIES DES POINTS DE MESURES



Figure 2. Implantation du point n°1 à la limite Nord-Ouest de la carrière

ANNEXE 3 : RAPPORTS DE MESURES

KIMO	S2460707.L23	GEOENVIRONNEMENT
LDB23	Rapport de campagne	1140, rue André Ampère Parc Actimart, UB1 entrée B 13290 AIX-EN-PROVENCE
13/07/2023		
Société : 4M PROVENCE ROUTE Village d'entreprise ERO-RN7 84700 SORGUES		Appareil : DB300 n° : 15050109 Microphone n° : 0150418 NF EN 61672 classe 1 Date de vérification : 07/07/2020 Date de certificat : Numéro de certificat :
		Configuration : Mode : Leq - Stockage Départ de mesure : 07/07/2023 09:13:04 Fin de mesure : 07/07/2023 09:46:18 Durée de la mesure : 00:33:14 Pondération Leq : A/C Pondération Lpk : C Echantillonnage : 1 s
		
		
Résultats (Modifiés) : Départ de mesure : 07/07/2023 09:13:04 Fin de mesure : 07/07/2023 09:46:18 Durée de la mesure : 00:33:14 LAeq : 60,1 dB LAeq max : 66,2 dB LAeq min : 56,0 dB LCeq : 62,4 dB LCeq max : 69,8 dB LCeq min : 56,3 dB LCpk max : 88,2 dB % Surcharge : 0,00 LAN : L01 = 62,3 dB L10 = 61,2 dB L50 = 60 dB L90 = 58,5 dB L95 = 57,8 dB		C10 = 0 % C20 = 0 % C30 = 0 % C40 = 0 % C50 = 0 % C60 = 99,9 % C70 = 0,1 % C80 = 0 % C90 = 0 % C100 = 0 % C110 = 0 % C120 = 0 % C130 = 0 % C140 = 0 %
Observations : 		
Commentaire général : Détermination du niveau d'émergence - Installation en fonctionnement - POINT 1		
Mesures de bruit environnemental		

KIMO

S2470707.L23

LDB23

13/07/2023

Rapport de campagne

GEOENVIRONNEMENT

1140, rue André Ampère
Parc Actimart, UB1 entrée B
13290 AIX-EN-PROVENCE

Société :

4M PROVENCE ROUTE

Village d'entreprise ERO-RN7

84700 SORGUES

Appareil :

DB300 n° : 15050109

Microphone n° : 0150418

NF EN 61672 classe 1

Date de vérification : 07/07/2020

Date de certificat :

Numéro de certificat :

Configuration :

Mode : Leq - Stockage

Départ de mesure : 07/07/2023 11:55:29

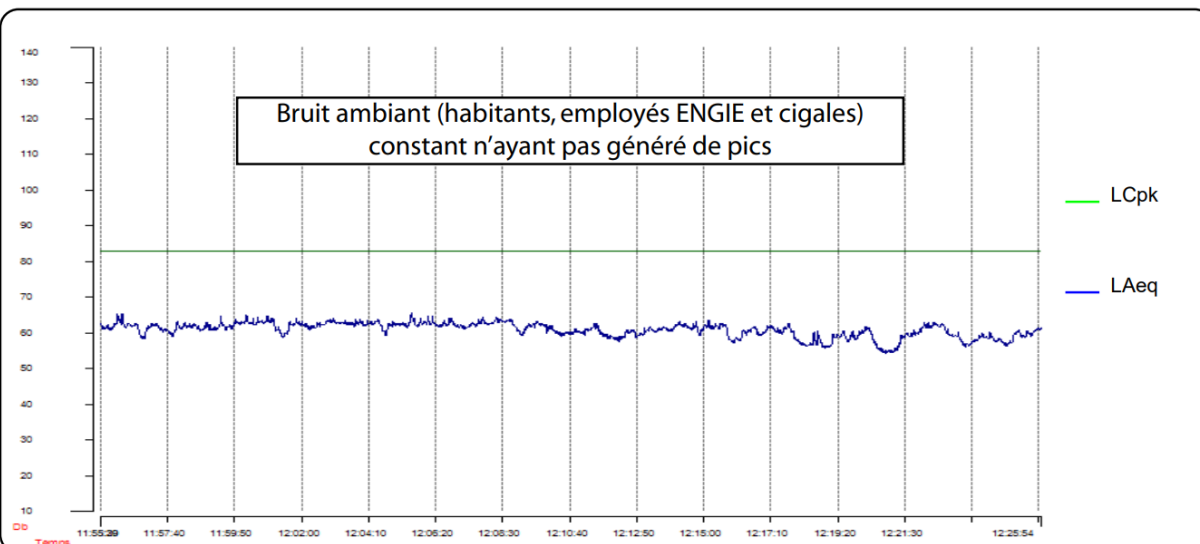
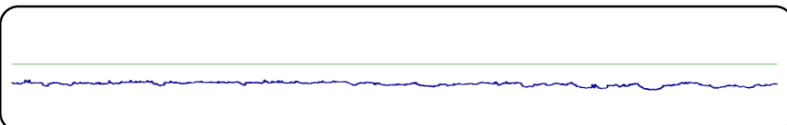
Fin de mesure : 07/07/2023 12:25:54

Durée de la mesure : 00:30:25

Pondération Leq : A/C

Pondération Lpk : C

Echantillonnage : 1 s



Résultats (Modifiés) :

Départ de mesure :

07/07/2023 11:55:29

Fin de mesure :

07/07/2023 12:25:54

Durée de la mesure : 00:30:25

LAeq : 61,2 dB

LAeq max : 65,5 dB

LAeq min : 54,3 dB

LCeq : 59,8 dB

LCeq max : 64,9 dB

LCeq min : 53,2 dB

LCpk max : 79,6 dB

% Surcharge : 0,00

LAN :

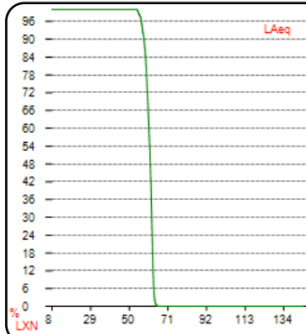
L01 = 64,2 dB

L10 = 62,9 dB

L50 = 61,2 dB

L90 = 57,9 dB

L95 = 56,7 dB



C10 = 0 %

C20 = 0 %

C30 = 0 %

C40 = 0 %

C50 = 1 %

C60 = 98,7 %

C70 = 0,3 %

C80 = 0 %

C90 = 0 %

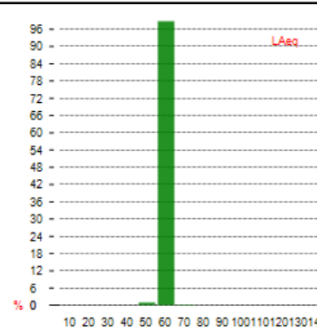
C100 = 0 %

C110 = 0 %

C120 = 0 %

C130 = 0 %

C140 = 0 %



Observations :

Commentaire général :

Détermination du niveau d'urgence - Installation à l'arrêt - POINT 1

Mesures de bruit environnemental

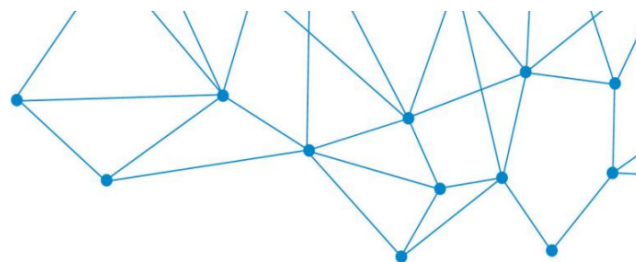
ANNEXE 4 : CARACTERISTIQUES DU SONOMETRE EMPLOYE

15.8 Métrologie du DB300 classe 1

Caractéristiques principales :

Caractéristiques principales		
Sonomètre DB300/1	Mode conventionnel	Mode Intégrateur - moyennneur
Compatibilité électromagnétique - marquage CE	Selon directive européenne 2004/108/CEE et norme produit	
Normes	NF EN 61672-1 (2003)- NF EN 60651 (1994) (1995)	NF EN 61672-1 (2003)- NF EN 60804 (2000) – CEI 61260 (1995)
Classe de précision	1	
Référence		
Niveau de pression	94 dB	
Fréquence	1000 Hz	
Calibre	20-137 dB	
Direction	0°: Axe du microphone	
Etendue de mesure		
Pondérée A	20-137 dB	
Pondérée C	25-137 dB	
Pondérée Z	25-137 dB	
Filtres par bandes d'octave	15-137 dB	
Etendue de mesure voie crête	83-140 dB	
Echelon de lecture	0.1 dB	
Bruit ramené à l'entrée	Compatible avec le domaine de linéarité	
Pondérations fréquentielles X	A – C – Z	
Filtres par bandes d'octave	16 Hz – 31,5 Hz – 63 Hz – 125 Hz – 250 Hz – 500 Hz – 1 kHz – 2 kHz – 4 kHz – 8 kHz – 16 kHz	
Filtres par bandes de tiers d'octave (1/3) - option	12,5 Hz - 16 Hz - 20 Hz - 25 Hz - 31,5 Hz - 40 Hz - 50 Hz - 63 Hz - 80 Hz- 100 Hz - 125 Hz - 160 Hz - 200 Hz - 250 Hz - 315 Hz - 400 Hz - 500 Hz - 630 Hz - 800 Hz - 1 kHz - 1,25 kHz - 1,6 kHz - 2 kHz - 2,5 kHz - 3,15 kHz - 4 kHz - 5 kHz - 6,3 kHz - 8 kHz - 10 kHz - 12,5 kHz - 16 kHz - 20 kHz	
Pondérations temporelles Y	Lente (F), Rapide(S), Impulse (I)	
Indicateur de surcharge (min)	140,5 dB	
Durée d'intégration élémentaire programmable du LXeq pour stockage	1/16 s, 1/8 s, 1/4 s, 1/2 s, 1 s, 2 s, 3 s, 5 s, 10 s, 15 s, 30 s, 60 s	
Durée d'intégration – commande Départ/Arrêt (max)	Illimitée	
Indices fractiles LXN	Calcul basé sur les données stockées LXY ou LXeq,DI, arrondies au dB sur une dynamique de 117 dB	
Précision de l'horloge	Meilleure que 0.005 %	
Conditions ambiantes de référence	23°C – 50% HR – 1013 hPa	
Conditions d'utilisation	-10°C à +50°C / 650 hPa à 1080 hPa / 25% à 90% HR	
Température de stockage	0°C à +50°C	
Dimensions (L x l x e)	270 x 70 x 40 mm	
Poids (avec batterie)	335 gr	
Fixation	Insert arrière pour fixation sur trépied au pas photo	

ANNEXE 5 : CERTIFICAT D'ETALONNAGE



LABORATOIRE METROLOGIQUE
METROLOGICAL LABORATORY

CERTIFICAT D'ETALONNAGE
CALIBRATION CERTIFICATE

EEA2200074

1/3

DELIVRE A :
ISSUED FOR

Geoenvironnement
Parc Actimart UB1 Entrée B
1140 Rue André Ampère
13290 Aix-en-Provence

INSTRUMENT ETALONNE / CALIBRATED INSTRUMENT

Désignation : Sonomètre
Designation *Sound Level Meter*

N° de série : 15050109
Serial number

Constructeur : KIMO
Manufacturer

N° identification interne :
Internal identification number

Type : DB300
Type

Microphone N°150418
Microphone N°

Classe : 1
Class

Préampli N°14100232

Norme de référence : NF EN 61672-1
Reference standard *CEI 61672-1*

Ce certificat comprend 3 pages
This certificate includes 3 pages

Date d'émission : 02/08/2022
Date of issue

LE RESPONSABLE METROLOGIQUE DU LABORATOIRE
THE METROLOGICAL HEAD OF THE LABORATORY
Sabrina LUTAUD

P.O. Stéphanie SOUC
Service Laboratoires

La reproduction de ce certificat n'est autorisée que sous la forme d'un fac-similé photographique intégral.

This certificate may not be reproduced other than in full by photographic process.

Certificate is conform to the standard FD X 07-012.

Sauermann Industrie S.A.S
ZA Bernard Moulinet - Rue Koufra
24700 Montpon-Ménestérol - France

+33 (0)5 53 80 85 00
services@sauermanngroup.com

www.sauermann.fr

CERTIFICAT D'ETALONNAGE
CALIBRATION CERTIFICATE
EEA2200074

2/3

CONDITIONS D'ETALONNAGE / CALIBRATIONS CONDITIONS

Température	Humidité relative	Pression atmosphérique
22,2 °C	59,7 %HR	1013 hPa
<i>Temperature</i>	<i>Relative humidity</i>	<i>Atmospheric pressure</i>

MOYENS UTILISES POUR L'ETALONNAGE / INSTRUMENTS USED FOR CALIBRATION

Calibreur acoustique type : CAL300 n°12030010 - Microphone B&K type 4191 N° 2771768
Acoustic calibrator type : CAL300 n°12030010 - Microphone B&K type : 4191 N° 2771768
Les étalons utilisés sont raccordés aux étalons nationaux et internationaux par le certificat COFRAC n° P204484 et n°P196093/1.
Measurement standards used are traceable by national and international standard by COFRAC certificate P204484 and n°P196093/1.

PROGRAMME D'ETALONNAGE / CALIBRATION PROGRAM

Suivant procédure interne N° : LAB – AEI -001A
Internal calibration program
Les points d'étalonnage sont réalisés par comparaison avec les étalons
The points of calibration are realized by comparison with measurement standards

RESULTATS / RESULTS

Valeurs de référence	Valeurs relevées	Tolérances	Incertitudes
<i>Nominal values</i>	<i>Display values</i>	<i>Tolerances</i>	<i>Uncertainties</i>
(dB)	(dB)	(dB)	(dB)
94,00	94,0	0,25	0,15
114,00	113,9	0,25	0,15

L'incertitude élargie mentionnée correspond à deux incertitudes types $k=2$ en tenant compte des différentes composantes de l'incertitude (étalons de référence, moyens, conditions environnementales, répétabilité...)

Expanded uncertainty mentioned correspond of two standard uncertainty ($k=2$) and including different uncertainty components (reference standards, instruments, environmental conditions, repeatability)

Etalonnage effectué par
Calibration realized by

BEN EL FAHSI MAVRICK

le 02/08/2022

**CERTIFICAT D'ETALONNAGE
CALIBRATION CERTIFICATE
EEA2200074**

3/3

PROGRAMME D'ETALONNAGE / CALIBRATION PROGRAM

Suivant procédure interne :

LAB -AEI- 002A

Acoustique champ libre

Internal calibration program

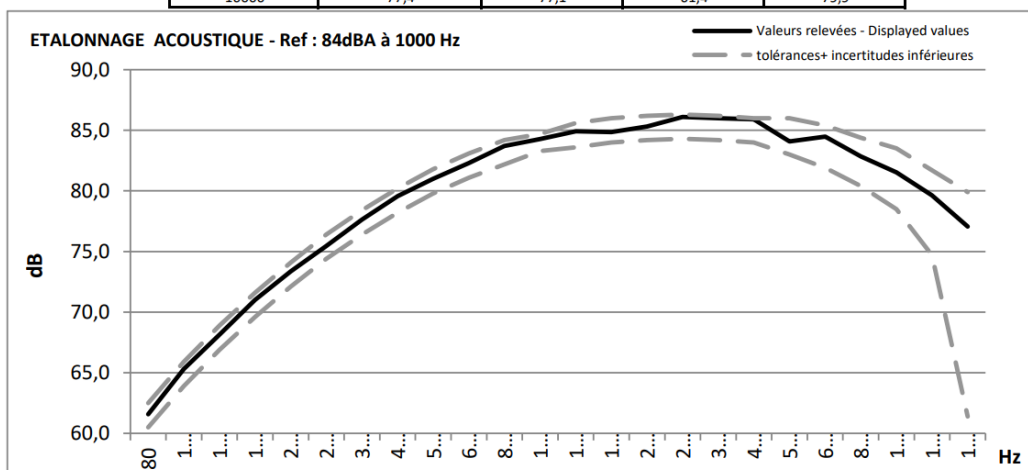
Free field response

Les points d'étalonnage sont réalisés par comparaison avec les étalons

The points of calibration are realized by comparison with measurement standards

RESULTATS / RESULTS

Fréquences de test	Valeurs de référence	Valeurs relevées	Tolérances et incertitudes	
<i>Test frequencies</i>	<i>Nominal values</i>	<i>Display values</i>	<i>Tolerances and uncertainties</i>	
(Hz)	(dBA)	(dBA)	(dB)	
80	61,5	61,6	60,5	62,5
100	64,9	65,3	63,9	65,9
125	67,9	68,2	66,9	68,9
160	70,6	71,0	69,6	71,6
200	73,1	73,4	72,1	74,1
250	75,4	75,5	74,4	76,4
315	77,4	77,6	76,4	78,4
400	79,2	79,6	78,2	80,2
500	80,8	81,0	79,8	81,8
630	82,1	82,3	81,1	83,1
800	83,2	83,7	82,2	84,2
1000	84,0	84,3	83,3	84,7
1250	84,6	84,9	83,6	85,6
1600	85,0	84,9	84,0	86,0
2000	85,2	85,3	84,2	86,2
2500	85,3	86,1	84,3	86,3
3150	85,2	86,0	84,2	86,2
4000	85,0	85,9	84,0	86,0
5000	84,5	84,1	83,0	86,0
6300	83,9	84,5	81,9	85,4
8000	82,9	82,8	80,4	84,4
10000	81,5	81,5	78,5	83,5
12500	79,7	79,6	74,7	81,7
16000	77,4	77,1	61,4	79,9



L'incertitude élargie correspond à deux incertitudes types $k=2$ en tenant compte des différentes composantes de l'incertitude (étalons de référence, moyens, conditions environnementales, répétabilité...)

Expanded uncertainty correspond of two standard uncertainty ($k=2$) and including different uncertainty components (reference standards, instruments, environmental conditions, repeatability)

Etalonnage effectué par

BEN EL FAHSI MAVRICK

le 02/08/2022

Calibration realized by

ANNEXE 5 : RAPPORTS POUSSIÈRE SUR UNE ANNÉE 2023-2024



4M PROVENCE ROUTE

Village d'entreprise ERO-RN7

84700 SORGUES

**MESURES DE RETOMBÉES DE POUSSIÈRES
ATMOSPHÉRIQUES – MÉTHODE DES JAUGES DE
RETOMBÉES (Norme NF X 43-014)**

**(En application de l'article 3.3.2 de l'AP n°05-2019-02-08-004 du
08/02/2019)**

Résultats de la campagne du 4^{ème} trimestre

**Département du Vaucluse (84)
Commune de PERNES-LES-FONTAINES)
Lieu-dit de "Sainte-Marie"**

Suivi du document :

Version	Date	Objet de la mise à jour	Rédaction	Vérification
1.0	06/01/2025	Rédaction du rapport	Margot PICARD, GEOENVIRONNEMENT GEOENVIRONNEMENT Le Calypso 25 rue de la Petite Duranne 13290 AIX-EN-PROVENCE SIREN : 514 127 489	Alison MOINE GEOENVIRONNEMENT GEOENVIRONNEMENT Le Calypso 25 rue de la Petite Duranne 13290 AIX-EN-PROVENCE SIREN : 514 127 489

SOMMAIRE

I.	CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE	5
I.1	Prescriptions réglementaires	5
I.2	Objet des mesures	5
II.	MÉTHODOLOGIE	6
II.1	Méthodologie de la norme NF X 43-014 version novembre 2017	6
II.1.1	Principe de la méthode	6
II.1.2	Implantation des sites d'échantillonnage	6
II.1.3	Description des ensembles de collecte	7
II.1.4	Nettoyage avant la campagne de mesures	9
II.1.5	Manipulations sur le site d'échantillonnage en fin de campagne	9
II.1.6	Durée d'exposition	9
II.1.7	Traitement des récipients en laboratoire	9
II.2	Rappels concernant le plan de surveillance des émissions	10
II.2.1	Contexte règlementaire	10
II.2.2	Contenu du plan de surveillance	10
II.2.3	Emplacement des points de mesures	11
III.	DÉROULÉ DE LA CAMPAGNE DE OCTOBRE-NOVEMBRE 2024	13
III.1	Emplacement des points de mesures	13
III.2	Conditions météorologiques	13
III.2.1	Rappels	13
III.2.2	Données météorologiques	14
IV.	RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE	16
IV.1	Tableau des résultats de la campagne	16
IV.2	Interprétation des résultats	17
V.	BILAN ANNUEL DE L'EMPOUSSIÉRAGE AU SEIN DU SITE	17
V.1	Contexte règlementaire	17
V.2	Tableau des résultats	17
V.3	Interprétation	19
V.4	Conclusion	19
VI.	CONSERVATION ET DIFFUSION DU PRÉSENT RAPPORT	19
VII.	ANNEXES	20

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1. Récipient de collecte utilisé pour cette campagne	8
Figure 2. Entonnoir utilisé pour cette campagne	8
Figure 3. Localisation des jauges de retombées atmosphériques aux abords de la carrière de Sainte-Marie	12
Figure 4. Exemple de modalité de pose de jauges	13
Figure 5. Rose des vents de Carpentras pour la période considérée (Météo-France)	15
Figure 6. Évolution de l'empoussiérage au droit de la jauge n°2 (type b) sur l'année glissante	19
Tableau 1. Moyennes climatologiques pour la période de mesures (Météo France)	14
Tableau 2. Vérifications des conditions de mesures	15
Tableau 3. Résultats des mesures d'empoussièrlement du 4 ^{ème} trimestre 2024	16
Tableau 4. Tableau d'analyse de la conformité des moyennes annuelles glissantes vis-à-vis du seuil de l'arrêté ministériel du 22 septembre 1994 modifié	18

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Données météorologiques quotidiennes sur la période considérée, sur la station de CARPENTRAS
Annexe 2 : Fiches de terrain de chaque jauge de retombées
Annexe 3 : Copie du rapport d'analyses TERA ENVIRONNEMENT

I. CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

I.1 PRESCRIPTIONS RÉGLEMENTAIRES

La société 4M PROVENCE ROUTE est autorisée par l'arrêté préfectoral du 11 décembre 1997 modifié par les APC du 16 octobre 2003 et du 23 mars 2021, à exploiter une carrière de graviers au lieu-dit "Sainte-Marie", sur la commune de PERNES-LES-FONTAINES (84).

Dans le cadre de ses activités, la société veille à limiter au maximum ses émissions de poussières. Afin de s'en assurer, des mesures d'empoussiérage seront réalisées régulièrement, conformément aux prescriptions de l'Arrêté Ministériel du 22 septembre 1994 modifié relatif aux exploitations de carrières.

En l'occurrence, cet arrêté type prescrit dans son article 19.5 que les carrières dont la production annuelle est supérieure à 150 000 tonnes, à l'exception des carrières en eau, doivent établir un plan de surveillance des émissions de poussières. Dans le cas présent, le rythme d'extraction de la carrière de "Sainte-Marie" est bien inférieur à 150 000 T/an. La carrière n'est donc pas soumise à l'obligation de réaliser un plan de surveillance des émissions de poussières. Toutefois, dans un souci de transparence, la société 4M PROVENCE ROUTE a pris le parti de mettre en place un plan de surveillance et la réalisation d'un suivi par jauges de retombées sur la carrière de "Sainte-Marie".

Précisons que depuis le 1^{er} janvier 2018, pour les carrières autorisées et en cours d'exploitation, l'article 19.7 de l'AM précité impose que "*le suivi des retombées atmosphériques totales est assuré par jauges de retombées*". La norme à appliquer est donc celle référencée NF X 43-014.

Selon les prescriptions de l'article 19.6 de l'AM du 22/09/1994, « *les campagnes de mesure durent trente jours et sont réalisées tous les trois mois* ». La fréquence ne pourra en effet devenir semestrielle qu'au terme de 8 campagnes d'analyses dont les résultats auront été inférieurs aux valeurs seuils.

La société 4M PROVENCE ROUTE a ainsi sollicité le bureau d'études GÉOENVIRONNEMENT pour le suivi des retombées de poussières atmosphériques au droit de la carrière de "Sainte-Marie". Il s'agit plus précisément de mesures de retombées de poussières atmosphériques de l'installation, conformes à la norme NF X 43-014 de novembre 2017. La méthodologie employée est décrite au chapitre II suivant.

Le présent rapport vise à présenter les résultats du quatrième trimestre 2024.

I.2 OBJET DES MESURES

Comme indiqué précédemment, l'objectif de ces campagnes est de connaître l'impact des retombées de poussières atmosphériques dues à l'activité de la carrière de "Sainte-Marie".

Les campagnes de mesures sont réalisées par un bureau d'études spécialisé, en appliquant de manière stricte les méthodologies de pose, de prélèvement et d'analyses imposées par la norme NF X 43-014 version novembre 2017.

Pour se faire, des points de contrôles sont définis dans un plan de surveillance des émissions de poussières de l'installation. Un rappel est effectué au chapitre II.2 suivant.

Les mesures des retombées atmosphériques totales portent sur la somme des fractions solubles et insolubles. L'objectif à atteindre est de 500 mg/m²/jour en moyenne annuelle glissante pour chacune des jauges installées en point (b) du plan de surveillance.

Si, à l'issue de huit campagnes consécutives, les résultats sont inférieurs à cette valeur, la fréquence trimestrielle deviendra semestrielle. **Ce rapport présentant les résultats de la septième campagne (4^{ème} trimestre 2024), les campagnes de mesures ne pourront devenir semestrielles à minima qu'à compter du 2^{ème} trimestre 2025.**

II. MÉTHODOLOGIE

II.1 MÉTHODOLOGIE DE LA NORME NF X 43-014 VERSION NOVEMBRE 2017

II.1.1 Principe de la méthode

Les mesures de retombées de poussières atmosphériques selon la norme NF X 43-014 consistent à recueillir l'ensemble des poussières émises dans l'environnement d'un site par l'intermédiaire d'un système de collecte composé notamment d'un récipient et d'un entonnoir.

Le volume du récipient, le diamètre de l'entonnoir et la durée de pose de l'ensemble de collecte étant connus, le laboratoire d'analyses, agréé COFRAC, est alors en mesure de déterminer, pour chaque point de mesure, le taux de retombées de poussières exprimé en $\text{mg}/\text{m}^2/\text{jour}$.

Dans le cas présent, s'agissant de retombées de poussières atmosphériques émises dans l'environnement de carrières et installations de premier traitement des matériaux, les taux de retombées ne doivent pas dépasser ceux fixés par l'arrêté ministériel du 22 septembre 1994 modifié.

Il s'agit en l'occurrence, selon l'article 19.7 de l'AM, de $500 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{jour}$ en moyenne annuelle glissante pour chacune des jauges de type (b) installées en périphérie des sites. La localisation de ces jauges est précisée au chapitre II.2 suivant.

II.1.2 Implantation des sites d'échantillonnage

L'implantation des points de contrôle a été déterminée selon les deux paramètres réglementaires et normatifs suivants :

- ✓ L'annexe A (normative) de la norme NF X 43-014 version novembre 2017, intitulée "critères d'implantation de sites d'échantillonnage" ;
- ✓ L'article 19.6 de l'AM du 22/09/1994 modifié définissant les plans de surveillance et les types de jauges à implanter en périphérie des sites.

II.1.2.1 Environnement immédiat de la station

Dans le cas de la carrière 4M PROVENCE ROUTE de "Sainte-Marie", **3 stations de mesures** ont été implantées en périphérie du site. Pour chacune d'elles, nous avons vérifié que :

- ✓ Conformément à l'annexe A de la norme, aucun obstacle tel que des arbres, des bâtiments, des haies ou des dénivelés topographiques trop importants ne doivent être implantés près de la station ;
- ✓ De même, il est indispensable que le point de mesure ne se situe pas dans une zone où soufflent des vents violents non représentatifs comme au niveau des côtes, des falaises ou des sommets de collines ;
- ✓ Le sol environnant le point de prélèvement ne comporte pas de sources de constituants (poussières, pollens, spores, etc.) trop nombreux et susceptibles d'être captés à la suite d'un ré-envol ;
- ✓ Les différents types de points de mesures (de type a et c dans ce cas) ont bien été implantés en périphérie du site contrôlé (cf. détails dans le plan de surveillance des émissions récapitulé au chapitre II.2 suivant).

II.1.2.2 Hauteur de prélèvement au sol

Conformément aux prescriptions de la norme, les ensembles de collecte ont été positionnés à une hauteur minimale de 1,5 mètre par rapport au niveau du sol.

II.1.3 *Description des ensembles de collecte*

II.1.3.1 Ensemble de collecte

Plusieurs types d'ensembles de collecte sont proposés dans la norme NF X 43-014, tels que :

- ✓ Des collecteurs cylindriques ;
- ✓ Des collecteurs de type OWEN ;
- ✓ Des collecteurs de type HIBERNIA ;
- ✓ Des collecteurs automatiques.

Pour cette campagne, nous avons choisi d'utiliser des collecteurs de type OWEN composés, selon les termes de la norme, "d'un récipient de collecte de forme et de taille indifférentes et d'un entonnoir". Ces deux éléments constitutifs sont décrits ci-dessous.

II.1.3.2 Le récipient de collecte

Plusieurs exigences sont inscrites dans la norme concernant les récipients. Ainsi :

- ✓ La forme du récipient peut être indifférente, (carrée, cylindrique, etc.), mais elle doit permettre un traitement aisé en laboratoire ;
- ✓ Le récipient doit être équipé d'un bouchon visant hermétique pour les transports ;
- ✓ Le choix du volume du récipient doit être adapté aux quantités de précipitations locales et à la durée d'exposition. À ce sujet, la norme précise que "*les pratiques actuelles s'étendent de 2 à 30 litres*" ;
- ✓ Le matériau recommandé est le polyéthylène.

En réponse, nous avons opté pour le type de matériel suivant [Figure 1] :

- ✓ Un récipient de forme carré facilement manipulable et transportable ;
- ✓ Un récipient équipé d'un bouchon inviolable ;
- ✓ Un récipient de 5,5 litres anti-UV et ainsi antiprolifération d'algues ;
- ✓ Un récipient fabriqué en "polyéthylène haute densité".



Figure 1. Récipient de collecte utilisé pour cette campagne

II.1.3.3 L'entonnoir

Plusieurs exigences sont inscrites dans la norme concernant l'entonnoir. Ainsi :

- ✓ Le diamètre externe de l'entonnoir communiqué par les fournisseurs doit être de 200 mm à 300 mm ;
- ✓ L'entonnoir doit être de forme conique simple, le plus souvent avec une embase carrée enveloppant le goulot du récipient de collecte ;
- ✓ Le matériau constitutif recommandé est le polyéthylène ;
- ✓ La surface doit être lisse et inerte.

En réponse, nous avons opté pour le type de matériel suivant [Figure 2] :

- ✓ Un entonnoir d'un diamètre externe de 200 mm ;
- ✓ Un entonnoir de forme conique simple et s'emboîtant parfaitement dans le récipient de collecte ;
- ✓ Un entonnoir fabriqué en polyéthylène ;
- ✓ Un entonnoir avec une surface lisse et inerte.



Figure 2. Entonnoir utilisé pour cette campagne

II.1.4 Nettoyage avant la campagne de mesures

Conformément aux prescriptions de la norme, un nettoyage du récipient de collecte et de l'entonnoir a été réalisé avant le début de la campagne de prélèvement. Un rinçage à l'eau distillée a ainsi été réalisé.

Au commencement de la campagne de mesures, aucune trace ou résidu n'était visible ni dans le récipient de collecte ni dans l'entonnoir.

II.1.5 Manipulations sur le site d'échantillonnage en fin de campagne

II.1.5.1 Rinçage de l'entonnoir

Lors de la campagne de collecte des échantillons, un rinçage a été réalisé à l'eau distillée dans chacun des entonnoirs. Cette manipulation a ainsi permis l'entraînement des particules sèches déposées sur l'entonnoir dans le récipient de collecte.

II.1.5.2 Vérifications concernant le récipient

Lors de la collecte des échantillons, nous avons vérifié que :

- ✓ Le récipient n'a pas débordé au cours de la campagne de mesures ;
- ✓ Aucun élément n'est venu boucher l'entonnoir ou le récipient ;
- ✓ Le matériel était encore en place lors de l'enlèvement.

II.1.5.3 Modalités de stockage et de transport

Une fois collectés, les échantillons ont été conservés dans un lieu aussi frais que possible et n'ont pas été exposés au soleil ou à des contaminants.

Le transfert vers le laboratoire d'analyses a été réalisé peu de temps après l'intervention, en interne.

II.1.6 Durée d'exposition

Conformément aux prescriptions de l'article 19.6 de l'AM du 22/09/1994 modifié, la pose des échantillons a duré un mois, **du lundi 7 octobre au vendredi 8 novembre 2024.**

II.1.7 Traitement des récipients en laboratoire

II.1.7.1 Détermination de la masse du récipient

Une fois réceptionnés par le laboratoire agréé COFRAC, les échantillons ont été pesés, à la fois "pleins" et "à vide". Les résultats sont consignés dans le rapport d'analyses joint en **annexe 3**.

II.1.7.2 Modalités de stockage

Conformément aux prescriptions de la norme, les échantillons réceptionnés au sein du laboratoire ont été stockés à l'abri de la lumière et dans un lieu tempéré. De plus, le temps de stockage a été réduit autant que possible avant le traitement de l'échantillon.

II.1.7.3 Analyses

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire TERA ENVIRONNEMENT, qui possède l'ensemble des agréments nécessaires. Elles ont ainsi été réalisées conformément aux prescriptions de la norme, particulièrement des articles 10.6 à 15. Le rapport d'analyses est joint en **annexe 3**.

II.2 RAPPELS CONCERNANT LE PLAN DE SURVEILLANCE DES ÉMISSIONS

II.2.1 *Contexte réglementaire*

L'arrêté ministériel du 22 septembre 1994 modifié, qui régit une grande partie des modalités d'exploitation des carrières et installations de premier traitement des matériaux, a été modifié par l'arrêté du 30 septembre 2016.

Parmi les nouveautés introduites par cet arrêté, l'article 19.5 de l'AM précité impose désormais que les exploitants de carrières dont la production annuelle est supérieure à 150 000 tonnes, à l'exception des carrières en eau, établissent un plan de surveillance des émissions de poussières.

Dans le cas présent, le rythme d'extraction de la carrière de "Sainte-Marie" est bien inférieur à 150 000 T/an. La carrière n'est donc pas soumise à l'obligation de réaliser un plan de surveillance des émissions de poussières. Toutefois, dans un souci de transparence, la société 4M PROVENCE ROUTE a pris le parti de mettre en place un plan de surveillance et la réalisation d'un suivi par jauges de retombées sur la carrière de "Sainte-Marie".

Selon les prescriptions de l'article 19.5, *"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"*.

La carrière de Sainte-Marie, régie par l'arrêté préfectoral du 11/12/1997, modifié par les APc du 16 octobre 2003 et du 23 mars 2021, est autorisée à produire jusqu'à 50 000 tonnes de matériaux par an. Cette carrière n'est donc pas soumise à la réalisation d'un plan de surveillance.

L'exploitant a toutefois mis en place un plan de surveillance depuis avril 2023. Ce plan de surveillance est tenu à la disposition de l'inspection des installations classées. Il est détaillé ci-dessous.

II.2.2 *Contenu du plan de surveillance*

Selon l'article 19.6 de l'AM du 22/09/1994, 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).

Comme indiqué à l'article 19.7, la surveillance des retombées atmosphériques au sein de la carrière doit s'effectuer au moyen de jauges de retombées, conformément à la norme NF X 43-014 (2003). Trois types de jauges doivent donc être positionnées en périphérie de la carrière, de type a, b ou c selon les termes reportés ci-dessus.

Le plan de surveillance de la carrière "Sainte-Marie" a été réalisé en respectant la méthodologie suivante :

- ✓ 1/ Localisation des sources d'émissions de poussières ;
- ✓ 2/ Localisation des cibles (zones résidentielles, habitations isolées, bâtiments accueillant des personnes sensibles, etc.) ;
- ✓ 3/ Analyse de la saisonnalité des vents ;
- ✓ 4/ Localisation des stations de mesures.

|| **Finalement, 3 points de mesures ont été préconisés dans le plan de surveillance de la carrière de 4M PROVENCE ROUTE. Ces points sont décrits ci-après.**

II.2.3 Emplacement des points de mesures

Selon le plan de surveillance de la carrière, 3 stations de mesures sont préconisées, comprenant [Figure 3] :

- ✓ **1 station témoin** (bruit de fond), positionnée à l'Ouest du site, dans un secteur à l'abri des émissions atmosphériques pouvant être générées par l'activité du site ;
- ✓ **1 station au niveau de l'habitation la plus proche située sous les vents dominants.** Celle-ci se situe en limite Sud-est du site ;
- ✓ **1 station en limite de site** : celle-ci sera positionnée en limite Est du site.

|| **Durant la campagne de pose du quatrième trimestre 2024, les jauges de mesures de retombées ont été positionnées aux emplacements indiqués dans le plan de surveillance. Les photographies sont jointes en annexe 2.**

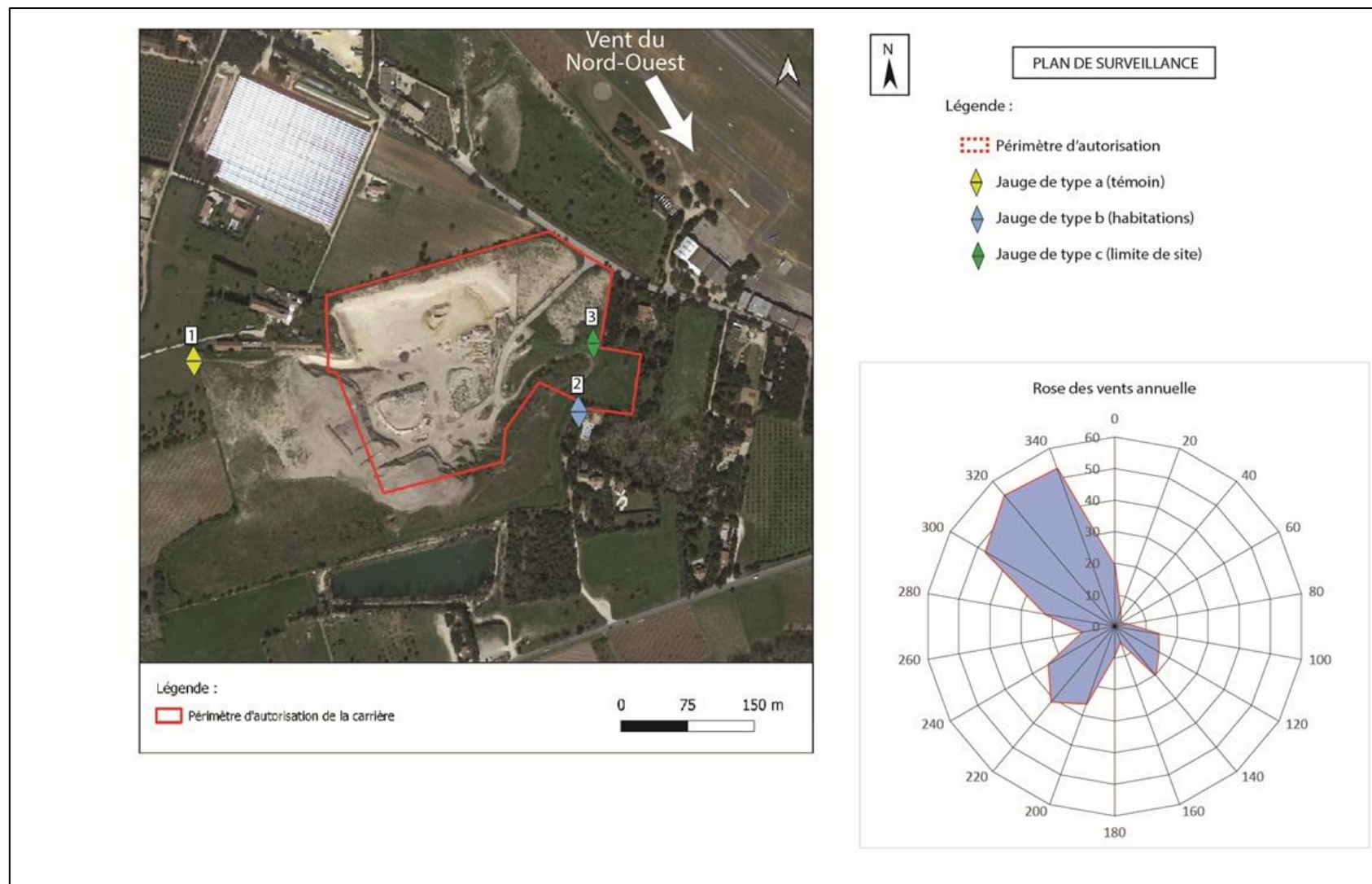


Figure 3. Localisation des jauges de retombées atmosphériques aux abords de la carrière de Sainte-Marie

III. DÉROULÉ DE LA CAMPAGNE DE OCTOBRE-NOVEMBRE 2024

III.1 EMBLACEMENT DES POINTS DE MESURES

Les 3 points de mesures ont été positionnés aux emplacements prévus dans le plan de surveillance de l'AP, à quelques mètres près afin de s'adapter aux conditions locales du terrain. Les jauges ont été positionnées sur des poteaux appropriés, à 1,5 m minimum de hauteur [Figure 4].



Figure 4. Exemple de modalité de pose de jauges

III.2 CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

III.2.1 Rappels

Selon l'article 19.8, le plan de surveillance doit être élaboré en fonction des conditions météorologiques du site, et notamment des données concernant la direction et la vitesse du vent, la température et la pluviométrie.

Conformément à ce même article *"Pour les installations de carrières, soumises à un plan de surveillance des émissions de poussières en application du premier alinéa du paragraphe 19.5 du présent arrêté, la direction et la vitesse du vent, la température, et la pluviométrie sont enregistrées par une station de mesures sur le site de l'exploitation avec une résolution horaire au minimum."*

Pour rappel, le rythme d'extraction de la carrière de "Sainte-Marie" étant inférieur à 150 000 T/an, la société 4M PROVENCE ROUTE n'est pas dans l'obligation de mettre en place un plan de surveillance des émissions de poussières (article 19.5 de l'Arrêté du 22/09/1991). De fait, elle n'est pas non plus dans l'obligation de s'équiper d'une station météorologique sur site. La station météorologique choisie doit alors être cohérente d'un point de vue topographique, distance et localisation.

En l'occurrence, la station météo la plus proche de l'exploitation et correspondant aux critères mentionnés précédemment est celle située au niveau de la commune de CARPENTRAS à 7 km environ au Nord (référence Météo France de la station : 84031001).

III.2.2 Données météorologiques

Les jauges de retombées ont été positionnées du **lundi 7 octobre au vendredi 8 novembre 2024**. Durant cette période, les données météorologiques de la station la plus proche (référence Météo France : 84031001), à 7 km au Nord de la carrière sur la commune de CARPENTRAS, ont été commandées auprès de Météo France. Les données complètes sont jointes en **annexe 1** de ce rapport.

Les moyennes sont les suivantes [Tableau 1] :

Tableau 1. Moyennes climatologiques pour la période de mesures (Météo France)

Données "précipitations"			
Période	Hauteur de précipitations quotidienne (moyenne en mm)	Nombre de jours sans pluie	Total sur la période (mm)
Du lundi 7 octobre au vendredi 8 novembre 2024	2,50	5	82,60

Données "températures"			
Période	Température minimale sous abri (en °C)	Température moyenne sous abri (en °C)	Température maximale sous abri (en °C)
Du lundi 7 octobre au vendredi 8 novembre 2024	11,5	16,2	22,3

Données "vent"			
Période	Moyenne des vitesses du vent à 10 m (en m/s)	Direction vent moyenné sur 10 min (rose de 360)	Vitesse maximale moyenne (en m/s)
Du lundi 7 octobre au vendredi 8 novembre 2024	1,8	140 (S-E) et 280-300 (ONO)	8,4

Pour la période considérée, les données météorologiques permettent d'observer que :

- ✓ Le taux de précipitations était comparable aux normales saisonnières avec une hauteur moyenne quotidienne de 2,50 mm et un total de 82,60 mm sur la période ;
- ✓ La température moyenne était de 16,2°C, ce qui est légèrement supérieure aux températures habituellement observées sur ce secteur pour cette période ;
- ✓ Des vents principaux en provenance de l'Ouest/Nord-ouest et du Sud-est ont soufflé pendant cette campagne de mesure.

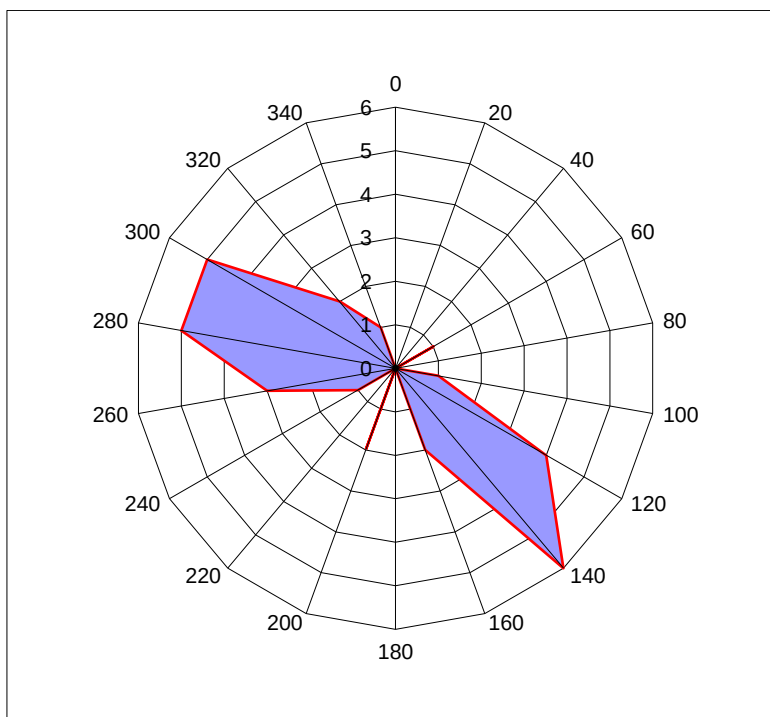


Figure 5. Rose des vents de Carpentras pour la période considérée (Météo-France)

III.2.2.1 Vérification des conditions de mesures selon les conditions météo

Afin de vérifier que le récipient utilisé lors de la campagne de mesure était suffisamment dimensionné pour réceptionner l'ensemble des eaux météoriques, le volume devant être collecté durant le mois de pose a été calculé. En l'absence de station météorologique présente sur site, les données pluviométriques de la station de référence ont été utilisées pour ce calcul.

Total des précipitations sur la campagne	82,6	mm
Diamètre de l'entonnoir	0,2	m
Surface de l'entonnoir	0,03	m ²
Volume des précipitations devant être réceptionné au regard de la pluviométrie	2,6	L
Volume du récipient de collecte utilisé	5,5	L
Vérification des conditions de mesures	2,6 L < 5,5 L	

Tableau 2. Vérifications des conditions de mesures

Lors de cette campagne, un récipient de 5,5 L a été utilisé avec un entonnoir ayant une surface de 0,03 m². Ce dispositif a été suffisant pour pouvoir réceptionner l'ensemble des précipitations de la période de mesures qui représente un volume 2,6 L d'après la station météorologique de référence.

Les mesures sont considérées comme représentatives de la campagne.

IV. RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE

IV.1 TABLEAU DES RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE

Les résultats d'analyses sont reportés dans le tableau suivant [Tableau 3].

Le rapport intégral de TERA ENVIRONNEMENT est joint en **annexe 3** de cette étude.

Tableau 3. Résultats des mesures d'empoussièrement du 4^{ème} trimestre 2024

N° de jauge	Type de jauge	Date d'installation	Date de retrait	Durée d'exposition (en jours)	Masse de poussières totales (mg)	Superficie entonnoir (m²)	TOTAL empoussièrement (mg/m²/jour)
1	a	07/10/2024	08/11/2024	32	293	0,0314	291,45
2	b				95		94,50
3	c				85		84,55

Légende des types de jauge :

- a : jauge témoin
- b : habitation sous les vents dominants
- c : limites de site sous les vents dominants

IV.2 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Plusieurs remarques peuvent être faites à la lecture de ces résultats :

- ✓ Comme indiqué à l'article 19.7 de l'AM précité, l'objectif est de rester sous le seuil des 500 mg/m²/jour en moyenne annuelle glissante ;
- ✓ Même si la réglementation relative au plan de surveillance exige la pose de plusieurs types de jauges en périphérie des exploitations de carrières, seules les jauges de type b sont en réalité visées par cet objectif réglementaire des 500 mg/m²/jour à ne pas dépasser. Dans le cas présent, **seule la moyenne annuelle glissante obtenue au point 2 devra donc être comparée à ce seuil réglementaire** ;
- ✓ **Concernant la jauge n°1 (type a)**, il s'agit de la jauge témoin, censée refléter l'empoussièrement ambiant en périphérie de la carrière. La valeur de l'empoussièrement obtenue au droit de ce point est de 291,45 mg/m²/jour. Au regard de la position de la jauge et de la direction des vents lors de cette campagne, il est toutefois peu probable que ces concentrations soient liées à l'activité de la carrière ;
- ✓ **Concernant la jauge n°2 (type b)**, elle présente un empoussièrement de 94,50 mg/m²/jour. Cette station est positionnée au niveau de l'habitation la plus proche située sous les vents dominants. Ce résultat laisse donc supposer que ces habitations sont faiblement impactées par la carrière (concentration nettement inférieure aux 500 mg/m²/jour) ;
- ✓ **Concernant la jauge n°3 (type c)**, la valeur de l'empoussièrement obtenue au droit de ce point est de 84,55 mg/m²/jour, valeur la plus faible de la période de mesures.

Les concentrations obtenues lors de la campagne du 4^{ème} trimestre 2024 sont inférieures à 500 mg/m²/jour.

V. BILAN ANNUEL DE L'EMPOUSSIÉRAGE AU SEIN DU SITE

V.1 CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

L'article 19.7 de l'AM du 22 septembre 1994 précise que l'objectif à atteindre est de 500 mg/m²/jour en **moyenne annuelle glissante** pour chacune des jauges installées en **point de type (b)** du plan de surveillance. En cas de dépassement, l'exploitant informe l'inspection des installations classées et met en œuvre rapidement des mesures correctives.

Conformément à la réglementation, cette partie vise donc à comparer les différentes valeurs de concentrations obtenues au droit de chaque jauge de type (b) et à statuer sur leur conformité vis-à-vis de la valeur seuil imposée par l'AM du 22/09/1994 modifié.

V.2 TABLEAU DES RÉSULTATS

Les résultats d'analyses de l'ensemble de l'année glissante (Du 1^{er} trimestre 2024 au 4^{ème} trimestre 2024) sont reportés dans le tableau suivant [Tableau 4].

Pour rappel, seule la jauge de type b est visée par l'objectif réglementaire des **500 mg/m²/jour** à ne pas dépasser en moyenne annuelle glissante.

Les valeurs annuelles moyennes des autres jauges sont donc uniquement données à titre indicatif, de manière à statuer sur l'importance globale de l'empoussièrement au sein de la carrière.

Jauge	1 ^{ère} valeur	2 ^{ème} valeur	3 ^{ème} valeur	4 ^{ème} valeur	Seuil réglementaire (mg/m ² /jour)	Moyenne annuelle (mg/m ² /jour)	Conformité vis-à-vis de l'arrêté ministériel du 22 septembre 1994 modifié
	2 ^{ème} Trimestre 2023	3 ^{ème} Trimestre 2023	4 ^{ème} Trimestre 2023	1 ^{er} Trimestre 2024			
1 Type a	16,85	37,00	12,22	46,89	500	28,24	Indicatif
2 Type b	10,53	55,59	16,30	43,60		31,51	Conforme
3 Type c	48,59	41,30	21,47	31,19		35,64	Indicatif
	3 ^{ème} Trimestre 2023	4 ^{ème} Trimestre 2023	1 ^{er} Trimestre 2024	2 ^{ème} Trimestre 2024			
1 Type a	37,00	12,22	46,89	55,62		37,93	Indicatif
2 Type b	55,59	16,30	43,60	72,87		47,09	Conforme
3 Type c	41,30	21,47	31,19	82,80		44,18	Indicatif
	4 ^{ème} Trimestre 2023	1 ^{er} Trimestre 2024	2 ^{ème} Trimestre 2024	3 ^{ème} Trimestre 2024			
1 Type a	12,22	46,89	55,62	68,18		45,73	Indicatif
2 Type b	16,30	43,60	72,87	58,43		47,80	Conforme
3 Type c	21,47	31,19	82,80	33,78		42,31	Indicatif
	1 ^{er} trimestre 2024	2 ^{ème} trimestre 2024	3 ^{ème} Trimestre 2024	4 ^{ème} Trimestre 2024			
1 Type a	46,89	55,62	68,18	291,45		115,84	Indicatif
2 Type b	43,60	72,87	58,43	94,50		67,35	Conforme
3 Type c	31,19	82,80	33,78	84,55		58,08	Indicatif

Tableau 4. Tableau d'analyse de la conformité des moyennes annuelles glissantes vis-à-vis du seuil de l'arrêté ministériel du 22 septembre 1994 modifié

V.3 INTERPRÉTATION

Au regard du tableau comparatif précédent et du graphique de synthèse suivant [Figure 6], plusieurs remarques peuvent être formulées.

En premier lieu, **notons qu'au cours de la campagne du 4^{ème} trimestre, aucune mesure ne dépasse les 500 mg/m²/jour** prescrits par l'arrêté ministériel du 22 septembre 1994 modifié.

La jauge de type b (n°2) obtient une moyenne annuelle glissante de 67,35 mg/m²/jour. Cette moyenne est relativement faible puisqu'elle est largement inférieure au seuil réglementaire des 500 mg/m²/jour.

Les résultats obtenus sont donc conformes à la réglementation.

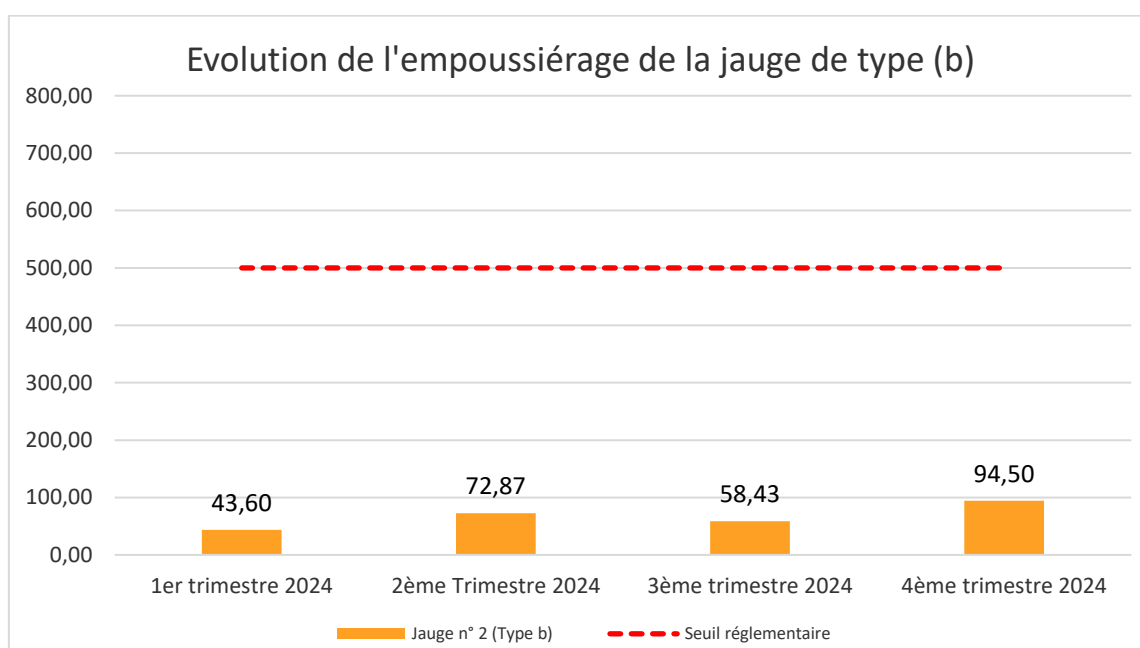


Figure 6. Évolution de l'empoussiérage au droit de la jauge n°2 (type b) sur l'année glissante

V.4 CONCLUSION

L'empoussiérage relevé au droit de la jauge n°2 (type b) implantée en périphérie de la carrière de Sainte-Marie respecte la valeur seuil des 500 mg/m²/jour prescrits par l'arrêté ministériel du 22 septembre 1994 modifié.

VI. CONSERVATION ET DIFFUSION DU PRÉSENT RAPPORT

Ce rapport sera conservé pendant toute la période d'autorisation de la carrière de Sainte-Marie. Il est par ailleurs tenu à la disposition de l'inspection des Installations Classées.

VII. ANNEXES

Annexe 1 : Données météorologiques quotidiennes sur la période considérée, sur la station de CARPENTRAS

Annexe 2 : Fiches de terrain de chaque jauge de retombées

Annexe 3 : Copie du rapport d'analyses TERA ENVIRONNEMENT

ANNEXE 1 : DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES QUOTIDIENNES

STATION	DATE	RR	DRR	TN	TX	TM	FFM	FXI	DXI
CARPENTRAS	07/10/2024	9,6		14,1	24,1	20,1	3,9	17,5	140
CARPENTRAS	08/10/2024	11,7		15,4	22,1	17,5	2,7	16,1	150
CARPENTRAS	09/10/2024	9,8		12,9	25	20,2	3,8	18	150
CARPENTRAS	10/10/2024	0,2		13,6	21,1	16,3	2,8	12,7	340
CARPENTRAS	11/10/2024	0,2		7,3	20,1	13,1	2,4	11,3	300
CARPENTRAS	12/10/2024	3,6		6,5	18,9	14,6	2,1	11,3	120
CARPENTRAS	13/10/2024	0,2		15,3	23,2	17,6	1,2	6,2	280
CARPENTRAS	14/10/2024	1		14	19,7	16,7	0,7	3,9	50
CARPENTRAS	15/10/2024	12,7		12,6	23,7	18,2	1,6	14,3	130
CARPENTRAS	16/10/2024	0,2		17,8	24,7	22	5	16,8	120
CARPENTRAS	17/10/2024	19,8		20,7	25,2	21,8	4,7	15,7	130
CARPENTRAS	18/10/2024	0		13,9	20,7	15,7	1	7,7	200
CARPENTRAS	19/10/2024	0,4		10,5	22,9	15,7	1,5	8,6	290
CARPENTRAS	20/10/2024	0		9,1	25,1	15,7	1,1	4,2	110
CARPENTRAS	21/10/2024	0,2		10,2	24,1	16,8	1,1	4,7	230
CARPENTRAS	22/10/2024	0,2		13,6	25,2	17,8	1	5,4	190
CARPENTRAS	23/10/2024	0,2		11	23,2	16,1	0,9	5,1	270
CARPENTRAS	24/10/2024	3,2		11,8	22,3	16,9	1,4	8,5	110
CARPENTRAS	25/10/2024	0		16,7	23,1	19,9	3,3	12,8	140
CARPENTRAS	26/10/2024	5,6		16	21,6	18,4	3,5	15,5	100
CARPENTRAS	27/10/2024	1		14,5	20,1	16,9	1,2	8,3	140
CARPENTRAS	28/10/2024	0,2		12	23,7	16,6	1,2	5,6	290
CARPENTRAS	29/10/2024	0,4		11,3	23,6	16,1	1,1	4,8	260
CARPENTRAS	30/10/2024	0,2		10	24,2	15,5	1,2	4,3	270
CARPENTRAS	31/10/2024	0,4		8,7	23,6	14,4	1	5	260
CARPENTRAS	01/11/2024	0,2		5,9	23,3	12,9	1	4,5	130
CARPENTRAS	02/11/2024	0,2		5,8	21,6	12	1	3,6	270
CARPENTRAS	03/11/2024	0,4		6,7	20,3	11,2	1	4,4	250
CARPENTRAS	04/11/2024	0,2		6,2	21,1	12,5	0,9	4,2	300
CARPENTRAS	05/11/2024	0		7,9	19,6	13,8	0,8	3,3	310
CARPENTRAS	06/11/2024	0,2		9,7	19,4	14,2	0,9	4,3	280
CARPENTRAS	07/11/2024	0		11,7	20,4	14,5	0,9	4,5	320
CARPENTRAS	08/11/2024	0,4		6,4	19,6	12,5	1,1	5,1	290

ANNEXE 2 : FICHES DE TERRAIN

Référence Site : 4M PROVENCE ROUTE – Carrière Sainte-Marie	Référence point : 1	Type de jauge : type a (témoin)
Localisation du point de prélèvement		
Commune : PERNES-LES-FONTAINES		
Typologie emplacement : à l'Ouest du site	Références AP : 11/12/1997	
Modalités de fixation		
Date de fixation : 07/10/2024	Heure de fixation : 13h50	
Conditions de fixation : sur poteau, à 1,5 m de hauteur		
Conditions météorologiques : Nuageux à la pose ; RAS à l'enlèvement		
Modalités de retrait		
Date de retrait : 08/11/2024	Heure de retrait : 15h00	
Équivalent jour de pose : 32		
Envoi laboratoire		
Date d'expédition : 14/11/2024		
Modalités d'envoi : Transport en interne jusqu'au laboratoire		
Photographies		
		
		

Référence Site : 4M PROVENCE ROUTE – Carrière Sainte-Marie	Référence point : 2	Type de jauge : type b (habitation la plus proche)
Localisation du point de prélèvement		
Commune : PERNES-LES-FONTAINES		
Typologie emplacement : Limite Sud-est du site	Références AP : 11/12/1997	
Modalités de fixation		
Date de fixation : 07/10/2024	Heure de fixation : 13h40	
Conditions de fixation : sur poteau, à 1,5 m de hauteur		
Conditions météorologiques : Nuageux à la pose ; RAS à l'enlèvement		
Modalités de retrait		
Date de retrait : 08/11/2024	Heure de retrait : 14h30	
Équivalent jour de pose : 32		
Envoi laboratoire		
Date d'expédition : 14/11/2024		
Modalités d'envoi : Transport en interne jusqu'au laboratoire		
Photographies		
 géoenvironnement GÉOLOGIE • EXPLORATION • ENVIRONNEMENT 		

Référence Site : 4M PROVENCE ROUTE – Carrière Sainte-Marie	Référence point : 3	Type de jauge : type c (limite de site)
Localisation du point de prélèvement		
Commune : PERNES-LES-FONTAINES		
Typologie emplacement : Limite Est du site		Références AP : 11/12/1997
Modalités de fixation		
Date de fixation : 07/10/2024		Heure de fixation : 13h30
Conditions de fixation : sur poteau, à 1,5 m de hauteur		
Conditions météorologiques : Nuageux à la pose ; RAS à l'enlèvement		
Modalités de retrait		
Date de retrait : 08/11/2024		Heure de retrait : 14h45
Équivalent jour de pose : 32		
Envoi laboratoire		
Date d'expédition : 14/11/2024		
Modalités d'envoi : Transport en interne jusqu'au laboratoire		
Photographies		
		
		

ANNEXE 3 :
COPIE DU RAPPORT D'ANALYSES DE
TERA ENVIRONNEMENT

Affaire N° 24AF25955

Commande N° Bon pour accord

Présentation générale

Affaire N°	24AF25955	Version du rapport :	1
Client :	GEO ENVIRONNEMENT	Référence client :	4M PROVENCE-4EME TRIME
Adresse :	25, rue de la Petite Duranne, 13290 Aix-en-Provence		
Commande client :	Bon pour accord	Devis client :	23DE35706_V2
Date de fin des prélèvements :			
Date de réception des échantillons :	15/11/2024 09:48:00	Rapport transmis le :	29/11/2024
Réserves éventuelles :	Les supports ont été fournis par le client (lot non validé) et la date de fin de prélèvement n'a pas été renseignée.		

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai. TERA Environnement n'est pas responsable des informations transmises par le client et se dégage de toute responsabilité relative aux durées, températures, volumes de prélèvement ou emplacements notamment. Les concentrations calculées ne sont donc jamais portées par l'accréditation et sont sujettes à caution. Pour les prélèvements passifs, si la température d'exposition n'est pas renseignée, elle sera considérée à 20°C par défaut. Les résultats s'appliquent aux échantillons tels qu'ils ont été reçus.

Les milieux sont spécifiés ainsi : AIA=Air ambiant / ALT=Air des Lieux de Travail / AGA=Gaz des sols -Emission-Air des lieux de travail / AEX=Air à l'émission / GDS=Gaz contenus dans les sols / Eau=Eaux / QAI = Qualité de l'air intérieur / HTS= Hautes technologies - Santé / LAR=LABREF30-ERP / DIV=Divers / SUR=Conta de surface / ADBLUE / CAP=Location de capteurs

Dans la suite du rapport, seuls les paramètres notés avec un (c) sont couverts par l'accréditation cofrac essais .

Commentaire : Annule et remplace la version précédente. Référence client modifiée

Présentation des échantillons - Nombre total d'échantillons : 3

Paramètres à analyser	Milieu	Références échantillons	Emplacement client	Température d'exposition	Volume(ml)	Exposition(min)	Air prélevé(L)
Dépôt totaux-	AIA	JPLF1		20°C	1976		
Dépôt totaux-	AIA	JPLF2		20°C	2028		
Dépôt totaux-	AIA	JPLF3		20°C	1948		

Jauge PE **Numéro de lot :** **Lieu de réalisation des essais : Fuveau** **Date d'essais : 25/11/2024**
non renseigné

Résultat en mg				
Composés	No CAS	JPLF1	JPLF2	JPLF3
Dépôt totaux-(c)		293	95	85

Les incertitudes sont présentées en annexe de ce rapport.

Affaire N° 24AF25955

Commande N° Bon pour accord

Annexe

Composés	Supports	Norme	Technique analytique	Incertitude basse %	Incertitude haute %	LQ	Unité
Dépôt totaux-	Jauge PE	NF X 43-014	GRAVI	28	24	1.0	mg

Approbation

Nom(s) **Cécile GARZON DUBESSE**

Visa(s)



FIN DU RAPPORT

**ANNEXE 6 : MESURES DES
CONCENTRATIONS EN PM10
2024 ET 2025**



4M PROVENCE ROUTE
MESURES DES CONCENTRATIONS EN PM10 AUX ABORDS DE LA
CARRIERE DE SAINTE-MARIE A PERNES-LES-FONTAINES (84)

Rapport d'étude

05/12/2024

Date de parution

Décembre 2024

Contact

Chargé d'action territoriale : Sylvain Mercier sylvain.mercier@atmosud.org

Pilote de projet : Aurélie Stoerkel aurelie.stoerkel@atmosud.org

Références

AFE-000212 / Rapport-01 / ASL – ASN - ERT

REMERCIEMENTS

AtmoSud remercie les riverains ayant hébergé les appareils de mesure de la qualité de l'air dans l'enceinte de leur propriété.

AUTEURS DU DOCUMENT

Rédacteur du document : Aurélie Stoerkel

Relecteur du document : Alexis Stepanian

Valideur du document : Edwige Révélat

Chargé d'action territoriale : Sylvain Mercier

SOMMAIRE

I	Introduction	4
II	Méthodologie	5
II.1	Stratégie d'échantillonnage	5
II.2	Polluants mesurés et période de mesures.....	6
II.3	Météorologie de la zone d'étude.....	6
III	Résultats	8
IV	Conclusion	10

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 – Roses des vents lors des épisodes de particules pendant la campagne.....	15
Annexe 2 – Résultats bruts des pesées.....	17
Annexe 3 – Sources de pollution, effets sur la santé, réglementation et recommandations OMS.....	19

I INTRODUCTION

Dans le cadre de l'instruction d'un Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale sur la carrière de Sainte-Marie (84), il a été demandé à 4M Provence Route de faire réaliser une séquence de mesures des concentrations en particules fines PM10 (diamètre < 10 µm) à proximité de la carrière. Celle-ci se situe au Nord-Est de Pernes-les-Fontaines (Figure 1).

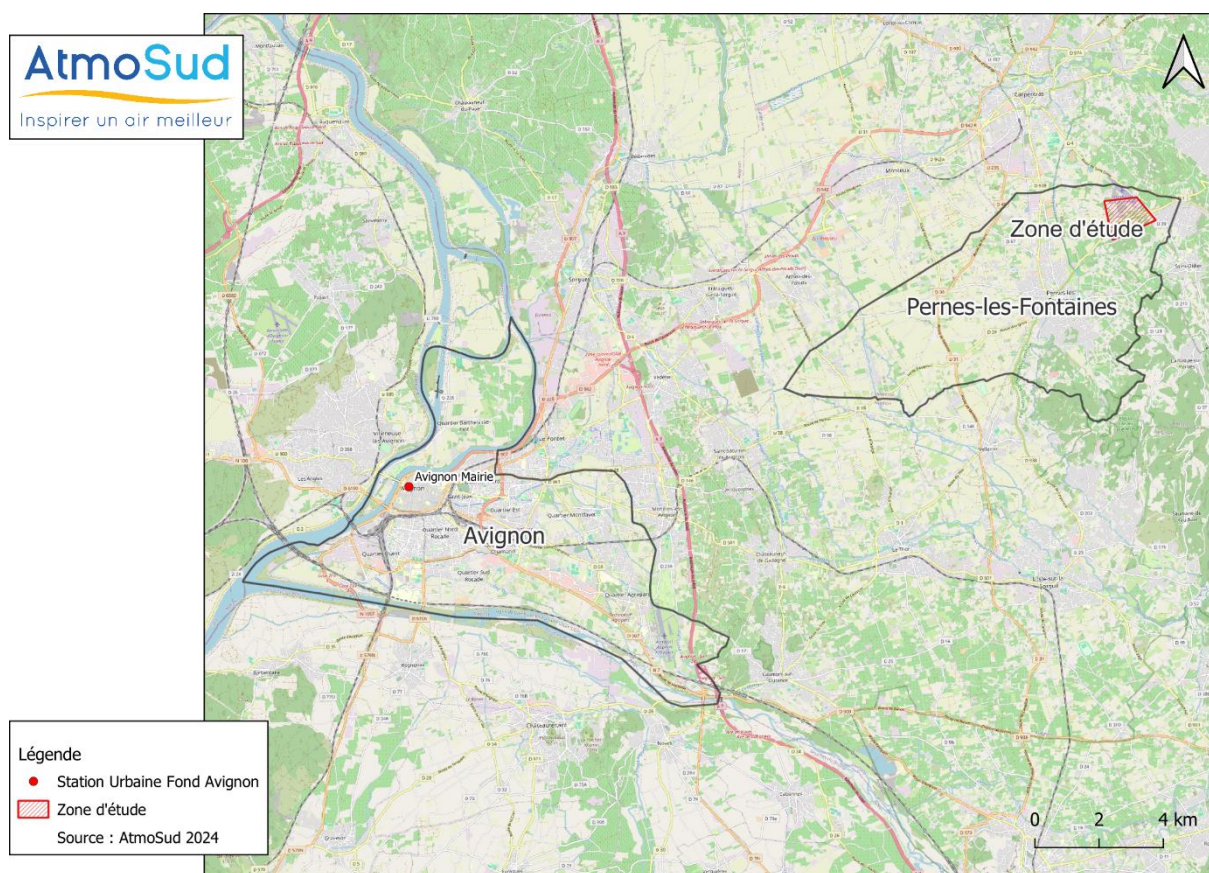


Figure 1 : Zone d'étude de la Carrière Sainte-Marie – commune de Pernes les Fontaines (84)

Dans le cadre du projet EMCAIR ¹, les analyses granulométriques des poussières sédimentables mesurées dans des carrières en exploitation, ont révélé une large gamme de tailles de particules entre 0.1 µm et 250 µm, avec une dominance des particules grossières. La fraction PM10 est la fraction représentative des émissions de particules fines des carrières. Les PM2.5 (diamètre < 2.5 µm) sont également présentes, mais leur proportion dans la masse totale des dépôts est faible. Les particules grossières n'ont que très peu d'impact sur la santé, contrairement aux PM10 et PM2.5, pouvant pénétrer l'appareil respiratoire.

AtmoSud propose de mettre en place une surveillance par prélèvement sur filtres des PM10, à l'aide de préleveurs actifs automatiques avec un pas de temps 24 heures, en trois points de mesures pour évaluer l'impact de la carrière sur son environnement proche.

¹ ADEME ; Programme EMCAIR : *Emissions des poussières des carrières dans l'air* ; 2018 ; 16 p.
http://programme-emcair.fr/publications/media/EMCAIR_Synthe%CC%80se_ADEME1.pdf

II METHODOLOGIE

II.1 Stratégie d'échantillonnage

Le protocole de mesures et l'accompagnement proposé est conforme au guide de référence sur la mesure de la qualité de l'air aux abords des ICPE (INERIS, 2021)²

Le plan d'échantillonnage est composé (Figure 2) :

- d'un point au centre de la carrière pour une évaluation locale des concentrations émises par le site lui-même ;
- d'un point au niveau d'une zone d'habitation (maison entre 100 et 200 m au Sud-Est de la carrière) pouvant être impactée par l'activité du site car située sous les vents dominants (Tableau 1) ;
- d'un point-témoin, éloigné au Sud-Ouest, et non soumis aux vents dominants.

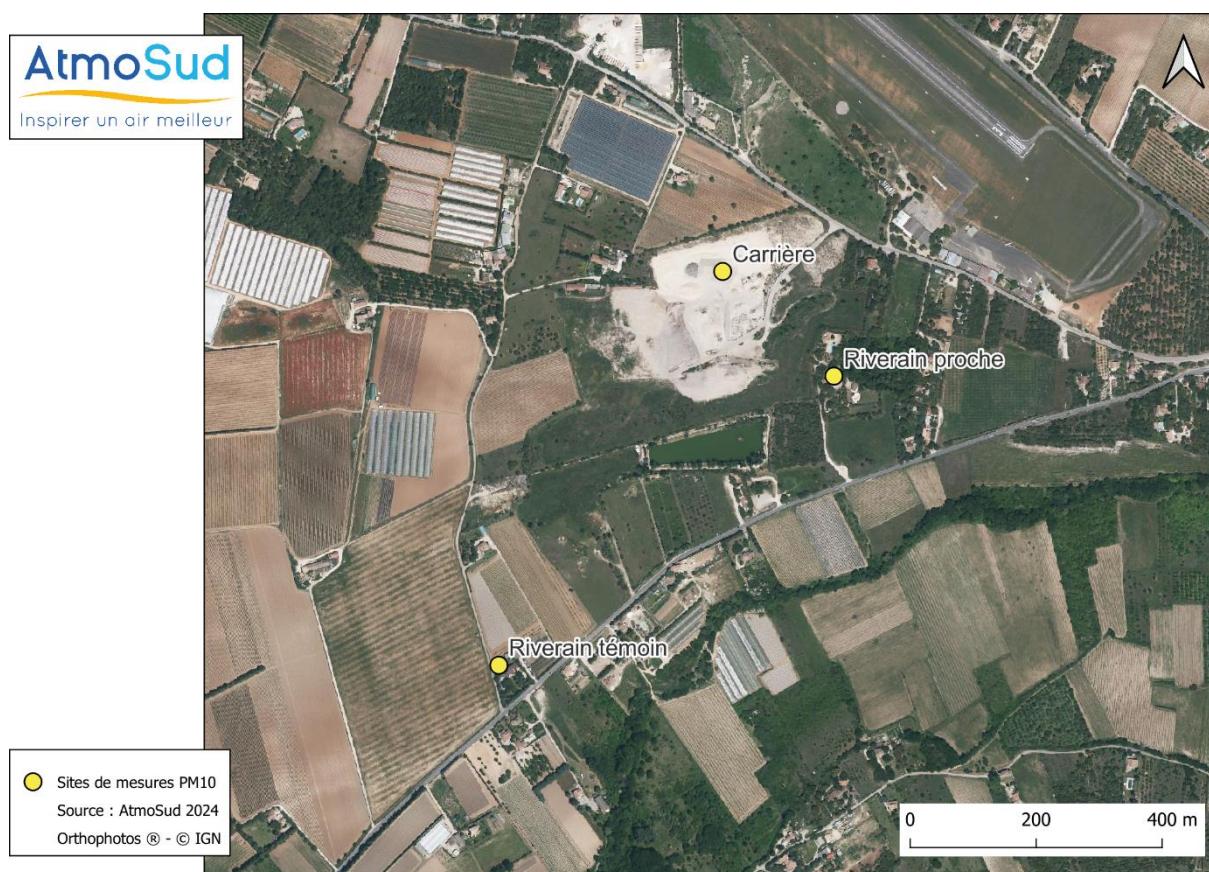


Figure 2 : Localisation des sites de mesures pour l'évaluation de la qualité de l'air autour du site de 4M Provence Route

² https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/Ineris_GuideERS-Juillet2021-A4-%2310Quatro_Web.pdf

II.2 Polluants mesurés et période de mesures

Le système de mesure est composé d'un préleveur actif au sein duquel l'échantillon d'air est aspiré et les particules récoltées sur filtres en téflon à une fréquence journalière. Ces derniers sont ensuite envoyés en laboratoire pour pesée et calcul des concentrations.

Les pesées sont effectuées chez AtmoSud dans un laboratoire de gravimétrie, avec température et humidité contrôlées en zone aseptisée, sur une table de pesée en marbre non soumise à d'éventuelles vibrations, et équipé d'une balance haute résolution avec kit anti-statique.

Chaque filtre est pesé à quatre reprises (avant et après prélèvement) avant de déterminer la masse officielle de particules qu'il a retenue.

La période de mesure s'étend du 31/08/2024 au 27/10/2024 (Figure 3).

Août				Septembre				Octobre				Novembre						
1	J			1	D			1	M			1	V				Site 1 : carrière	
2	V			2	L			2	M			2	S				Site 2 : riverain proche	
3	S			3	M			3	J			3	D				Site 3 : riverain témoin	
4	D			4	M			4	V			4	L					
5	L			5	J			5	S			5	M					
6	M			6	V			6	D			6	M					
7	M			7	S			7	L			7	J					
8	J			8	D			8	M			8	V					
9	V			9	L			9	M			9	S					
10	S			10	M			10	J			10	D					
11	D			11	M			11	V			11	L					
12	L			12	J			12	S			12	M					
13	M			13	V			13	D			13	M					
14	M			14	S			14	L			14	J					
15	J			15	D			15	M			15	V					
16	V			16	L			16	M			16	S					
17	S			17	M			17	J			17	D					
18	D			18	M			18	V			18	L					
19	L			19	J			19	S			19	M					
20	M			20	V			20	D			20	M					
21	M			21	S			21	L			21	J					
22	J			22	D			22	M			22	V					
23	V			23	L			23	M			23	S					
24	S			24	M			24	J			24	D					
25	D			25	M			25	V			25	L					
26	L			26	J			26	S			26	M					
27	M			27	V			27	D			27	M					
28	M			28	S			28	L			28	J					
29	J			29	D			29	M			29	V					
30	V			30	L			30	M			30	S					
31	S							31	J									

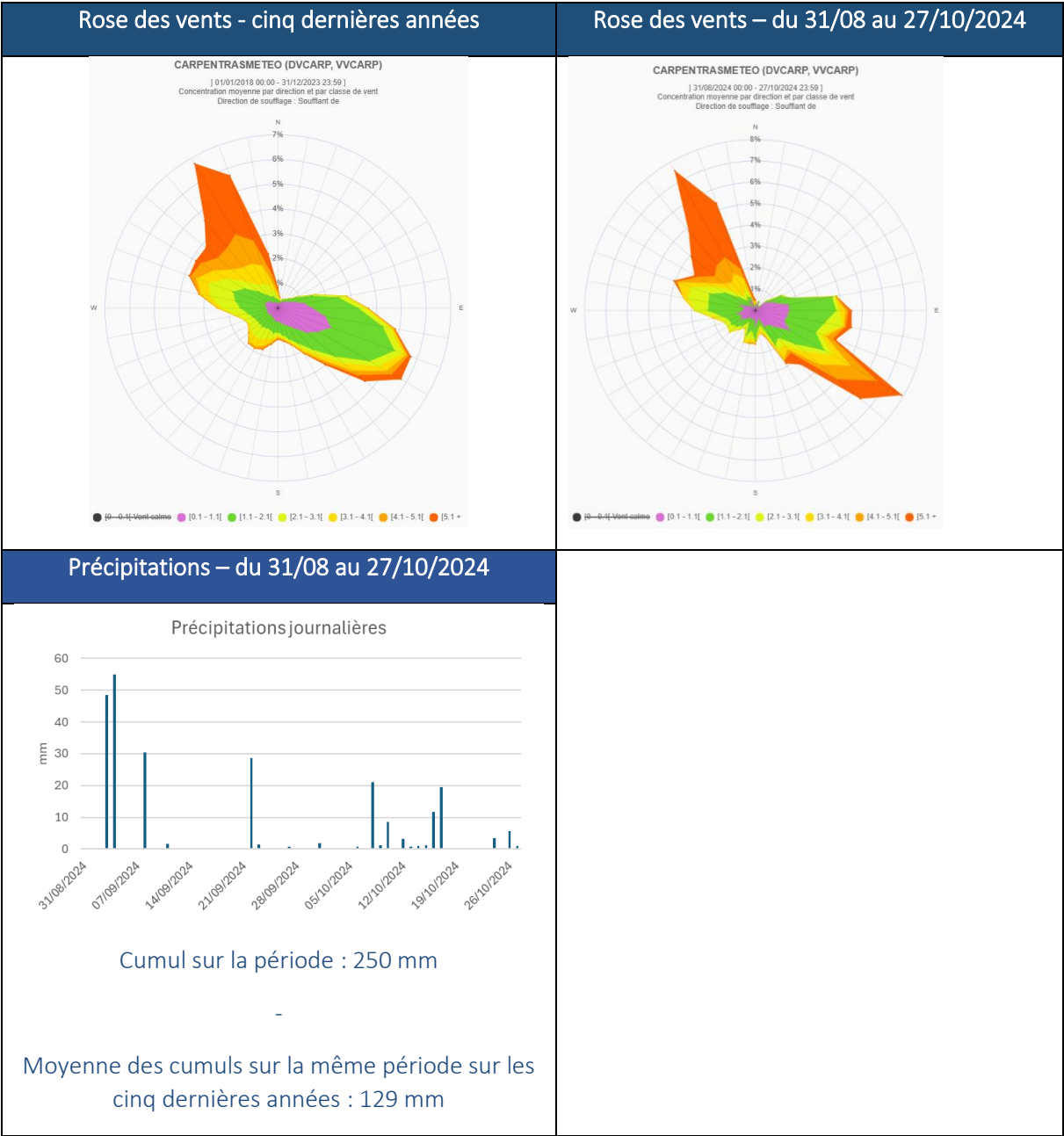
Figure 3 : Calendrier des prélèvements journaliers sur les trois sites de mesures

Un dysfonctionnement du préleveur sur le site riverain proche au mois de septembre 2024 a conduit à une extension de la campagne sur le mois d'octobre, pour pouvoir disposer de 30 jours de données disponibles sur les trois sites.

II.3 Météorologie de la zone d'étude

Le Tableau 1 présente les roses des vents et précipitations du secteur sur les cinq dernières années, ainsi que durant la période de mesures.

Tableau 1 : Roses des vents sur les cinq dernières années (gauche) et durant la période de mesure (droite) à Carpentras, et précipitations à Carpentras (en-bas)



Les conditions de vent pendant la période de campagne correspondent à celles généralement rencontrées sur la zone avec un vent fort principalement de secteur nord-ouest (mistral) et des vents plus faibles du secteur sud-est.

Les précipitations, bien que notables en quantité cumulée pendant la période (250 mm contre 129 mm en moyenne sur la même période pour les cinq années antérieures), sont focalisées essentiellement sur quelques jours et non continues, ce qui n’impacte les mesures que très peu de temps, en raison d’un lessivage très faible de la pollution atmosphérique.

La campagne a donc été réalisée dans des conditions optimales pour évaluer l’impact potentiel de la carrière sur son environnement avec des caractéristique des vents conformes à celles habituelles et une période avec relativement peu de précipitations.

III RESULTATS

► Evolution temporelle et statistiques principales

La Figure 4 présente l'évolution temporelle des concentrations journalières sur les sites de mesures durant la campagne.

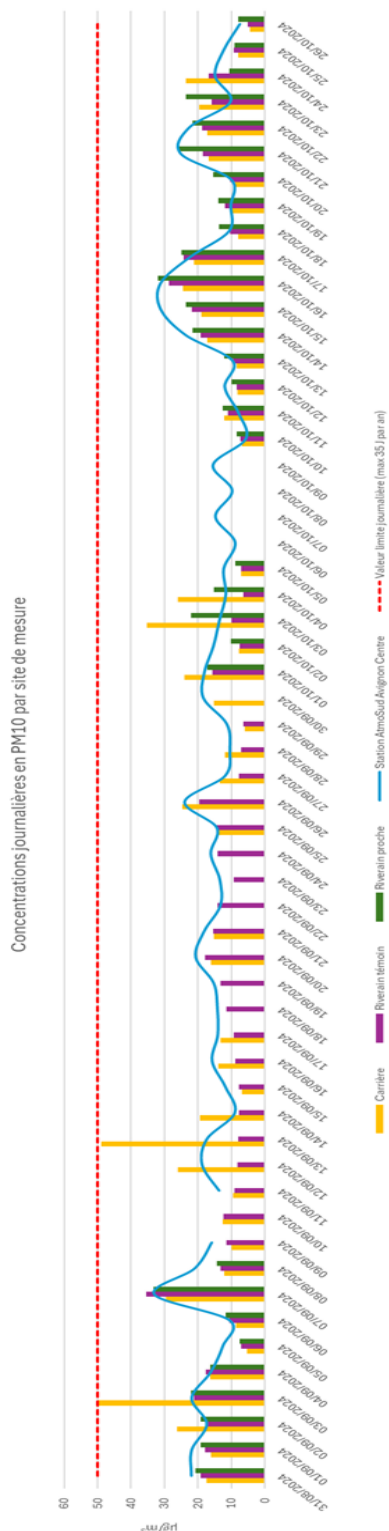


Figure 4 : Evolution temporelle des concentrations journalières en PM10 sur les sites de mesures et à la station de référence AtmoSud durant la campagne. Les résultats des pesées sur filtre, sur l'ensemble des sites échantillonnés, sont rassemblés dans l'Annexe 2.

► **Les concentrations mesurées sur les trois sites suivent la tendance des mesures de fond de la zone**

La station AtmoSud d'Avignon centre (linéaire bleu sur la Figure 4) est représentative des concentrations de fond en particules fines sur la zone urbaine, voire périurbaine des alentours d'Avignon. Les concentrations journalières retrouvées sur les trois sites de mesure durant la campagne suivent la plupart du temps la même évolution.

► **Le mistral est responsable des fortes teneurs en carrière mais reste dispersif sur les sites éloignés**

Lors d'un épisode de vent fort à très fort (vent du nord-ouest, dit mistral dans la région), les particules grossières de la carrière sont remises en suspension et impactent les mesures proches. Dès éloignement, ces particules lourdes retombent rapidement, impactant très peu les zones alentours. Ce sont les cas des 12 et 13/09, et du 03 et du 04/10 où les concentrations en carrière augmentent brusquement contrairement au site du riverain proche sous les vents qui ne relève pas de grosses augmentations.

► **Statistiques principales**

Le Tableau 2 ci-dessous récapitule les indicateurs calculés (moyenne, maximum et percentile 90) à partir des concentrations journalières sur les sites de mesures durant la campagne.

Tableau 2 : Résultats statistiques des concentrations en PM10 sur les sites de mesures

Site de mesure	Moyenne - $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maximum - $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Percentile 90 - $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Carrière	16.5	49.8 – le 03/09	26.1
Riverain proche	16.9	33.2 – le 07/09	24.9
Riverain témoin	13.2	35.5 – le 07/09	19.5
Station AtmoSud Avignon centre	21.9	33.0 – le 07/09	23.1

Les concentrations moyennes retrouvées sur le site de la carrière et le site du riverain proche sont très proches avec respectivement 16.5 et 16.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, alors que la valeur moyenne la plus faible (13.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) est mesurée au niveau du site témoin.

Durant la campagne de mesure, aucun site n'a été soumis à une concentration journalière en PM10 supérieure à la valeur limite fixée à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (seuil à ne pas dépasser plus de 35 jours par an).

Les concentrations journalières maximales sont mesurées **le 07 septembre 2024** au niveau des deux sites (riverain proche, riverain témoin) et de la station AtmoSud. Le site de la carrière montre aussi une élévation de concentration ce jour-là mais ce n'est pas la plus forte de la campagne (Figure 4). Ces élévations simultanées sur tous les sites résultent du passage d'une masse d'air globalement chargée en particules sur la région, mais sans lien direct avec l'activité de la carrière.

En revanche, **la journée du 03 septembre** est marquée par la plus forte concentration journalière relevée à la carrière durant toute la campagne de mesure (Tableau 2 et Figure 4), et en lien avec l'activité du site. En effet, le vent n'est pas orienté vers le Sud-Est ce jour-là et reste très faible (Annexe 1), ce qui explique que le site du riverain proche ne soit pas impacté.

Les valeurs moyennes de concentrations restent inférieures à celles mesurées en Avignon, par la station de référence AtmoSud la plus proche (station de fond urbain).

IV CONCLUSION

Dans le cadre de l'instruction d'un Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale, 4M Provence Route est chargée de réaliser une séquence de mesures des concentrations PM10 en air ambiant, à proximité de la carrière de Sainte-Marie, située au nord-est de Pernes-les-Fontaines. En effet, l'activité d'une carrière génère la production et la remise en suspension de particules grossières (diamètre supérieur à 10 µm) et de particules plus fines (PM10) d'intérêt sanitaire³.

AtmoSud a donc mis en place des mesures de PM10 quotidiennes réparties sur trois sites de mesures stratégiques :

- un directement en carrière ;
- un site proche de la carrière chez un riverain potentiellement exposé ;
- et un site témoin chez un second riverain.

La campagne de mesures s'est déroulée pendant un mois et demi du 31 août au 27 octobre 2024 et apporte les principales informations suivantes :

- **Aucune concentration journalière mesurée sur les sites n'est supérieure au seuil réglementaire de 50 µg/m³ ;**
- Les concentrations en PM10 journalières les plus importantes sont relevées ponctuellement sur le site de la carrière, et la plupart du temps en lien avec le vent fort du nord-ouest (mistral), qui est responsable de la remise en suspension locale des particules ;
- L'impact de la carrière sur le site du riverain proche n'est que très peu visible durant cette campagne de mesures. Ce site est majoritairement soumis aux concentrations de fond général de la zone ;
- Les concentrations journalières des trois sites sont globalement similaires entre elles (moyenne de 16.5 µg/m³ en carrière, 16.9 µg/m³ chez le riverain proche et 13.2 µg/m³ chez le riverain témoin), et synchrones avec les concentrations de fond relevées par la station de référence d'AtmoSud en Avignon (moyenne de 21.9 µg/m³).

La campagne de mesures s'est déroulée entre l'été et l'automne 2024, et aucun dépassement de la valeur limite journalière (50 µg/m³) n'est constaté.

Cette surveillance permet de renseigner un état des lieux de la pollution en PM10 de l'air ambiant sur la zone, mais elle ne permet pas, à elle seule, d'estimer une valeur moyenne annuelle comparable aux seuils réglementaires.

Afin de disposer de suffisamment de données robustes pour ce type d'ajustement statistique, une campagne supplémentaire, d'un mois minimum sur les trois points de mesures, devrait être envisagée en conditions météorologiques hivernales.

³ ADEME ; Programme EMCAIR : *Emissions des poussières des carrières dans l'air* ; 2018 ; 16 p.
http://programme-emcair.fr/publications/media/EMCAIR_Synthe%CC%80se_ADEME1.pdf

BIBLIOGRAPHIE

- [1] **Air Pays de la Loire** ; *EMCAIR émissions des carrières dans l'air, rapport d'études* ; 2018 ; 54 p. Disponible à partir de l'URL : <https://www.airpl.org/sites/default/files/2021-11/airpl---rapport-EMCAIR-%5B2018%5D---f1.pdf>
- [2] **ADEME** ; *EMCAIR émissions des carrières dans l'air, rapport d'études* ; 2018 ; 16 p. Disponible à partir de l'URL : http://programme-emcair.fr/publications/media/EMCAIR_Synthe%CC%80se_ADEME1.pdf
- [3] **AirBreizh** ; *Evaluation de la qualité de l'air sur le site et à proximité d'une carrière* ; 2018 ; 61 p. Disponible à partir de l'URL : https://www.airbreizh.asso.fr/voy_content/uploads/2018/05/air-breizh_rapport-emcair-v0_060218.pdf

GLOSSAIRE

Définitions

Lignes directrices OMS : Seuils de concentration définis par l'OMS et basés sur un examen des données scientifiques accumulées. Elles visent à offrir des indications sur la façon de réduire les effets de la pollution de l'air sur la santé. Elles constituent des cibles à atteindre qui confère une protection suffisante en termes de santé publique.

Maximum journalier de la moyenne sur huit heures : Il est sélectionné après examen des moyennes glissantes sur huit heures, calculées à partir des données horaires et actualisées toutes les heures. Chaque moyenne ainsi calculée sur huit heures est attribuée au jour où elle s'achève ; autrement dit, la première période considérée pour le calcul sur un jour donné sera la période comprise entre 17 h la veille et 1 h le jour même ; la dernière période considérée pour un jour donné sera la période comprise entre 16 h et minuit le même jour.

Pollution de fond et niveaux moyens : La pollution de fond correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes de temps relativement longues. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur une année (pour l'ozone, on parle de niveaux moyens exprimés généralement par des moyennes calculées sur huit heures). Il s'agit de niveaux de pollution auxquels la population est exposée le plus longtemps et auxquels il est attribué l'impact sanitaire le plus important.

Pollution de pointe : La pollution de pointe correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes de temps courtes. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur la journée ou l'heure.

Procédures préfectorales : Mesures et actions de recommandations et de réduction des émissions par niveau réglementaire et par grand secteur d'activité.

Seuil d'alerte à la population : Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou la dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Seuil d'information-recommandations à la population : Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population, rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates.

Objectif de qualité : Un niveau de concentration à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement.

Valeur cible : Un niveau de concentration fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

Valeur limite : Un niveau de concentration fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint.

Couche limite : Couche atmosphérique en contact direct avec la surface terrestre, dans laquelle se produisent des modifications d'un point de vue dynamique et thermique. Son épaisseur varie d'une centaine de mètres à quelques kilomètres selon les caractéristiques du sol (rugosité, relief...), la saison (humidité, flux de chaleur, température).

Particules d'origine secondaires : Les particules secondaires résultent de la conversion en particules, des gaz présents dans l'atmosphère. Cette conversion, soit directement gaz-solide, soit par l'intermédiaire des gouttes d'eau, est appelée nucléation. La nucléation est le mécanisme de base de la formation des nouvelles particules dans l'atmosphère. Les principaux précurseurs impliqués dans la formation des particules secondaires sont le dioxyde de soufre (SO₂), les oxydes d'azote (NO_x et nitrates), les composés organiques volatils (COV) et l'ammoniac (NH₃). Les particules secondaires sont essentiellement des particules fines (<2.5 µm).

AOT 40 : Égal à la somme des différences entre les concentrations horaires d'ozone supérieures à 80 µg/m³ (mesurés quotidiennement entre 8 h et 20 h, heure d'Europe Centrale) et la valeur 80 µg/m³ pour la période du 1^{er} mai au 31 juillet de l'année N. La valeur cible de protection de la végétation est calculée à partir de la moyenne sur 5 ans de l'AOT40. Elle s'applique en dehors des zones urbanisées, sur les Parcs Nationaux, sur les Parcs Naturels Régionaux, sur les réserves Naturelles Nationales et sur les zones arrêtées de Protection de Biotope.

Percentile 99,8 (P 99,8) : Valeur respectée par 99,8 % des données de la série statistique considérée (ou dépassée par 0,2 % des données). Durant l'année, le percentile 99,8 représente dix-huit heures.

Sigles

AASQA : Association Agréées de Surveillance de la Qualité de l’Air

ADEME : Agence de l’environnement et de la maîtrise de l’énergie

ANTS : Association Nationale des Techniques Sanitaires

ARS : Agence Régionale de Santé

CSA : Carte Stratégique Air

CERC : Cellule Économique Régionale du BTP PACA

DRAAF : Direction Régionale de l’Alimentation, de l’Agriculture et de la Forêt de la région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D’AZUR

DREAL : Direction Régionale de l’Environnement, de l’Aménagement et du Logement

EPCI : Etablissement Public de Coopération Intercommunale

EQAIR : Réseau Expert Qualité de l’Air intérieur en région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D’AZUR

IARC : International Agency for Research on Cancer

ISA : Indice Synthétique Air

LCSQA : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l’Air

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ORP PROVENCE-ALPES-CÔTE-D’AZUR : Observatoire des résidus de Pesticides en région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D’AZUR

PCAET : Plan climat air énergie territorial

PDU : Plan de Déplacements Urbains

PLU : Plan local d’Urbanisme

PPA : Plan de Protection de l’Atmosphère

PRSA : Plan Régional de Surveillance de la qualité de l’Air

SCoT : Schéma de Cohérence Territoriale

ZAS : Zone Administrative de Surveillance

Unité de mesures

mg/m³ : milligramme par mètre cube d’air
(1 mg = 10⁻³ g = 0,001 g)

µg/m³ : microgramme par mètre cube d’air
(1 µg = 10⁻⁶ g = 0,000001 g)

ng/m³ : nanogramme par mètre cube d’air
(1 ng = 10⁻⁹ g = 0,000000001 g)

TU : Temps Universel

Polluants

As : Arsenic

B(a)P : Benzo(a)Pyrène

BTEX : Benzène - Toluène - Éthylbenzène - Xylènes

C₆H₆ : Benzène

Cd : Cadmium

CO : Monoxyde de carbone

CO₂ : Dioxyde de carbone

COV : Composés Organiques Volatils

COVNM : Composés Organiques Volatils Non Méthaniques

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

ML : Métaux lourds (Ni, Cd, Pb, As)

Ni : Nickel

NO / NO₂ : Monoxyde d’azote / Dioxyde d’azote

NO_x : Oxydes d’azote

O₃ : Ozone

Pb : Plomb

PM non volatile : Fraction des particules en suspension présente dans l’air ambiant qui ne s’évapore pas à 50°C.

PM volatile : Fraction des particules en suspension qui s’évaporent entre 30°C et 50°C. Cette fraction des particules est mesurée depuis 2007.

PM 10 : Particules d’un diamètre < 10 µm

PM 2.5 : Particules d’un diamètre < 2,5 µm

SO₂ : Dioxyde de soufre

Classification des sites de mesure

Cette classification a fait l'objet d'une mise à jour au niveau national en 2015. Les stations de mesures sont désormais classées selon 2 paramètres : leur environnement d'implantation et l'influence des sources d'émission.

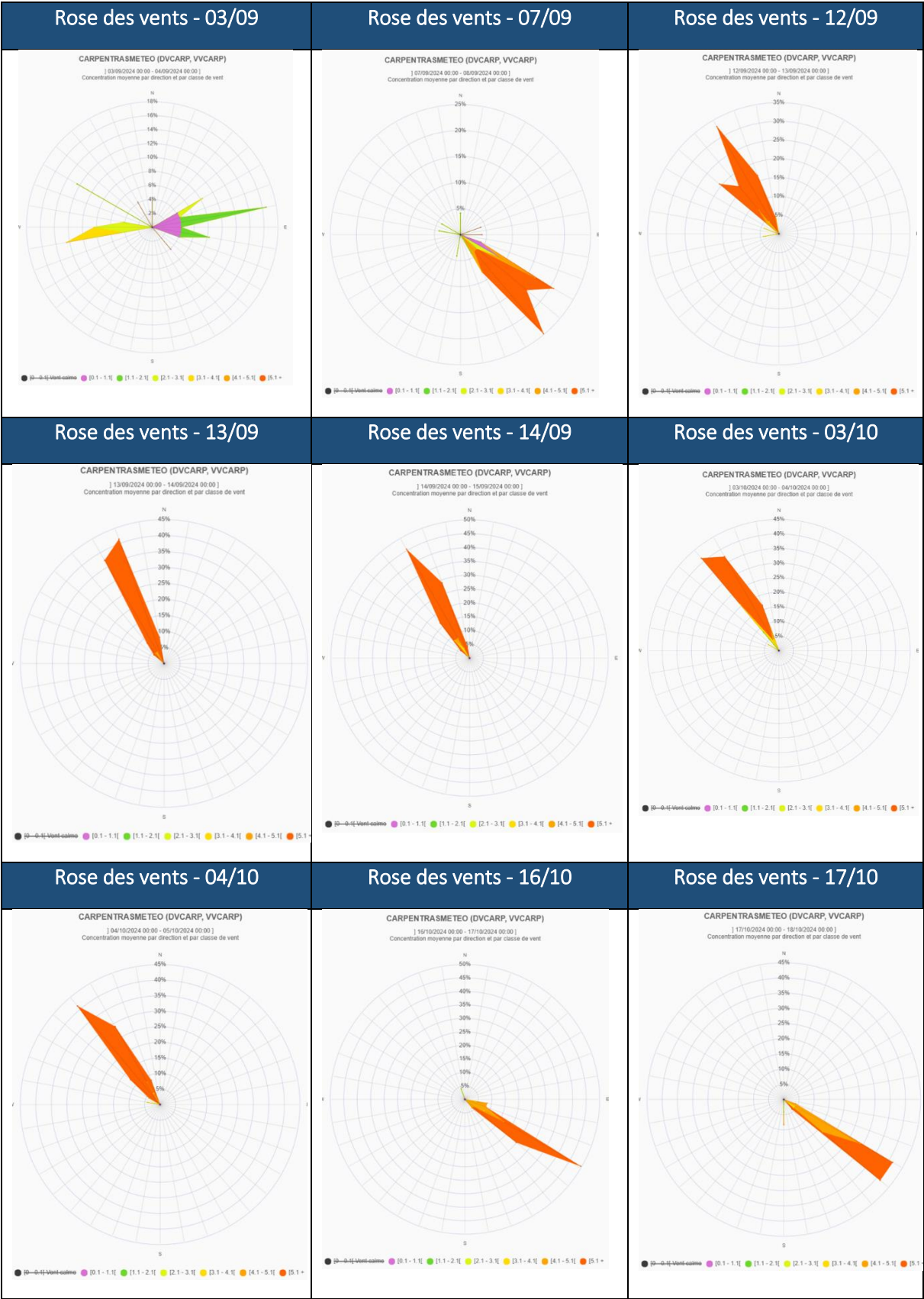
Environnement d'implantation

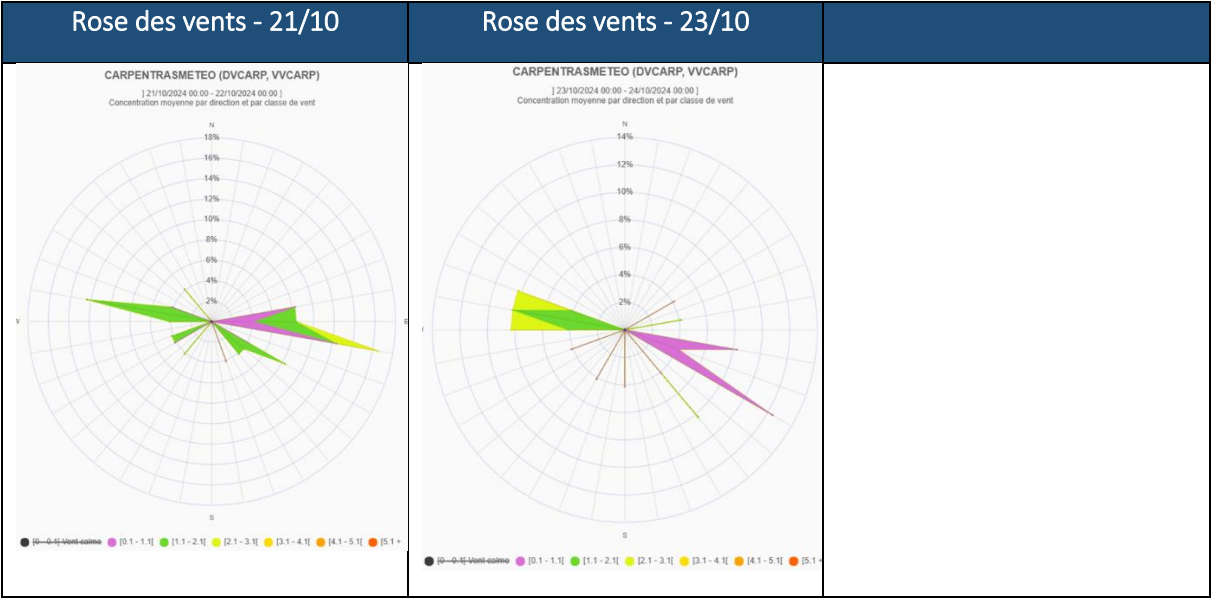
- Implantation urbaine : Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine bâtie en continu, c'est-à-dire une zone urbaine dans laquelle les fronts de rue sont complètement (ou très majoritairement) constitués de constructions d'au minimum deux étages
- Implantation périurbaine : Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine majoritairement bâtie, constituée d'un tissu continu de constructions isolées de toutes tailles, avec une densité de construction moindre
- Implantation rurale : Elle est principalement destinée aux stations participant à la surveillance de l'exposition de la population et des écosystèmes à la pollution atmosphérique de fond, notamment photochimique.

Influence des sources

- Influence industrielle : Le point de prélèvement est situé à proximité d'une source (ou d'une zone) industrielle. Les émissions de cette source ont une influence significative sur les concentrations.
- Influence trafic : Le point de prélèvement est situé à proximité d'un axe routier majeur. Les émissions du trafic ont une influence significative sur les concentrations.
- Influence de fond : Le point de prélèvement n'est soumis à aucun des deux types d'influence décrits ci-après. L'implantation est telle que les niveaux de pollution sont représentatifs de l'exposition moyenne de la population (ou de la végétation et des écosystèmes) en général au sein de la zone surveillée. Généralement, la station est représentative d'une vaste zone d'au moins plusieurs km².

ANNEXE 1 – ROSES DES VENTS LORS DES EPISODES DE PARTICULES PENDANT LA CAMPAGNE





ANNEXE 2 – RESULTATS BRUTS DES PESEES

Date jour de prélèvement	Riverain proche (µg/m³)	Carrière (µg/m³)	Riverain témoin (µg/m³)
31/08/2024	20.6	17.5	19.1
01/09/2024	19.1	16.2	17.9
02/09/2024	19.2	26.2	17.4
03/09/2024	22.1	49.8	21.1
04/09/2024	16.3	16.3	17.5
05/09/2024	7.5	5.3	7.0
06/09/2024	11.8	8.6	10.5
07/09/2024	33.2	29.5	35.5
08/09/2024	14.3	12.0	13.2
09/09/2024		10.0	11.5
10/09/2024		12.6	12.3
11/09/2024		9.4	9.0
12/09/2024		26.0	8.3
13/09/2024		48.8	7.9
14/09/2024		19.4	7.7
15/09/2024		6.8	7.8
16/09/2024		13.8	8.8
17/09/2024		13.2	9.3
18/09/2024			11.5
19/09/2024			13.2
20/09/2024		16.1	17.8
21/09/2024		15.3	15.4
22/09/2024			14.0
23/09/2024			9.3
24/09/2024			14.2
25/09/2024		14.1	14.3
26/09/2024		24.7	19.6
27/09/2024		13.6	7.8
28/09/2024		11.9	7.0
29/09/2024		6.0	6.3
30/09/2024		15.3	
01/10/2024	17.2	24.0	15.6
02/10/2024	10.2	7.7	7.6
03/10/2024	22.1	35.3	9.9
04/10/2024	15.3	26.1	6.3
05/10/2024	8.8	7.2	7.1
06/10/2024			
07/10/2024			
08/10/2024			
09/10/2024			

10/10/2024	8.4	6.8	7.2
11/10/2024	12.5	12.2	11.1
12/10/2024	10.0	8.2	8.3
13/10/2024	12.2	8.3	9.5
14/10/2024	21.6	17.2	19.1
15/10/2024	23.6	18.9	21.8
16/10/2024	31.9	24.4	28.5
17/10/2024	24.9	21.1	24.3
18/10/2024	13.7	7.9	10.4
19/10/2024	14.0	10.2	11.9
20/10/2024	15.3	8.8	10.3
21/10/2024	25.8	16.7	18.6
22/10/2024	21.5	17.2	18.8
23/10/2024	23.5	19.6	16.0
24/10/2024	10.5	23.5	16.8
25/10/2024	9.1	8.0	9.2
26/10/2024	8.0	4.5	5.2

ANNEXE 3 – SOURCES DE POLLUTION, EFFETS SUR LA SANTE, REGLEMENTATION ET RECOMMANDATIONS OMS

Sources de pollution

Les polluants atmosphériques ont diverses origines.

Polluants	Sources principales
O ₃ Ozone	L’ozone (O ₃) n’est pas directement rejeté par une source de pollution. C’est un polluant secondaire formé à partir des NO _x et des COV.
Particules en suspension (PM)	Les particules proviennent en majorité de la combustion à des fins énergétiques de différents matériaux (bois, charbon, pétrole), du transport routier (imbrûlés à l’échappement, usure des pièces mécaniques par frottement, des pneumatiques...), d’activités industrielles très diverses (sidérurgie, incinération, chaufferie) et du brûlage de la biomasse (incendie, déchets verts).
NO _x Oxydes d’azote	Les sources principales sont les véhicules et les installations de combustion.
SO ₂ Dioxyde de soufre	Le dioxyde de soufre (SO ₂) est un polluant essentiellement industriel. Les sources principales sont les centrales thermiques, les grosses installations de combustion industrielles, le trafic maritime, l’automobile et les unités de chauffage individuel et collectif.
COV dont le benzène Composés organiques volatils	Les COV proviennent de sources mobiles (transports), de procédés industriels (industries chimiques, raffinage de pétrole, stockage et distribution de carburants et combustibles liquides, stockages de solvants). Certains COV, comme les aldéhydes, sont émis par l’utilisation de produits d’usage courant : panneaux de bois en aggloméré, certaines mousses pour l’isolation, certains vernis, les colles, les peintures, les moquettes, les rideaux, les désinfectants... D’autres COV sont également émis naturellement par les plantes.
HAP Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques	Les HAP se forment par évaporation mais sont principalement rejetés lors de la combustion de matière organique. La combustion domestique du bois et du charbon s’effectue souvent dans des conditions mal maîtrisées (en foyer ouvert notamment), qui entraînent la formation de HAP.
CO Monoxyde de carbone	Combustion incomplète (mauvais fonctionnement de tous les appareils de combustion, mauvaise installation, absence de ventilation), et ce quel que soit le combustible utilisé (bois, butane, charbon, essence, fuel, gaz naturel, pétrole, propane).

Effets sur la santé

Les polluants atmosphériques ont un impact sur la santé variable en fonction de leur concentration dans l'air, de la dose inhalée et de la sensibilité des individus. Ils peuvent aussi avoir des incidences sur l'environnement.

Polluants	Effets sur la santé	Effets sur l'environnement
O ₃ Ozone	Irritation des yeux Diminution de la fonction respiratoire	Agression des végétaux Dégradation de certains matériaux Altération de la photosynthèse et de la respiration des végétaux
Particules en suspension	Irritation des voies respiratoires Dans certains cas, altération des fonctions pulmonaires	Effets de salissures sur les bâtiments Altération de la photosynthèse
NO _x Oxydes d'azote		Pluies acides Précurseur de la formation d'ozone Effet de serre Déséquilibre les sols sur le plan nutritif
SO ₂ Dioxyde de soufre		Pluies acides Dégradation de certains matériaux Dégradation des sols
COV dont le benzène Composés organiques volatils	Toxicité et risques d'effets cancérigènes ou mutagènes, en fonction du composé concerné	Formation de l'ozone
HAP Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques		Peu dégradables Déplacement sur de longues distances
Métaux lourds	Toxicité par bioaccumulation Effets cancérigènes	Contamination des sols et des eaux
CO Monoxyde de carbone	Prend la place de l'oxygène Provoque des maux de tête Létal à concentration élevée	Formation de l'ozone Effet de serre

Réglementation

En matière de surveillance de la qualité de l'air, la réglementation se base essentiellement sur :

La directive 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe,

La directive 2004/107/CE concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant,

L'article R221-1 du Code de l'Environnement.

Les valeurs réglementaires sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. L'expression du volume doit être ramenée aux conditions de température et de pression suivantes : 293 K et 1013 hPa. La période annuelle de référence est l'année civile. Un seuil est considéré dépassé lorsque la concentration observée, arrondie au même niveau de précision que le seuil, est strictement supérieure à la valeur du seuil.

Polluants	Type de réglementation	Valeurs réglementaires	Durée d'exposition
PM10 Particules	Seuil d'information- recommandations	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Jour
	Seuil d'alerte	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Jour
	Valeurs limites	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Jour (maximum 35 j / an)
		40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Année
	Objectif de qualité	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Année
PM2.5 Particules	Valeur limite	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Année
	Valeur cible	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Année
	Objectif de qualité	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Année
NO ₂ Dioxyde d'azote	Seuil d'information- recommandations	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Heure
	Seuil d'alerte	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Heure
	Valeurs limites	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Heure (maximum 18h / an)
		40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Année
O ₃ Ozone	Seuil d'information- recommandations	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Heure
	Seuil d'alerte	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Heure
	Valeur cible	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (maximum 25 j / an)
	Objectif de qualité	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8 heures
SO ₂ Dioxyde de soufre	Seuil d'information- recommandations	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Heure
	Seuil d'alerte	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Heure (pendant 3h)
	Valeurs limites	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Heure (maximum 24h / an)
		125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Jour (maximum 3 j / an)
	Objectif de qualité	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Année
C ₆ H ₆ Benzène	Valeur limite	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Année
	Objectif de qualité	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Année
Pb Plomb	Valeur limite	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Année
	Objectif de qualité	0,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Année
CO Monoxyde de carbone	Valeur limite	10 mg/m ³	8 heures
BaP Benzo(a)pyrène	Valeur cible	1 ng/m ³	Année
As Arsenic	Valeur cible	6 ng/m ³	Année
Cd Cadmium	Valeur cible	5 ng/m ³	Année
Ni Nickel	Valeur cible	20 ng/m ³	Année

Recommandations de l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS)

Les valeurs recommandées par l'OMS (2021)⁴ sont fondées sur des études épidémiologiques et toxicologiques publiées en Europe et en Amérique du Nord. Elles ont pour principal objectif d'être des références pour l'élaboration des réglementations internationales.

Il s'agit de niveaux d'exposition (concentration d'un polluant dans l'air ambiant pendant une durée déterminée) auxquels ou en dessous desquels il n'y a pas d'effet sur la santé. Ceci ne signifie pas qu'il y ait un effet dès que les niveaux sont dépassés mais que la probabilité qu'un effet apparaisse est augmentée.

Polluants	Effets considérés sur la santé	Valeur recommandée par l'OMS (µg/m³)	Durée moyenne d'exposition Pour les 24 heures ⁵
O ₃ Ozone	Impact sur la fonction respiratoire Pic Saisonnier ⁶	100 60	8 heures
PM10 Particules	Affection des systèmes respiratoire et cardiovasculaire	45 15	24 heures 1 an
PM2.5 Particules		15 5	24 heures 1 an
NO ₂ Dioxyde d'azote	Faible altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques)	200 25 10	1 heure 24 heures 1 an
SO ₂ Dioxyde de soufre	Altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques) Exacerbation des voies respiratoires (individus sensibles)	500 40	10 min 24 heures
CO Monoxyde de carbone	Niveau critique de CO Hb < 2,5 % Hb : hémoglobine	100 35 10 4	15 min 1 heure 8 heures 24 heures

⁴ [-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution](#)

⁵ 99^{ème} percentile (c.-à-d. 3 à 4 jours d'excédent par an)

⁶ Moyenne de la concentration moyenne journalière maximale d'O₃ sur 8 heures au cours des six mois consécutifs où la concentration moyenne d'O₃ a été la plus élevée.

AtmoSud, votre expert de l'air en région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur



Un large champ d'intervention : air/climat/énergie/santé

La loi sur l'air reconnaît le droit à chaque citoyen de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé. Dans ce cadre, AtmoSud évalue l'exposition des populations à la pollution atmosphérique et identifie les zones où il faut agir. Pour s'adapter aux nouveaux enjeux et à la demande des acteurs, son champ d'intervention s'étend à l'ensemble des thématiques de l'atmosphère : polluants, gaz à effet de serre, nuisances, pesticides, pollens... Par ses moyens techniques et d'expertise, AtmoSud est au service des décideurs et des citoyens.

Des missions d'intérêt général

La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30/12/1996 confie la surveillance de la qualité de l'air à des associations agréées :

- Connaître l'exposition de la population aux polluants atmosphériques et contribuer aux connaissances sur le changement climatique
- Sensibiliser la population à la qualité de l'air et aux comportements qui permettent de la préserver
- Accompagner les acteurs des territoires pour améliorer la qualité de l'air dans une approche intégrée air/climat/énergie/santé
- Prévoir la qualité de l'air au quotidien et sur le long terme
- Prévenir la population des épisodes de pollution
- Contribuer à l'amélioration des connaissances*

Recevez nos bulletins

Abonnez-vous à l'actualité de la qualité de l'air : <https://www.atmosud.org/abonnements>

Conditions de diffusion

AtmoSud met à disposition les informations issues de ses différentes études et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ces travaux. A ce titre, les rapports d'études sont librement accessibles sur notre site Internet.

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'AtmoSud. Toute utilisation de données ou de documents (texte, tableau, graphe, carte...) doit obligatoirement faire référence à AtmoSud. Ce dernier n'est en aucun cas responsable des interprétations et publications diverses issues de ces travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.



www.atmosud.org

AtmoSud

Inspirer un air meilleur

A propos d'AtmoSud

Siège social

146 rue Paradis « Le Noilly Paradis »
13294 Marseille Cedex
Tel. 04 91 32 38 00
Fax 04 91 32 38 29
Contact.air@atmosud.org

Etablissement de Martigues

06 Route de la Vierge
13500 Martigues
Tel. 04 42 13 01 20
Fax 04 42 13 01 29

Etablissement de Nive

37 bis avenue Henri Matisse
06200 Nice
Tel. 04 93 18 88 00

SIRET : 324 465 632 00044 – APE – NAF : 7120B – TVA intracommunautaire : FR 65 324 465 632



4M PROVENCE ROUTE

MESURES DES CONCENTRATIONS EN PM10 AUX ABORDS DE LA CARRIERE DE SAINTE-MARIE A PERNES-LES-FONTAINES (84)

Rapport d'étude – Campagne n°2 hiver 2025

18/06/2025

Date de parution

15/06/2025

Contact

Chargé d'action territoriale : Sylvain Mercier sylvain.mercier@atmosud.org

Pilote de projet : Aurélie Stoerkerel aurelie.stoerkerel@atmosud.org

Références

AFE-000212 / Rapport-02 / ASL – ASN - ERT

REMERCIEMENTS

AtmoSud remercie les riverains ayant hébergé les appareils de mesure de la qualité de l'air dans l'enceinte de leur propriété.

AUTEURS DU DOCUMENT

Rédacteur du document : Aurélie Stoerkel

Relecteur du document : Alexis Stepanian

Valideur du document : Edwige Révélat

Chargé d'action territoriale : Sylvain Mercier

SOMMAIRE

I	Introduction	4
II	Méthodologie	5
II.1	Stratégie d'échantillonnage	5
II.2	Polluants mesurés et période de mesures.....	5
II.3	Météorologie de la zone d'étude.....	6
III	Résultats	8
IV	Conclusion	11

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 – Sources de pollution, effets sur la santé, réglementation et recommandations OMS.....	16
Annexe 2 – Résultats bruts des pesées	20

I INTRODUCTION

Dans le cadre de l'instruction d'un Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale sur la carrière de Sainte-Marie (84), il a été demandé à 4M Provence Route de faire réaliser une séquence de mesures des concentrations en particules fines PM10 (diamètre < 10 µm) à proximité de la carrière. Celle-ci se situe au Nord-Est de Pernes-les-Fontaines (Figure 1).

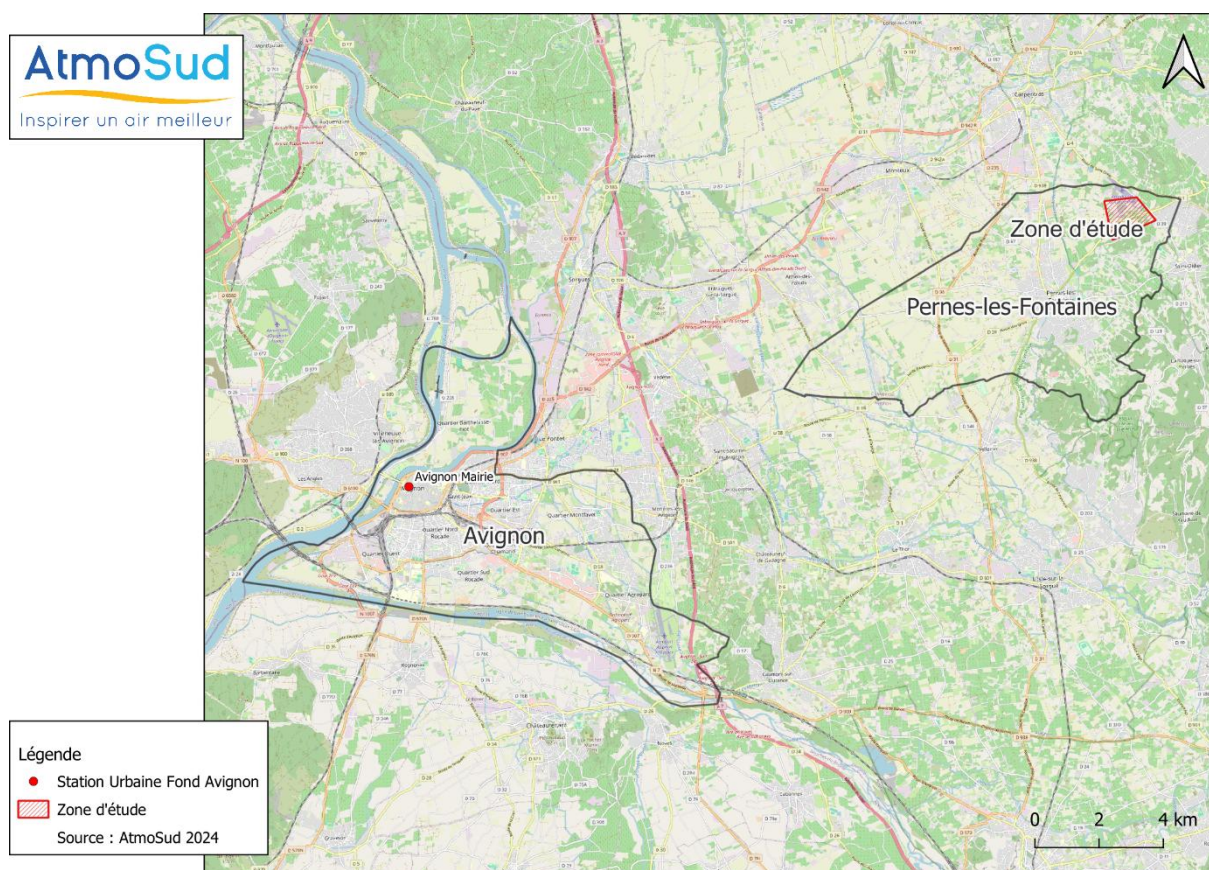


Figure 1 : Zone d'étude de la Carrière Sainte-Marie – commune de Pernes-les-Fontaines (84)

Dans le cadre du projet EMCAIR¹, les analyses granulométriques des poussières sédimentables mesurées dans des carrières en exploitation, ont révélé une large gamme de tailles de particules entre 0.1 µm et 250 µm, avec une dominance des particules grossières. La fraction PM10 est la fraction représentative des émissions de particules fines des carrières. Les PM2.5 (diamètre < 2.5 µm) sont également présentes, mais leur proportion dans la masse totale des dépôts est faible. Les particules grossières n'ont que très peu d'impact sur la santé, contrairement aux PM10 et PM2.5, pouvant pénétrer l'appareil respiratoire.

AtmoSud propose de mettre en place une surveillance par prélèvement sur filtres des PM10, à l'aide de préleveurs actifs automatiques avec un pas de temps 24 heures, en trois points de mesures pour évaluer l'impact de la carrière sur son environnement proche.

Une première campagne de mesures estivale a été réalisée d'août à octobre 2024. Celle-ci a fait l'objet d'un rapport de mesures.

Le présent rapport rend compte des résultats obtenus lors de la seconde campagne de mesures hivernale réalisée en mars-avril 2025.

¹ ADEME ; Programme EMCAIR : Emissions des poussières des carrières dans l'air ; 2018 ; 16 p.
http://programme-emcair.fr/publications/media/EMCAIR_Synthe%CC%80se_ADEME1.pdf

II METHODOLOGIE

II.1 Stratégie d'échantillonnage

Le protocole de mesures et l'accompagnement proposé est conforme au guide de référence sur la mesure de la qualité de l'air aux abords des ICPE (INERIS, 2021)².

Le plan d'échantillonnage est composé (Figure 2) :

- d'un point au centre de la carrière pour une évaluation locale des concentrations émises par le site lui-même ;
- d'un point au niveau d'une zone d'habitation (maison entre 100 et 200 m à l'Est de la carrière) pouvant être impactée par l'activité du site car située sous les vents dominants (Tableau 1)³ ;
- d'un point-témoin, éloigné au Sud-Ouest, et non soumis aux vents dominants.

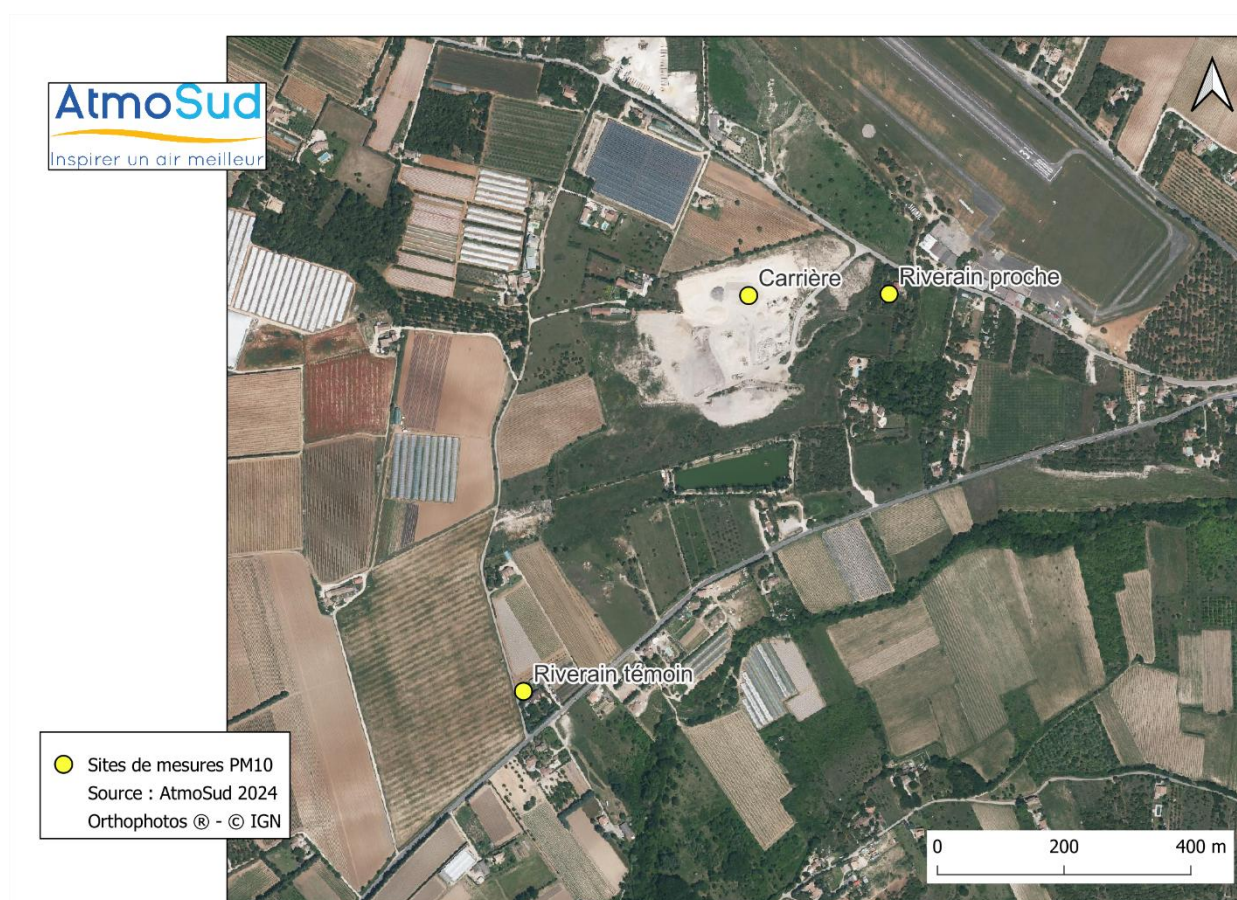


Figure 2 : Localisation des sites de mesures pour l'évaluation de la qualité de l'air autour du site de 4M Provence Route

II.2 Polluants mesurés et période de mesures

Le système de mesure est composé d'un préleveur actif au sein duquel l'échantillon d'air est aspiré et les particules récoltées sur filtres en téflon à une fréquence journalière. Ces derniers sont ensuite envoyés en laboratoire pour pesée et calcul des concentrations.

Les pesées sont effectuées chez AtmoSud dans un laboratoire de gravimétrie, avec température et

² https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/Ineris_GuideERS-Juillet2021-A4-%2310Quatro_Web.pdf

³ Ce point de mesure a été légèrement décalé de 150 m au nord par rapport à la 1^{ère} campagne estivale 2024 pour contrainte technique

humidité contrôlées en zone aseptisée, sur une table de pesée en marbre non soumise à d'éventuelles vibrations, et équipé d'une balance haute résolution avec kit anti-statique.

Chaque filtre est pesé à quatre reprises (avant et après prélèvement) avant de déterminer la masse officielle de particules qu'il a retenue.

La période de mesure s'étend du 07/03/2025 au 03/04/2025 (Figure 3).

2025												
Mars					Avril							
1	S				1	M						
2	D				2	M						
3	L				3	J						
4	M				4	V						
5	M				5	S						
6	J				6	D						
7	V				7	L						
8	S				8	M						
9	D				9	M						
10	L				10	J						
11	M				11	V						
12	M				12	S						
13	J				13	D						
14	V				14	L						
15	S				15	M						
16	D				16	M						
17	L				17	J						
18	M				18	V						
19	M				19	S						
20	J				20	D						
21	V				21	L						
22	S				22	M						
23	D				23	M						
24	L				24	J						
25	M				25	V						
26	M				26	S						
27	J				27	D						
28	V				28	L						
29	S				29	M						
30	D				30	M						
31	L											

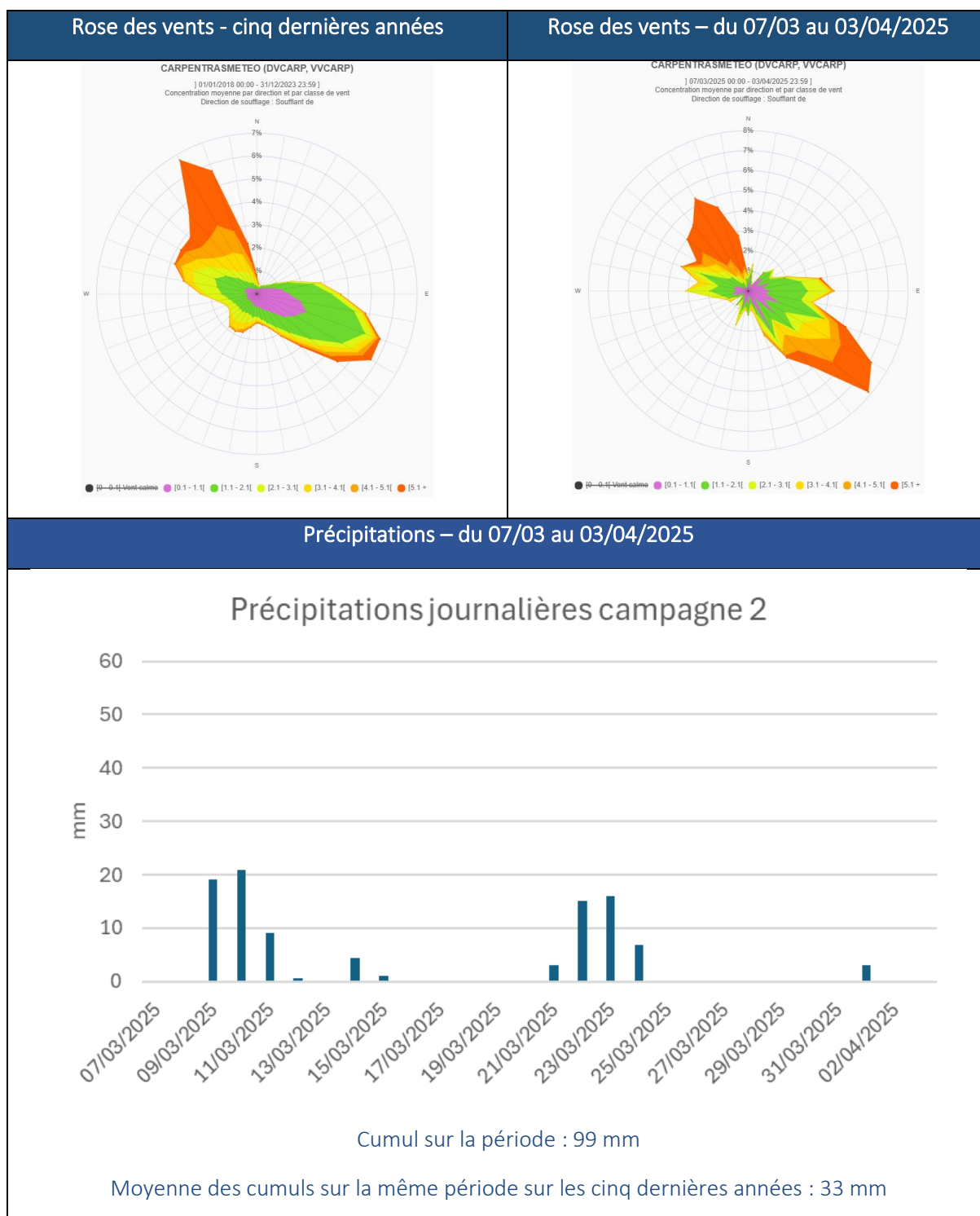
Site 1 : carrière
Site 2 : riverain proche
Site 3 : riverain témoin

Figure 3 : Calendrier des prélèvements journaliers sur les trois sites de mesures

II.3 Météorologie de la zone d'étude

Le Tableau 1 présente les roses des vents et précipitations du secteur sur les cinq dernières années, ainsi que durant la période de mesures.

Tableau 1 : Roses des vents sur les cinq dernières années (gauche) et durant la période de mesures (droite) à Carpentras, et précipitations à Carpentras (en-bas)



Les conditions de vent pendant la période de campagne correspondent à celles généralement rencontrées sur la zone avec un vent fort principalement de secteur nord-ouest (mistral) et des vents plus faibles du secteur sud-est.

Les précipitations cumulées pendant la période ont été assez importantes, à savoir 99 mm (contre 33 mm en moyenne sur la même période pour les cinq années antérieures). Elles ont eu lieu sur 11 jours, essentiellement concentrées sur deux périodes en mars. Cela a pu impacter les mesures,

entraînant un lessivage de la pollution atmosphérique.

La campagne a donc été réalisée dans des conditions optimales de vent pour évaluer l'impact potentiel de la carrière sur son environnement.

Cette période hivernale à printanière a cependant été un peu plus pluvieuse qu'à l'accoutumée, pouvant entraîner une légère sous-estimation des concentrations en PM10.

III RESULTATS

► Evolution temporelle et statistiques principales

La Figure 4 présente l'évolution temporelle des concentrations journalières sur les sites de mesures durant la campagne.

Aucune concentration journalière ne dépasse le seuil réglementaire en vigueur, à savoir 50 µg/m³.

Globalement, les concentrations des 3 sites de prélèvement suivent la tendance de la station automatique de fond urbain d'Avignon. Les conditions météorologiques influencent directement les concentrations. Celles-ci sont minimales lorsque les précipitations sont les plus importantes, à savoir du 9 mars au soir au 11 mars, et du 22 au 25 mars.

Les 3 sites de prélèvement mesurent également les mêmes teneurs entre eux sur la période de campagne, excepté sur quelques jours isolés :

- Les 7 et 9 mars, les concentrations à la carrière sont les plus élevées, atteignant respectivement 39.3 et 34.9 µg/m³. Les vents sont extrêmement faibles le 07 mars, les teneurs relevées s'expliquent très certainement par une activité de la carrière ce jour-là. Le dimanche 09 mars, le vent de sud-est s'intensifie et a pu remettre en suspension des particules de carrière, mais sans lien avec l'activité du site fermé ce jour-là.
- Du 28 au 31 mars, les concentrations à la carrière sont légèrement plus élevées que sur les 2 autres sites de mesures, même si le phénomène est plus modéré que celui du 07 au 08 mars. Les conditions météorologiques perturbées avec un vent de nord-ouest et des vitesses moyennes comprises entre 6 et 12 m/s contribuent à la remise en suspension des particules très localement sur le site de la carrière, sans impact visible sur les sites alentours.

► Statistiques principales

Le Tableau 2 ci-dessous récapitule les indicateurs calculés (moyenne, maximum et percentile 90) à partir des concentrations journalières sur les sites de mesures durant la campagne.

Tableau 2 : Résultats statistiques des concentrations en PM10 sur les sites de mesures

Site de mesure	Moyenne - µg/m ³	Maximum - µg/m ³	Percentile 90 - µg/m ³
Carrière	13.7	39.4 – le 07/03	24.7
Riverain proche	10.1	23.5 – le 07/03	16.6
Riverain témoin	10.5	20.5 – le 20/03	17.7
Station AtmoSud Avignon centre	13.0	50.7 – le 21/03	21.0

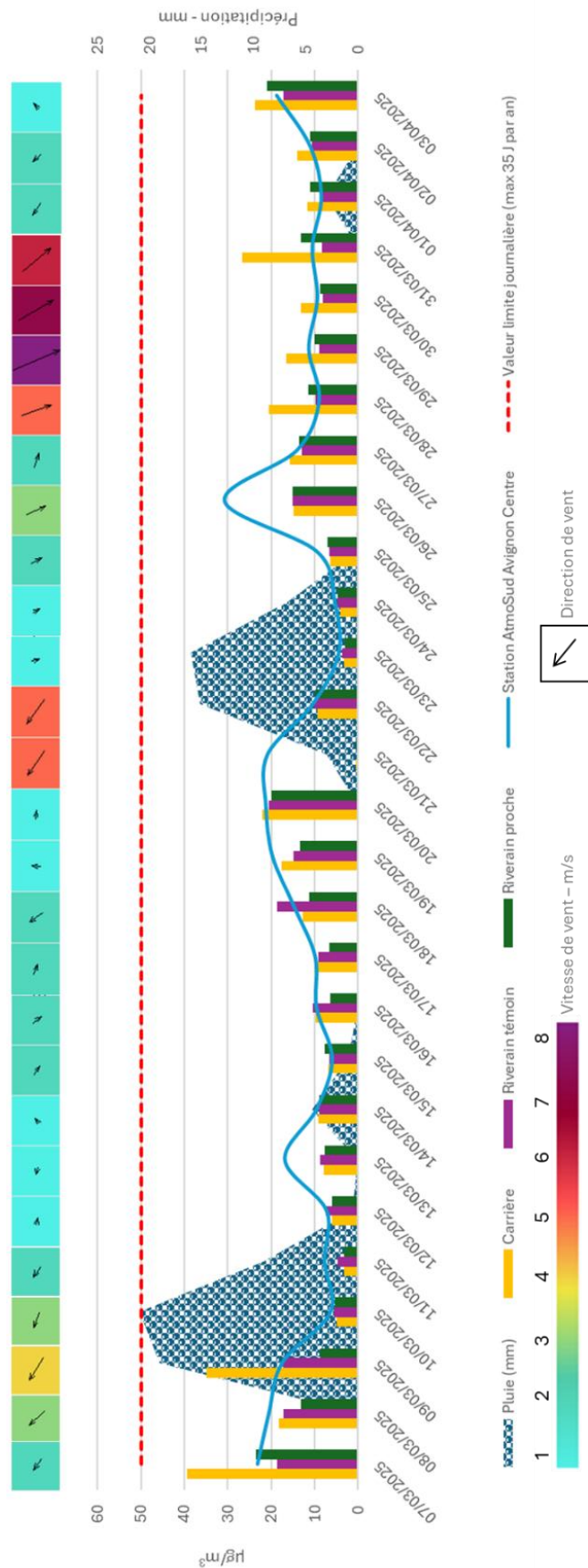


Figure 4 : Evolution temporelle des concentrations journalières en PM10 sur les sites de mesures et à la station de référence AtmoSud durant la campagne. Les résultats des pesées sur filtre, sur l'ensemble des sites échantillonnés, sont rassemblés dans l'Annexe 2.

Les concentrations moyennes retrouvées sur les sites des 2 riverains (proche et témoin) sont similaires avec respectivement 10.1 et 10.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, alors que la valeur moyenne la plus élevée (13.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) est mesurée au niveau de la carrière.

Durant la campagne de mesure, aucun site n'a été soumis à une concentration journalière en PM10 supérieure à la valeur limite fixée à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (seuil à ne pas dépasser plus de 35 jours par an).

Les concentrations maximales journalières sont enregistrées le 07 mars pour les sites du riverain proche et de la carrière. L'activité de la carrière a eu une influence sur le riverain en proximité, les vents étant extrêmement faibles ce jour-là. La concentration la plus élevée sur le site témoin a été relevée le 20 mars. Ce site reflète les tendances de fond en particules de la zone, une élévation du niveau de fond global est observée ce jour-là sur les 3 sites de mesures et sur le site de la station de fond Avignon Centre.

Les valeurs moyennes de concentrations pour les sites des riverains restent inférieures à celles mesurées en Avignon Centre, station de référence d'AtmoSud la plus proche.

La concentration moyenne sur le site en carrière est quant à elle équivalente à celle de la station Avignon Centre.

IV CONCLUSION

Dans le cadre de l'instruction d'un Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale, 4M Provence Route est chargée de réaliser une séquence de mesures des concentrations PM10 en air ambiant, à proximité de la carrière de Sainte-Marie, située au nord-est de Pernes-les-Fontaines. En effet, l'activité d'une carrière génère la production et la remise en suspension de particules grossières (diamètre supérieur à 10 μm) et de particules plus fines (PM10) d'intérêt sanitaire .

AtmoSud a donc mis en place des mesures de PM10 quotidiennes réparties sur trois sites de mesures stratégiques :

- un directement en carrière ;
- un site proche de la carrière chez un riverain potentiellement exposé ;
- et un site témoin chez un second riverain.

Une première campagne de mesures estivale a été réalisée d'août à octobre 2024. Ces mesures avaient mis en évidence d'une part que les concentrations obtenues sur les trois sites suivaient la tendance des mesures de fond de la zone, et d'autre part que le mistral pouvait occasionnellement entraîner une hausse des teneurs en carrière mais dispersait ensuite les particules dès éloignement de la source.

Cette seconde campagne de mesures hivernale s'est déroulée pendant un mois du 07 mars au 03 avril 2025 et apporte les principales informations suivantes :

- Aucune concentration journalière mesurée sur les sites n'est supérieure au seuil réglementaire de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- Les concentrations en PM10 journalières les plus importantes sont relevées ponctuellement sur le site de la carrière. L'activité du site et le vent fort du nord-ouest (mistral) sont les deux facteurs responsables de la remise en suspension locale des particules ;
- L'impact de la carrière sur le site du riverain proche n'est que très peu visible durant cette campagne de mesures. Ce site est majoritairement soumis aux concentrations de fond général de la zone ;
- Les concentrations journalières des trois sites sont globalement similaires entre elles (moyenne de 13.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en carrière, 10.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ chez le riverain proche et 10.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ chez le riverain témoin), et synchrones avec les concentrations de fond relevées par la station de référence d'AtmoSud en Avignon (moyenne de 13.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

La campagne de mesures s'est déroulée en fin d'hiver 2025, et aucun dépassement de la valeur limite journalière (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) n'est constaté sur aucun des sites.

Le mistral peut occasionnellement provoquer un réenvol des particules mais uniquement sur la zone de la carrière. Les particules peuvent retomber sur les zones environnantes, principalement lorsqu'elles sont remises en suspension au sol et en conditions de vent faible à nul.

Les deux campagnes réalisées en été 2024 et en hiver 2025 confirment que l'activité de la carrière a un impact sur les concentrations en PM10 limité au périmètre d'exploitation et n'affecte pas significativement les habitations avoisinantes.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] **Air Pays de la Loire** ; *EMCAIR émissions des carrières dans l'air, rapport d'études* ; 2018 ; 54 p. Disponible à partir de l'URL : <https://www.airpl.org/sites/default/files/2021-11/airpl---rapport-EMCAIR-%5B2018%5D---f1.pdf>
- [2] **ADEME** ; *EMCAIR émissions des carrières dans l'air, rapport d'études* ; 2018 ; 16 p. Disponible à partir de l'URL : http://programme-emcair.fr/publications/media/EMCAIR_Synthe%CC%80se_ADEME1.pdf
- [3] **AirBreizh** ; *Evaluation de la qualité de l'air sur le site et à proximité d'une carrière* ; 2018 ; 61 p. Disponible à partir de l'URL : https://www.airbreizh.asso.fr/voy_content/uploads/2018/05/air-breizh_rapport-emcair-v0_060218.pdf

GLOSSAIRE

Définitions

Lignes directrices OMS : Seuils de concentration définis par l'OMS et basés sur un examen des données scientifiques accumulées. Elles visent à offrir des indications sur la façon de réduire les effets de la pollution de l'air sur la santé. Elles constituent des cibles à atteindre qui confère une protection suffisante en termes de santé publique.

Maximum journalier de la moyenne sur huit heures : Il est sélectionné après examen des moyennes glissantes sur huit heures, calculées à partir des données horaires et actualisées toutes les heures. Chaque moyenne ainsi calculée sur huit heures est attribuée au jour où elle s'achève ; autrement dit, la première période considérée pour le calcul sur un jour donné sera la période comprise entre 17 h la veille et 1 h le jour même ; la dernière période considérée pour un jour donné sera la période comprise entre 16 h et minuit le même jour.

Pollution de fond et niveaux moyens : La pollution de fond correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes de temps relativement longues. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur une année (pour l'ozone, on parle de niveaux moyens exprimés généralement par des moyennes calculées sur huit heures). Il s'agit de niveaux de pollution auxquels la population est exposée le plus longtemps et auxquels il est attribué l'impact sanitaire le plus important.

Pollution de pointe : La pollution de pointe correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes de temps courtes. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur la journée ou l'heure.

Procédures préfectorales : Mesures et actions de recommandations et de réduction des émissions par niveau réglementaire et par grand secteur d'activité.

Seuil d'alerte à la population : Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou la dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Seuil d'information-recommandations à la population : Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population, rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates.

Objectif de qualité : Un niveau de concentration à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement.

Valeur cible : Un niveau de concentration fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

Valeur limite : Un niveau de concentration fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint.

Couche limite : Couche atmosphérique en contact direct avec la surface terrestre, dans laquelle se produisent des modifications d'un point de vue dynamique et thermique. Son épaisseur varie d'une centaine de mètres à quelques kilomètres selon les caractéristiques du sol (rugosité, relief...), la saison (humidité, flux de chaleur, température).

Particules d'origine secondaires : Les particules secondaires résultent de la conversion en particules, des gaz présents dans l'atmosphère. Cette conversion, soit directement gaz-solide, soit par l'intermédiaire des gouttes d'eau, est appelée nucléation. La nucléation est le mécanisme de base de la formation des nouvelles particules dans l'atmosphère. Les principaux précurseurs impliqués dans la formation des particules secondaires sont le dioxyde de soufre (SO₂), les oxydes d'azote (NO_x et nitrates), les composés organiques volatils (COV) et l'ammoniac (NH₃). Les particules secondaires sont essentiellement des particules fines (<2.5 µm).

AOT 40 : Égal à la somme des différences entre les concentrations horaires d'ozone supérieures à 80 µg/m³ (mesurés quotidiennement entre 8 h et 20 h, heure d'Europe Centrale) et la valeur 80 µg/m³ pour la période du 1^{er} mai au 31 juillet de l'année N. La valeur cible de protection de la végétation est calculée à partir de la moyenne sur 5 ans de l'AOT40. Elle s'applique en dehors des zones urbanisées, sur les Parcs Nationaux, sur les Parcs Naturels Régionaux, sur les réserves Naturelles Nationales et sur les zones arrêtées de Protection de Biotope.

Percentile 99,8 (P 99,8) : Valeur respectée par 99,8 % des données de la série statistique considérée (ou dépassée par 0,2 % des données). Durant l'année, le percentile 99,8 représente dix-huit heures.

Sigles

AASQA : Association Agréées de Surveillance de la Qualité de l’Air

ADEME : Agence de l’environnement et de la maîtrise de l’énergie

ANTS : Association Nationale des Techniques Sanitaires

ARS : Agence Régionale de Santé

CSA : Carte Stratégique Air

CERC : Cellule Économique Régionale du BTP PACA

DRAAF : Direction Régionale de l’Alimentation, de l’Agriculture et de la Forêt de la région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D’AZUR

DREAL : Direction Régionale de l’Environnement, de l’Aménagement et du Logement

EPCI : Etablissement Public de Coopération Intercommunale

EQAIR : Réseau Expert Qualité de l’Air intérieur en région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D’AZUR

IARC : International Agency for Research on Cancer

ISA : Indice Synthétique Air

LCSQA : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l’Air

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ORP PROVENCE-ALPES-CÔTE-D’AZUR : Observatoire des résidus de Pesticides en région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D’AZUR

PCAET : Plan climat air énergie territorial

PDU : Plan de Déplacements Urbains

PLU : Plan local d’Urbanisme

PPA : Plan de Protection de l’Atmosphère

PRSA : Plan Régional de Surveillance de la qualité de l’Air

SCoT : Schéma de Cohérence Territoriale

ZAS : Zone Administrative de Surveillance

Unité de mesures

mg/m³ : milligramme par mètre cube d’air
(1 mg = 10⁻³ g = 0,001 g)

µg/m³ : microgramme par mètre cube d’air
(1 µg = 10⁻⁶ g = 0,000001 g)

ng/m³ : nanogramme par mètre cube d’air
(1 ng = 10⁻⁹ g = 0,000000001 g)

TU : Temps Universel

Polluants

As : Arsenic

B(a)P : Benzo(a)Pyrène

BTEX : Benzène - Toluène - Éthylbenzène - Xylènes

C₆H₆ : Benzène

Cd : Cadmium

CO : Monoxyde de carbone

CO₂ : Dioxyde de carbone

COV : Composés Organiques Volatils

COVNM : Composés Organiques Volatils Non Méthaniques

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

ML : Métaux lourds (Ni, Cd, Pb, As)

Ni : Nickel

NO / NO₂ : Monoxyde d’azote / Dioxyde d’azote

NO_x : Oxydes d’azote

O₃ : Ozone

Pb : Plomb

PM non volatile : Fraction des particules en suspension présente dans l’air ambiant qui ne s’évapore pas à 50°C.

PM volatile : Fraction des particules en suspension qui s’évaporent entre 30°C et 50°C. Cette fraction des particules est mesurée depuis 2007.

PM 10 : Particules d’un diamètre < 10 µm

PM 2.5 : Particules d’un diamètre < 2,5 µm

SO₂ : Dioxyde de soufre

Classification des sites de mesure

Cette classification a fait l'objet d'une mise à jour au niveau national en 2015. Les stations de mesures sont désormais classées selon 2 paramètres : leur environnement d'implantation et l'influence des sources d'émission.

Environnement d'implantation

- Implantation urbaine : Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine bâtie en continu, c'est-à-dire une zone urbaine dans laquelle les fronts de rue sont complètement (ou très majoritairement) constitués de constructions d'au minimum deux étages
- Implantation périurbaine : Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine majoritairement bâtie, constituée d'un tissu continu de constructions isolées de toutes tailles, avec une densité de construction moindre
- Implantation rurale : Elle est principalement destinée aux stations participant à la surveillance de l'exposition de la population et des écosystèmes à la pollution atmosphérique de fond, notamment photochimique.

Influence des sources

- Influence industrielle : Le point de prélèvement est situé à proximité d'une source (ou d'une zone) industrielle. Les émissions de cette source ont une influence significative sur les concentrations.
- Influence trafic : Le point de prélèvement est situé à proximité d'un axe routier majeur. Les émissions du trafic ont une influence significative sur les concentrations.
- Influence de fond : Le point de prélèvement n'est soumis à aucun des deux types d'influence décrits ci-après. L'implantation est telle que les niveaux de pollution sont représentatifs de l'exposition moyenne de la population (ou de la végétation et des écosystèmes) en général au sein de la zone surveillée. Généralement, la station est représentative d'une vaste zone d'au moins plusieurs km².

ANNEXE 1 – SOURCES DE POLLUTION, EFFETS SUR LA SANTE, REGLEMENTATION ET RECOMMANDATIONS OMS

Sources de pollution

Les polluants atmosphériques ont diverses origines.

Polluants	Sources principales
Particules en suspension (PM)	Les particules proviennent en majorité de la combustion à des fins énergétiques de différents matériaux (bois, charbon, pétrole) notamment pour le chauffage domestique, du transport routier (imbrûlés à l'échappement, usure des pièces mécaniques par frottement, des pneumatiques...), d'activités industrielles très diverses (sidérurgie, incinération, chaufferie) et du brûlage de la biomasse (incendie, feu de déchets verts). Certaines particules ultrafines sont également produites par des mécanismes secondaires de transformation d'autres polluants directement dans l'air ambiant (notamment pendant la formation d'ozone).
NO_x Oxydes d'azote	Les NO _x sont produit par toutes les combustions à haute température. Les sources principales sont les véhicules routiers, le transport maritime et les installations de combustion industrielles.
O₃ Ozone	L'ozone (O ₃) n'est pas directement rejeté par une source de pollution. C'est un polluant secondaire formé principalement à partir des NO _x et des COV, sous l'effet du rayonnement solaire (UV) et de la chaleur.
SO₂ Dioxyde de soufre	Le dioxyde de soufre (SO ₂) est un polluant essentiellement industriel. Les sources principales sont les centrales thermiques, les grosses installations de combustion industrielles, le trafic maritime et les unités de chauffage individuel et collectif.
COV dont le benzène Composés organiques volatils	La majorité des COV proviennent de l'activité naturelle des végétaux. Cependant, la plupart des COV toxiques sont émis par les activités humaines. Les principales sources anthropiques de COV sont les activités domestiques / résidentielles comme le chauffage, l'utilisation de produits d'usage courant : panneaux de bois en aggloméré, certaines mousses pour l'isolation, certains vernis, colles, solvants, peintures, moquettes, rideaux, désinfectants, produits d'entretien... D'autres COV proviennent de procédés industriels (industries chimiques, raffinage de pétrole, stockage et distribution de carburants et combustibles liquides, stockages de solvants), ou de sources mobiles (transport routier).
HAP Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques	Les HAP se forment par évaporation mais sont principalement rejetés lors de la combustion de matière organique, notamment pour le chauffage domestique. La combustion domestique du bois et du charbon s'effectue souvent dans des conditions mal maîtrisées (en foyer ouvert notamment), qui entraînent la formation de HAP.
CO Monoxyde de carbone	Le CO est issu de combustions incomplètes, en manque d'oxygène (mauvais fonctionnement de tous les appareils de combustion, mauvaise installation, absence de ventilation), et ce quel que soit le combustible utilisé (bois, butane, charbon, essence, fuel, gaz naturel, pétrole, propane). Il est principalement produit par les activités de chauffage domestique, mais également par l'industrie, les incendies et le transport routier.

Effets sur la santé

Les polluants atmosphériques ont un impact sur la santé variable en fonction de leur concentration dans l'air, de la dose inhalée et de la sensibilité des individus. Ils peuvent aussi avoir des incidences sur l'environnement.

Les effets spécifiques des polluants sur la santé sont étudiés notamment par Santé Publique France⁴, l'Agence Européenne pour l'Environnement⁵ et l'Organisation Mondiale de la Santé⁶.

Polluants	Effets sur la santé	Effets sur l'environnement
Particules en suspension	Maladies cardiaques ischémiques Hypertension artérielle Infarctus du Myocarde Accident vasculaire cérébral (AVC) Cancer du poumon Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive (BPCO) Asthme chez l'enfant Diabète mellitus (type 2)	Effets de salissures sur les bâtiments. Altération de la photosynthèse.
NO ₂ Dioxyde d'azote	Asthme chez l'adulte et l'enfant Pneumopathies et autres infections des voies respiratoires (ALRI) Diabète mellitus (type 2) Infarctus du Myocarde	Pluies acides. Précurseur de la formation d'ozone. Déséquilibre les sols sur le plan nutritif (apport de nitrates).
O ₃ Ozone	Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive (BPCO)	Effet de serre. Oxydation des membranes, nécroses des feuilles. Altération de la photosynthèse et de la respiration des végétaux Réduction des rendements agricoles. Dégradation de certains matériaux.
SO ₂ Dioxyde de soufre	Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive (BPCO) Asthme chez l'adulte et l'enfant	Pluies acides. Dégradation de certains matériaux. Dégradation des sols.
COV dont le benzène Composés organiques volatils	Toxicité et risques d'effets cancérigènes ou mutagènes, en fonction du composé concerné	Précurseur de la formation d'ozone.
HAP Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques		Peu dégradables Déplacement sur de longues distances
Métaux lourds	Toxicité par bioaccumulation Effets cancérigènes	Contamination des sols et des eaux
CO Monoxyde de carbone	Remplace l'oxygène dans le sang, conduisant à une baisse de l'oxygénation des organes. Provoque des maux de tête Létal à concentration élevée	Formation de l'ozone Effet de serre

⁴ <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/pollution-et-sante/air>

⁵ <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/harm-to-human-health-from-air-pollution-2024>

⁶ [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

Réglementation européenne / française

En matière de surveillance de la qualité de l'air, la réglementation se base essentiellement sur :
La directive 2024/2881/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe,
L'article R221-1 du Code de l'Environnement.

L'expression du volume doit être ramenée aux conditions de température et de pression suivantes : 293 K et 1013 hPa. La période annuelle de référence est l'année civile. Un seuil est considéré dépassé lorsque la concentration observée est strictement supérieure à la valeur du seuil.

Polluants	Type de réglementation	Valeurs réglementaires	Durée d'exposition
O ₃ Ozone	Seuil d'information- recommandations	180 µg/m ³	Heure
	Seuil d'alerte	240 µg/m ³	Heure
	Valeur cible (santé humaine) actuelle	120 µg/m ³	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (maximum 25 j / an)
	Valeur cible (santé humaine) 2030	120 µg/m ³	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (maximum 18 j / an)
	Objectif à long terme(santé humaine)	100 µg/m ³	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (maximum 3 j / an)
	Valeur cible (végétation)	18 000 µg/m ³	AOT40 mai - juillet ⁷
	Objectif à long terme(végétation)	6 000 µg/m ³	AOT40 mai - juillet ⁷
PM10 Particules	Seuil d'information- recommandations	50 µg/m ³	Jour
	Seuil d'alerte	80 µg/m ³	Jour
	Valeurs limites actuelles	50 µg/m ³	Jour (maximum 35 j / an)
		40 µg/m ³	Année
	Valeurs limites 2030	45 µg/m ³	Jour (maximum 18 j / an)
		20 µg/m ³	Année
PM2.5 Particules	Objectif de qualité	30 µg/m ³	Année
	Seuil d'information- recommandations	50 µg/m ³	Jour
	Seuil d'alerte	50 µg/m ³	3 jours consécutifs
	Valeur limite actuelle	25 µg/m ³	Année
	Valeurs limites 2030	25 µg/m ³	Jour (maximum 18 j / an)
		10 µg/m ³	Année
NO ₂ Dioxyde d'azote	Seuil d'information- recommandations	150 µg/m ³	Heure
	Seuil d'alerte	200 µg/m ³	3 heures consécutives
	Valeurs limites actuelles	200 µg/m ³	Heure (maximum 18h / an)
		40 µg/m ³	Année
	Valeurs limites 2030	200 µg/m ³	Heure (maximum 3h / an)
		50 µg/m ³	Jour (maximum 18 j / an)
		20 µg/m ³	Année
SO ₂ Dioxyde de soufre	Seuil d'information- recommandations	275 µg/m ³	Heure
	Seuil d'alerte	350 µg/m ³	3 heures consécutives
	Valeurs limites actuelles	350 µg/m ³	Heure (maximum 24h / an)
		125 µg/m ³	Jour (maximum 3 j / an)
	Valeurs limites 2030	350 µg/m ³	Heure (maximum 3h / an)
		50 µg/m ³	Jour (maximum 18 j / an)
		20 µg/m ³	Année
		20 µg/m ³	Année et hiver

⁷ AOT40 : somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m³ (= 40 parties par milliard) et le seuil de 80 µg/m³ durant une période donnée, en utilisant uniquement les valeurs sur 1 heure mesurées quotidiennement entre 8 h 00 et 20 h 00 (heure de l'Europe centrale).

Polluants	Type de réglementation	Valeurs réglementaires	Durée d'exposition
C ₆ H ₆ Benzène	Valeur limite actuelle	5 µg/m ³	Année
	Valeur limite 2030	3.4 µg/m ³	Année
	Objectif de qualité	2 µg/m ³	Année
CO Monoxyde de carbone	Valeur limite	10 mg/m ³	8 heures
	Valeur limite 2030	4 mg/m ³	Jour (maximum 18 j / an)
BaP Benzo(a)pyrène	Valeur cible (valeur limite 2030)	1.0 ng/m ³	Année
As Arsenic	Valeur cible (valeur limite 2030)	6.0 ng/m ³	Année
Cd Cadmium	Valeur cible (valeur limite 2030)	5.0 ng/m ³	Année
Ni Nickel	Valeur cible (valeur limite 2030)	20 ng/m ³	Année
Pb Plomb	Valeur limite	0,5 µg/m ³	Année
	Objectif de qualité	0,25 µg/m ³	Année

Recommandations de l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS)

Les valeurs recommandées par l'OMS (2021) sont fondées sur des études épidémiologiques et toxicologiques publiées en Europe et en Amérique du Nord. Elles ont pour principal objectif d'être des références pour l'élaboration des réglementations internationales.

Il s'agit de niveaux d'exposition (concentration d'un polluant dans l'air ambiant pendant une durée déterminée) auxquels ou en dessous desquels il n'y a pas d'effet sur la santé. Ceci ne signifie pas qu'il y ait un effet dès que les niveaux sont dépassés mais que la probabilité qu'un effet apparaisse est augmentée.

Polluants	Effets considérés sur la santé	Valeur recommandée par l'OMS	Durée moyenne d'exposition
O ₃ Ozone	Impact sur la fonction respiratoire	100 µg/m ³ 60 µg/m ³	8 heures, P99 (maximum 3 j / an) Pic saisonnier ⁸
PM10 Particules	Affection des systèmes respiratoire et cardiovasculaire	45 µg/m ³ 15 µg/m ³	Jour, P99 (maximum 3 j / an) Annuel
PM2.5 Particules		15 µg/m ³ 5 µg/m ³	Jour, P99 (maximum 3 j / an) Annuel
NO ₂ Dioxyde d'azote		200 µg/m ³ 25 µg/m ³ 10 µg/m ³	Heure Jour, P99 (maximum 3 j / an) Annuel
SO ₂ Dioxyde de soufre	Altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques) Exacerbation des voies respiratoires (individus sensibles)	500 µg/m ³ 40 µg/m ³	10 minutes Jour, P99 (maximum 3 j / an)
Pb Plomb	Niveau critique de plomb dans le sang < 10 – 150 g/l	0,5 µg/m ³	1 an
Cd Cadmium	Impact sur la fonction rénale	5 ng/m ³	1 an
CO Monoxyde de carbone	Niveau critique de CO Hb < 2,5 % Hb : hémoglobine	4 mg/m ³	Jour, P99 (maximum 3 j / an)

⁸ Pic saisonnier : moyenne des maximums journaliers des moyennes sur 8h, sur les six mois consécutifs avec les moyennes les plus élevées.

ANNEXE 2 – RESULTATS BRUTS DES PESEES

Date jour de prélèvement	Riverain proche (µg/m³)	Carrière (µg/m³)	Riverain témoin (µg/m³)
07/03/2025	23.5	39.4	18.7
08/03/2025	13.2	18.3	17.3
09/03/2025	8.8	34.9	17.1
10/03/2025	5.4	4.8	5.6
11/03/2025	3.3	3.3	4.8
12/03/2025	6.1	6.0	7.4
13/03/2025	7.8	7.9	8.8
14/03/2025	9.0	9.1	9.0
15/03/2025	7.7	6.8	6.7
16/03/2025	6.5	9.7	10.5
17/03/2025	6.5	10.0	9.2
18/03/2025	11.3	12.8	18.7
19/03/2025	13.4	17.6	15.0
20/03/2025	19.9	22.0	20.5
21/03/2025	0.4	0.5	0.3
22/03/2025	9.8	9.3	9.9
23/03/2025	3.0	3.3	3.6
24/03/2025	4.6	4.1	4.8
25/03/2025	7.1	6.5	6.6
26/03/2025	15.1	14.9	15.2
27/03/2025	13.5	15.6	12.9
28/03/2025	11.4	20.5	9.7
29/03/2025	10.0	16.6	9.0
30/03/2025	8.8	13.1	8.2
31/03/2025	13.2	26.8	8.3
01/04/2025	11.0	11.7	8.4
02/04/2025	11.1	14.0	10.6
03/04/2025	21.0	23.8	17.1

AtmoSud, votre expert de l'air en région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur



Un large champ d'intervention : air/climat/énergie/santé

La loi sur l'air reconnaît le droit à chaque citoyen de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé. Dans ce cadre, AtmoSud évalue l'exposition des populations à la pollution atmosphérique et identifie les zones où il faut agir. Pour s'adapter aux nouveaux enjeux et à la demande des acteurs, son champ d'intervention s'étend à l'ensemble des thématiques de l'atmosphère : polluants, gaz à effet de serre, nuisances, pesticides, pollens... Par ses moyens techniques et d'expertise, AtmoSud est au service des décideurs et des citoyens.

Des missions d'intérêt général

La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30/12/1996 confie la surveillance de la qualité de l'air à des associations agréées :

- Connaître l'exposition de la population aux polluants atmosphériques et contribuer aux connaissances sur le changement climatique
- Sensibiliser la population à la qualité de l'air et aux comportements qui permettent de la préserver
- Accompagner les acteurs des territoires pour améliorer la qualité de l'air dans une approche intégrée air/climat/énergie/santé
- Prévoir la qualité de l'air au quotidien et sur le long terme
- Prévenir la population des épisodes de pollution
- Contribuer à l'amélioration des connaissances*

Recevez nos bulletins

Abonnez-vous à l'actualité de la qualité de l'air : <https://www.atmosud.org/abonnements>

Conditions de diffusion

AtmoSud met à disposition les informations issues de ses différentes études et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ces travaux. A ce titre, les rapports d'études sont librement accessibles sur notre site Internet.

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'AtmoSud. Toute utilisation de données ou de documents (texte, tableau, graphe, carte...) doit obligatoirement faire référence à AtmoSud. Ce dernier n'est en aucun cas responsable des interprétations et publications diverses issues de ces travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.

Siège social

146 rue Paradis « Le Noilly Paradis »
13006 Marseille

Site de Martigues

06 Route de la Vierge
13500 Martigues

Site de Nice

37bis avenue Henri Matisse
06200 Nice



[atmosud.org](https://www.atmosud.org)



04 91 31 38 00



contact.air@atmosud.org

AtmoSud

Inspirer un air meilleur

SIRET : 324 465 632 00044 – APE – NAF : 7120B – TVA intracommunautaire : FR 65 324 465 632

ANNEXE 7 : ETUDE HYDROGEOLOGIQUE

Département du Vaucluse
Commune de PERNES-LES-FONTAINES
Carrière Sainte-Marie

RAPPORT HYDROGÉOLOGIQUE

Étude hydrogéologique dans le cadre du projet
de renouvellement d'autorisation d'exploitation
de la zone d'extraction de la carrière Sainte-Marie

Réalisé à la demande de :

4M PROVENCE ROUTE
Village d'entreprise ERO-RN7
84700 SORGUES

Montpellier, le 26 août 2024

N° 84/088 A 24 085

SOMMAIRE

1. PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE.....	4
2. SITUATION GÉOGRAPHIQUE.....	5
3. CADRE HYDROGRAPHIQUE.....	6
4. CONTEXTE GÉOLOGIQUE.....	6
4.1. Lithostratigraphie	6
4.2. Structure.....	8
5. HYDROGÉOLOGIE.....	10
5.1. Généralités.....	10
5.2. Captages AEP	13
5.3. Piézométrie des alluvions anciennes	14
5.4. Vulnérabilité des eaux souterraines	17
5.4.1. Vulnérabilité intrinsèque	17
5.4.2. Vulnérabilité environnementale	18
6. IMPACT POTENTIEL DES ACTIVITÉS DE LA CARRIÈRE.....	19
6.1. Extraction	19
6.1.1. Proposition d'une cote de fond	19
6.1.2. Impact quantitatif potentiel	20
6.1.3. Impact qualitatif potentiel	20
6.2. Remblaiement	21
6.2.1. Procédure.....	21
6.2.2. Impact quantitatif potentiel	21
6.2.3. Impact qualitatif potentiel	21
7. MESURES DE PROTECTION ET MOYENS DE SURVEILLANCE	22
7.1. Mesure d'évitement, de réduction, ou de compensation	22
7.2. Mesures de surveillance	23
8. COMPATIBILITÉS ENVIRONNEMENTALES	24
8.1. A.E.P.....	24
8.2. Forages domestiques	24
8.3. SDAGE	24
8.4. Zones de Sauvegarde	26
8.5. SAGE et Contrats de Milieux	26
8.6. NATURA 2000	27

8.7. ZNIEFF et ZICO	27
9. CONCLUSION	28

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Illustration 1 : coupe géologique schématique du secteur.....	9
Illustration 2 : coupe géologique schématique proposée par GLINTZBOECKEL (1980), issue de la thèse de F. LALBAT (2006).....	13

TABLE DES GRAPHIQUES

Graphique 1 : Pluviométrie à la station Météo France de Carpentras.	15
Graphique 2 : Suivi du niveau d'eau aux piézomètres de la carrière Sainte-Marie.	15

LISTE DES FIGURES ET ANNEXE

Figure 1 :	Situation géographique au 1/25 000
Figure 2 :	Situation cadastrale au 1/3 000
Figure 3 :	Situation géologique au 1/25 000
Figure 4 :	Secteurs d'implantation des futurs piézomètres au 1/2 000
Figure 5 :	Cartographie des zones de sauvegarde au 1/25 000
Annexe :	Carte piézométrique de la masse d'eau FRDG354 (BRGM)

1. PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE

La société 4M PROVENCE ROUTE exploite, à ciel ouvert et hors d'eau, une carrière de matériaux alluvionnaires du Quaternaire, sur la commune de Pernes-les-Fontaines, au lieu-dit « Sainte-Marie ».

Actuellement, la carrière bénéficie d'une autorisation préfectorale délivrée le 11/12/1997 (arrêté n° 172), pour une durée de 25 ans (jusqu'au 11/12/2022) et pour une profondeur d'extraction n'excédant pas 6 m/TN et 107,5 m NGF. Cet arrêté n° 172 a été complété par les arrêtés n° 187 du 16/10/2003 et celui du 23/03/2021, concernant des modifications de remise en état et des garanties financières.

L'extraction du gisement est effectuée au moyen d'engins mécaniques. Le réaménagement est réalisé simultanément, par stockage d'inertes exogènes provenant des chantiers de 4M PROVENCE ROUTE.

La carrière ne commercialise pas les granulats, qui sont utilisés uniquement sur les chantiers de la société.

La société 4M PROVENCE ROUTE a déposé en 2020 une demande de cessation partielle d'activité qui a réduit le périmètre de la carrière, à la suite du réaménagement d'une partie de la carrière en lien avec un projet de parc photovoltaïque au sol.

L'extraction du gisement n'étant pas terminée, la société 4M PROVENCE ROUTE a déposé en septembre 2022 une demande de prolongation pour une durée de 3 ans, autorisée par l'arrêté préfectoral complémentaire du 28/11/2022.

La présente étude s'inscrit dans le cadre d'un dossier de demande de renouvellement d'autorisation environnementale au titre des ICPE pour la poursuite de l'exploitation de la carrière pour une durée de 15 ans supplémentaires. Il s'agit plus précisément d'établir l'état initial du volet hydrogéologique ainsi qu'évaluer les impacts éventuels du projet et proposer des mesures de protection en lien avec ces impacts, prestations qui ont été confiées à notre bureau d'études.

Cette étude intègre l'interprétation de données géologiques et hydrogéologiques nécessaires à la détermination de l'impact potentiel des activités de la carrière sur les eaux souterraines. Le rapport se base sur les données bibliographiques recueillies auprès du Maître d'Ouvrage ou auprès des différents acteurs locaux liés à l'hydrogéologie et sur la visite de terrain réalisée le 03/06/2024.

2. SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Le secteur d'étude se localise à Pernes-les-Fontaines, commune limitrophe de Carpentras, la sous-préfecture du Vaucluse.

La carrière « Sainte-Marie », exploitée par 4M PROVENCE ROUTE, est située à environ 3 km au Nord-Est en droite ligne du centre-ville de Pernes-les-Fontaines. Elle est localisée chemin de Saint-Gens, au Nord de la route départementale D1 « route de Mazan » et au Sud de l'aérodrome Edgar Soumille (cf. Figure 1).

Le site d'étude s'inscrit dans la plaine du Comtat Venaissin, à l'Ouest des monts de Vaucluse.

Les coordonnées cadastrales et géographiques de la carrière sont données dans le tableau ci-après :

Coordonnées géographiques (Lambert 93) du centre de l'emprise	
x (m)	867 000
y(m)	6 327 000
z (m NGF)	108
Coordonnées cadastrales	
Section/Parcelle	ZE/208
Commune	Pernes-les-Fontaines

La superficie du périmètre autorisé couvre 6,03 ha, pour une superficie de la zone à exploiter de 5,38 ha. Le surface de gisement restant à exploiter est donnée en Figure 2.

Le décapage de l'horizon de découverte a déjà été réalisé sur l'intégralité du périmètre d'extraction lors des précédentes phases. Les terres de découverte, représentant un volume de 3 600 m³, sont stockées temporairement au Nord-Est du périmètre d'autorisation, et seront déplacées au Sud-Ouest. Ces matériaux non valorisables seront utilisés pour la remise en état du site, une fois la fosse d'excavation remblayée.

L'extraction des matériaux se fait à la chargeuse. Les matériaux alluvionnaires extraits sont directement acheminés vers les chantiers 4M PROVENCE ROUTE sans traitement préalable, pour être utilisés comme tout venant.

Une salle de repos pour le personnel est située au Nord-Ouest de la parcelle ZE208 (cf. Figure 2). Elle est reliée aux réseaux AEP et des eaux usées communaux.

Le réaménagement est effectué simultanément de l'extraction, par l'accueil d'inertes de terrassement provenant des chantiers 4M PROVENCE ROUTE. Des inertes de démolition sont temporairement stockés sur site avant leur criblage et l'envoi vers d'autres chantiers dans le but d'être recyclés.

3. CADRE HYDROGRAPHIQUE

Sur le plan hydrographique, la carrière se trouve au sein de la zone hydrographique « La Nesque et les Sorgues » (V61). Cette zone hydrographique appartient au secteur du « Le Rhône de l'Ouvèze inclus à la Durance » et à la région hydrographique du « Rhône ».

Notre site d'étude se situe à environ 300 m au Nord de La Nesque. Ce cours d'eau de type méditerranéen prend sa source à Aurel, sur le plateau de Sault (flanc Est du Mont Ventoux), s'écoule globalement vers le Sud-Ouest. Il traverse les monts de Vaucluse creusés par des gorges sur 25 km, avant de rejoindre la plaine du Comtat et finit sa course dans La Sorgue de Velleron, en aval du Pont de Capelly, à Pernes-les-Fontaines. La Sorgue est un affluent du Rhône par l'Ouvèze. Le fleuve est situé à une vingtaine de km à l'Ouest de la carrière.

Le secteur d'étude se situe à 2 km à l'Est du canal de Carpentras. Ce canal d'irrigation est une prise d'eau sur la Durance à Mallemort (13) et se jette dans l'Aigues à Travaillan (84).

Un plan d'eau est présent à environ 80 m au Sud de la carrière, dénommé « le lac des gravières ». Il s'agit d'une ancienne gravière, qui est désormais un lac de pêche à la truite privé. Le niveau d'eau est situé vers 108 m NGF (source MNT).

La carrière n'intercepte aucun cours d'eau ou talweg à écoulement.

Le réseau hydrographique est présenté sur la Figure 1.

4. CONTEXTE GÉOLOGIQUE

4.1. Lithostratigraphie

Un extrait de la carte géologique de la France au 1/50 000 du BRGM, feuille n° 941 Carpentras, est donné sur la Figure 3. Les formations géologiques présentes sont, des plus récentes aux plus anciennes :

Les formations quaternaires:

- C** **Colluvions** : limons et cailloutis anguleux, situés en fonds de vallons.
- Fz** **Alluvions récentes** : composées de graviers et de galets, elles occupent le fond de la vallée de la Nesque, disposées généralement en une terrasse ou un glacis-terrasse de 5 à 8 m d'épaisseur (Fz1).

- Fy Alluvions wurmiennes :** cailloutis principalement calcaires, dont les éléments sont faiblement émoussés, avec des silex rouges et verts (10 à 12 m d'épaisseur). Ils comportent des intercalations de lentilles sableuses ou graveleuses. Il s'agit d'une terrasse bien développée dominant de 10 à 15 m le lit actuel de la Nesque. **Cette formation constitue le gisement exploité à la carrière Sainte-Marie.**
- Fx Alluvions rissiennes :** galets et cailloutis calcaires bien émoussés, à lentilles sableuses et silex (8 à 10 m d'épaisseur). Lambeaux discontinus d'anciennes terrasses dominant de 30 à 45 m le lit actuel de la Nesque.
- Fw Alluvions anciennes :** galets et cailloutis émoussés (8 m d'épaisseur). Lambeau d'une ancienne terrasse, dominant de 60 à 85 m le lit actuel de la Nesque.

Les formations tertiaires :

- m2a Miocène moyen (Helvétien) :** argiles calcaires bleues ou sables marneux jaunâtres (m2aA) et sables et marnes sableuses (m2aS). Cette formation a été reconnue par sondage sur plus de 300 m d'épaisseur sous la plaine de Carpentras. Cette formation constitue le substratum des alluvions.
- m1b Miocène inférieur (Burdigalien) :** série de 150 m d'épaisseur composée de molasse de Saumane (m1b1-2), marnes et calcaires argileux gris beige (m1b3), calcaires argileux consolidés (m1b4), molasse calcaire (m1b5) et calcaires grossiers à *Cellopora* (m1b6).
- g3 Oligocène supérieur :** calcaires blancs massifs à *Helix ramondi* (10 à 30 m d'épaisseur).
- g2e-f Oligocène moyen :** marnes et calcaires de Venasque (30 à 40 m d'épaisseur). Cette série de marnes vertes et de calcaires blancs massifs constitue l'ossature de tous les reliefs compris entre Venasque et la Roque-sur-Pernes.
- g2d Oligocène moyen :** calcaires de l'Isle-sur-la-Sorgue et de Velleron (10 à 80 m d'épaisseur). Ensemble carbonaté à lentilles de gypse.
- g2c Oligocène inférieur :** sables et grès verts de la Valette-de-Pernes (20 à 80 m d'épaisseur).
- g2b Oligocène inférieur :** calcaires à *Brotia laurae*, complexe carbonaté et argilo-sableux, à niveaux ligniteux.

Les formations secondaires :

- n5 Bédoulien : calcaires à faciès urgonien.** Calcaires bioclastiques inférieurs (n5U1) et calcaires à Rudistes (n5U2).
- n4 Barémien :** calcaires fins (200 m d'épaisseur).

4.2. Structure

La structure générale du secteur d'étude est partagée en deux ensembles géologiques : à l'Est les reliefs appartenant à la Provence subalpine et à l'Ouest une zone déprimée à la bordure orientale du couloir rhodanien.

Les reliefs correspondent à un ensemble de plateaux de calcaires crétacés constituant la terminaison occidentale des monts de Vaucluse, limités à l'Ouest par la faille de Fontaine-de-Vaucluse. Ce massif urgonien est affecté par plusieurs fossés d'effondrement à sédiments éocènes et oligocènes, orientés NE-SW, dont celui de Sénanque – Murs.

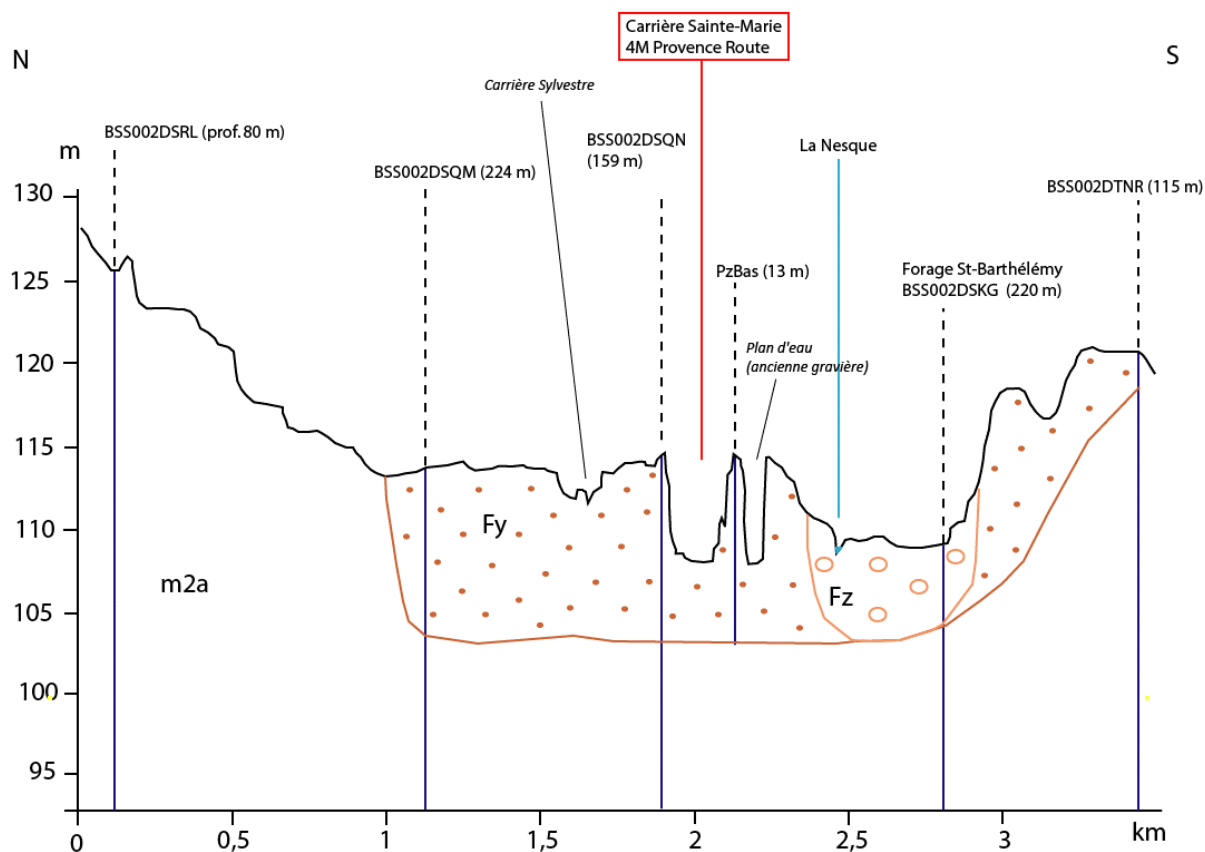
Au pied Ouest des plateaux crétacés s'étend le bassin de Carpentras, constitué de terrains tertiaires et quaternaires. Les formations d'âges oligocène et miocène s'ennoient sous les alluvions quaternaires de l'Auzon, de la Nesque et de la Sorgue, les trois cours d'eau principaux qui drainent la plaine de Carpentras.

Les collines de Pernes correspondent à une structure anticlinale de terrains tertiaires (Oligocène et Miocène), adossée à la faille de Fontaine-de-Vaucluse, qui plonge vers l'Ouest et le Sud-Ouest sous la plaine quaternaire de l'Isle-sur-la-Sorgue.

Le site d'exploitation se situe dans le bassin de Carpentras, sur les alluvions anciennes de la Nesque (Fy), recouvrant les formations du Miocène.

Les nombreux forages du secteur indiquent une épaisseur d'alluvions anciennes de 7 à 14 m, suivie par une épaisse série de marnes bleues de l'Helvétien (Miocène) à intercalation de lentilles sableuses (> 200 m).

La coupe géologique schématique ci-après présente la structure du secteur. Elle a été réalisée à partir d'un profil topographique issu de Géoportail, de la carte géologique du BRGM (feuille 941) et des données des coupes des forages enregistrées dans le Base du Sous-Sol (BSS). Le trait de coupe est indiqué en Figure 3. L'échelle verticale a été exagérée pour faciliter la compréhension



*Illustration 1 : coupe géologique schématique du secteur, réalisée à partir des données issues de la BSS.
Fz : alluvions récentes ; Fy : alluvions anciennes ; m2a : molasses miocènes.*

5. HYDROGÉOLOGIE

5.1. Généralités

Dans les environs de la carrière, les formations géologiques susceptibles d'être aquifères sont :

- ***Les alluvions anciennes et récentes***

Cette formation est codifiée sous l'entité **712ID03 « Alluvions des Sorgues et de la Nesque »** (BD LISA V3), rattachée à la masse d'eau souterraine **FRDG354« Alluvions des plaines du Comtat (Sorgues) »**. Cette masse d'eau présentait un bon état quantitatif et chimique lors de l'état des lieux de 2019 qui a servi à l'établissement du SDAGE 2022-2027.

L'aquifère alluvial des Sorgues et de la Nesque est constitué d'alluvions anciennes et récentes. Le substratum correspond aux grès argileux ou argiles sableuses du Miocène, à l'exception des secteurs des buttes de Thouzon (calcaires du Crétacé inférieur) et de Velleron (calcaires oligocènes) où le Miocène est réduit, voire absent.

Bien que les alluvions anciennes et récentes soient regroupées dans la même entité hydrogéologique, il s'agit de deux systèmes aquifères au fonctionnement différent.

Les alluvions récentes :

L'aquifère des alluvions récentes s'écoule globalement du Sud-Est vers le Nord-Ouest en direction du seuil de Bédarrides, qui constitue l'exutoire vers la vallée du Rhône.

La nappe des alluvions récentes est principalement alimentée par les précipitations et par l'irrigation (hautes eaux en été), la région étant fortement irriguée. Dans la partie aval, la nappe est drainée par la Sorgue (secteur d'Entraigues et de Bédarrides).

Par ailleurs, il semble que le substratum miocène ou crétacé sous-jacent joue un rôle non négligeable dans la réalimentation de la nappe alluviale. En bordure de plaine, des apports issus des buttes miocènes viennent probablement alimenter la nappe.

Compte-tenu du recouvrement limoneux, dans certains secteurs la nappe est semi-captive, ce qui réduit les échanges nappe-rivière.

Les niveaux piézométriques épousent grossièrement la topographie, et se situent à une profondeur de 1 à 2 m sous le sol. La nappe est très sensible aux précipitations, chaque forte pluie provoque presque instantanément une remontée de nappe.

La perméabilité de l'aquifère est comprise entre 10^{-4} et 10^{-2} m²/s. Les perméabilités les plus élevées sont constatées dans les secteurs où l'épaisseur d'alluvions est la plus grande, et qui correspondent à un ancien cours de la Durance qui longeait les collines de Châteauneuf de Gadagne-Vedène, en direction du seuil de Bédarrides.

Lorsque les alluvions ne sont pas recouvertes par une couverture limoneuse, la nappe est fortement vulnérable à d'éventuelles pollutions de surface.

La nappe des Sorgues et de la Nesque constitue une ressource en eau importante, exploitée essentiellement par des forages industriels et agricoles. L'intérêt de cette ressource est limité par une épaisseur d'alluvions généralement assez faible et par une qualité de l'eau souvent médiocre (fer, sulfates, nitrates...).

Les alluvions récentes sont présentes partout dans la plaine basse, c'est-à-dire au Sud et à l'Ouest d'une ligne Camaret-sur-Aigues, Jonquières, Sarrians, Carpentras, Pernes-les-Fontaines. Leur puissance est comprise entre 10 et 20 m.

Au Nord et à l'Est de cette ligne, donc dans notre secteur d'étude, elles sont limitées aux fonds de vallées des principaux cours d'eau (Aigues, Ouvèze, Mède, Auzon, Nesque) et leur épaisseur est moindre (quelques mètres). Il s'agit de la nappe d'accompagnement des cours d'eau.

La carte piézométrique de la masse d'eau FRDG354 (BRGM) indique un sens d'écoulement des alluvions récentes au droit de la carrière orienté globalement d'Est-Ouest (cf. Annexe).

Les alluvions anciennes :

Topographiquement au-dessus des alluvions actuelles, sont retrouvées **les anciennes terrasses faites d'alluvions grossières**. Elles sont peu ou déconnectées des cours d'eau et alimentées uniquement par les précipitations. Malgré la bonne perméabilité du matériau, les propriétés aquifères des alluvions anciennes sont médiocres, faute de recharge tout au long de l'année. Le niveau piézométrique des nappes des alluvions anciennes suit la topographie. Il est théoriquement plus élevé que celui des alluvions récentes voisines ou du Miocène sous-jacent.

La carrière est située sur une terrasse d'alluvions anciennes, dont l'épaisseur est comprise autour d'une dizaine de mètres. Les alluvions récentes de la Nesque sont, quant à elles, épaisses de 5 à 6 m dans le secteur.

▪ ***Les molasses miocènes du Comtat Venaissin***

Cet aquifère est codifié sous l'entité **561AA00 « Molasse miocène du Comtat Venaissin »** (BD LISA V2). Cette entité est rattachée à la masse d'eau souterraine **FRDG218 « Molasses miocène du Comtat »**. Cette masse d'eau présentait un état quantitatif et chimique médiocre (déséquilibre quantitatif et présence de pesticides) lors de l'état des lieux de 2019 qui a servi à l'établissement du SDAGE 2022-2027.

Le réservoir miocène présente une structure d'aquifère multicouche, ou lenticulaire (variations latérales de faciès). Il est constitué par une alternance de niveaux sablo-gréseux et argilo-marneux. Les caractéristiques très hétérogènes du système, verticalement et horizontalement, induisent localement la présence de niveaux productifs.

La perméabilité de l'aquifère dépend essentiellement de la porosité efficace des passées sableuses, et de la fissuration éventuelle des formations. Ses caractéristiques hydrodynamiques sont plutôt modestes (1.10^{-5} à 1.10^{-6} m²/s). Toutefois, le réservoir présente par endroits des transmissivités intéressantes grâce à son épaisseur (10^{-4} voire 10^{-3} m²/s).

Sur sa majeure partie, l'aquifère des molasses miocènes est recouvert par des formations quaternaires se composant de placages d'alluvions anciennes déconnectées des cours d'eau, et d'alluvions récentes en liaison avec les principaux cours d'eau. En bordure Ouest, le Miocène est souvent recouvert par les marnes pliocènes peu perméables.

D'une manière générale, la nappe s'écoule selon une direction Nord-Est/Sud-Ouest. Dans la partie Nord, l'écoulement se fait parallèlement aux rivières Aygues et Ouvèze. Dans le bassin de Carpentras, les écoulements sont concentriques et se dirigent vers Bédarrides. D'une manière générale, la présence de barrières argileuses, dans les paléo-vallées (parfois comblées sur plus de 200 m), constituent des obstacles à l'écoulement des eaux, d'où les mises en charge importantes dans certains secteurs, notamment au Nord-Ouest de Carpentras et au Sud-Ouest de Valréas, avec localement des phénomènes d'artésianisme.

Dans le bassin de Carpentras, le niveau piézométrique de la nappe du Miocène varie modérément au cours de l'année (< 5 m) et l'essentiel des variations saisonnières est lié à l'activité des pompages dans l'aquifère. Cette évolution est particulièrement marquée au centre du bassin, dans les secteurs de forte exploitation.

La recharge de l'aquifère miocène est assurée essentiellement dans la partie Est de l'entité, par l'infiltration des eaux de pluie et par drainance descendante depuis les nappes alluviales (dans les secteurs où la nappe miocène n'est pas captive).

Par ailleurs, des phénomènes de drainance ascendante venant du substratum, en particulier du karst urgonien dans le bassin Carpentras, ont été signalées par des anomalies hydrochimiques. Vers l'Ouest, dans la plaine alluviale, la nappe miocène soutient la nappe superficielle, sauf dans des secteurs de pompage intense de la nappe miocène.

La majorité des forages exploite la nappe à des débits avoisinant les 5 m³/h, mais certains ouvrages atteignent 40 à 60 m³/h.

Dans la partie Ouest de l'entité, la nappe est faiblement vulnérable aux pollutions, du fait de sa couverture pliocène et/ou alluviale et de son caractère captif. En revanche, la nappe est vulnérable dans les zones de recharge, dans les secteurs de Valréas et de Carpentras. De plus, de nombreux forages défectueux mettent en communication la nappe miocène et les eaux des nappes superficielles, avec un risque d'infiltration d'eaux potentiellement polluées (nitrates).

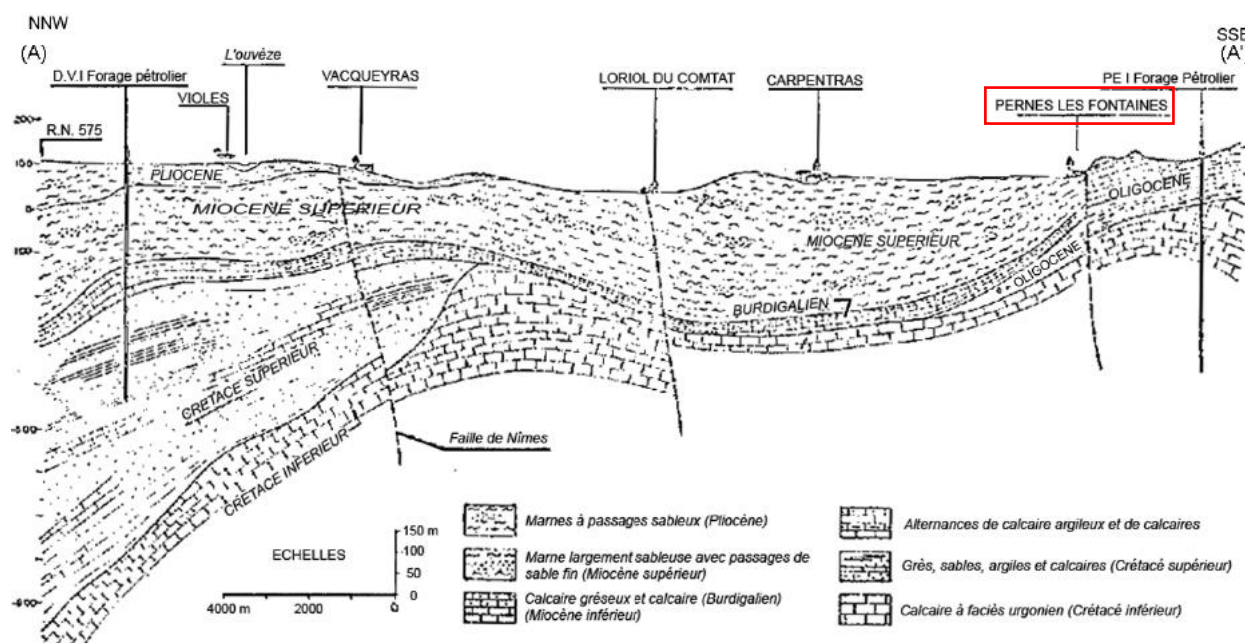


Illustration 2 : coupe géologique schématique proposée par GLINTZBOECKEL (1980), issue de la thèse de F. LALBAT (2006).

5.2. Captages AEP

Trois captages situés sur la commune de Pernes-les-Fontaines sont exploités par le Syndicat Mixte des Eaux de la Région Rhône Ventoux (cf. Figure 1) : la source de Saint-Roch (BSS002DSTQ), le forage de Saint-Barthélémy (BSS002DSKG) et celui du Prato (BSS002DSUN).

Le captage de la source de Saint-Roch, situé à 800 m au Sud de la carrière, est constitué de trois drains captant l'eau circulant au contact entre la molasse miocène et les alluvions anciennes, débouchant sur un puits. Ce captage, qui semble dater de 1926 (Y. TRAVI, janvier 2003), est autorisé par l'arrêté préfectoral de DUP N° SI2006-02-27-0170-DDASS du 27/02/2006 à prélever un débit instantané de 130 m³/h pour un volume maximal journalier de 3 125 m³/j.

Le forage de Saint-Barthélémy, réalisé en 1968, est situé à 800 m au Sud de la carrière. Profond de 220 m, il capte la nappe contenue dans les molasses miocènes. Il est autorisé à prélever par l'arrêté préfectoral de DUP N° SI2006-02-27-0170-DDASS du 27/02/2006, un débit instantané de 12,5 m³/h pour un volume maximal journalier de 300 m³/j.

Le forage de Prato, réalisé en 1990, est situé à 3,5 km à l'Ouest de la carrière. Il exploite également les formations du Miocène. La foration a été réalisée jusqu'à 220 m de profondeur mais le trou a été comblé jusqu'à 189 m en l'absence de productivité à sa base. Il est autorisé à prélever, par l'arrêté préfectoral de DUP N° 1017 du 19/05/1999, un débit instantané de 25 m³/h pour un volume maximal journalier de 600 m³/j.

Les forages Saint-Barthélémy et Prato étaient des captages d'appoint et ne sont actuellement plus en service en raison de leur vétusté. L'alimentation du réseau AEP dans ce secteur est assurée uniquement par le captage de la source de Saint-Roch.

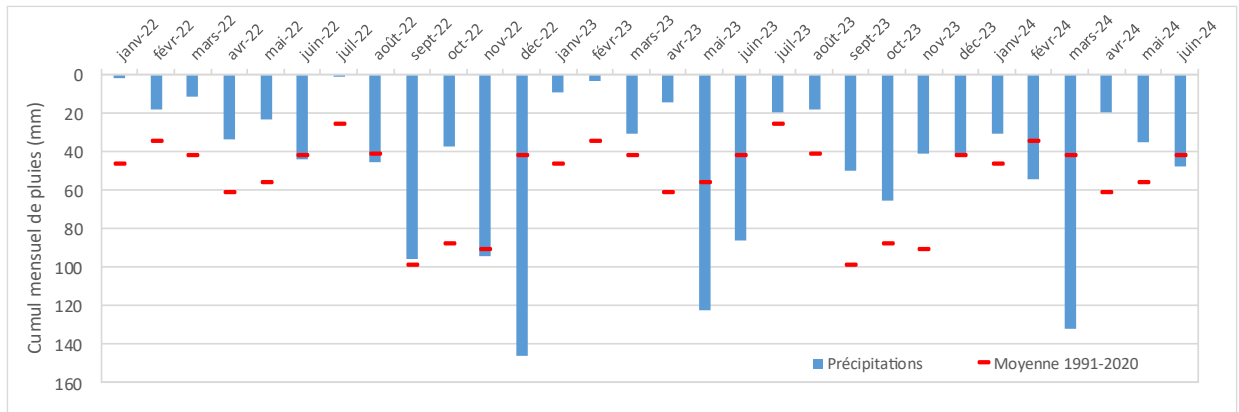
5.3. Piézométrie des alluvions anciennes

Deux piézomètres sont présents sur site (Pz Haut et Pz Bas) ; ils interceptent les alluvions anciennes exploitées par la carrière. Toutefois, leur coupe lithologique n'est pas connue. Ces ouvrages ont fait l'objet d'une régularisation au titre du Code Minier en date du 30/07/2024. Leur localisation est donnée sur la Figure 2 et leurs coordonnées et caractéristiques sont présentées dans le tableau suivant :

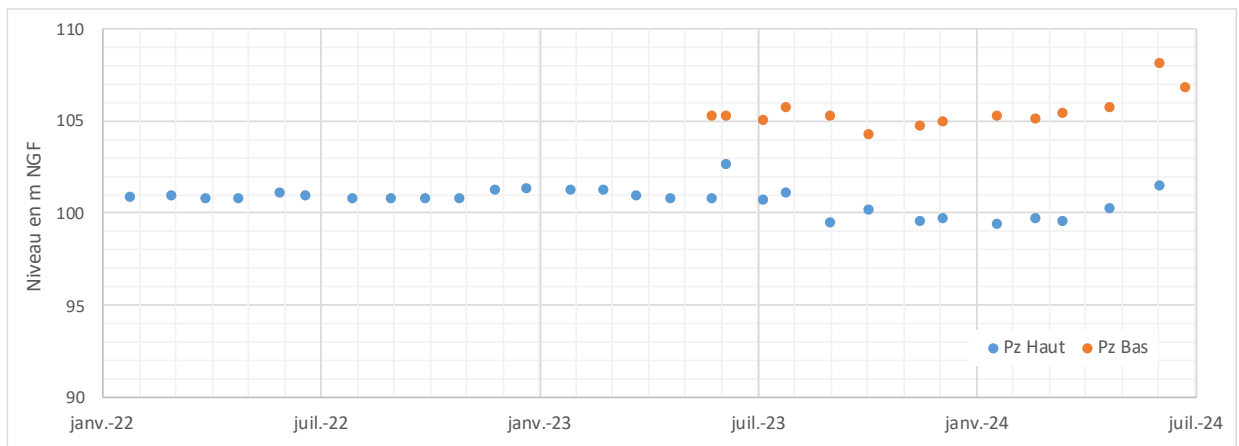
Ouvrages	Pz Haut (Nord)	Pz Bas (Sud)
Coordonnées géographiques (Lambert 93)		
x (m)	866 913	867 093
y(m)	6 327 050	6 326 949
z (m NGF) (TN)	112,7	115,26
Profondeur (m/réf)	14,10	12,4
Code BSS	BSS004LDCM	BSS004LDCN

Depuis janvier 2022, un relevé piézométrique est effectué mensuellement par l'exploitant.

Les graphiques ci-après présentent les mesures des niveaux sur les piézomètres qui nous ont été transmises par l'exploitant ainsi que les cumuls mensuels de précipitations enregistrés à la station Météo France de Carpentras, située à 7 km au Nord de la carrière :



Graphique 1 : Pluviométrie à la station Météo France de Carpentras.



Graphique 2 : Suivi du niveau d'eau dans les piézomètres de la carrière Sainte-Marie.

Le niveau piézométrique sur Pz Haut est situé vers 101 m NGF. Sur la base de ce suivi de deux ans, le marnage est de l'ordre de 3-4 m, avec un niveau en période d'étiage situé à 99 m NGF et pouvant atteindre 103 m NGF en période pluvieuse.

2022 et 2023 ont été des années sèches, présentant des déficits pluviométriques de 17 % et 24 % par rapport à la moyenne annuelle 1991-2020 (665 mm) de la station Météo France de Carpentras. La piézométrie peut donc potentiellement atteindre une cote plus élevée lors d'années humides et d'évènements pluvieux intenses à répétition.

Les données sur Pz Bas de janvier 2022 à mai 2023 sont manquantes en raison d'un obstacle situé à 7,2 m de profondeur dans le tubage du piézomètre (obstruction, rétrécissement ou endommagement du tube ?), qui permet difficilement la mesure du niveau d'eau en dessous de la cote 108 m NGF. Une modification du protocole de mesure (sonde lestée) permet désormais de suivre la piézométrie. Ainsi, avant mai 2023, le piézomètre était présumé sec lors des relevés.

Sur la base des données acquises, la piézométrie sur Pz Bas est située vers 105 m NGF, avec au plus bas un niveau vers 104 m NGF, et au plus haut, un niveau mesuré à 108,16 m NGF en juin 2024. Cette dernière valeur paraît élevée au regard de la cote de fond de fouille (107,5 m NGF) et de l'absence de plan d'eau formé dans la carrière, selon l'exploitant.

De plus, la différence de piézométrie entre Pz Haut et Pz Bas, de l'ordre de 5 m, implique un gradient hydraulique supérieur à 2 % entre ces deux points de suivi, distants seulement de 200 m, ce qui est peu probable dans les aquifères alluviaux. Cette différence ne paraît pas pouvoir être expliquée par une erreur de nivellement.

Ce fort écart piézométrique peut être lié soit à une mauvaise connexion de Pz Bas à la nappe, soit à l'hétérogénéité élevée du milieu consécutive aux conditions de réaménagement. En effet, le remblaiement par des matériaux inertes possédant de moins bonnes caractéristiques hydrodynamiques entraînerait une baisse locale de perméabilité.

Selon la chronique piézométrique, Pz Bas semble bien connecté à la nappe puisqu'il réagit aux pluies et suit sensiblement l'évolution de Pz Haut. La piézométrie sur Pz Bas peut donc être rattachée à la baisse de perméabilité du fait du remblaiement.

D'autres hypothèses peuvent être formulées telles qu'un pointement du Miocène qui alimenterait très localement les alluvions ou bien une alimentation de la nappe par les alluvions récentes et la Nesque (le cours d'eau étant localement situé à 110 m NGF).

Aussi, ne connaissant pas la coupe lithologique de Pz Bas, cet ouvrage peut être encre sur plusieurs mètres dans le Miocène, ce qui influencerait sa piézométrie.

Quoi qu'il en soit, cette valeur peut être considérée comme étant une anomalie piézométrique et ne pourra être vérifiée que par le suivi du niveau d'eau sur un nouveau piézomètre implanté en amont hydraulique (cf. section 7.2).

Dans le secteur de la carrière, plusieurs puits captant les alluvions anciennes sont référencés dans la Base de données du Sous-Sol (BSS). Lors de la visite de terrain du 03/06/2024, deux puits ont été retrouvés (BSS002DSLUI et BSS002DSMB) et ont fait l'objet de mesures piézométriques. Leur localisation est précisée en Figure 1. Les données sont regroupées dans le tableau ci-dessous :

	Z (m NGF) (IGN)	Profondeur (m/TN)	Niveau d'eau (m/TN) 03/06/2024	Altitude du plan d'eau (m NGF) 20/09/12
BSS002DSLUI	110,4	14	10,4	100,0
BSS002DSMB	109,6	9,2	9,18	100,42
Pz Haut	112,7	14,1	11,22	101,48
Pz Bas	115,26	12,4	7,1	108,16

D'après ces données, l'écoulement de la nappe est orienté globalement de l'Est vers l'Ouest.

Le plan d'eau « le lac des gravières », localisé au Sud de la carrière, est situé à 108 m NGF selon le MNT. Même si cet outil ne peut pas être utilisable pour définir la piézométrie, il donne une indication sur le sens d'écoulement, qui semble être E.S.E.-O.N.O. De plus, cette donnée est en accord avec les valeurs mesurées sur Pz Bas.

5.4. Vulnérabilité des eaux souterraines

5.4.1. Vulnérabilité intrinsèque

La nappe des alluvions anciennes est localement libre et située à faible profondeur, sans réel recouvrement, elle est donc particulièrement vulnérable vis-à-vis des activités qui s'exercent en surface. Néanmoins, il s'agit d'une ressource limitée, très faiblement exploitée faute de recharge tout au long de l'année.

La vulnérabilité des alluvions récentes est également forte en raison de la forte perméabilité des matériaux, de la faible profondeur de la nappe et de sa connexion aux cours d'eau.

L'aquifère miocène sous-jacent est un système multicouche, protégé des pollutions superficielles par les niveaux marneux qui le compose. Sa vulnérabilité est donc considérée comme étant faible.

5.4.2. Vulnérabilité environnementale

La salle de repos du site est reliée au réseau des eaux usées communal.

Les hydrocarbures de la carrière sont stockés dans une cuve double paroi de 1 500 L, située sur dalle étanche.

Une dalle étanche devra être réalisée pour le stationnement de la chargeuse. Son approvisionnement en hydrocarbure se fera de bord à bord sur cette dalle, qui devra éventuellement être reliée à un débourbeur/déshuileur.

Les deux piézomètres de la carrière constituent des points de vulnérabilité de la ressource en eau par leur aménagement qui ne respecte pas la réglementation.

Les piézomètres Pz Haut et Pz Bas devront donc faire l'objet d'aménagements conformément aux prescriptions de l'arrêté DEVE0320170A. Les têtes de forage devront être rehaussées à 0,5 m/TN et rendues étanches. Elles devront être enchâssées dans une dalle périphérique de rayon d'1 m et d'épaisseur minimale de 30 cm, à pente centrifuge.

6. IMPACT POTENTIEL DES ACTIVITÉS DE LA CARRIÈRE

6.1. Extraction

6.1.1. Proposition d'une cote de fond

Actuellement, l'extraction est autorisée par l'arrêté préfectoral n°172 du 11/12/1997 jusqu'à 6 m de profondeur par rapport au terrain naturel, en respectant une tranche de terrain non saturé de 1,5 m au-dessus des plus hautes eaux, considérées jusqu'à présent à 106 m NGF. La limite d'extraction est donc à 107,5 m NGF.

En se basant sur les données piézométriques de Pz Bas (cf. Graphique 2), les plus hautes eaux (PHE) sont situées à 108,16 m NGF à ses abords. Sachant que cette cote a été atteinte après un épisode pluvieux de moyenne intensité, la piézométrie peut potentiellement atteindre une cote plus élevée lors d'années humides et d'évènements pluvieux intenses à répétition.

Par ailleurs, l'écoulement des eaux souterraines étant théoriquement orienté en direction de l'Ouest, le piézomètre Pz Bas n'est pas exactement localisé en amont hydraulique de la carrière. Les PHE à l'amont théorique (future zone d'extraction) pourraient donc être encore supérieures.

Sauf règlement spécifique et en l'absence d'enjeux du fait de la ressource limitée contenue dans les alluvions anciennes, on peut proposer le maintien d'une tranche de terrain non saturé de 1 m au-dessus des PHE. En considérant que PzBas est représentatif de la piézométrie en amont hydraulique, la cote d'extraction peut être limitée à 109,5 m NGF.

La validité des données de Pz Bas devra toutefois être vérifiée par la mise en place d'un suivi du niveau d'eau sur un nouveau piézomètre implanté en amont hydraulique de la carrière (cf. section 7.2 Mesures de surveillance). Si les nouvelles valeurs acquises infirment la cote des PHE déterminée par les mesures sur Pz Bas, la cote d'extraction pourra être revue à la baisse, après validation par un bureau d'étude spécialisé en hydrogéologie et sur la base d'au minimum un an d'acquisition de données. Ce suivi sera effectué mensuellement et après chaque évènement pluvieux.

Dans l'attente du nouveau suivi, nous proposons de limiter la cote d'extraction à 109,5 m NGF.

6.1.2. Impact quantitatif potentiel

- **Concernant les eaux superficielles**

Le site n'intercepte aucun cours d'eau temporaire ou permanent. Les seules eaux superficielles concernées sont les eaux de ruissellement. Un merlon périphérique permet d'empêcher l'arrivée d'eau depuis l'extérieur.

Les eaux de ruissellement qui précipiteront dans la carrière seront dirigées vers un point bas, où elles s'infiltreront ou s'évaporeront. Il n'y a pas de rejet vers le milieu superficiel extérieur. Aucun impact n'est donc attendu sur les eaux superficielles.

- **Concernant les eaux souterraines**

L'impact quantitatif du décapage des horizons de découverte est positif puisque l'absence de couverture facilite l'infiltration des eaux précipitées dans le périmètre de la carrière vers la nappe des alluvions. La faible superficie concernée n'est toutefois pas en mesure d'affecter le fonctionnement de l'aquifère.

Le décapage a déjà été réalisé sur l'ensemble du périmètre d'extraction.

6.1.3. Impact qualitatif potentiel

Le risque principal concerne le déversement accidentel d'**hydrocarbure** sur le carreau de la carrière. Toutefois, ce risque est fortement réduit par le faible nombre d'engins sur le site d'extraction (1 chargeuse) et par les mesures de précaution mises en place (cf. section 7.1).

Concernant **la turbidité** et les matières en suspension la nappe étant structurellement filtrante, aucune dégradation de ce paramètre ne peut être générée par les activités de la carrière.

6.2. Remblaiement

6.2.1. Procédure

Dans le cadre de la remise en état du site, il est prévu un remblaiement de l'excavation, progressivement et parallèlement à l'avancée de l'exploitation, d'Ouest en Est. Il s'agira de remblayer avec des matériaux strictement inertes du BTP, qui seront ensuite recouverts par les matériaux de découverte, afin de restituer la parcelle à la même cote que le sol avant exploitation (a minima 113 m NGF).

Les déchets inertes utilisables pour le remblaiement seront limités aux matériaux tels que le prévoit la réglementation et plus particulièrement l'article R. 541-8 du Code de l'environnement et de l'arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes. Ces matériaux proviendront uniquement des chantiers 4M PROVENCE ROUTE, il s'agira principalement de déblais de terrassement.

Une procédure sera mise en place, conforme aux dispositions de l'arrêté du 12 décembre 2014, afin de n'accueillir sur site que des déchets strictement inertes (déclaration d'acceptation préalable, contrôle des documents administratifs, contrôle visuel, accueil sur site, suivi topographique et registre d'admission). Tout matériau non conforme devra être refusé.

6.2.2. Impact quantitatif potentiel

Après le réaménagement, malgré une diminution locale de la perméabilité liée à la nature des matériaux mis en place pour le remblaiement, aucune modification du fonctionnement hydrogéologique local n'est attendue compte tenu de la faible emprise du remblai par rapport à la superficie de l'impluvium des alluvions anciennes.

6.2.3. Impact qualitatif potentiel

Le **remblaiement de la carrière** se fera par la mise en place de **déchets strictement inertes** tels que le prévoit la réglementation. Avant leur stockage définitif, l'innocuité des inertes devra être strictement contrôlé par l'exploitant.

Un tri efficace devra être opéré en cas de matériaux ne répondant pas à la nature souhaitée et à la réglementation. Aucun matériau non validé ou non trié ne devra servir au remblaiement.

Cette procédure permettra de garantir le caractère inerte des déchets mis en remblais. Par leur nature inerte, ils ne seront pas susceptibles d'être à l'origine d'une quelconque pollution.

Lorsque le remblaiement sera terminé, la diminution de la transmissivité au niveau du site, liée à la mise en place d'inertes de plus faible perméabilité que les alluvions, aura pour effet de limiter la propagation d'éventuels polluants, en cas de déversement accidentel. La vulnérabilité du site sera donc diminuée car l'aquifère ne sera plus en contact direct avec la surface.

7. MESURES DE PROTECTION ET MOYENS DE SURVEILLANCE

7.1. Mesure d'évitement, de réduction, ou de compensation

Pour éviter une contamination accidentelle par des hydrocarbures, les précautions inhérentes à la protection des aquifères devront être prises pour annuler tout risque de rejet vers le milieu extérieur.

Une dalle étanche devra être réalisée pour le stationnement de la chargeuse. L'approvisionnement en hydrocarbure se fera de bord à bord sur cette dalle qui devra être reliée à un débourbeur/déshuileur.

Il conviendra donc de mettre en œuvre toutes les bonnes pratiques préventives et également de suivre un plan d'intervention préétabli en cas de déversement accidentel. Un kit anti-pollution devra être disponible en tout temps dans la chargeuse. L'entretien et la vérification du bon fonctionnement de l'engin devront être effectués régulièrement.

En cas de déversement accidentel, les matériaux souillés devront immédiatement être récupérés et transférés vers un centre de dépollution agréé. Les autorités compétentes devront en être informées. Des prélèvements pour rechercher d'éventuels hydrocarbures devront être réalisés sur le piézomètre aval.

La clôture périphérique du site pour restreindre l'accès et empêcher de potentiels actes de malveillance devra être conservée et entretenue.

Les piézomètres de la carrière devront être aménagés, selon les prescriptions de l'arrêté DEVE0320170A (arrêté du 11 septembre 2003).

Le remblaiement de la carrière ne devra s'effectuer qu'avec **des matériaux parfaitement inertes** en provenance de travaux de terrassement et de déconstruction. Avant leur stockage définitif, les inertes devront être déposés sur une plate-forme pour que l'exploitant en contrôle **strictement** l'innocuité et la conformité avec la réglementation. Tout déchet non conforme devra être refusé.

7.2. Mesures de surveillance

Le réseau de surveillance des eaux souterraines devra être renforcé afin d'avoir un piézomètre en amont hydraulique de la zone d'extraction et deux en aval.

Le sens d'écoulement des eaux souterraines est théoriquement orienté d'Est en Ouest, voire E.S.E-O.N.O. Un piézomètre devra être implanté à l'entrée de la carrière (secteur amont - A) et un deuxième au Sud-Ouest du périmètre d'autorisation (secteur aval - B). La zone d'implantation de ces deux ouvrages supplémentaires est précisée en Figure 4.

Le suivi piézométrique mensuel devra être maintenu sur les piézomètres Pz Haut et Pz Bas, complété par les deux nouveaux points de surveillance (secteurs A et B).

Pour le contrôle de la qualité des eaux souterraines, un suivi qualitatif semestriel devra être réalisé en amont (futur piézomètre secteur A) et en aval théorique de la carrière (Pz Haut et piézomètre secteur B). Il s'agira d'effectuer une campagne en hautes eaux (avril-mai) et une en basses eaux (août-septembre).

Nous proposons l'analyse des paramètres suivants pour suivre l'impact éventuel des activités de la carrière, et notamment du remblaiement :

- mesures in situ : pH, température et conductivité,
- matières en suspension totales,
- DCO, COT,
- hydrocarbures totaux (C10-C40),
- métaux (Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Sn et Zn),
- trichloréthylène, tétrachloréthylène, HAP et BTX (benzène, toluène, xylène).

8. COMPATIBILITÉS ENVIRONNEMENTALES

8.1. A.E.P.

Le projet de renouvellement et de remblaiement ne se situe dans aucun périmètre de protection de captage destiné à l'alimentation en eau potable (AEP).

Les captages AEP les plus proches du projet sont la source de Saint-Roch et le forage de Saint-Barthélémy.

La source de Saint-Roch capte les eaux circulant entre les molasses miocènes et les alluvions anciennes, en rive gauche de la Nesque. Le secteur d'étude se localise en rive droite, donc en dehors de la zone d'alimentation du captage, le sens d'écoulement étant en direction de l'Ouest.

Le forage de Saint-Barthélémy capte les niveaux profonds du Miocène (< 120 m), protégés par une épaisse série de marnes.

Ces deux captages ne peuvent pas être impactés par les activités de la carrière.

8.2. Forages domestiques

L'ensemble des habitations du secteur est relié au réseau AEP communal. Toutefois, il existe de nombreux forages exploitant la nappe du Miocène dans le secteur, pour l'irrigation agricole ou des jardins. Ils ne peuvent pas être affectés par les activités de la carrière.

Quelques puits dans les alluvions sont également présents, mais s'assèchent en période d'étiage. Les alluvions anciennes sont faiblement exploitées du fait de leur ressource limitée.

8.3. SDAGE

Après son adoption par le Comité de bassin le 18/03/2022, le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Rhône-Méditerranée 2022-2027 ainsi que le programme de mesures associé ont été approuvés le 21/03/2022 par le Préfet coordonnateur de bassin (Préfet de la région Auvergne-Rhône-Alpes).

En vigueur depuis le 04/04/2022, le SDAGE 2022-2027 arrête pour une période de six ans les grandes orientations de préservation et de mise en valeur des milieux aquatiques à l'échelle du bassin. Il fixe des objectifs de qualité des eaux à atteindre d'ici à 2027. Il s'articule autour de 9 orientations fondamentales (cf. tableau ci-après).

Orientations du SDAGE	Compatibilité du projet
Changement climatique : s'adapter aux effets du changement climatique	Non concerné
Prévention : privilégier la prévention et les interventions à la source pour plus d'efficacité	Mesures précisées en chapitre 7 : <i>Mesures de protection et moyens de surveillance</i> Prise en compte des enjeux environnementaux
Non dégradation : concrétiser la mise en œuvre du principe de non-dégradation des milieux aquatiques	Mesures précisées en chapitre 7 : <i>Mesures de protection et moyens de surveillance</i>
Enjeux sociaux et économiques : prendre en compte les enjeux économiques et sociaux des politiques de l'eau	Non concerné
Gouvernance locale et gestion intégrée des enjeux : renforcer la gestion locale de l'eau pour assurer une gestion intégrée des enjeux	Non concerné
Pollutions : lutter contre les pollutions en mettant la priorité sur les pollutions par les substances dangereuses et la protection de la santé	Le stockage de matériaux inertes ne sera pas susceptible d'impacter la santé humaine en raison de la procédure d'accueil des matériaux à stocker
Fonctionnement des milieux aquatiques et des zones humides : préserver et restaurer le fonctionnement naturel des milieux aquatiques et des zones humides	Le site n'intercepte aucun cours d'eau Aucune zone humide ne se situe à proximité du projet
Équilibre quantitatif : atteindre et pérenniser l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource en eau et en anticipant l'avenir	Aucun prélèvement dans la ressource en eau souterraine ou superficielle au droit du site – alimentation depuis le canal de Carpentras pour l'arrosage des pistes. La diminution localisée de la perméabilité en surface liée au stockage d'inertes n'aura pas d'impact quantitatif sur la ressource en eau souterraine
Gestion des inondations : augmenter la sécurité des populations exposées aux inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau	Non concerné Le projet n'est pas soumis au risque inondation.

Le respect des prescriptions énoncées précédemment garantit qu'il n'y aura pas d'impact quantitatif ou qualitatif significatif de l'exploitation sur les eaux souterraines et superficielles.

Le projet de renouvellement est donc compatible avec les objectifs et orientations du SDAGE 2022-2027.

8.4. Zones de Sauvegarde

L'aquifère des molasses miocènes du Comtat Venaissin (masse d'eau souterraine FRDG218) a fait l'objet d'une étude de délimitation des ressources stratégiques, réalisée en 2011 par Idées Eaux et HYDRIAD pour le Syndicat Rhône Ventoux.

Trois zones dans le Bassin de Carpentras ont été classées en ZSNEA (Zone de Sauvegarde d'une ressource Non Exploitée Actuellement), dont une, située au Sud de la commune, est limitrophe du périmètre Ouest de la carrière (cf. Figure 5).

Une nouvelle étude de ressources stratégiques des molasses miocènes du Comtat réalisée en 2024 est en cours de notification. Cette étude a permis de redéfinir les périmètres des zones de sauvegarde et d'élaborer un plan d'actions associé.

La carrière Sainte-Marie se localisera dans la nouvelle emprise de la zone de sauvegarde non exploitée actuellement de Carpentras (ZSNEA 6). Toutefois, elle exploite uniquement les alluvions anciennes sus-jacent à l'aquifère du Miocène.

De plus, la ressource stratégique des molasses miocènes est un aquifère multicouche, constitué d'une alternance de niveau productif (sables) et d'écran imperméable (marnes). Cette stratification du réservoir la protège de pollution superficielle.

Les activités de la carrière n'auront donc aucun impact sur la ZSNEA.

Par ailleurs, le respect des mesures de protection et moyens de surveillance proposés dans le présent rapport (cf. chapitre 7), avec notamment un suivi qualitatif et quantitatif, garantira la préservation de la ressource en eau.

8.5. SAGE et Contrats de Milieux

Les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) et contrats de milieux (rivières, lacs, baies...) sont des démarches de gestion concertées par bassin versant. Ils sont élaborés par les commissions locales de l'eau.

Le secteur d'étude se situe dans aucun SAGE, mais dans le périmètre du contrat de rivière « Les Sorgues » (R233). Il s'agit du 3^{ème} contrat, signé le 02/02/2023 et porté par le Syndicat Mixte du Bassin des Sorgues jusqu'en 2028.

Le respect des prescriptions énoncées précédemment garantit qu'il n'y aura pas d'impact quantitatif ou qualitatif significatif de l'exploitation sur les eaux souterraines et superficielles.

8.6. NATURA 2000

La carrière ne se situe pas dans un périmètre concerné par une zone NATURA 2000.

8.7. ZNIEFF et ZICO

La carrière se situe en dehors de tout périmètre concerné par une ZICO (zone importante pour la conservation des oiseaux) ou une ZNIEFF (zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique).

9. CONCLUSION

4M PROVENCE ROUTE exploite la carrière « Sainte-Marie » pour la production de granulats sur la commune de Pernes-les-Fontaines. L'exploitant sollicite un renouvellement de son autorisation pour 15 ans.

Les formations exploitées correspondent aux alluvions anciennes de la Nesque qui renferment un aquifère de type poreux faiblement exploité en raison de ses ressources limitées.

Le renouvellement de l'autorisation d'exploitation n'aura pas d'impact sur les ressources en eau souterraine dans la mesure où les précautions vis-à-vis des risques de pollution des eaux souterraines seront respectées.

Deux nouveaux piézomètres seront réalisés au Nord-Est et au Sud-Ouest du périmètre d'autorisation, sur lesquels un suivi piézométrique mensuel sera effectué. Ce suivi permettra de confirmer la cote de fond proposée et de s'assurer qu'une tranche de terrain non saturé d'un mètre sera conservée.

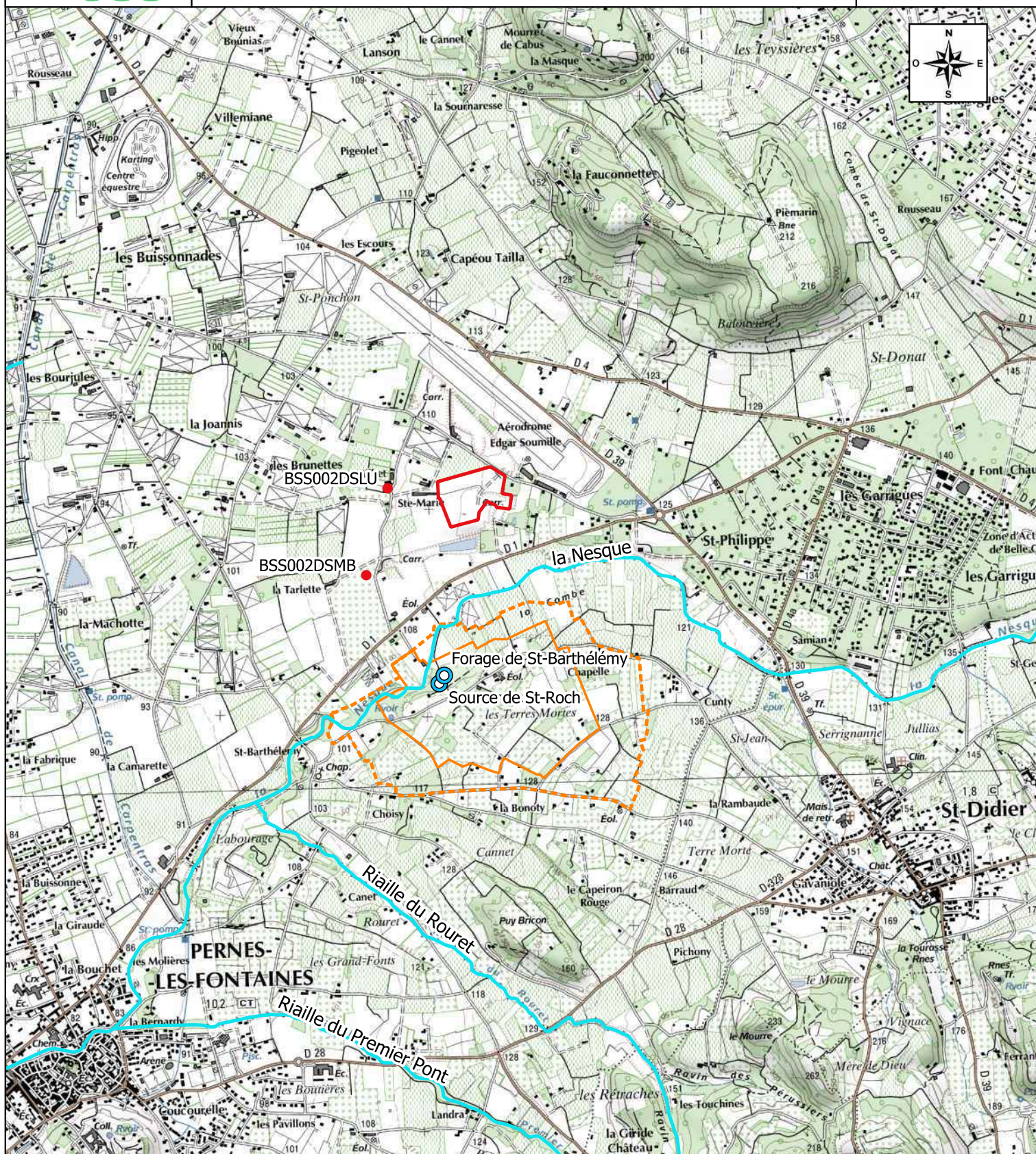
Dans le cadre du réaménagement de la carrière, il est prévu un remblaiement de l'excavation avec des matériaux inertes. La remise en état du site sera coordonnée à l'avancement des travaux d'extraction. Dans la mesure où les matériaux accueillis seront strictement inertes, le remblaiement du site n'impactera pas qualitativement ou quantitativement la ressource, mais nécessite toutefois un contrôle semestriel de la qualité des eaux souterraines.

Montpellier, le 26 août 2024

Jessica BOUBY

Guillaume LATGÉ

FIGURES



EXTRAIT DES FONDS TOPOGRAPHIQUES IGN NUMÉRISÉS AU 1/25 000

- Périmètre d'autorisation de la carrière
- Puits recensés

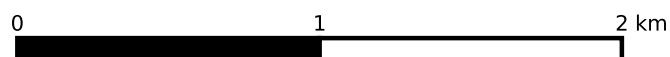
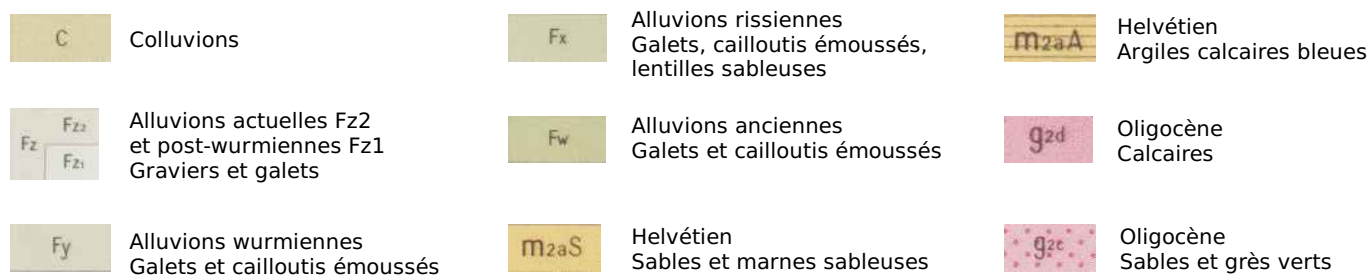
- ⊙ Captage AEP
- Périmètre de Protection Rapprochée du captage St-Roch / St-Barthélémy
- Périmètre de Protection Éloignée du captage St-Roch / St-Barthélémy

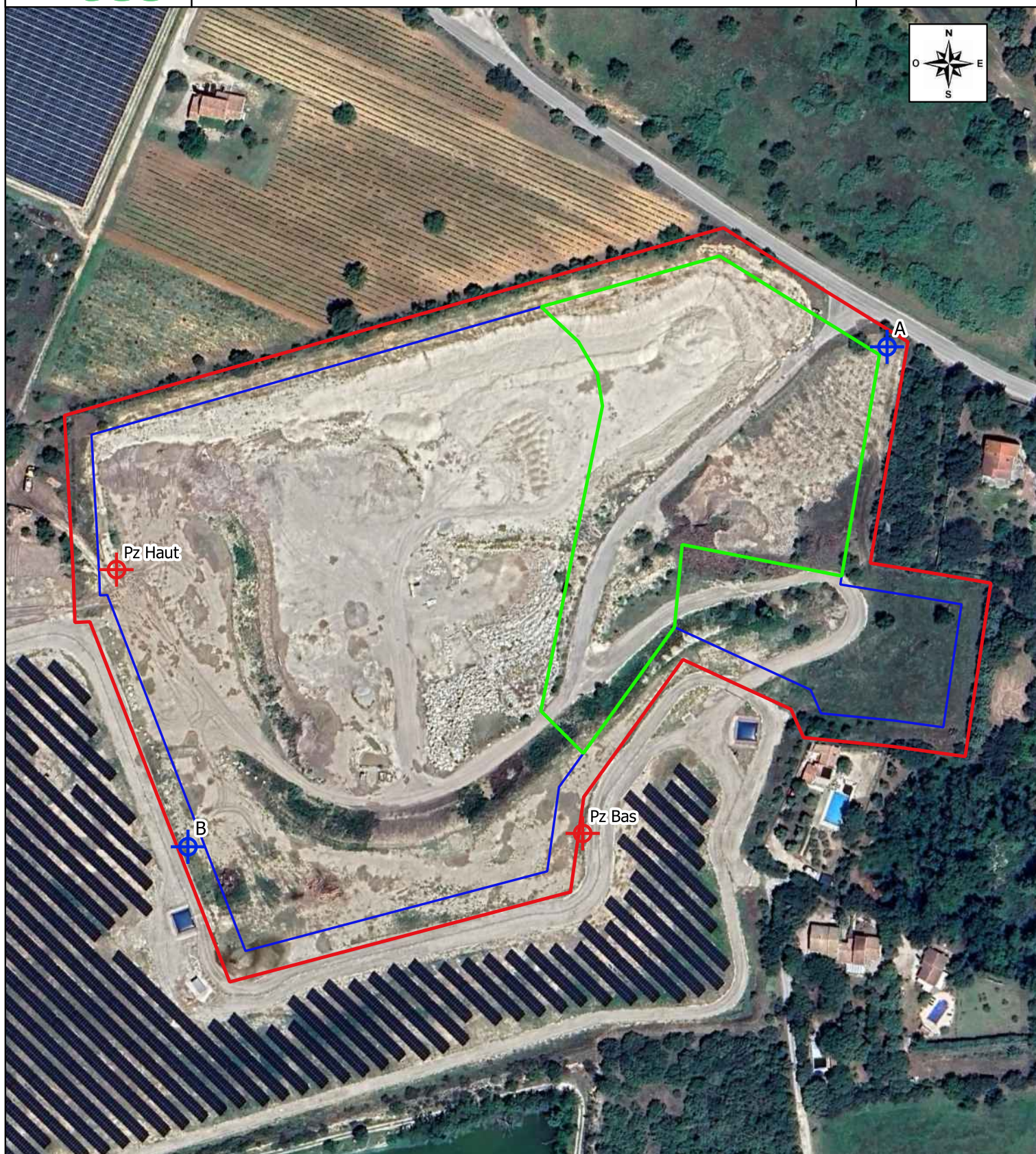
0 1 2 km



EXTRAIT DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE NUMÉRISÉE AU 1/50 000
- FEUILLE N°941 CARPENTRAS - AGRANDISSEMENT AU 1/25 000 -

 Carrière Sainte-Marie Tracé de la coupe géologique Captage AEP de la source de Saint-Roch et du forage de Saint-Barthélémy

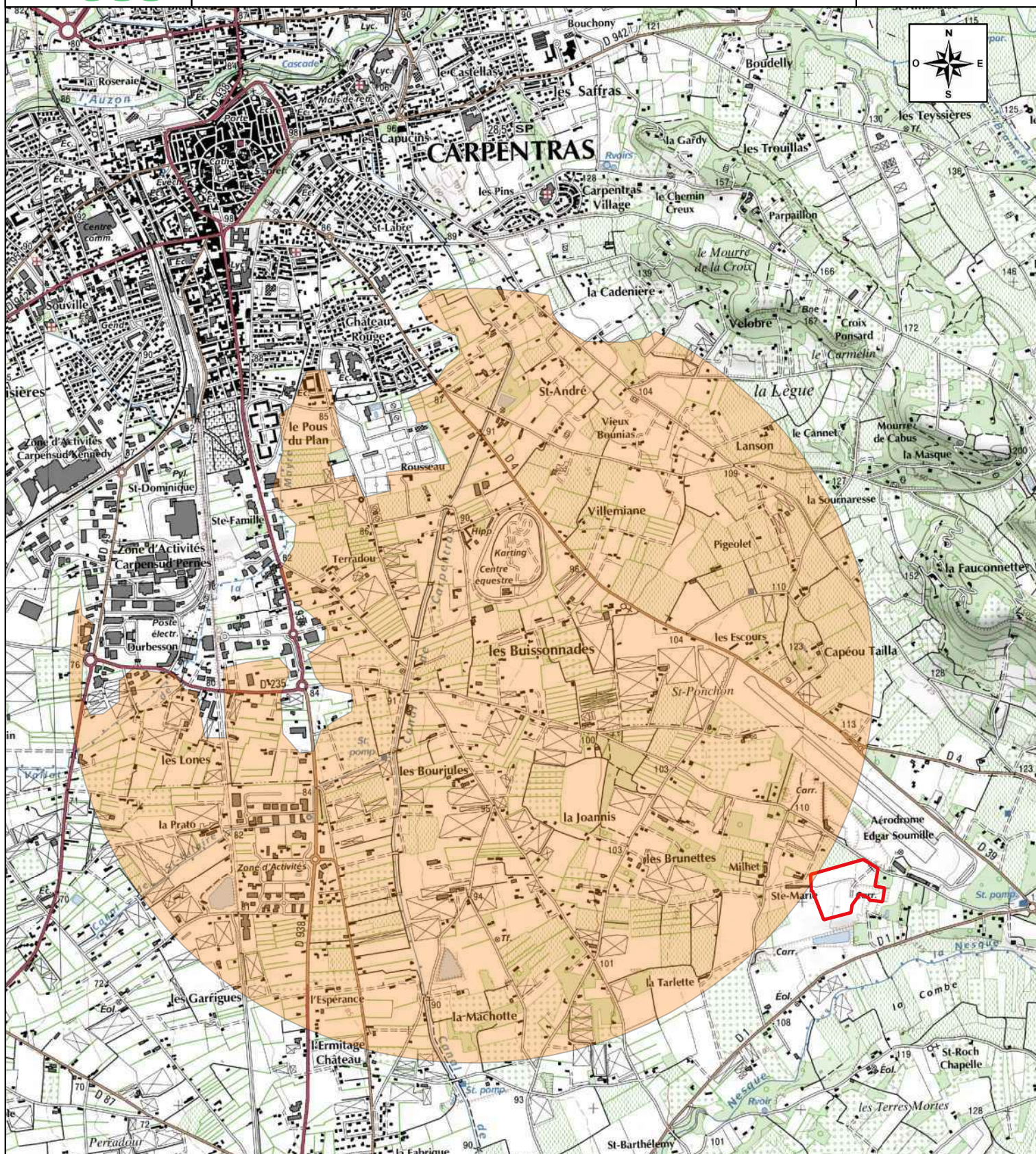



PHOTO SATELLITE (Google satellite) au 1/2 000

- Périmètre d'autorisation de la carrière
- Périmètre d'exploitation de la carrière
- Surface de gisement restant à exploiter

- ⊕ Piézomètres de la carrière
- ⊕ Secteurs d'implantation des futurs piézomètres
A : secteur amont
B : secteur aval

0 50 100 m



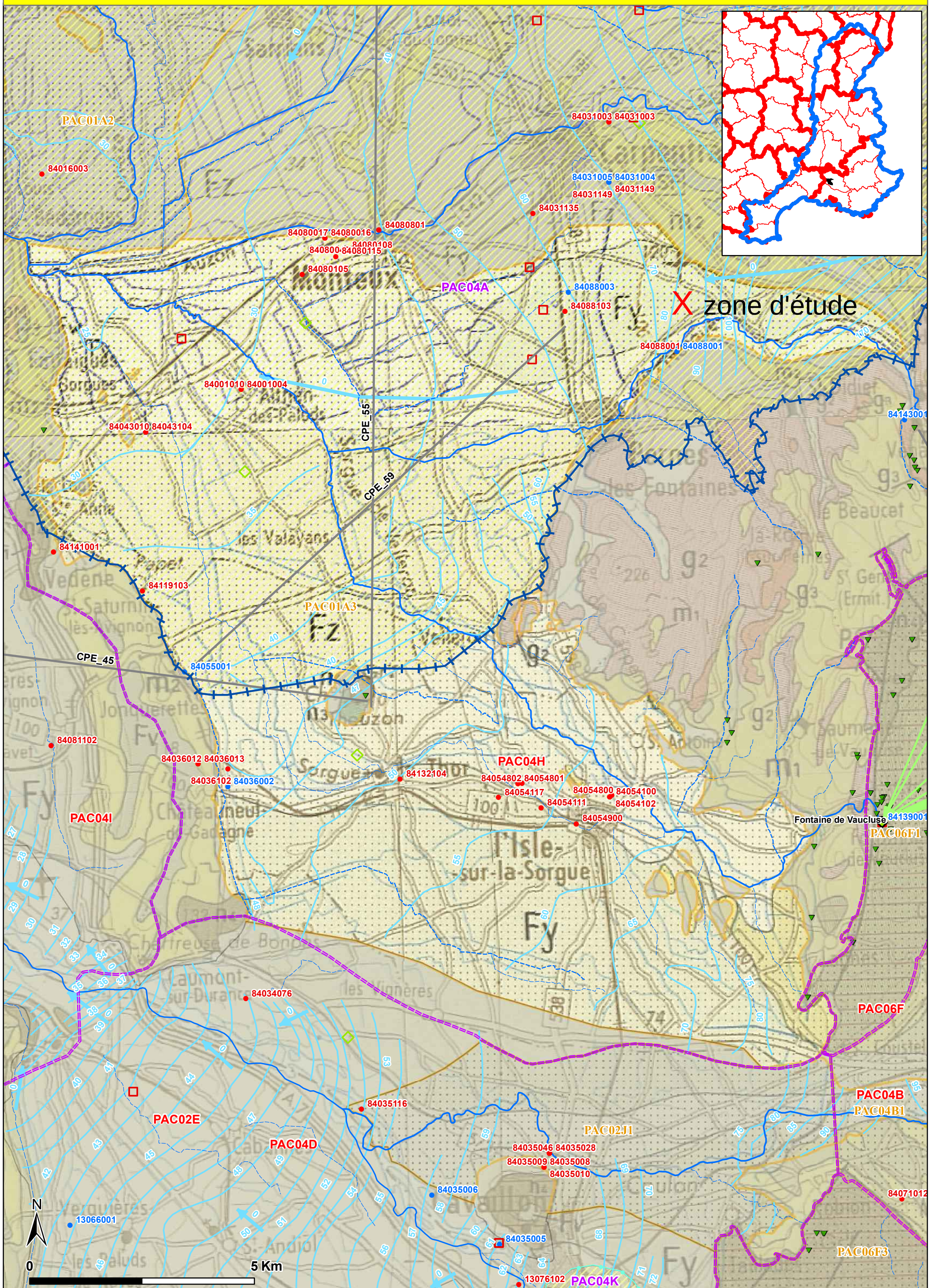
EXTRAIT DES FONDS TOPOGRAPHIQUES IGN NUMERISÉS AU 1/25 000

- Périmètre d'autorisation de la carrière 4 M PROVENCE ROUTE
- ZSNEA des molasses miocènes du Comtat

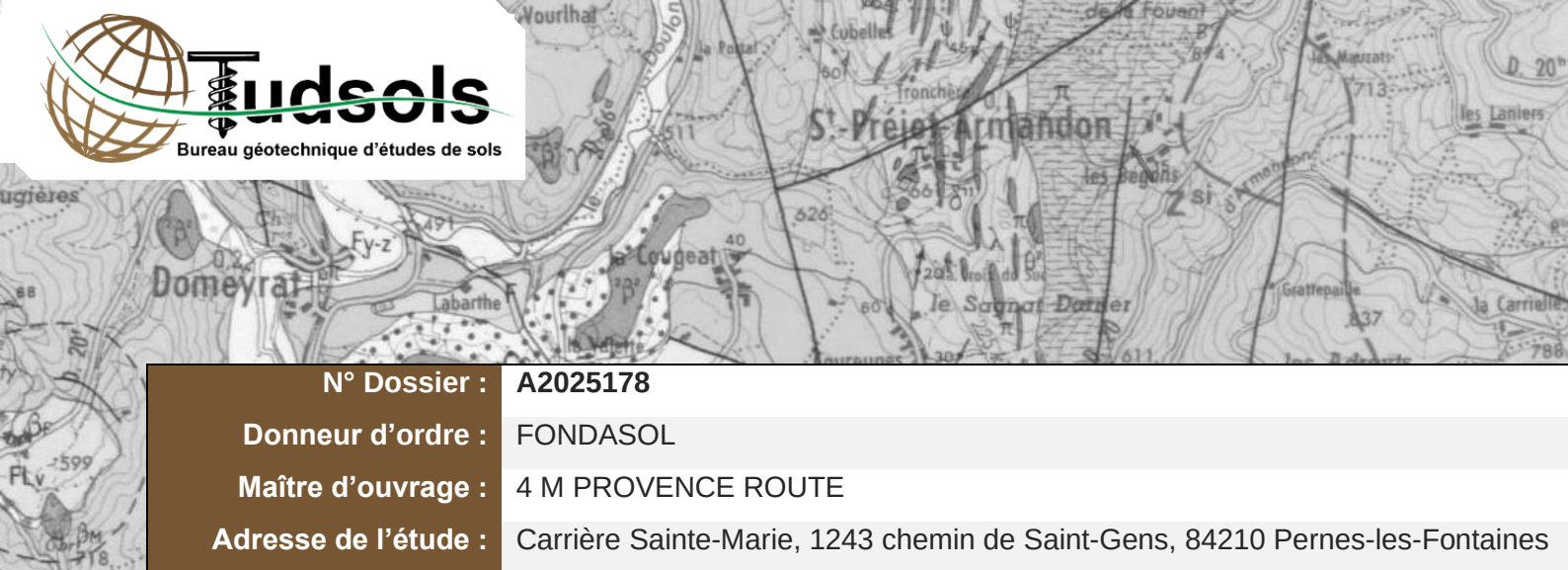
0 1 2 km

ANNEXE

PAC01A3 - ALLUVIONS RÉCENTES DES SORGUES ET DE LA NESQUE



ANNEXE 8 : RAPPORT A0 DE REPERAGE GEOLOGIQUE DE L'AMIANTE ENVIRONNEMENTAL – TUDSOLS 2025



N° Dossier :	A2025178
Donneur d'ordre :	FONDASOL
Maître d'ouvrage :	4 M PROVENCE ROUTE
Adresse de l'étude :	Carrière Sainte-Marie, 1243 chemin de Saint-Gens, 84210 Pernes-les-Fontaines
Contexte / projet :	Carrière pour sables et granulats
Objet de l'étude :	Rapport A0 de repérage géologique de l'amiante environnemental - Etude géologique des sols et des roches en place avant travaux (norme NF P 94-001)
Conclusion de l'étude :	Absence d'amiante environnemental



TUDSOLS

9 rue Marx Dormoy
63300 Thiers



04 73 53 04 15



contact@tudsols.fr



tudsols.fr

GEOLOGUE OPERATEUR DE REPERAGE

Sébastien LEIBRANDT (Dr.)
geologue@tudsols.com
06 08 90 53 96

Rapport A0 - Indice 0

Fait à Thiers, le 08/04/2025

Sommaire

1. GENERALITES ET DOCUMENTS TRANSMIS	3
2. CONTEXTE DU SITE D'ETUDE.....	3
Situation du site d'étude	3
Description du projet	4
Contexte géologique	5
Synthèse de l'histoire géologique régionale	5
Synthèse de l'histoire géologique à l'échelle du projet	5
3. OBJETS GEOLOGIQUES INVESTIGUES	7
Caractéristiques de la couche affleurante.....	7
Lithologie de la couche affleurante.....	7
Analyse fibrogénétique des objets investigués.....	7
4. CONCLUSION.....	8
5. ANNEXES	9
Liste des documents consultés.....	9
Plan du projet.....	9
Extrait de la norme NF P 94-001 relative au repérage de l'amiante environnemental dans les sols et roches en place.....	10

1. GENERALITES ET DOCUMENTS TRANSMIS

A la demande du donneur d'ordre, Fondasol, et pour le compte du maître d'ouvrage, 4 M Provence Route, TUDSOLS a été missionné pour réaliser **une mission A0, selon la norme NF P 94-001 de novembre 2021, consistant en une étude géologique documentaire des sols et des roches en place dans le cadre d'un repérage avant-travaux de l'amiante environnemental**, pour le renouvellement d'autorisation d'exploitation de la zone d'extraction de la carrière Sainte-Marie.

Les documents suivants ont été mis à la disposition du géologue opérateur de repérage :

- Rapport d'étude hydrogéologique dans le cadre du projet de renouvellement d'autorisation d'exploitation de la zone d'extraction de la carrière Sainte-Marie, par la société Berga Sud (rapport n° 84/088 A 24 085), en date du 26/08/2024

2. CONTEXTE DU SITE D'ETUDE

SITUATION DU SITE D'ETUDE

Adresse du site d'étude	Références cadastrales	Côte NGF moy. (m)	Superficie de la zone de repérage (ha)	Contexte géomorphologique
1243 chemin de Saint-Gens 84210 Pernes-les-Fontaines	ZE 208	115	6,03	plaine

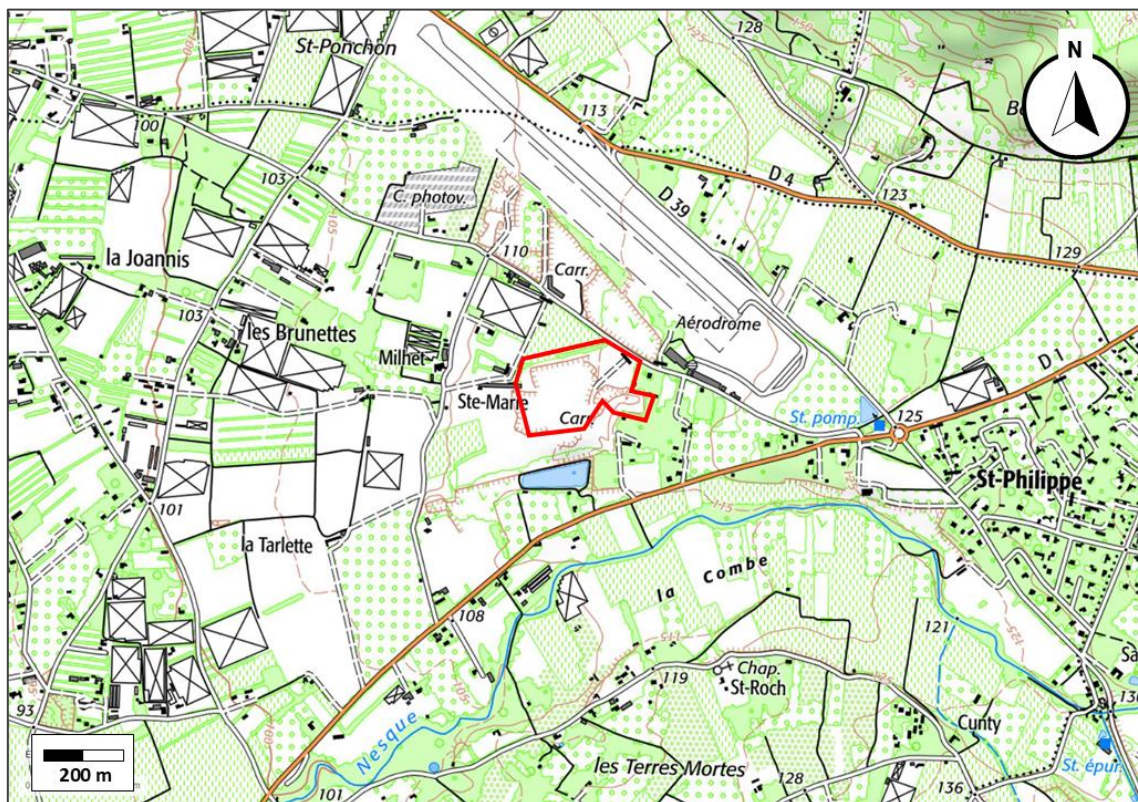


Figure 1 - Situation du site d'étude (crédit : Géoportail/IGN)

DESCRIPTION DU PROJET

Le présent repérage est réalisé dans le cadre du renouvellement d'autorisation d'exploitation de la zone d'extraction de la carrière Sainte-Marie. Le périmètre de la carrière d'autorisation (en rouge sur la figure 2) et d'exploitation (en bleu sur la figure 2) a été réduit suite au réaménagement d'une partie de la carrière en lien avec un projet de parc photovoltaïque.

L'extraction du gisement est effectuée au moyen d'engins mécaniques. La carrière ne commercialise pas les granulats, qui sont utilisés uniquement sur les chantiers du maître d'ouvrage.

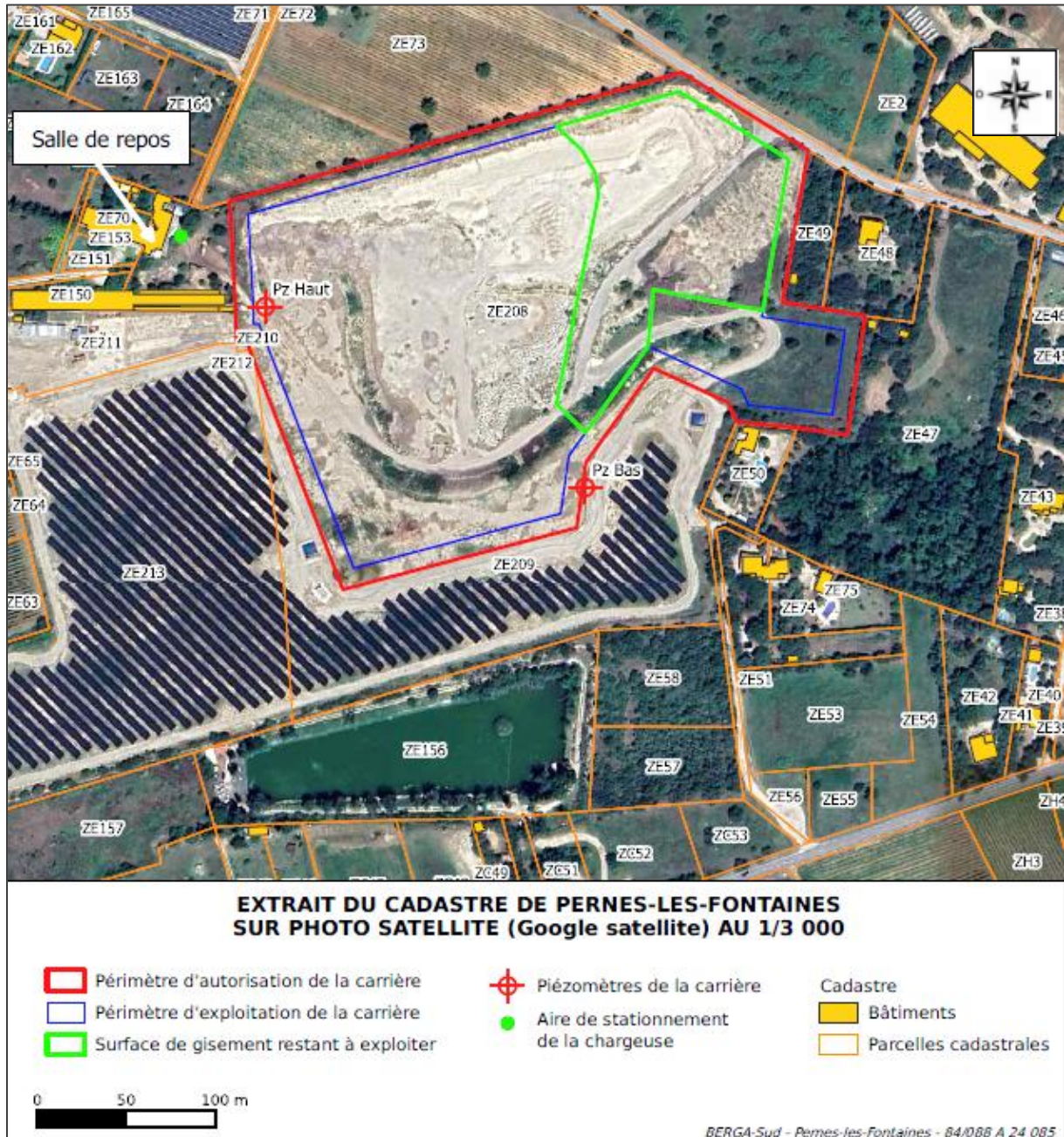


Figure 2 : Extrait cadastral montrant les périmètres d'autorisation et d'exploitation de la carrière
(source Berga Sud)

CONTEXTE GEOLOGIQUE

Carte géologique	Carpentras
N° de feuille	941
Région géologique	Bordure orientale du couloir Rhodanien
Type de structure	Plaine du Comtat Venaissin

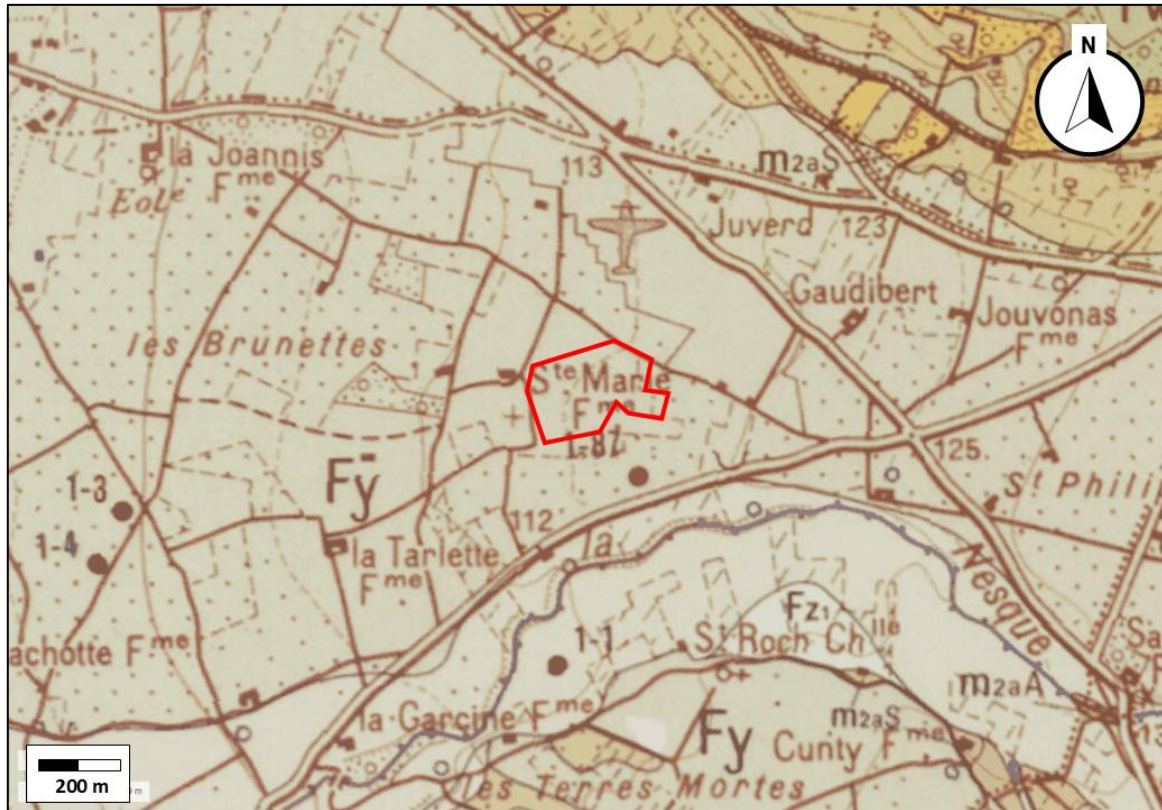


Figure 3 : Extrait de la carte géologique feuille n°941 au 1/50 000^{ème} (source : www.infoterre.brgm.fr)

SYNTHESE DE L'HISTOIRE GEOLOGIQUE REGIONALE

Le site d'étude est localisé dans le territoire sud de la ville de Carpentras, sur la commune de Pernes-les-Fontaines, dans la plaine du Comtat Venaissin. Cette plaine constitue une zone déprimée de la bordure orientale du couloir Rhodanien et est bordée par un ensemble de plateaux de calcaires crétacés constituant la terminaison occidentale des monts du Vaucluse. Ces derniers sont accidentés par plusieurs fossés d'effondrement, orientés grossièrement NE-SW. On retrouve en partie Est, au-delà des plateaux, les reliefs de la Provence subalpine.

SYNTHESE DE L'HISTOIRE GEOLOGIQUE A L'ECHELLE DU PROJET

Plus localement, le site d'étude est installé sur des formations Quaternaires constituant une nappe alluviale d'âge Würmien, accompagnée de colluvions en fonds de vallons. Cette nappe est supportée par des formations de l'Helvétien (Miocène moyen, m2a) dominées par des argiles calcaires et sables marneux, constituant le substratum des alluvions. Les alluvions constituant le site d'étude (Fy) proviennent du cours d'eau de la Nesque.

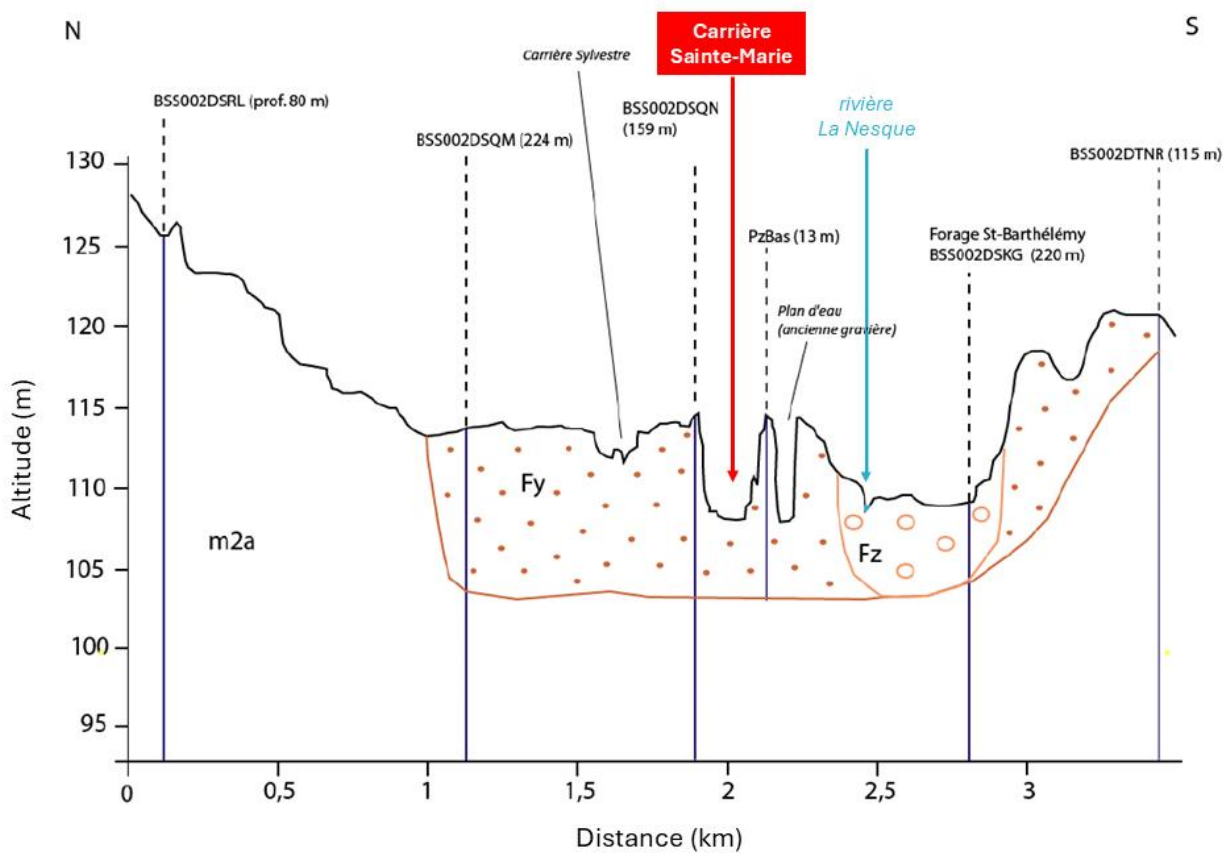
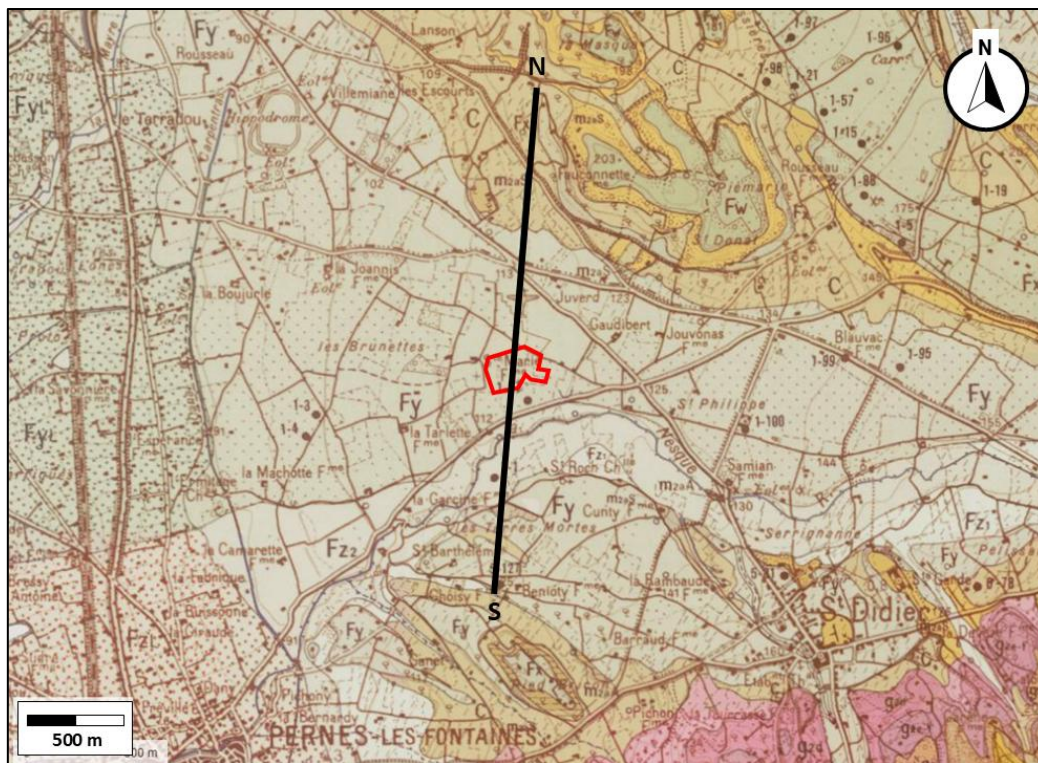


Figure 4 : Coupe géologique aux environs du site d'étude (modifiée d'après rapport de Berga Sud).
 Fz : alluvions récentes ; Fy : alluvions anciennes ; m2a : molasses miocènes.

La coupe géologique schématique (Figure 4), complétée des données des forages environnements issus de la banque de données du sous-sol, montre que la carrière Sainte-Marie se positionne au sein des alluvions anciennes (Fy).

3. OBJETS GEOLOGIQUES INVESTIGUES

La carrière Sainte-Marie exploite une unique couche géologique correspondant aux alluvions wurmiennes (Fy).

CARACTERISTIQUES DE LA COUCHE AFFLEURANTE

La couche des alluvions wurmiennes constitue la plus développée et la mieux réalisée des terrasses quaternaires, et présente un sol légèrement rubéfié d'altération assortie d'un encroûtement pulvérulent. L'épaisseur de la formation est de l'ordre de 10 à 12 m comme indiqué dans la notice de carte et confirmé par un sondage issu de la banque de données du sous-sol, n°BSS002DSQN, localisé au droit de la zone d'étude, dans la carrière Sainte-Marie, et qui montre la coupe géologique suivante :

Sondage BSS002DSQN - Lithologie	Toit de l'horizon (m/TN)	Base de l'horizon (m/TN)
Terre végétale	0,00	0,40
Alluvions (graviers fins très compacts)	0,40	12,00
Argiles bleues (Helvétien)	12,00	133,00
Sables bleutés (Helvétien)	133,00	(159,00)
// fin de sondage //		

LITHOLOGIE DE LA COUCHE AFFLEURANTE

Les alluvions wurmiennes sont constituées de cailloutis principalement calcaires, faiblement émoussés, avec des silex rouges et verts, et comportent des intercalations de lentilles sableuses ou graveleuses.

Source des éléments constituant les alluvions

Les alluvions charriant par définition des sédiments de différentes granulométries y compris des cailloutis et galets, ceux exploités dans la carrière Sainte-Marie, il convient de s'assurer que ces éléments ne proviennent pas d'une source amiantifère. D'après le rapport hydrogéologique de Berga Sud, les éléments constituant les alluvions exploitées dans la carrière Sainte-Marie sont déposés par la rivière la Nesque. Celle-ci prend sa source sur le plateau du Vaucluse composé pour l'essentiel de calcaires à rudistes d'âge urgonien (Figure 5).

ANALYSE FIBROGENETIQUE DES OBJETS INVESTIGUES

Les objets géologiques investigués, des éléments carbonatés situés dans un contexte de bassin sédimentaire, proviennent de plateaux calcaires qui, bien que traversés par des accidents structuraux, n'ont pas été affectés par le métamorphisme. Ce contexte n'est pas propice à la formation de fibres.

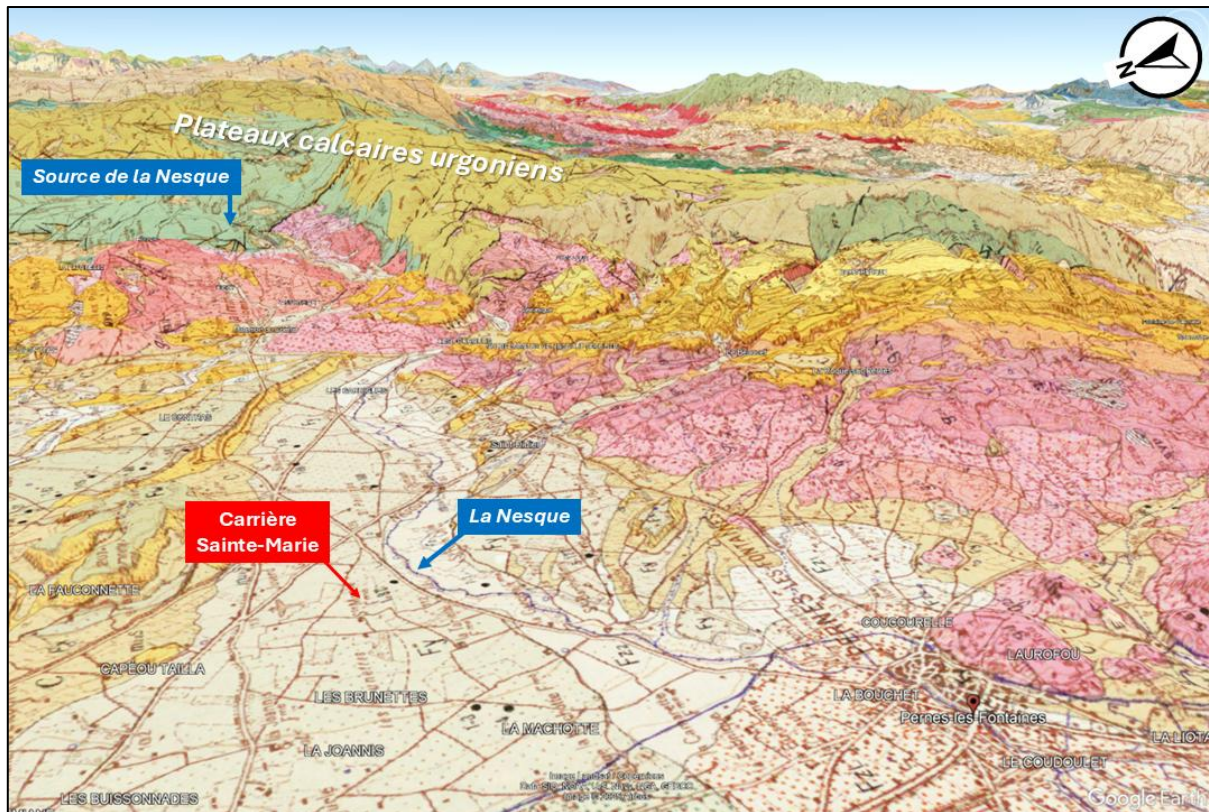


Figure 5 : Carte géologique 3D (Google Earth / BRGM) des environs du site d'étude montrant la source des alluvions de la carrière Sainte-Marie.

Les alluvions exploitées dans la carrière Sainte-Marie sont ainsi constituées pour l'essentiel d'éléments carbonatés, classés par le BRGM dans le groupe 1B des roches sédimentaires carbonatées qui présentent une susceptibilité amiantifère nulle, ce qui est corroborée par nos observations.

4. CONCLUSION

Au regard du contexte géologique local et de la nature des objets géologiques investigués au niveau de l'emprise de la zone d'exploitation de la carrière Sainte-Marie :

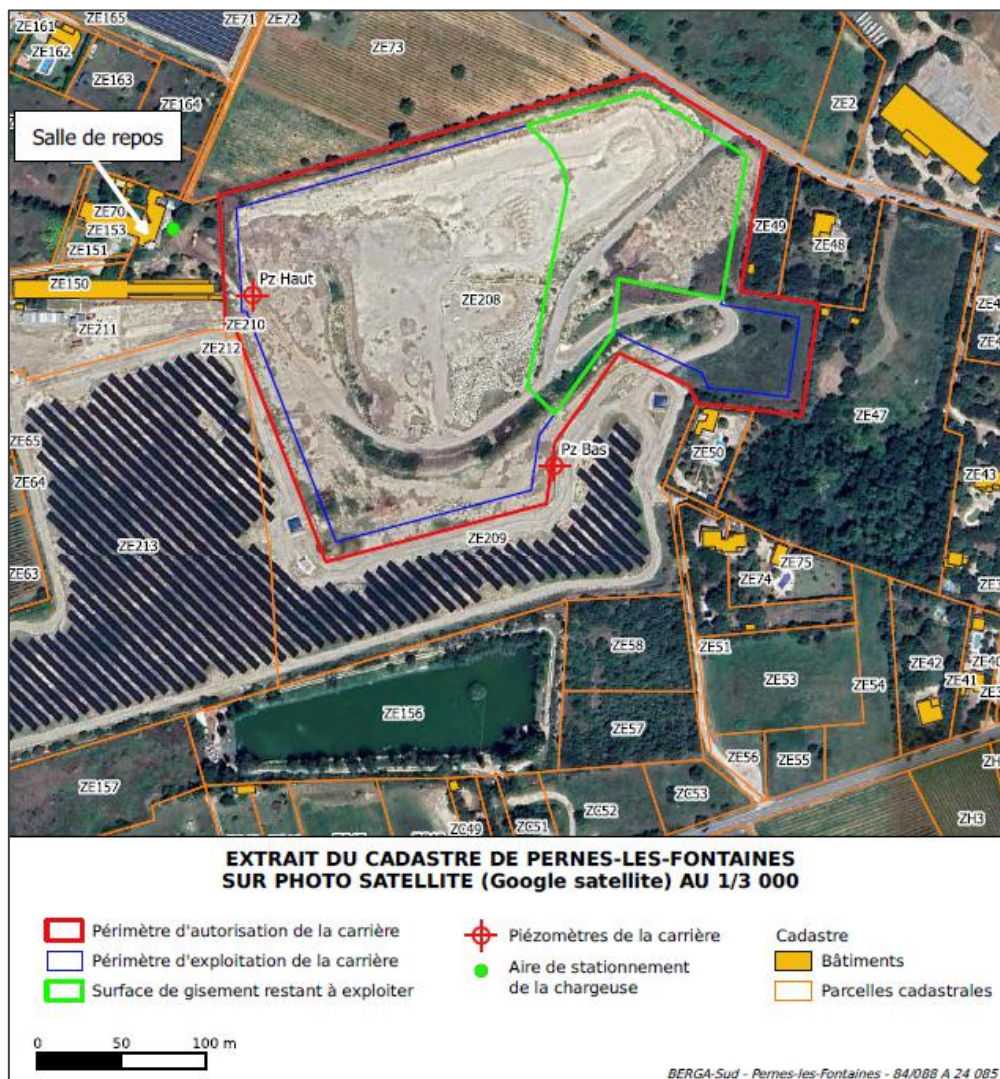
Dans le cadre de la mission objet de ce présent rapport, il n'a pas été repéré d'objet géologique contenant de l'amiante environnemental.

5. ANNEXES

LISTE DES DOCUMENTS CONSULTÉS

- Carte géologique de Carpentras (n°941)
- Notice de la feuille de Carpentras (n°941)
- Banque de données du sous-sol (InfoTerre)
- Rapport BRGM/RP-70343-FR « L'amiante dans l'environnement naturel : éléments de compréhension et d'aide à l'identification et à la caractérisation »
- Rapport d'étude hydrogéologique dans le cadre du projet de renouvellement d'autorisation d'exploitation de la zone d'extraction de la carrière Sainte-Marie, par la société Berga Sud (rapport n° 84/088 A 24 085), en date du 26/08/2024

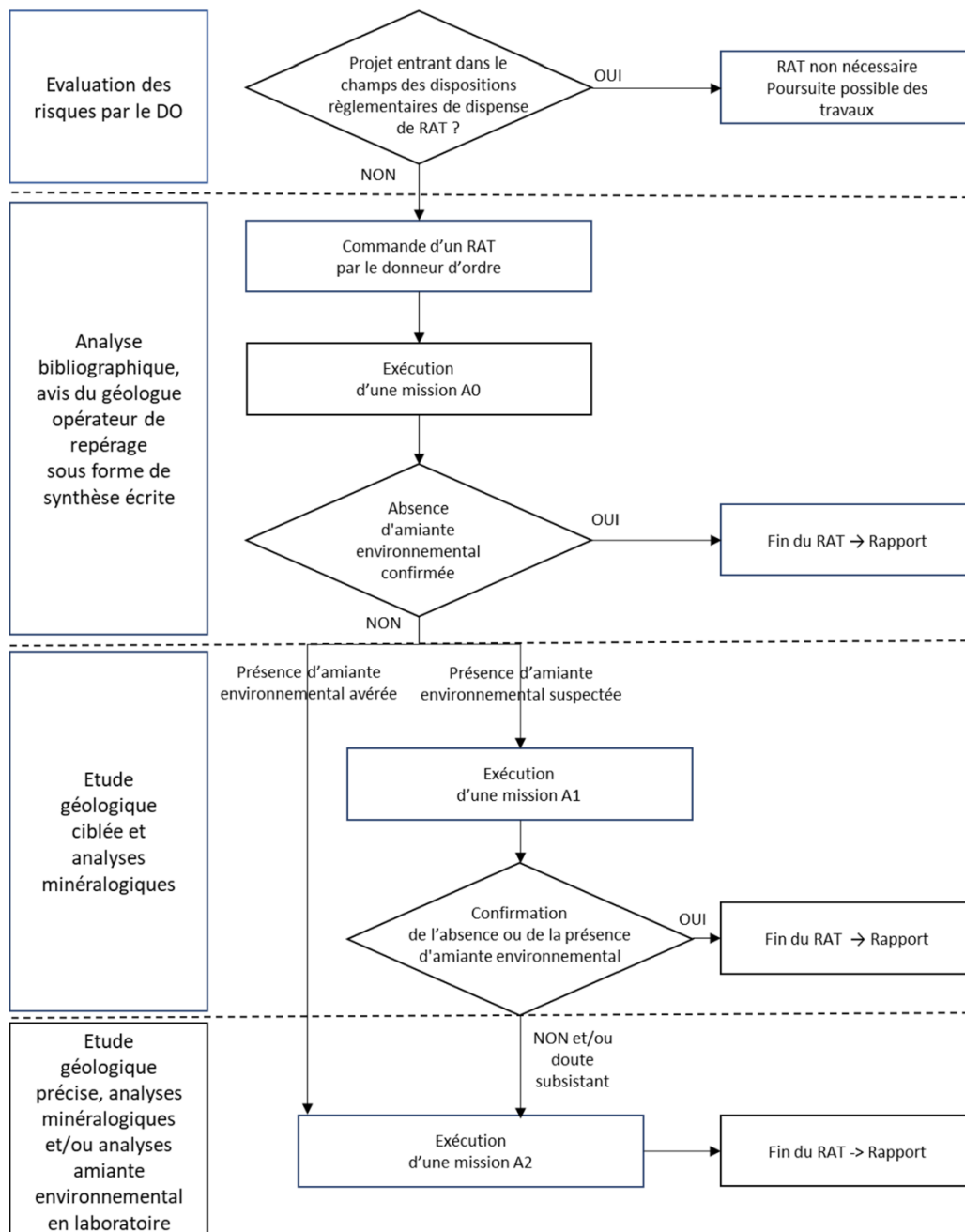
PLAN DU PROJET



EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-001 RELATIVE AU REPERAGE DE L'AMIANTE ENVIRONNEMENTAL DANS LES SOLS ET ROCHES EN PLACE

Les missions de repérage ont pour objectif d'identifier les objets géologiques contenant ou ne contenant pas d'amiante environnemental dans le périmètre de repérage défini par le géologue opérateur de repérage.

Le déroulement des missions de repérage est précisé à la Figure 1.



NOTE À tout moment, en A1 ou A2, peut être émis un rapport avec investigations complémentaires, ou dans les cas décrits dans cette norme, un pré-rapport.

Figure 1 — Déroulement des missions de repérage

Courtier :

Agence : Phase

Adresse : 37 rue des martyrs de la résistance - 57950 - Montigny les

metz

Orias : 07009147

Email : agence@ph-assur.com

ATTESTATION D'ASSURANCE**Assurance de Responsabilité Civile Décennale obligatoire & de Responsabilité Civile professionnelle des Professions Intellectuelles du Batiment**

délivrée le 23/07/2024

N° de police	AXE2404466
Date d'effet	01/07/2024
Période de validité	01/07/2024 au 30/06/2025

La compagnie MIC INSURANCE COMPANY, atteste que l'entreprise :

Nom: TUDSOLS

Adresse : 9 RUE MARX DORMOY 63300 THIERS

N° d'identification : 89295789500014

Forme juridique : SARL

Est titulaire d'un contrat d'assurance Responsabilité Civile Décennale Obligatoire et Responsabilité Civile Professionnelle n°AXE2404466 à effet du 01/07/2024

La présente attestation ne peut engager l'assureur au-delà des clauses et conditions du contrat auquel elle se réfère.

Professions déclarées

Les garanties objet de la présente attestation s'appliquent aux activités professionnelles ou missions suivantes (telles que définies ci-dessous) :

Les garanties de la présente attestation s'appliquent :

- Aux activités professionnelles ou missions suivantes :

Numéro d'activité	Activité
9	Diagnosticteur.

Conditions de garantie

- Seuls sont assurées les marché de l'assuré dont le montant ne dépasse pas 500.000 € (HT).
- Aux chantiers dont le coût total de construction HT tous corps d'état déclaré par le maître d'ouvrage (incluant l'ensemble des dépenses de l'ensemble des travaux afférents à la réalisation de l'opération de construction, toutes révisions, honoraires, taxes et s'il y a lieu travaux supplémentaires compris) n'est pas supérieur à 15 millions d'euros

Objet de la garantie**Nature, durée et maintien des garanties :**

- Responsabilité Civile Décennale : Le contrat garantit la responsabilité décennale de l'assuré instaurée par les articles

1792 et suivants du Code civil, dans le cadre et les limites prévus par les dispositions des articles L. 241-1 et L. 241-2 du Code des assurances relatives à l'obligation d'assurance décennale, et pour des travaux de construction d'ouvrages qui y sont soumis, au regard de l'article L. 243-1-1 du même code. La garantie couvre les travaux de réparation, notamment en cas de remplacement des ouvrages, qui comprennent également les travaux de démolition, déblaiement, dépose ou de démontage éventuellement nécessaires.

La garantie s'applique aux travaux ayant fait l'objet d'une ouverture de chantier pendant la période de validité mentionnée ci-dessus. L'ouverture est définie à l'annexe I de l'article A.243-1 du Code des assurances. La garantie s'applique pour la durée de la responsabilité décennale pesant sur l'assuré en vertu des articles 1792 et suivants du Code civil. Elle est maintenue dans tous les cas pour la même durée.

- **Responsabilité Civile Professionnelle :** Le contrat a pour objet de couvrir la Responsabilité Civile Professionnelle pour les dommages causés aux tiers par l'assuré dans le cadre des activités professionnelles précisées dans les présentes conditions particulières. Conformément aux dispositions de l'article L 124-5 alinéas 4 et 5 du Code des assurances, le contrat est établi en "base réclamation" pour ces chapitres du contrat.

Garanties et franchises accordées		
Nature des garanties	Montant de la garantie	Franchise par sinistre
RESPONSABILITE CIVILE DECENNALE		
Garantie Légale Obligatoire (La franchise applicable sera multipliée par deux en cas de non-respect de la Réglementation Environnementale 2020 mettant en cause la responsabilité de l'article 1792 du Code civil - Applicable en France Métropolitaine)	Montant des garanties : - Habitation : A hauteur du coût des travaux de réparation des dommages à l'ouvrage. Les travaux de réparation comprennent également les travaux de démolition, déblaiement, dépose ou démontage éventuellement nécessaires - Hors Habitation : A hauteur du coût des travaux de réparation des dommages à l'ouvrage dans la limite du coût total de construction déclaré par le maître d'ouvrage sans pouvoir être supérieur au montant prévu au I de l'article R243-3 du Code des assurances.	20% du sinistre avec un minimum tels que définis au titre du référentiel visé dans vos Conditions Particulières et un maximum de 15 000 €
Garantie décennale en cas d'intervention en qualité de sous-traitant	50 000 € par contrat de mission	
RESPONSABILITE CIVILE PROFESSIONNELLE		
Tous dommages confondus Limite globale de garantie	 5 000 000,00 €	
Dommages corporels garantis et dommages immatériels en résultant causés par Faute inexcusable	750 000,00 € 250 000,00 €	20% du sinistre avec un minimum tels que définis au titre du référentiel visé dans vos Conditions Particulières et un maximum de 15 000 €
Dommages matériels garantis et/ou Dommages immatériels en résultant, dont : Dommages matériels subis par les préposés Vols Escroqueries, détournement par préposés	200 000,00 € 20 000,00 € 20 000,00 € 20 000,00 €	

Négligences facilitant un vol	20 000,00 €	20% du sinistre avec un minimum tels que définis au titre du référentiel visé dans vos Conditions Particulières et un maximum de 15 000 €
Dommages matériels et immatériels en résultant causés aux existants	150 000,00 €	
Dommages immatériels non consécutifs à un dommage corporel ou matériel (dont 50 000 euros par an maximum garantis au titre des dommages consécutifs au non-respect de la Réglementation Environnementale 2020 – Applicable en France Métropolitaine)	100 000,00 €	
Dommages immatériels non consécutifs à un dommage non garanti	100 000,00 €	

Garantie PJ MIC

Nature des garanties	Domaine
En prévention de tout litige : Service d'information et d'accompagnement juridique en ligne	Informations administratives et juridiques dans le domaine de l'assurance construction
En cas de litige amiable : Intervention auprès de votre adversaire, afin de rechercher une issue négociée. En cas de litige judiciaire : Mise en œuvre de l'action judiciaire avec la désignation d'un avocat jusqu'à l'exécution de la décision rendue	Activité professionnelle, Administrative ; Aide aux victimes Automobiles, Défense pénale et disciplinaire, Locaux professionnels, Protection sociale, Prud'hommale, recouvrement de créance, fiscale, sociale

Territorialité

Ce contrat couvre les activités réalisées partout en France métropolitaine, Guadeloupe, Martinique, Guyane et la Réunion.

Mentions légales



Assureur : **MIC INSURANCE COMPANY**, entreprise régie par le Code des assurances, société anonyme au capital de 50 000 000€ - Immatriculée au RCS de Paris sous le numéro 885 241 208 dont le siège social est situé 28, rue de l'Amiral Hamelin - 75116 Paris - Soumise au contrôle de l'Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution – 4 Place de Budapest, CS 92459, 75436 Paris Cedex 09 - www.acpr.banque-france.fr – site web : www.micinsurance.fr

L'Assureur




Numéro d'activité	Activité	Description
9	Diagnostiqueur.	Missions de diagnostic couvertes: -Expert diagnostiqueur -Diagnostic Acoustique -Diagnostic Amiante (visuel avant-vente, avant-travaux, démolition, enrobés) -Diagnostic Ascenseur -Diagnostic Assainissement autonome ou collectif -Diagnostic Détection de Fuites -Diagnostic Eco Prêt - Diagnostic Etat de l'Installation Electrique -Diagnostic Etat de l'Installation Gaz -Diagnostic Etat des Lieux -Diagnostic Etat Parasitaire -Diagnostic Examinateur Certifications -Diagnostic Expert auprès de la cour d'appel -Diagnostic Handicap (accessibilité) -Diagnostic Humidité -Diagnostic Légionellose -Diagnostic Logement Décent -Diagnostic Loi Boutin -Diagnostic Loi Carrez -Diagnostic Loi Scellier -Diagnostic Métaux Lourds -Diagnostic Millièmes -Diagnostic Monoxyde de Carbone - Diagnostic Performance Energétique (DPE) -Diagnostic Plomb (CREP, DRIP, avant-travaux, Plomb dans l'eau) -Diagnostic Pollution des Sols -Diagnostic Prêt Conventionné : normes d'habitabilité - Diagnostic Qualité de l'air intérieur -Diagnostic Radon -Diagnostic Risques Naturels, Miniers et Technologiques -Diagnostic Sécurité Piscine -Diagnostic Technique SRU -Diagnostic Termites -Calcul Réglementaire RT2005, RE2020 -Expert Conseil en Rénovation Energétique (ERE) -Expert en Valeur Vénale -Mesure d'Empoussièrement Amiante-Mission de Coordination SPS -Personne Compétente en Radioprotection (PCR) -Tests d'Infiltrométrie : Enveloppe (8711) -Réseaux aérauliques (8721) Thermographie infrarouge

Monsieur SEBASTIEN LEIBRANDT

Attestation de fin de formation

Le formateur ou l'évaluateur du Centre de formation *ECF Centre de Formation Transport Logistique et TP*,

atteste que **Monsieur LEIBRANDT SEBASTIEN** a participé à la formation suivante :

Intitulé de l'action : Formation initiale AMIANTE Sous section 4 Encadrant Mixte

Référence au programme de formation : *H902 indice*

Nature : Cette action de formation entre dans la catégorie des actions d'adaptation et développement des compétences des salariés visées par le 2° de l'article L 6313-1 du Code du Travail.

Objectifs pédagogiques :

Dates : du 30/05/22 au 03/06/22

Durée : 35 heures

Résultat de l'évaluation des acquis :

- ☒ est satisfaisant
- ☐ est non satisfaisant
- ☐ sera connu à l'issue de l'examen final
- ☐ est inexistant par absence d'évaluation dans cette formation.

Fait à Gerzat, le 03/06/22

Le formateur ou l'évaluateur
Nom, signature et Cachet du centre



Centre Formation Transport Logistique Travaux Publics

PUY DE DÔME
5 rue du Pavin
63360 Gerzat
Tel: 04 73 24 50 00

HAUTE LOIRE
Zac des Estreys
43100 Espaly Saint Marcel
Tel: 04 71 02 40 24

LOIRE
6 boulevard Gruner
42230 Roche La Molière
Tel: 04 77 01 07 07

ALLIER
25 rue benoist d'azy
03100 Montluçon
Tel: 04 70 09 09 09

ALLIER
23 rue Marius Courteix
03150 Varennes sur Allier
Tel: 04 70 09 09 09

Siège social : ECF TP LOG*, 5 rue du Pavin, 63360 GERZAT - Contact: contact@ecf-vigier.com - Tél: 04 73 24 50 00
*certifiée testeur CACES®

SARL au capital DE 100 000 € - N° RCS 509 629 739 Clermont-Ferrand - N° de SIREN 509 629 739 - N° TVA
FR61509629739- Enregistré sous le n° 83630397263 - NAF 8559 A



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche

UNIVERSITÉ PARIS XI

DOCTORAT

Vu le code de l'éducation, notamment son article L.612-7; ;
Vu le code de la recherche, notamment son article L.412-1; ;
Vu le décret n°2002-481 du 8 avril 2002 relatif aux grades et titres universitaires et aux diplômes nationaux; ;
Vu l'arrêté du 3 septembre 1998 relatif à la charte des thèses; ;
Vu l'arrêté du 27 juin 1985 modifié fixant la liste des établissements autorisés à délivrer, seuls, le doctorat; ;
Vu l'arrêté du 21 août 2000 fixant la liste des établissements d'enseignements supérieur autorisés à délivrer le doctorat conjointement avec une université ou un institut national polytechnique; ;
Vu l'arrêté du 7 août 2006 relatif à la formation doctorale; ;
Vu les pièces justificatives produites par M. SEBASTIEN LEIBRANDT, né le 28 décembre 1982 à ALFORTVILLE (94), en vue de son inscription au doctorat ;
Vu le procès-verbal du jury attestant que l'intéressé a soutenu, le 16 décembre 2011 une thèse portant sur le sujet suivant : RECONSTITUTION DE L'EVOLUTION MORPHO-STRUCTURALE ET DE LA DYNAMIQUE ERUPTIVE DU MASSIF DU CANTAL, RELATION AVEC LA DISTRIBUTION SPATIO-TEMPORELLE DU VOLCANISME DU MASSIF CENTRAL (FRANCE)

préparée au sein de l'école doctorale Modélisation et Instrumentalisation en Physique, Energies, Géosciences et Environnement, devant un jury présidé par XAVIER GUIDELLEUR, Professeur et composé de GEORGES BOUDON, Physicien, RALF GERTISSER, Maître de Conférence, PIERRE-YVES GILLOT, Professeur, FRANCK LAVIGNE, Professeur ;

Vu la délibération du jury ;

Le **DIPLÔME NATIONAL DE DOCTEUR SCIENCES DE LA TERRE**, *mention très honorable*

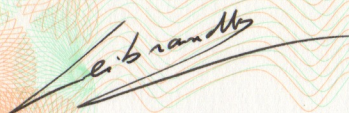
est délivré à **M. SEBASTIEN LEIBRANDT**

et confère le **grade de docteur**,

pour en jouir avec les droits et prérogatives qui y sont attachés.

Fait à Versailles, le 8 février 2012

Le titulaire



N° PARXI

8787736

/2012201100255

Le Président



Guy COUARRAZE

Le Recteur d'Académie,
Chancelier des universités



Alain BOISSINOT