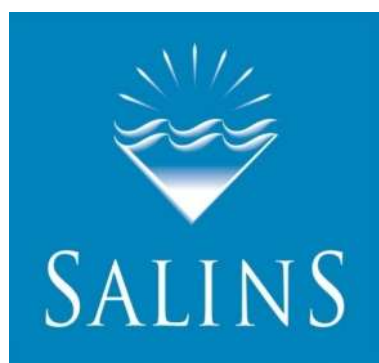


**Compagnie des Salins du
Midi et des Salines de l'Est**

Projet de sondages S-221 et S321 sur la concession de Saint-Pandelon (40)

**Demande d'autorisation d'ouverture de
travaux miniers**

**Mémoire en réponse à l'avis délibéré n° 2022APNA32
du 23 mars 2022 de la Mission Régionale d'Autorité
environnementale Nouvelle-Aquitaine**



Juin 2022



**Antea Group
Agence Grand-Ouest
Immeuble Tertio-pôle – Entrée A3
61 rue Jean Briaud – CS60054
33692 Mérignac Cedex**

Fiche Signalétique

Projet de sondages S-221 et S-321 sur la concession de SAINT PANDELON (40) : Mémoire en réponse à l'avis de la MRAe

CLIENT

Raison sociale	Compagnie des Salins du Midi et des Salines de l'Est
Coordonnées	92-98 Boulevard Victor Hugo 92115 Clichy
Contact / Destinataire	M. Dominique DUPUIS - 05 58 56 44 02 / 06 58 06 61 76 ddupuis@salins.com M. Emmanuel HERTZ – 03 83 18 73 57 / 06 80 07 96 31 ehertz@salins.com

SITE D'INTERVENTION

Raison sociale	Compagnie des Salins du Midi et des Salines de l'Est
Coordonnées	Site de Dax : 4, rue des salines 40102 DAX cedex
Famille d'activité	Sondage
Domaine Antea Group	Environnement

DOCUMENT

Date de remise	Juin 2022
Nombre d'exemplaire remis	1
Pièces jointes	-
Responsable Commercial	Marc Bazin

N° Rapport/ N°Projet / AQUP150388

Révision VA

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	Maud Parize	Ingénieur d'études	Juin 2022	
Vérification	Marc Bazin	Responsable d'activité Dossiers réglementaires, audit et conseil	Juin 2022	

Sommaire

Préambule	4
1 Le projet et son contexte	5
2 Analyse de la qualité de l'étude d'impact	6
2.1 Analyse de l'état initial du site du projet et de son environnement.....	6
2.2 Analyse des impacts temporaires, permanents, directs et indirects du projet sur l'environnement et des mesures d'évitement, de réduction et de compensation	10

Préambule

La Compagnie des Salins du Midi et des Salines de l'Est produit aujourd'hui sur l'ensemble de ses sites près de 2 millions de tonnes de sel de tous les types qu'elle commercialise sur tous les marchés.

Sur le site de Dax, les réserves de sel exploitables dans les cavités actuelles selon les méthodes mises en œuvre, permettent d'assurer les besoins d'alimentation en saumure de la saline de Dax jusqu'à l'été 2023.

Pour assurer la continuité de l'activité de production, CSME envisage de forer et d'équiper un nouveau sondage d'exploitation nommés S-221 et à un terme prévisionnel de quelques années un second forage S-321, à proximité des sondages existants, sur la commune de Saint-Pandelon, dans le département des Landes (40).

Conformément au Code Minier, un dossier de Demande Autorisation d'Ouverture de Travaux Miniers (DAOTM), a été réalisé pour ce projet et déposé en préfecture le 13 décembre 2021. Il comporte une étude d'impact. La Mission Régionale de l'Autorité Environnementale (MRAe) a été saisie et a rendu son avis le 23 mars 2022.

Le présent document s'attache à répondre à tous les points soulevés par cet avis.

Afin de faciliter la compréhension, les extraits de l'avis seront cités en italiques et encadrés, comme ici.

1 Le projet et son contexte

Présentation du projet

Avis MRAe p.3 :

La MRAe relève que pétitionnaire prévoit une durée d'exploitation jusqu'en 2060, à une échéance qui ne concorde pas avec la fin de validité en 2043 de la concession minière de Saint-Pandelon. Une explication doit donc être apportée sur ce point.

Réponse :

Le Code Minier indique, à l'article L.142-7, que « la durée d'une concession de mines peut faire l'objet de prolongations successives, chacune d'une durée inférieure ou égale à vingt-cinq ans ».

La concession de SAINT PANDELON, instituée par décret du 4 novembre 1881, arrivait à échéance le 31 décembre 2018. Pour assurer la pérennité de l'activité de la saline de Dax et permettre la poursuite de l'extraction de sel, CSME a demandé, par courrier du 1er décembre 2016, la prolongation de la concession, pour la durée maximale prévue par le Code Minier.

Le Décret du 12 décembre 2018 paru au Journal Officiel du 14 décembre 2018, la concession de SAINT PANDELON a été prolongée jusqu'au 31 décembre 2043.

L'approvisionnement de la saline de Dax est envisagé bien au-delà de l'année 2043. En outre, pour conserver la compétitivité de la production de sel de la saline de Dax face à la concurrence, notamment étrangère, les investissements nécessaires à la production de saumure doivent être optimisés. De plus, l'alimentation en saumure de la saline doit être sécurisé.

Le projet présenté par CSME sécurise l'approvisionnement en saumure de la saline en prévoyant le forage d'un second sondage en cas d'insuffisance ou de défaillance du premier. Ce projet optimise les investissements en mutualisant sur les deux sondages envisagés, la voie d'accès et les canalisations d'amenée d'eau et de collecte de la saumure.

Il est donc clair que les deux sondages sont nécessaires pour assurer la pérennité et la compétitivité de la saline de Dax.

Enfin, dans un souci de transparence, CSME a présenté un projet portant sur deux sondages plutôt que de solliciter l'autorisation d'ouverture de travaux miniers pour un sondage et en présenter une seconde d'ici cinq à dix ans.

Ainsi, attendu que chaque sondage permet d'extraire près de 1 million de tonnes de sel, les deux sondages du projet devraient alimenter la saline de Dax pendant une quarantaine d'années.

Il est bien entendu que, au moins deux ans avant l'échéance de la concession soit avant fin 2041, tel que le prévoit l'article 46 du décret n°2006-648 relatif aux titres miniers et aux titres de stockage souterrain, CSME présentera une nouvelle demande de prolongation du titre minier.

2 Analyse de la qualité de l'étude d'impact

2.1 Analyse de l'état initial du site du projet et de son environnement

Avis MRAe p.5 :

La MRAe recommande au pétitionnaire d'apporter les justifications des choix des aires d'étude : fonctionnalités et pertinence des périmètres au regard de la caractérisation de l'état initial de l'environnement du site et des résultats qualitatifs et quantitatifs recherchés.

Réponse :

Comme précisé au §3.1 de l'étude d'impact, l'aire d'étude immédiate correspond à la zone d'implantation du projet et à ses abords immédiats. Dans cette aire d'étude, une analyse fine de l'environnement est réalisée. Les thématiques environnementales étudiées dans ce périmètre restreint contiennent des enjeux ponctuels ou de nature à subir des impacts directs, intrinsèques aux terrains étudiés.

L'aire d'étude rapprochée, qui s'étend sur environ 500 m autour de l'aire d'étude immédiate, permet d'intégrer les secteurs proches ayant des relations fonctionnelles avec le projet, susceptibles d'influencer ou d'être influencés par le projet.

Attendu qu'il s'agit de replacer le projet dans le milieu naturel essentiellement mais aussi dans le contexte des zonages liés au grand paysage ou de certaines données publiques ou certains documents de planification disponibles uniquement pour un périmètre plus large (démographie, zonage hydrographique, climat, qualité de l'air) ou indisponibles dans l'aire d'étude rapprochée (données du suivi du réseau hydrographique par l'Agence de l'eau par exemple), ponctuellement, l'aire d'étude peut être étendue au-delà de l'aire d'étude rapprochée.

La tableau 1 de l'étude d'impact (§3.3) précise pour chaque segment de l'environnement l'aire d'étude retenue (immédiate ou rapprochée). Il est rappelé pour mémoire ci-après.

Compagnie des Salins du Midi et des Salines de l'Est
Demande Autorisation d'Ouverture de Travaux Miniers –
Sondage S-221 et S-321 de la concession de SAINT PANDELON

Segment	Sous-segment	Niveau d'enjeu <u>potentiel</u> en regard du projet	Précisions / Observations	Aire d'étude retenue
MILIEU PHYSIQUE	Topographie	Faible	Analyse de la topographie	Immédiate
	Sols	Fort	Modification de la structure de sol lors de la réalisation de la plateforme du futur sondage et de la voie d'accès (terrassements préalables). Risque de pollution lié aux engins de chantier lors de la réalisation du sondage et de la pose des canalisations. En phase d'exploitation, création d'une cavité souterraine. Risques de mouvements de subsidence liés ⇒ Contexte géologique à préciser	Immédiate
	Eaux souterraines	Fort	Présence, usage, qualité et vulnérabilité des eaux souterraines à déterminer pour appréhender la sensibilité vis-à-vis des consommations d'eaux envisagées. Risque de pollution des eaux en phase travaux En phase exploitation : risque de pollution des eaux en cas de fuite de la canalisation	Immédiate et rapprochée. Cette aire d'étude couvre la surface des aquifères souterrains concernés
	Eaux superficielles	Fort	Présence d'un cours d'eau sur le tracé de la future canalisation Risque de pollution des eaux en phase travaux Mesurer l'impact en cas de fuite de saumure en phase d'exploitation Prélèvement des eaux du lac pour dissolution du sel inchangée ⇒ Rappeler le contexte hydrographique ⇒ Vérifier les usages de l'eau de surface ⇒ Caractériser la qualité des eaux superficielles actuelles	Immédiate et rapprochée. Cette aire d'étude couvre le bassin versant concerné
	Climat, qualité de l'air et émissions de GES	Faible	Pas d'émission de GES en phase d'exploitation. Emissions ponctuelles de GES liées aux travaux ⇒ Exploiter les données disponibles du suivi Atmo Nouvelle Aquitaine	Rapprochée
MILIEU NATUREL	Zones d'intérêt écologiques continuités écologiques – trames vertes et bleues, milieu naturel sur le site du projet	Fort	Risque de détérioration ou destruction d'habitats ou d'espèces présentant un intérêt pour la biodiversité, ou d'incidence sur des zones protégées ou recensées ⇒ Zones d'intérêt écologique à recenser ⇒ Identifier les liens fonctionnels (via les eaux superficielles et souterraines, les axes de continuité écologique et les habitats naturels) ⇒ Identifier les enjeux écologiques des terrains du projet	Immédiate et rapprochée
PATRIMOINE ET PAYSAGE	Paysage	Faible	Projet de faibles dimensions en surface (tête de forage et compresseur uniquement, canalisations enterrées) Phase travaux a priori peu impactante sur le paysage ⇒ Analyser le paysage ⇒ Évaluer la visibilité depuis les axes de circulation principaux et le voisinage	Rapprochée
	Vestiges archéologiques	Probablement faible	⇒ Absence de zone archéologique sensible à confirmer	Immédiate
	Patrimoine	Probablement faible	Patrimoine culturel absent dans la zone du projet ⇒ Confirmer les éloignements des sites et monuments historiques inscrits et classés	Rapprochée
RISQUES MAJEURS	Risques naturels	Probablement faible	⇒ Vulnérabilité du projet vis-à-vis des risques naturels à étudier	Immédiate
	Risques technologiques	Probablement faible	Projet éloigné de toute installation industrielle ⇒ Vérifier l'absence d'ICPE à proximité et de transport de matières dangereuses	Rapprochée

MILIEU HUMAIN	Environnement humain	Modéré	Projet prenant place en milieu rural, présence de quelques habitations au sein de la zone d'étude ⇒ Identifier les habitations et établissements sensibles à proximité	Rapprochée
	Environnement économique	Probablement faible	Projet prenant place sur une parcelle agricole exploitée ⇒ Compatibilité de la poursuite de l'exploitation agricole à confirmer	Rapprochée
	Gêne sonore du voisinage	Modéré	Enjeu lié à la maîtrise du bruit en phase exploitation (présence de pompes et d'un compresseur + purge ponctuelle de l'air comprimé) ⇒ Étude acoustique	Rapprochée
	Gêne du voisinage liée aux odeurs	Nul	Projet ne générant pas d'odeurs	Rapprochée
	Ambiance lumineuse	Négligeable	Travaux en période diurne Absence d'installation de système d'éclairage	Immédiate
	Réseaux	Modéré	Présence potentielle de lignes électriques enterrées. ⇒ Recenser les réseaux existant	Immédiate
	Voies de circulation	Modéré	Site du projet aisément accessible par la route Travaux à réaliser partiellement le long de la route pour enterrer la canalisation qui reliera le sondage au saumoduc. Nécessité de traverser la route en certains endroits. Interruption ponctuelle du trafic mais sur une voie communale à faible trafic (milieu rural). Possibilité de déviation Pas d'incidences en phase exploitation car circulation limitée à quelques visites hebdomadaires diurnes et 1 à 2 interventions annuelles pour maintenance et travaux	Rapprochée
DOC. D'URBA	Documents d'urbanisme	Probablement faible	Projet localisé au sein de la concession de la CSME, sur des terrains propriété de CSME ⇒ Cohérence du projet vis-à-vis des documents d'urbanisme (PLU et SCoT) étudiée	Immédiate

Hierarchisation préliminaire des segments de l'environnement susceptibles de présenter le plus d'enjeux vis-à-vis du projet

Milieu physique

Avis MRAe p.7 :

La MRAe demande que l'étude d'impact soit complétée par des volets d'étude hydrologique et hydraulique permettant de comprendre l'effet en quantité et en qualité des prélèvements en eau qui seront réalisés sur la ou les masses d'eau concernées (le lac et ses tributaires amont et aval).

Réponse :

D'un point de vue hydrogéologique, le lac de Saint-Pandelon est principalement alimenté par le Hourn, la nappe d'eau souterraine superficielle étant peu productive et discontinue (cf. § 3.4.4.a de l'étude d'impact).

Le bassin versant hydrologique du Hourn à l'amont du lac est de 2,8 km². En première approche, la lame d'eau pluviale annuelle ruisselée sur le bassin versant du Luy est de 485 mm (source Banque Hydro, Eaufrance, statistiques sur la période 1967 - 2020). Par analogie, nous pouvons considérer que l'alimentation annuelle du lac est assurée par la même lame d'eau, soit, pour le bassin versant hydrologique du Hourn, un débit annuel moyen de 155 m³/h. Le pompage annuel d'eau dans le lac pour les besoins de l'exploitation de l'installation est d'environ 200 000 m³, soit moins de 15% du débit annuel moyen du Hourn. Cette situation reste inchangée par rapport à la situation actuelle avant-projet.

De plus, à ce jour, aucune baisse de niveau du plan d'eau qui occasionnerait un arrêt de la surverse vers l'aval du lac et l'interruption des écoulements du Hourn n'a été constatée.

Concernant les usages de l'eau, la base de données de l'agence de l'eau Adour-Garonne, dans un rayon de 2 km autour du lac de Saint-Pandelon, met en évidence cinq points de prélèvement pour l'irrigation. Depuis 2017, des volumes de prélèvements ne sont enregistrés que pour deux d'entre eux. Toutefois, ces données sont peu fiables car géoréférencées au centre de la commune, faute de données plus précises et l'un des prélèvements est identifié comme étant les salines.

Milieux naturels et biodiversité

Avis MRAe p.7 :

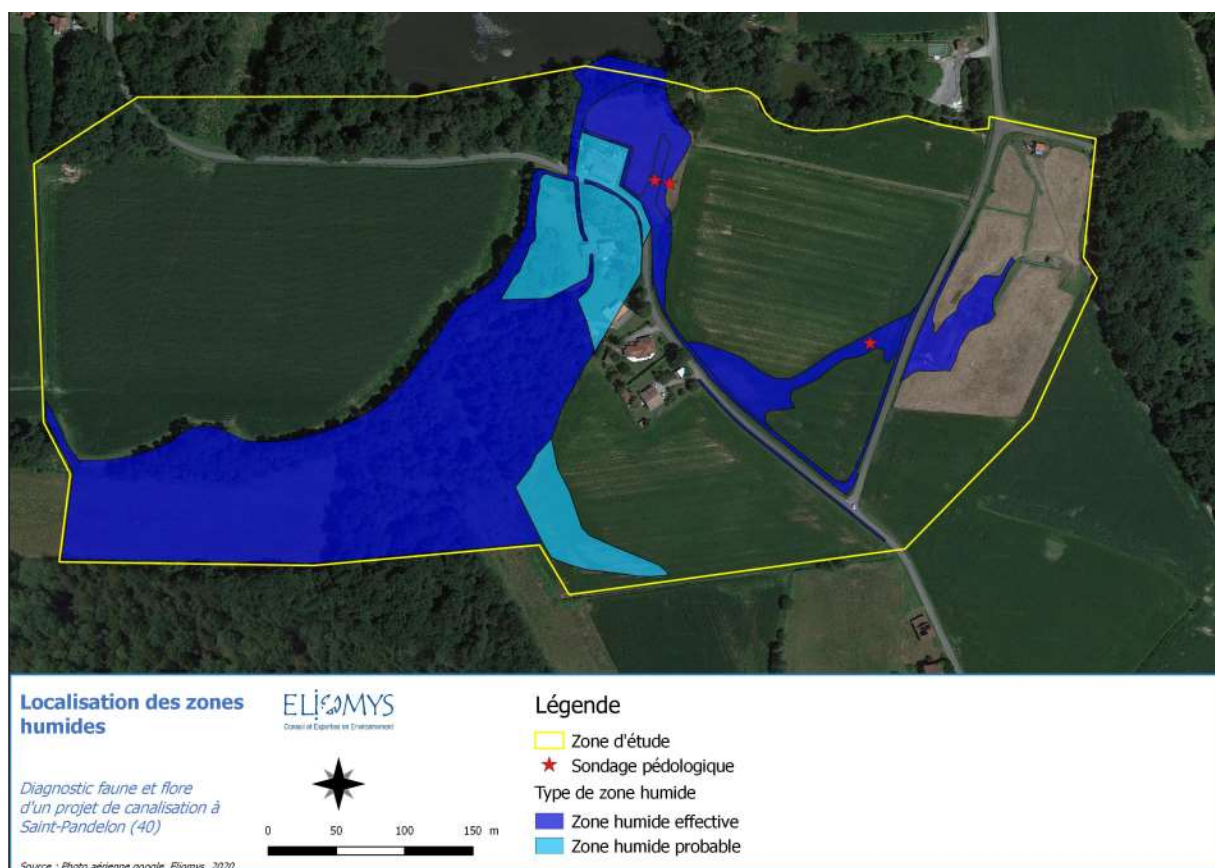
La MRAe estime que l'absence de présentation de la méthodologie employée pour la caractérisation des zones humides ne permet pas de s'assurer de leur entière détermination et prise en compte dans le projet. Elle demande au porteur de projet de confirmer la caractérisation des zones humides en application des dispositions de l'article L. 211-1 du code de l'environnement, modifié par la loi du 24 juillet 2019 renforçant la police de l'environnement, d'ores-et-déjà en application (critère pédologique ou floristique).

Réponse :

Les zones humides ont été caractérisées à l'aide des deux critères :

- Le critère floristique : une zone humide selon le critère floristique est déterminée par une dominance d'espèces hygrophiles et/ou le rattachement de la végétation à une végétation (habitat CORINE Biotopes ou syntaxon) identifiée comme caractéristique de zone humide,
- Le critère pédologique : La délimitation des zones humides selon le critère pédologique est basée sur une série de sondages réalisée à l'aide d'une tarière, avec caractérisation d'éventuels horizons hydromorphes (présences de traces d'oxydo-réduction, décoloration, engorgement, etc.).

La carte de localisation des sondages pédologiques est présentée ci-après.



2.2 Analyse des impacts temporaires, permanents, directs et indirects du projet sur l'environnement et des mesures d'évitement, de réduction et de compensation

Avis MRAe p.8 :

La MRAe demande au porteur de projet de reprendre et de compléter l'ensemble des mesures ERC proposées en les exprimant qualitativement et quantitativement en termes d'objectifs à atteindre et de suivis à mettre en place

Réponse :


Le tableau ci-après synthétise l'ensemble des mesures ERC proposées dans le cadre du dossier, complété, en exprimant qualitativement et quantitativement les mesures, en termes d'objectifs à atteindre et de suivi à mettre en place.

MES E : mesure d'évitement de l'impact du projet



MES R : mesure de réduction de l'impact du projet

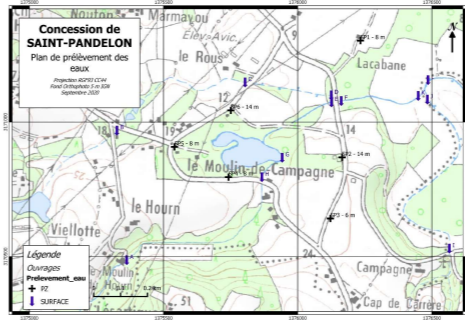
MES C : mesure de compensation de l'impact du projet

MES S : mesure de suivi de l'impact du projet

Nom de la mesures	Segment de l'environnement	Objectif à atteindre	
		Description qualitative	Description quantitative
MES E1	Risque d'affaissement	Evitement le risque d'instabilité géotechnique lié à la réalisation de la cavité	Etude géomécanique réalisée par l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris Mesures de surveillance du développement de la cavité
MES E2	Sol et eaux	Evitement de la pollution des sols et des eaux de surface et souterraines	Techniques de foration permettant d'isoler la nappe peu épaisse et peu perméable des alluvions de la cavité de saumure Gestion selon les bonnes pratiques de la profession des produits / matières susceptibles d'être présents sur le chantier et de générer une pollution des milieux : formation des opérateurs, couverture des installations, mise sur rétention, présence de kit antipollution, audit de chantier, etc. mais également : <ul style="list-style-type: none"> - Pas de ravitaillement des engins de chantier mobiles en carburant sur site ou ravitaillement sur une aire dédiée imperméable ; - Présence sur le chantier de produit absorbants et de kits anti-pollution ; - Limitation du stockage des produits polluants (essence, huile, etc.) au strict nécessaire et stockage sur rétention - Interdiction de tout stockage à proximité du cours d'eau ou des fossés ; - - Dans le champ (voirie et plateformes) : piste créée à une distance de 3m par rapport à la lisière du bois et passage des réseaux enterrés par tranchée côté Ouest de la piste afin de préserver le ruisseau du Hourn - Récupération des fluides de foration - Gestion des déchets selon réglementation En phase exploitation : <ul style="list-style-type: none"> - Construction d'une aire étanche et d'une fosse de collecte des égouttures autour du puits avant la mise en service. Les pompes seront également disposées sur une aire étanche et abritées des intempéries ; - Installation d'un abri mobile sur le puits pour éviter que la fosse de collecte des égouttures ne se remplisse d'eau de pluie ; - Epreuve initiale des canalisations avant mise en service ; - Détection des fuites assurée par un suivi permanent des débits de saumure mesurés à l'entrée et à la sortie des collectes (entre puits et départ du saumoduc vers Dax), transmission en temps réel des résultats en salle de contrôle, alerte en cas d'écart significatif et arrêt de la pompe du saumoduc des pompes d'injection d'eau dans le puits et fermeture automatique des vannes du puits. Plan de surveillance et de maintenance des canalisations de saumure
MES E3	Ecologie	Evitement du dérangement de la faune, de la période de nidification de l'avifaune (mars à juillet), de la période de vol et de ponte des imagos d'Agrion de Mercure, des hautes eaux (zones humides)	Calendrier favorable aux travaux susceptibles d'impacter la biodiversité et les zones humides 
MES E4	Ecologie	Evitement durant les travaux de l'impact sur les larves et œufs d'Agrion de Mercure susceptibles d'être présents dans le fossé habitat	<ul style="list-style-type: none"> - Balisage du fossé concerné avant travaux et durant toute la période de travaux - Implantation de la tranchée hors fossé lui-même - Protection du fossé concerné avant travaux et durant toute la période de travaux par recouvrement du fossé par planches de bois posées reposant sur les flancs supérieurs du fossé, supportant une bâche imperméable (selon le schéma suivant), ou équivalent, évitant toute chute de matières dans le fossé - Evitement total du fossé localisé au nord de la voirie par une traversée par fonçage depuis le champ situé au nord du fossé en direction de la voirie - Durée des travaux de pose de la canalisation limitée à quelques jours pour éviter la perturbation de l'écosystème - Gestion des déblais / remblais (stockage côté chaussée ou enlèvement)

Nom de la mesures	Segment de l'environnement	Objectif à atteindre	
		Description qualitative	Description quantitative
MES E5	Risque réseaux enterrés	Evitement de l'atteinte aux Réseaux enterrés	En phase chantier : les mesures réglementaires et bonnes pratiques de la profession seront appliquées En phase exploitation : la conduite sera déclarée sur le Portail Ineris « construire sans détruire »
MES R1	Cycle de l'eau / Zones humides	La piste et les plateformes seront réalisées en revêtement concassé compacté, assurant ainsi le drainage des sols. L'étendue de la zone de chantier sera limitée au strict nécessaire et balisée (afin de limiter le tassement du sol, la création d'ornièrre, ...).	
MES R2	Cycle de l'eau / Zones humides	Réduction de l'impact du creusement de la tranchée en zone humide non évitée sur la fonctionnalité écologique et hydrologique de la zone humide	Lors du creusement de la tranchée en zone humide non évitée (< 100m²), le protocole consistera à retirer les différents horizons séparément, déposés sur un géotextile le long de la tranchée lors de l'extraction, afin de les mettre en place dans l'ordre, sans apport de matériaux potentiellement drainant à l'exception du lit de sable de protection des canalisations qui sera réduit au strict minimum. Cette mesure permettra de favoriser la recolonisation rapide par la banque de graines existante et de retrouver la fonctionnalité écologique de la zone humide la plus proche possible de l'état initial.
MES R3	Ecologie	Evitement de l'impact des secteurs à enjeux écologiques bordant la canalisation	Balisage réalisé avant travaux interdisant l'accès des zones humides, du fossé, de la haie et de la lisère du boisement riverain du ruisseau du Hourn
MES R4	Agriculture	Réduction de la perte de surface agricole et remise en état	La piste et les forages ont été implantés au plus près des limites de parcelles, afin de limiter la perte de surface agricole et le morcellement. Avant l'abandon du site, les pistes seront décapées et recouvertes de terre végétale pour rendre le terrain à sa vocation agricole initiale

Nom de la mesures	Segment de l'environnement	Objectif à atteindre	
		Description qualitative	Description quantitative
MES R5	Émissions atmosphériques	En phase travaux, le contact des engins n'évoluant pas sera coupé, pour économiser le carburant et réduire les émissions de polluants atmosphériques.	
MES R6	Ambiance acoustique	Réduction des émissions sonores	Les machines seront insonorisées selon la réglementation en vigueur. Afin de réduire les effets sonores temporaires du chantier, les travaux seront réalisés en période diurne, avec au maximum deux postes de travail (6h-21h) et durant les jours ouvrés (soit 5 jours sur 7), hors éventuels travaux d'urgence. Si des gênes sont constatées pour le voisinage en phase forage, des mesures de contrôle sonore seront réalisées et la mise en œuvre de dispositions particulières de réduction des émissions sonore à la source sera étudiée (capotage de moteurs, mise en place d'écran acoustiques provisoire, etc.) En phase d'exploitation, les pompes et le compresseur d'air seront capotés pour améliorer leur insonorisation.
MES R7	Risque routier	Réduction du risque accidentel routier	Les accès au chantier et la voirie seront maintenus propres pendant toute la durée des travaux. Un itinéraire de déviation (d'une longueur de 1,5 km) comprenant une signalisation spécifique sera mis en place pendant la période de pose des canalisations sous la chaussée. La chaussée de la route de Moulin de Campagne sera remise en état après les travaux - Figure 53 de l'étude d'impact : Itinéraire de déviation 
MES R8	Réseaux enterrés	Libération des terrains	Avant l'abandon du site, les câbles électriques et les câbles de transfert de données seront retirés. Les conduites d'injection d'eau douce et de collecte de saumure, seront inertées.
MES C	Sans objet	Sans objet	Sans objet
MES S1	Risque d'affaissement lent et progressif lié à la cavité	Le suivi de l'altitude de certains points particuliers en surface permet de mesurer la subsidence des terrains. Le réseau des points de repère est constitué de repères disposés selon un maillage couvrant l'ensemble du périmètre d'exploitation.	Réseau de 61 points de nivellement - suivi au moins une fois par an - Figure 51 de l'étude d'impact : 
MES S2	Ressource en eau	Un réseau de surveillance est prévu avant le début des travaux et pendant toute la durée de l'exploitation	Réseau de 12 points de suivi de la qualité des eaux superficielles Réseau de 6 piézomètres de suivi des niveaux piézométriques et de la qualité des eaux souterraines - Figure 52 de l'étude d'impact :

Nom de la mesures	Segment de l'environnement	Objectif à atteindre	
		Description qualitative	Description quantitative
			
MES S3	Ressource en eau	Suivi du débit du cours d'eau du Hourn	Mise en place d'un suivi régulier du débit de surverse du lac
MES S4	Ecologie	Pour confirmer l'efficacité des mesures mises en place lors de la phase travaux, un suivi écologique sera réalisé sur l'Agrion de Mercure, la faune des haies et les zones humides.	Ces 3 suivis seront réalisés à partir de l'année n+1 suivant les travaux et sur une période de 3 ans. Ils seront validés par une note de synthèse annuelle.

Milieu physique

Avis MRAe p.9 :

La MRAe demande au porteur de projet de compléter son étude par une analyse des impacts potentiels du prélèvement de l'eau du lac par le projet et de proposer des mesures appropriées le cas échéant pour les éviter ou les réduire.

Réponse :

L'exploitation nécessite le pompage annuel d'environ 200 000 m³ d'eau dans le lac appartenant à CSME, avec un débit de pointe de 30 m³/h. Le volume d'eau prélevé permet la production de saumure par dissolution de la roche saline et le transport du sel (saumure à saturation) vers l'usine de production. Aucune économie de consommation d'eau prélevée dans le lac n'est par conséquent envisageable sans réduire directement la production de sel.

En termes d'impact du prélèvement sur les eaux souterraines et sur les eaux de surface, les éléments sont ceux précisés au point « Milieu physique » « Avis MRAe p.7 » ci-avant :

« D'un point de vue hydrogéologique, le lac de Saint-Pandelon est principalement alimenté par le Hourn, la nappe d'eau souterraine superficielle étant peu productive et discontinue (cf. § 3.4.4.a de l'étude d'impact).

Le bassin versant hydrologique du Hourn à l'amont du lac est de 2,8 km². En première approche, la lame d'eau pluviale annuelle ruisselée sur le bassin versant du Luy est de 485 mm (source Banque Hydro, Eaufrance, statistiques sur la période 1967 - 2020). Par analogie, nous pouvons considérer que l'alimentation annuelle du lac est assurée par la même lame d'eau, soit, pour le bassin versant hydrologique du Hourn, un débit annuel moyen de 155 m³/h. Le pompage annuel d'eau dans le lac pour les besoins de l'exploitation de l'installation est d'environ 200 000 m³, soit moins de 15% du débit annuel moyen du Hourn. Cette situation reste inchangée par rapport à la situation actuelle avant-projet.

De plus, à ce jour, aucune baisse de niveau du plan d'eau qui occasionnerait un arrêt de la surverse vers l'aval du lac et l'interruption des écoulements du Hourn n'a été constatée. »

La mesure régulière du débit de surverse pourra toutefois constituer une mesure d'accompagnement.

Avis MRAe p.9 :

Par ailleurs, en matière de prise en compte des aléas, la situation de la commune de Saint-Pandelon située en zone de sismicité faible (zone 2) justifie que des précisions soient apportées sur les conséquences possibles de l'exploitation sur la stabilité des sols et sur les risques d'effondrements afférents.

Réponse :

Des compléments ont été apportés à l'étude de stabilité des cavités par ARMINES qui indique notamment :

« Contrairement aux structures de surface, les structures souterraines sont moins vulnérables aux dommages des séismes en raison du caractère confiné du milieu. Plusieurs exemples ont été rapportés en Chine, en Chili et dans d'autres pays miniers marqués par une forte sismicité où la surface subit des dégâts très graves avec des villes et des villages totalement rasés pendant qu'en même temps les exploitations souterraines situées à des profondeurs de 200 à 300 m n'enregistrent aucun signe d'instabilité.

Les dommages causés par un séisme sont surtout liés aux ondes à basse fréquence (de l'ordre du Hz) et à forte vitesse particulière (de l'ordre de 1 m/s). La présence de vides souterrains présentant des parois verticales de grande hauteur génère, à la rencontre de ces ondes, des mouvements horizontaux qui peuvent être d'ordre centimétrique selon l'intensité du séisme et la hauteur découverte. A très faible profondeur, les vides souterrains renforcent les ondes à basse fréquence (donc augmentent les déplacements) et amplifient par conséquent les dommages en surface.

Dans le cas de l'exploitation de sel par dissolution dans le champ de Saint-Pandelon, le toit des cavités les plus proches de la surface serait situé à 120 m de profondeur (les deux nouvelles cavités envisagées S221 et S321). Par ailleurs, toutes les cavités resteraient toujours pleines de saumure. Ces deux facteurs (profondeur relativement importante et absence de vide) constituent des paramètres favorables à la stabilité des ouvrages souterrains eux-mêmes et à l'atténuation des phénomènes en surface. »

Le rapport d'étude de stabilité complété est joint au présent mémoire de réponse.

Milieus naturels

Avis MRAe p.9 :

La MRAe recommande d'apporter des précisions sur les impacts directs et résiduels du projet sur la zone humide (cf. cartographie ci-dessous), et de proposer des mesures de compensation proportionnées à ces impacts.

Réponse :

Entre la localisation des points de forage et celle du saumoduc de transport de la saumure à l'usine de traitement, trois secteurs de zones humides sont identifiés :

- Un premier ensemble le long du ruisseau du Hourn en amont de la route communale (berges du ruisseau du Hourn),
- Un second ensemble le long du ruisseau du Hourn en aval de la route communale (prairie à l'est du Moulin de Campagne),
- Un troisième ensemble le long du fossé longeant la route communale (route du Moulin de Campagne) à l'est du ruisseau du Hourn.

Le tracé de la canalisation de transfert de la saumure produite par les puits d'exploitation vers le saumoduc a été choisi pour éviter :

- Le premier ensemble de zones humides le long du ruisseau du Hourn dont l'emprise et la qualité apparaissent relativement importantes, par positionnement en longeant à distance le Hourn rive gauche vers l'aval, passage sur le bas-côté sud (amont) de la route communale, traversée sur Hourn au niveau du pont de la route communale, traversée de la chaussée
- Le troisième ensemble le long du fossé longeant la route communale à l'est du ruisseau du Hourn abritant des enjeux écologiques (Agrion de Mercure).

Le second ensemble de zones humides est impacté temporairement et localement sur un linéaire de 50 m localisé au niveau de la prairie à l'est du Moulin de Campagne. À la vue de la surface de zone

humide identifiée sur le secteur (4,5 ha), la surface impactée reste toutefois limitée (estimation < 100 m², soit < 0,22 %). Cet impact résiduel est évalué comme faible.

Toutefois, aucune espèce floristique ni faunistique protégée n'a été identifiée au droit ou à proximité des zones humides non évitées. La fonctionnalité écologique des milieux non évités est donc limitée.

Au droit du secteur d'étude, il n'existe qu'une nappe phréatique de faible puissance et peu productive. On rencontre ensuite un toit d'argile brun rouge constituant une couverture imperméable empêchant les infiltrations d'eau. La fonctionnalité hydrogéologique des milieux humides identifiés est donc limitée. De plus, le positionnement de la tranchée globalement localisée sur une courbe de niveau réduit fortement le risque de drainage et l'impact associé est alors évalué comme faible.

Concernant la fonctionnalité hydrologique des zones humides, le secteur d'étude est situé à l'écart des zones inondables et on note donc l'absence de leur rôle dans la régulation des crues.

Afin d'éviter toute emprise accidentelle sur les secteurs à enjeux écologiques bordant la canalisation, un balisage de ces secteurs sera réalisé en amont des travaux par de la rubalise et des barrières temporaires. Ce balisage sera réalisé notamment au niveau des zones humides.

La réalisation du chantier de pose de canalisation et réseaux peut conduire à tasser localement le sol et impacter la flore présente (roulage des engins, terrassements), et contribuer ainsi à dégrader la zone humide traversée. Pour limiter les effets des travaux sur les zones humides, la période d'intervention privilégiée s'étalera à l'automne de septembre à décembre, en période de basses eaux, ce qui réduira les risques de présence de sols engorgés d'eau sensibles aux tassements.

Lors du creusement de la tranchée au niveau de la zone humide (faible profondeur), le protocole consistera à retirer les différents horizons séparément, déposés sur un géotextile le long de la tranchée lors de l'extraction, afin de les remettre en place dans l'ordre, sans apport de matériaux potentiellement drainant à l'exception du lit de sable destiné à protéger les canalisations en fond de fouille. Ce lit de sable sera limité au strict nécessaire. Aucune imperméabilisation des sols ne sera réalisée. La structure du sol sera ainsi conservée au maximum. Cette mesure permettra de retrouver les fonctionnalités (bien que très limitées) de la zone humide la plus proche possible de l'état initial.

Après mise en place des différentes mesures d'évitement partielle et de réduction d'impact, l'impact résiduel du projet sur les fonctionnalités écologiques, hydrologiques et hydrogéologiques des zones humides sera donc très faible, limité dans le temps (phase travaux) et dans l'espace (< 100 m²). A l'issue de ce constat, la mise en œuvre d'autres mesures d'évitement pour conduire à l'évitement total des zones humides identifiées (forage dirigé par exemple) a été jugée disproportionnée.

Enfin, pour confirmer l'efficacité des mesures mises en place lors de la phase travaux et la bonne reprise de la zone humide faiblement et temporairement dégradée, un suivi écologique sera réalisé sur les zones humides à partir de l'année n+1 suivant les travaux et sur une période de 3 ans. Ils seront validés par une note de synthèse annuelle. La résilience des secteurs de zones humides impactées sera ainsi vérifiée par la réalisation d'un suivi floristique des zones perturbées. Ce suivi consistera en la réalisation de relevés phytosociologiques simplifiés au niveau des secteurs impactés, ainsi qu'en amont et en aval du sens de l'écoulement. Une analyse des cortèges relevés et de leur évolution sur plusieurs années ainsi qu'une comparaison avec l'état initial avant travaux permettra d'évaluer le niveau de résilience de ces habitats.

Milieu humain et paysage

Avis MRAe p.10 :

La MRAe demande au porteur de projet de produire une étude acoustique s'appuyant notamment sur les impacts des installations existantes.

Réponse :

Une étude acoustique identifiant les impacts et mesures du projet d'exploitation est jointe en annexe de la présente note.

Les conclusions en sont rappelées ci-dessous :

« L'étude acoustique a été menée sur la base de mesures acoustiques disponibles réalisées par CSME en 2017, dans un environnement identique à la situation actuelle de 2022. Le niveau de bruit résiduel retenu lors des mesures est de 32,0 dB(A) en période diurne et 27,0 dB(A) en période nocturne.

Les émergences brutes constatées au droit des ZER (Zone à Emergence Réglementée), lors des simulations, impliquent des traitements acoustiques des sources d'émission sonore afin de garantir le respect de la réglementation en vigueur.

Après simulation des mesures de protection acoustiques à prévoir (insonorisation par capotage des pompes et compresseur tel que décrit ci-après), les émergences au droit du voisinage (ZER) sont respectées :

- Le niveau de puissance sonore de la pompe S321 ne devra pas excéder 95,5 dB(A) ;
- Le niveau de puissance sonore de la pompe S221 ne devra pas excéder 89,5 dB(A) ;
- Le niveau de puissance sonore du compresseur ne devra pas excéder 86,5 dB(A) lors de son fonctionnement ».

Avis MRAe p.10 :

[La MRAe] demande également de préciser si les phénomènes de subsidence peuvent se produire à proximité des zones habitées.

Réponse :

Une étude de stabilité du développement de deux nouvelles cavités par dissolution dans le champ de Saint-Pandelon a été réalisée en octobre 2020 par le Centre de Géosciences Armines. Elle est annexée à l'étude d'impact (annexe C).

Elle a été complétée par une étude géomécanique réalisée par l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris afin de déterminer un dimensionnement optimal des cavités, garantissant la stabilité des cavités et des piliers les séparant, une subsidence limitée et un bon comportement des terrains situés au-dessus du gisement de sel.

Les principales conclusions de ces études relatives aux potentiels de dangers liés aux nouvelles cavités en projet sont reprises dans l'étude de dangers intégrée au DAOTM (pièce H).

L'étude de stabilité Armines a montré que la subsidence liée à l'exploitation de telles cavités était de l'ordre de 17 millimètres au bout de 100 ans au niveau des sondages d'exploitation, de 15 millimètres à 100 mètres des sondages, de 10 millimètres à 200 mètres des sondages et de 3 millimètres à 400 mètres des sondages, ce qui n'est pas perceptible à l'échelle de l'exploitation.

Le suivi de l'altitude de certains points particuliers en surface, disposés selon un maillage couvrant l'ensemble du périmètre d'exploitation, permettra de vérifier l'absence de subsidence significative des terrains pendant et après la fin de l'exploitation.

Ainsi, l'application stricte des recommandations contenues dans les études préalables garantit la création et l'exploitation de cavités autostables, pendant et après la fin de l'exploitation, évitant ainsi toutes subsidence importante.

Ainsi, les habitations les plus proches des sondages pourraient être affectées par une subsidence de 10 à 15 millimètres au bout de 100 ans.

Justification du choix du site et démantèlement

Avis MRAe p.10 :

La MRAe demande au porteur de projet de compléter son étude en développant les actions à mener après la phase de fin d'exploitation.

Réponse :

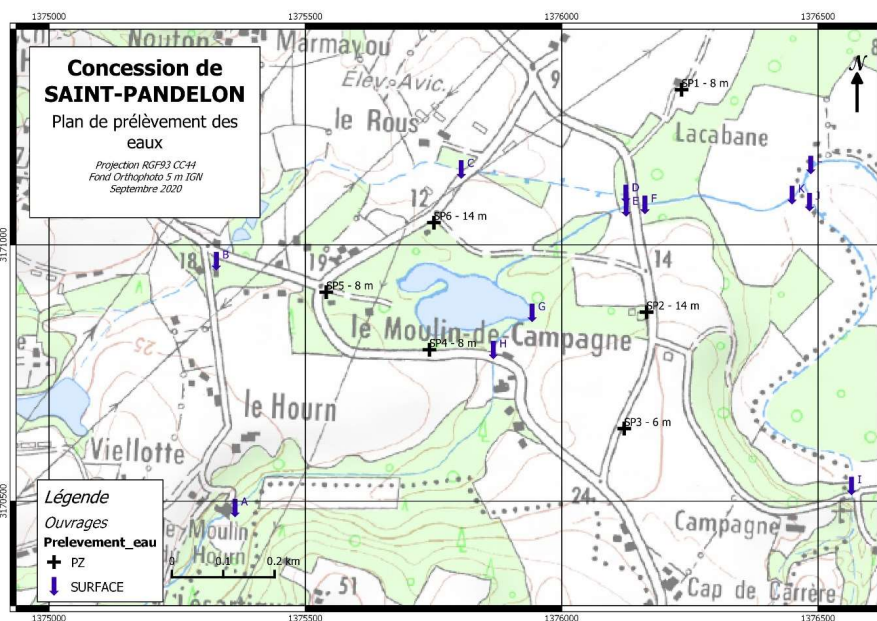
L'étude d'incidence des travaux sur la ressource en eau, pièce G du DAOTM, précise dans son chapitre 3.4.2 Surveillance après la fin d'exploitation du puits :

« En fonction des événements et des impacts relevés lors de l'exploitation, la surveillance des mouvements de terrain et des eaux souterraines pourra être poursuivie ou non en phase post-exploitation.

La nécessité de conserver tout ou partie du réseau de bornes de nivellement et des piézomètres sera évaluée dans le cadre de la déclaration d'arrêt définitif des travaux miniers qui suivra l'exploitation. »

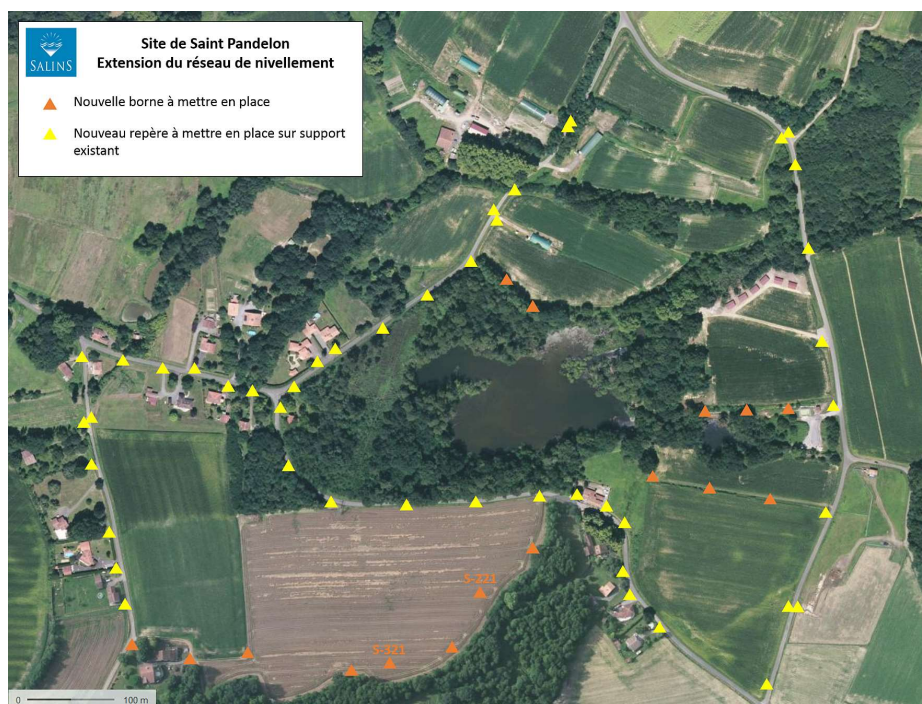
La durée de ces suivis sera également précisée dans le cadre de la déclaration d'arrêt définitif des travaux miniers.

Pour rappel, la surveillance des eaux souterraines est assurée, dès la phase travaux, de façon semestrielle, via un réseau de 6 piézomètres entre 6 et 14 m de profondeur : suivi de l'évolution des niveaux piézométriques et de la qualité des eaux souterraines (pH, conductivité électrique de l'eau, teneurs en Cl- et SO4--).



Implantation des points de surveillance des eaux (eau de surface et eau souterraine)

Le réseau de nivellement envisagé comprend la mise en place de 45 nouveaux repères sur support existant et de 16 nouvelles bornes (soient 61 points de nivellement en tout), disposés selon un maillage couvrant l'ensemble du périmètre d'exploitation. Le relevé topographique de l'altitude de des points sera réalisé au moins une fois par an.



Plan du réseau de nivellement de la zone

Information du public

Avis MRAe p.10 :

La MRAe recommande de prévoir les modalités d'information régulière auprès des populations notamment au regard des risques et des nuisances.

Réponse :

Conformément au Code Minier, CSME produit chaque année un rapport annuel d'exploitation, qu'il transmet aux services instructeurs de l'Etat, à la commune de Saint-Pandelon et à la communauté d'agglomération du Grand-Dax, avant le 31 mars de l'année suivante. Ce rapport vise notamment à porter à connaissance les éléments relatifs aux risques et nuisances engendrés par l'exploitation. En cas de demande, ce rapport annuel pourra être présenté aux collectivités.

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celle-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.



ANNEXES

Annexe : Etude de stabilité complétée

Compagnie des Salins du Midi et des Salines de l'Est
**Développement de deux nouvelles cavités d'exploitation par
dissolution dans le champ de Saint Pandelon**

Faouzi HADJ-HASSEN

**Octobre 2020
Mise à jour juin 2022**

Référence R201006FHAD

S O M M A I R E

1. INTRODUCTION.....	3
2. DONNEES GENERALES DU SITE	3
2.1 Historique de l'exploitation	3
2.2 Caractéristiques géotechniques des terrains	4
2.3 Conditions de stabilité des cavités actuelles	6
2.4 Géométrie des nouvelles cavités	7
3. MODELISATION DE LA STABILITE DES NOUVELLES CAVITES.....	8
3.1 Méthodologie suivie	8
3.2 Analyse de la stabilité	9
4. EFFET DE LA SISMICITE SUR LA STABILITE DES CAVITES SALINES	14
5. CONCLUSION.....	15

1. INTRODUCTION

La Compagnie des Salins du Midi et des Salines de l'Est exploite au sud de Dax à Saint Pandelon (Landes) depuis 1965 une série de cinq cavités de dissolution dans un dôme de sel pour l'extraction de sel gemme. Ces cavités sont isolées, à l'exception des cavités Nord et Sud qui ont été en communication hydraulique jusqu'à ce que les boues d'épuration y soient injectées.

L'exploitation par dissolution est située à proximité de l'ancienne mine de Saint Pandelon qui a connu plusieurs effondrements et dont les plus récents se sont produits en 1982 et 1986. Suite à l'effondrement de 1982, une campagne de nivellement a été mise en place en 1983 pour mesurer les mouvements de surface induits par l'ancienne exploitation ainsi que par les cavités de dissolution.

Le Centre de Géosciences de MINES ParisTech a été impliqué à plusieurs reprises dans l'étude de stabilité de l'exploitation notamment celle de la grande cavité S811 (rapports de 1981, 1982, 2000, 2005, 2010, 2014 et 2018). L'étude de 2010 s'est intéressée également à l'ancienne exploitation et aux effondrements qui lui sont associés.

La société envisage la création d'une nouvelle cavité S221 dont il faut définir l'emplacement par rapport aux cinq cavités existantes ainsi que par rapport à l'ancienne exploitation. La réalisation d'une deuxième cavité S321 de mêmes dimensions est également envisagée avec la nécessité de définir dans ce cas la largeur du pilier à conserver entre les deux nouvelles cavités.

La présente étude se propose de traiter ces deux questions en s'appuyant sur les données acquises sur l'exploitation, notamment lors de l'étude de 2010 qui portait sur la stabilité à long terme des cavités de dissolution (Réf. R100318FHAD). Elle commence par un rappel des données géologiques et géotechniques des terrains ainsi que des caractéristiques des cinq cavités actuelles et de l'ancienne exploitation. La forme théorique des nouvelles cavités est décrite et une modélisation numérique du comportement est réalisée dans le but d'étudier les conditions de stabilité ainsi que la zone d'influence de chaque cavité. Les résultats de cette modélisation et le retour d'expérience sur les cavités existantes permettent alors de conclure. Enfin, une évaluation rapide de l'incidence de la sismicité sur la stabilité des cavités salines exploitées par dissolution est fournie sur la base d'observations effectuées notamment dans les exploitations minières souterraines dans les pays à forte activité sismique.

2. DONNEES GENERALES DU SITE

2.1 Historique de l'exploitation

L'exploitation ancienne dans la mine a débuté par le creusement de galeries au niveau -105 entre 1881 et 1885. Cet étage a été noyé à la fin de 1885 et l'ennoyage a été suivi par un effondrement à l'aplomb du point d'entrée d'eau de la mine. Entre 1885 et 1890, l'exploitation a repris dans l'étage -70 qui a été également noyé à la fin de cette période. Les travaux se sont poursuivis par la suite dans l'étage -135 jusqu'à 1905. Ce dernier étage a été partiellement noyé en 1890, puis complètement en 1905, date à laquelle l'exploitation a été abandonnée.

Le 16 décembre 1907, un effondrement important s'est produit en surface avec un contour qui correspond à l'extension de l'étage -70 (Figure 1). Onze sondages ont été alors forés entre 1905 et 1948 pour y pomper de la saumure ou y injecter de l'eau douce. Ces sondages étaient tous en communication avec les travaux miniers souterrains. Le lessivage incontrôlé a conduit à l'extension de l'effondrement au fur et à mesure du pompage de la saumure dans les sondages. Cette procédure d'exploitation s'est poursuivie jusqu'en 1962.

En 1982 et 1986 deux effondrements se sont produits à l'est de l'ancienne mine. Ces effondrements résultent probablement de la dissolution non contrôlée du sel au toit du

gisement consécutive des pompages. Une insuffisance des injections d'eau a entraîné le drainage au contact du sel des eaux douces situées dans le recouvrement ou des eaux de surface, par des fractures verticales. Au point de contact entre les eaux douces et le sel, des cavités se sont formées par dissolution. La remontée de ces cavités sous forme de fontis a pu conduire aux deux effondrements observés.

L'exploitation moderne a démarré en 1965 avec la réalisation de deux sondages S-Nord et S-Sud pour une exploitation par dissolution avec des cavités isolées. Ces deux sondages sont entrés en communication en 1980 et ont été par conséquent exploités en doublet (S-Sud injecteur et S-Nord extracteur). Les trois autres sondages S721, S791 et S811 sont restés isolés entre eux et isolés du doublet. Les sondages S-Sud, S-Nord, S721 et S791 sont épuisés et ne sont plus exploités. L'exploitation actuelle se fait uniquement au niveau du sondage S811 qui est en fin de vie, ce qui justifie le développement des nouvelles cavités S221 et S321.

La Figure 1 donne la localisation des ouvrages souterrains ainsi que les zones d'effondrement liés à l'exploitation ancienne et au lessivage incontrôlé par sondages. On trouve également dans cette figure l'emplacement des 5 cavités exploitées par dissolution. La Figure 2 donne une vue en plan plus récente de ces cavités ainsi qu'une coupe verticale.

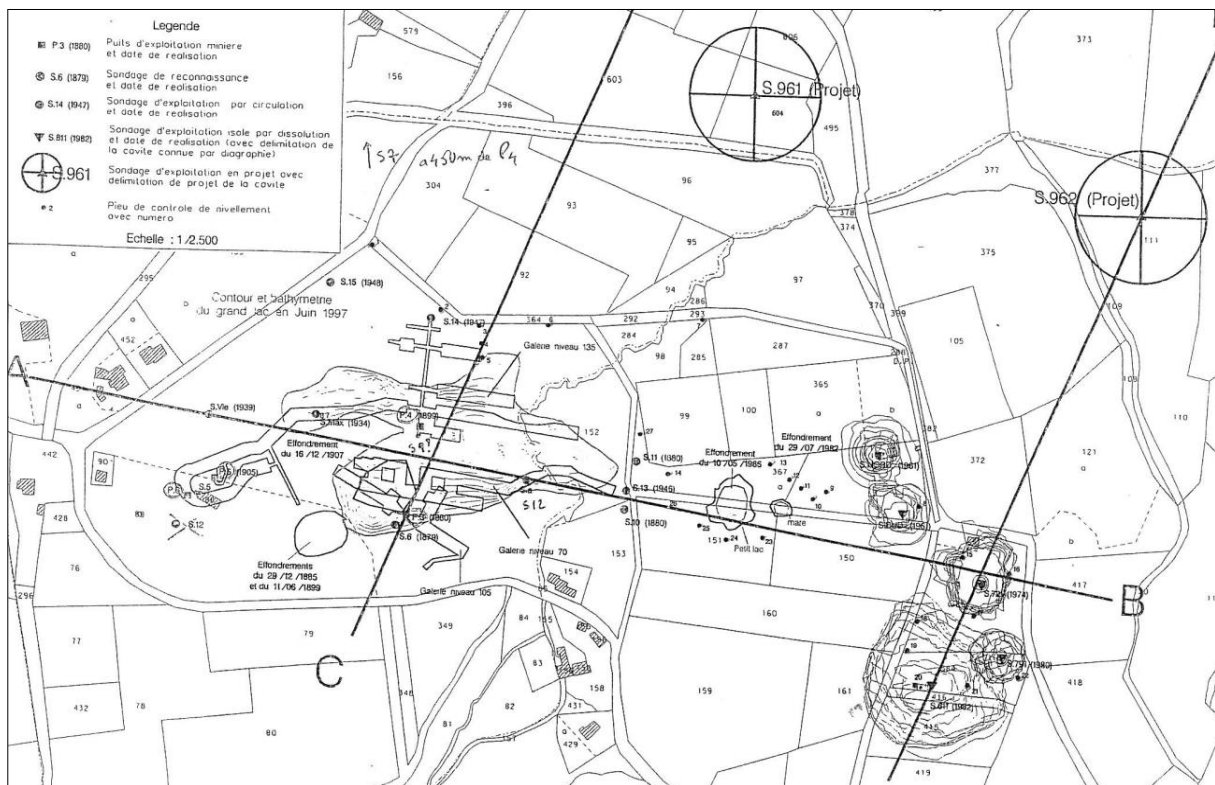


Figure 1 : Localisation des ouvrages souterrains et des effondrements survenus

Les caractéristiques des cinq cavités sont résumées dans le Tableau 1. La Figure 3 donne une illustration des épaisseurs des piliers entre cavités à 165 m de profondeur et le Tableau 2 donne l'épaisseur minimale du pilier entre deux cavités adjacentes estimée à partir de ces coupes.

2.2 Caractéristiques géotechniques des terrains

L'exploitation se fait dans un dôme de sel recouvert par des terrains argileux appelés "caprock". L'épaisseur moyenne de la couverture est de l'ordre de 100 m et l'extension en profondeur du sel semble être très importante (supérieure à 3000 m). Latéralement, l'extension semble être aussi très importante, mais elle reste encore mal connue en dehors de la concession.

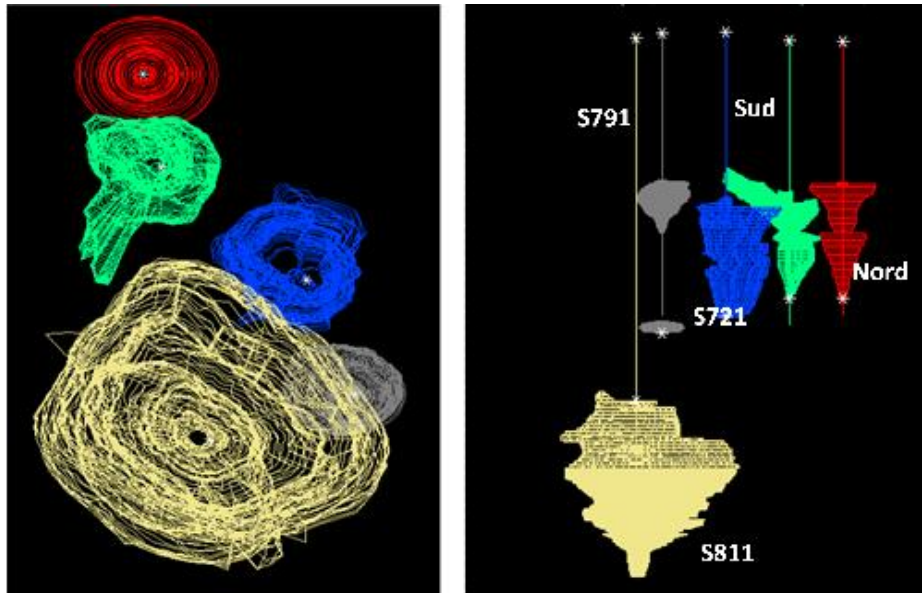


Figure 2 : Localisation des cinq cavités exploitées par dissolution

Tableau 1 : Caractéristiques des cinq cavités

Cavité	Historique d'exploitation	Volume total (m ³)	Commentaires
S-Nord	- 1965 au 04/1980 : sondage isolé - 04/1980 au 09/1984 : doublet S-S injecteur et S-N extracteur - 02/1989 au 08/2004 : remplissage de boues	85 545	- arrêt d'exploitation depuis 1984 - cavité entièrement remplie de boues
S-Sud	- 1965 au 04/1980 : sondage isolé - 04/1980 au 09/1984 : doublet S-S injecteur et S-N extracteur - 09/2004 : remplissage de boues	92 020	- arrêt d'exploitation depuis 1984 - cavité en cours de remplissage avec les boues
S721	- 1973 à 1990 : exploitation par sondage isolé	175 321	- arrêt d'exploitation depuis 1990 - forte quantité d'insolubles
S791	- 09/1980 au 12/1982 : exploitation partie basse - 12/1982 au 06/1997 : exploitation partie Haute	44 913	- arrêt d'exploitation depuis 1997 - présence d'insolubles
S811	- depuis 1982 : exploitation par sondage isolé	811 362	- cavité en cours d'exploitation - géométrie finale calculée par le centre de Géosciences en 2018

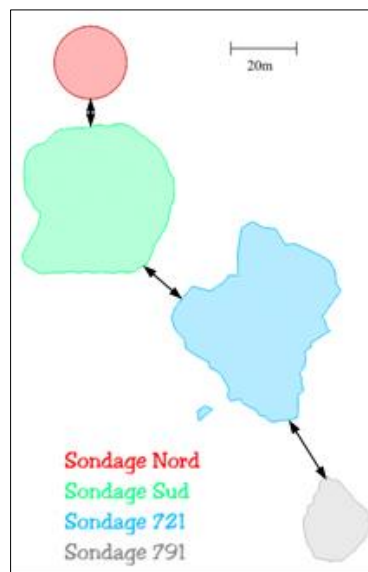


Figure 3 : Coupe à 165 m de profondeur illustrant les épaisseurs des piliers entre cavités

Tableau 2 : Epaisseurs en mètres des piliers entre cavités adjacentes

Coupe	Pilier entre les cavités SN-SS	Pilier entre les cavités SS-S721	Pilier entre les cavités S721-S791
220	16	40	-
210	11	32	-
195	5	40	-
180	21	37	-
175	16	31	33
165	9	16	22
155	7	45	27
140	32	71 (pilier entre les cavités SS-S791)	

Dans les études menées par le centre de Géosciences, des essais en laboratoires ont été effectués pour mesurer, dans un premier temps, les propriétés physiques et élastiques du sel (masse volumique, module de Young et coefficient de Poisson, R81/22) puis, dans un deuxième temps, les paramètres du modèle de Lemaitre décrivant le comportement viscoplastique du sel (R050511MTIJ). Rappelons que la loi de Lemaitre exprime le fluage du sel sous un déviateur de contraintes (σ) en fonction du temps (t) selon une loi en puissance définie par les trois paramètres α , β et K :

$$\varepsilon_{vp} = \left(\frac{\sigma}{K} \right)^{\beta} t^{\alpha}$$

En ce qui concerne les terrains argileux de couverture, leur comportement est considéré élastique et leurs propriétés sont celles retenues dans l'étude de 2005. Le Tableau 3 rappelle les caractéristiques géotechniques du sel et des terrains de couverture.

Tableau 3 : Caractéristiques mécaniques du sel et des terrains de couverture

Formation	Masse volumique (Kg/m ³)	Module de Young (MPa)	Coefficient de Poisson	α	β	K (MPa, à T=30°C)	Indice de fluage (%)
Sel	2140	11500	0.3	0.48	2.33	0.35	4.2
Couverture	2600	15000	0.3	-			

Dans la loi de Lemaitre telle qu'elle est présentée, le temps est en jour, les contraintes sont en MPa et les déformations sont en micron/mètre. L'indice de fluage correspond à la déformation viscoplastique obtenue au bout d'une année sous un déviateur de 10 MPa. Cet indice montre que le sel étudié est moyennement fluant ; les sels peu fluants ont des indices inférieurs à 1 % et ceux très fluants peuvent avoir des indices supérieurs à 10 %.

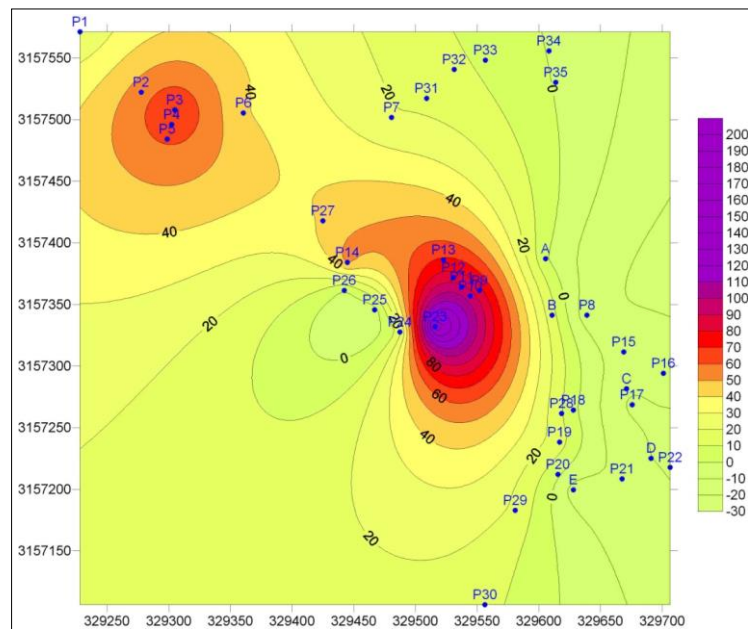
Avant toute exploitation du dôme de sel, le champ de contraintes géostatiques est supposé isotrope et variant linéairement avec la profondeur (contraintes initiales horizontales égales à la composante initiale verticale).

2.3 Conditions de stabilité des cavités actuelles

Pour se prononcer sur la stabilité des cavités actuelles, l'étude de 2010 s'est basée sur l'analyse des mesures de subsidence ainsi que sur la modélisation du comportement de chaque cavité en la considérant isolée et en délimitant sa zone d'influence. La même approche a été appliquée en 2018 à la cavité S811 pour étudier la dernière phase de son exploitation. Les principales conclusions de ces études peuvent être résumées comme suit :

- Les têtes des sondages des cinq cavités n'indiquent pas de mouvements en surface liés à l'exploitation par dissolution.
- Les seuls mouvements de subsidence significatifs sont liés à l'exploitation ancienne qui a été à l'origine de plusieurs effondrements.
- la cavité S811 se comporte comme une cavité isolée et n'a aucune interaction avec les quatre autres cavités.

- Les deux cavités S-Nord et S-Sud interagissent fortement notamment au niveau des horizons situés aux profondeurs 155 à 175 m et 195 à 220 m et l'épaisseur moyenne du pilier les séparant est seulement de 17 m. Etant donné que ces deux cavités sont totalement pleines de boue d'épuration de saumure et qu'il n'est plus possible d'effectuer des mesures sonar pour contrôler leur forme et l'épaisseur de leur pilier, il a été recommandé la poursuite régulière des mesures de nivellement de surface et leur renforcement dans cette zone pour détecter tout changement dans l'allure de la subsidence qui serait le résultat de la dégradation de l'état du pilier.
- Deux zones importantes font l'objet de mouvements significatifs (Figure 4) : la première zone est située entre l'effondrement de 1982 et les deux cavités des sondages Nord et Sud (bornes P9, P10, P11 et P23), et la seconde zone est liée à l'ancienne exploitation et à l'effondrement important survenu en 1905 (bornes P2 à P6, P14 et P27). Les mouvements de la première zone sont induits par l'effondrement de 1982 et ont subi une accélération avec l'effondrement de 1986. L'amplitude maximale enregistrée depuis le début des mesures est égale à 40 cm et concerne la borne P10. L'accélération du mouvement s'est étalée jusqu'en 1997, puis la vitesse s'est stabilisée autour de valeurs de 2.34 mm/an pour la borne P10, et 0.62 mm/an, pour la borne P9. Il est important de noter à cet égard que les bornes P24, P25 et P26, situées au sud de cette zone, n'indiquent aucun mouvement important.



**Figure 4 : Subsidence en mm à la date du 25 mars 2009
(coordonnées Lambert III, à noter la disparition des bornes 2, 4, 5, 10 et 11)**

2.4 Géométrie des nouvelles cavités

Comme le montre la Figure 5, les nouvelles cavités envisagées S221 et S321 présentent les caractéristiques géométriques suivantes :

- un diamètre de 80 m ;
- un toit sphérique situé entre les profondeurs 120 et 160 m de rayon 40 m ;
- l'abandon au toit au sommet de la cavité d'une garde de sel de 20 m étant donné que le mur de la couverture se situe à 100 m ;
- le mur de la cavité se situe à la profondeur 320 m et sa base a une forme conique avec un angle de l'ordre de 27°;
- la partie cylindrique de la cavité sera ainsi développée sur une hauteur de 140 m (entre les profondeurs 160 et 300 m).

Une telle géométrie de cavité conduit à un volume de l'ordre de 862 000 m³.

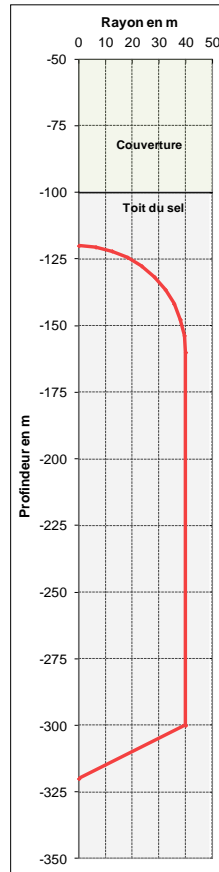


Figure 5 : Forme théorique des nouvelles

3. MODELISATION DE LA STABILITE DES NOUVELLES CAVITES

3.1 Méthodologie suivie

L'approche de modélisation mise en œuvre est simple et consiste à la réalisation d'une modélisation numérique en 2D avec l'hypothèse de l'axisymétrie d'une cavité seule considérée totalement isolée et créée dans un massif infini. L'examen de la zone d'influence de la cavité permettra de déduire la largeur minimale du pilier à abandonner pour éviter toute interaction avec une cavité voisine équivalente ou avec les cavités existantes.

Compte tenu du fluage du sel et de la longue durée simulée, les calculs sont réalisés en grandes déformations en réactualisant la géométrie du maillage chaque fois que la distance entre le sommet et la base de la cavité subit une variation relative de 0.1 %.

Les principales hypothèses admises dans la modélisation numérique sont les suivantes :

- La création de la cavité est modélisée par un processus classique qui consiste à appliquer à la paroi de la cavité finale un chargement qui passe progressivement de l'état de contraintes géostatiques (celui qui régnait avant la création de la cavité) vers une pression de la colonne de saumure (chargement effectivement appliqué à la fin du lessivage de la cavité). L'expérience montre que l'état des contraintes et des déformations autour de la cavité juste après sa création dépend principalement de sa durée de creusement. Admettons une durée de lessivage de 10 ans.
- La stabilité à long terme de la cavité est étudiée sur une durée d'un siècle en faisant l'hypothèse d'un abandon en saumure à puits ouverts. L'effet des insolubles qui, à la fin du lessivage, occupent une certaine proportion des vides créés et participent ainsi à la stabilisation des cavités, est ainsi négligé.
- L'hypothèse des cavités à puits ouverts implique que les problèmes thermiques (dilatations, effet de la variation de la température sur le fluage du sel), la diffusion de la saumure dans le sel (micro-perméabilité) et les phénomènes physico-chimiques de

dissolution et de recristallisation ne sont pas pris en compte. Ces points sont difficiles à évaluer et font l'objet maintenant de sujets de recherche. Ils ont cependant des effets de second ordre par rapport aux phénomènes considérés dans la présente étude. Nous avons appliqué l'état des connaissances actuelles et les règles de l'art qui ont fait leurs preuves sur de nombreux exemples.

Lors de l'analyse des résultats des simulations numériques, nous nous intéresserons particulièrement aux grandeurs suivantes :

- la déformée des terrains et l'évolution des mouvements de surface en fonction du temps ;
- la perte de volume de la cavité en fonction du temps ;
- le champ de la contrainte mineure ;
- le déviateur de contraintes aux abords de la cavité ;
- les déformations viscoplastiques aux abords de la cavité.

L'intérêt que présente l'étude temporelle des variations volumiques ou des déplacements dans des régions particulières est relativement évident. En revanche, l'intérêt que nous portons à des grandeurs physiques plus abstraites mérite d'être brièvement expliqué.

- *Contrainte mineure* : Le sel supporte mal d'être sollicité en traction : une contrainte de traction de 1 MPa suffit en général à le fracturer. Or l'éventualité d'une fracturation du sel à proximité de la cavité est à proscrire formellement puisqu'elle risquerait de provoquer une infiltration de la saumure dans les formations géologiques situées aux alentours de la cavité. Une zone dans laquelle la contrainte mineure est une contrainte de compression mais proche de zéro présente également des risques à long terme car les contraintes dans le massif se relâchent avec le temps (phénomène de relaxation), des zones en traction localisées peuvent alors apparaître à terme. La deuxième raison pour laquelle la contrainte mineure doit être examinée réside dans le fait que le sel est un matériau ductile. Pourvu que la contrainte mineure de compression dépasse un certain seuil (généralement, entre 1 et 3 MPa), il est apte à encaisser des contraintes sans risquer la rupture en compression simple. Il faut donc rechercher les zones où la contrainte mineure est inférieure à ce seuil pour y examiner ce risque.
- *Déviateur de contraintes* : Le déviateur mesure l'écart de l'état de contraintes avec un état de pression géostatique moyen. Les zones dans lesquelles il dépasse un seuil critique sont susceptibles d'un endommagement diffus mais néanmoins préjudiciable à la stabilité et à l'imperméabilité du massif (notion de dilatance). Ce seuil critique dépend du sel envisagé et varie entre 9 et 15 MPa. Compte tenu du phénomène de relaxation, le déviateur de contraintes baisse dans le temps et le critère de dépassement du seuil doit être contrôlé juste à la fin de la création de la cavité.
- *Déformations viscoplastiques* : Certains spécialistes considèrent que les seuils des critères précédemment évoqués dépendent de la manière dont on réalise les essais en laboratoire sur le sel, et donc ne suffisent pas à écarter totalement le risque d'un endommagement du massif salin. Ils suggèrent donc d'étudier les déformations viscoplastiques irréversibles du massif et d'identifier les zones à risque dans lesquelles la norme exprimée en % dépasse un certain seuil. Ce seuil varie généralement entre un dixième de pourcent et plusieurs pourcents selon la fluabilité du sel et la durée envisagée. Dans l'étude de 2005 portant sur la cavité S811, le critère utilisé consistait à ce que la zone entourant la cavité dans laquelle la norme du tenseur de déformation viscoplastique est supérieure à 0.1 % par siècle ne doit pas toucher des interfaces avec d'autres couches géologiques ni rencontrer des zones exploitées (cavités).

3.2 Analyse de la stabilité

La modèle numérique développé pour la cavité isolée commence depuis la surface et intègre la couverture et la formation saline jusqu'à une profondeur située suffisamment loin de la

zone perturbée par le creusement de la cavité (1500 m). Latéralement, le modèle est défini, d'un côté, par l'axe de symétrie de révolution passant par le centre de la cavité, et de l'autre côté, par une frontière verticale située, de la même façon, suffisamment loin pour sortir de la zone d'influence de la cavité (1500 m). Le long de l'axe de symétrie ainsi que le long de la frontière latérale, le déplacement horizontal est nul. Sur le bord horizontal inférieur, le déplacement vertical est également nul. La Figure 6 montre le maillage du modèle et ses conditions aux limites.

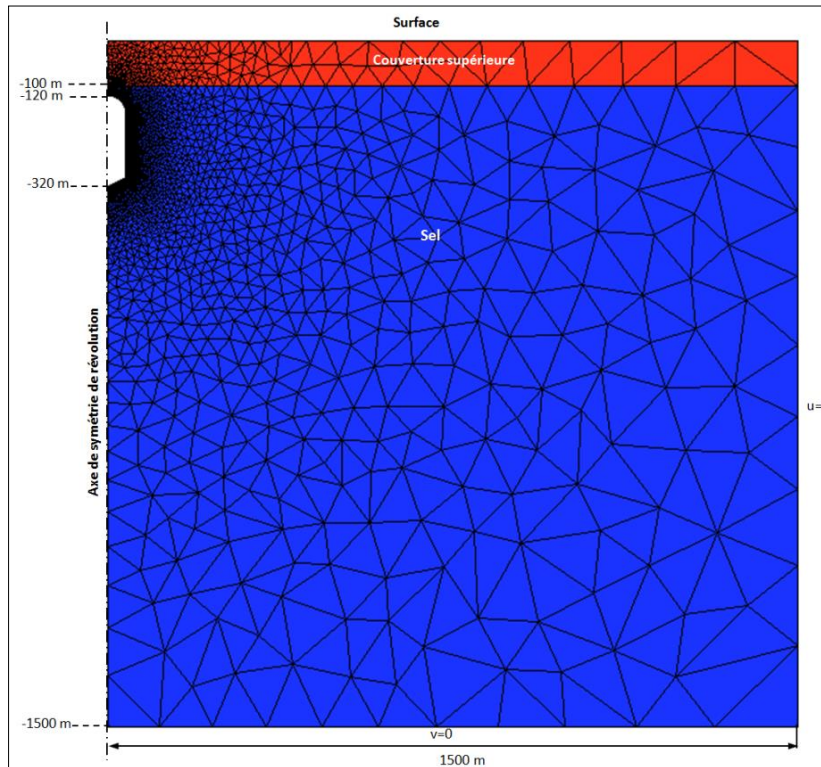


Figure 6 : Maillage d'une cavité isolée avec une garde de sel au toit de 5 m

Trois phases importantes ont été prises en compte dans la simulation de l'historique de la cavité :

- phase 1 : application d'une pression à l'intérieur de la cavité égale à la contrainte géostatique pour simuler les conditions initiales avant lessivage ;
- phase 2 : création de la cavité en 10 ans en faisant décroître linéairement la pression à l'intérieur de la cavité de la valeur correspondant à la contrainte initiale à la valeur de la pression de la colonne de saumure (pression halmostatique) ;
- phase 3 : période de repos à puits ouvert jusqu'à une durée totale d'un siècle en maintenant la pression de la colonne de saumure constante (phase de fluage du sel).

Nous nous sommes intéressés en premier lieu aux mouvements des terrains induits par la création de la cavité. Les Figures 7, 8, 9 et 10 montrent respectivement la déformée de la cavité, amplifiée par un facteur de 50, à la fin du lessivage et à la fin de la période simulée de 100 ans, la perte de volume de la cavité durant toute la période simulée, la subsidence de la surface ainsi que sa vitesse au droit de la cavité pour toute la période simulée et enfin la forme de la cuvette de subsidence pour les deux dates caractéristiques.

La déformée et la perte de volume de la cavité restent très limitées. Ainsi, au bout d'un siècle, la cavité perd environ 1 % de son volume. La subsidence induite en surface est par conséquent très réduite : son amplitude maximale à la fin de la période simulée est très peu perceptible (17 mm), et sa vitesse maximale est atteinte à la fin du lessivage (0.6 mm/an) et décroît rapidement pour tendre vers une valeur extrêmement faible.

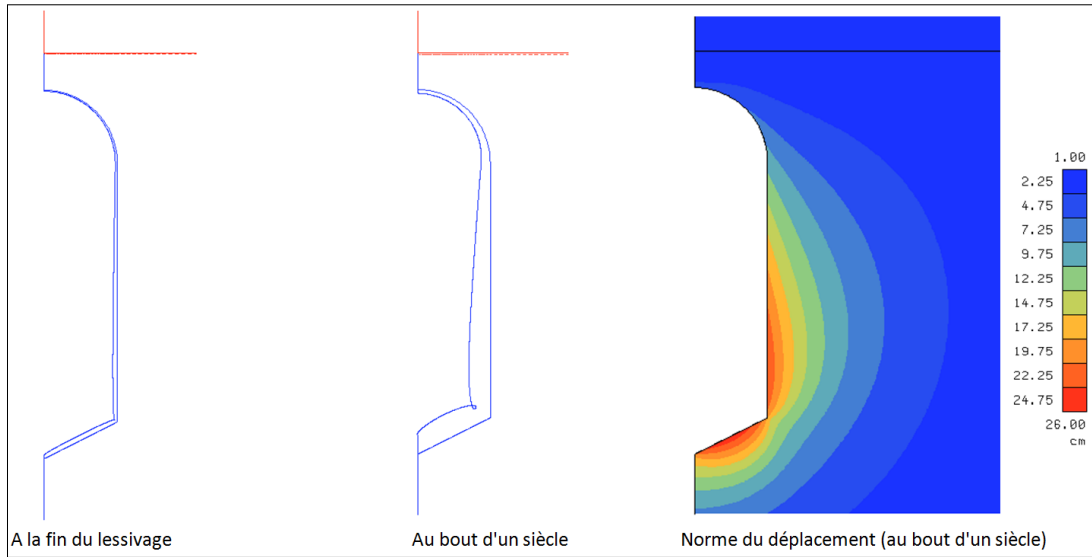


Figure 7 : Déformée de la cavité à la fin du lessivage et au bout d'un siècle (x 50)

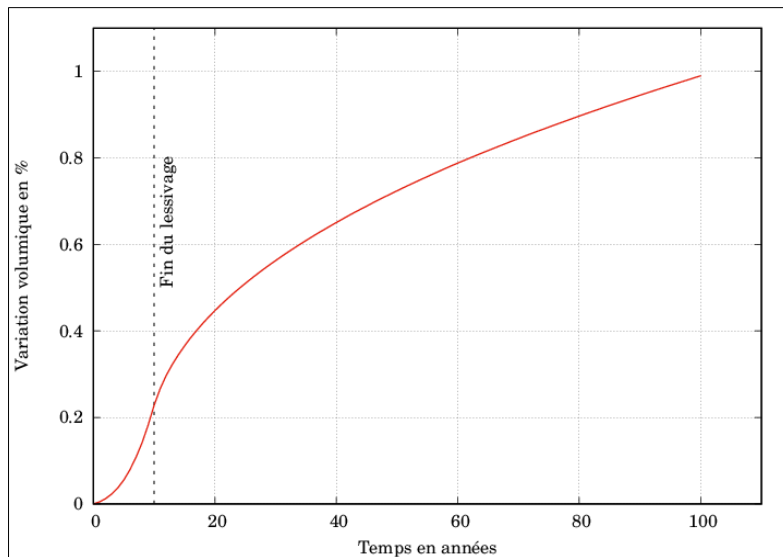


Figure 8 : Perte de volume de la cavité en fonction du temps

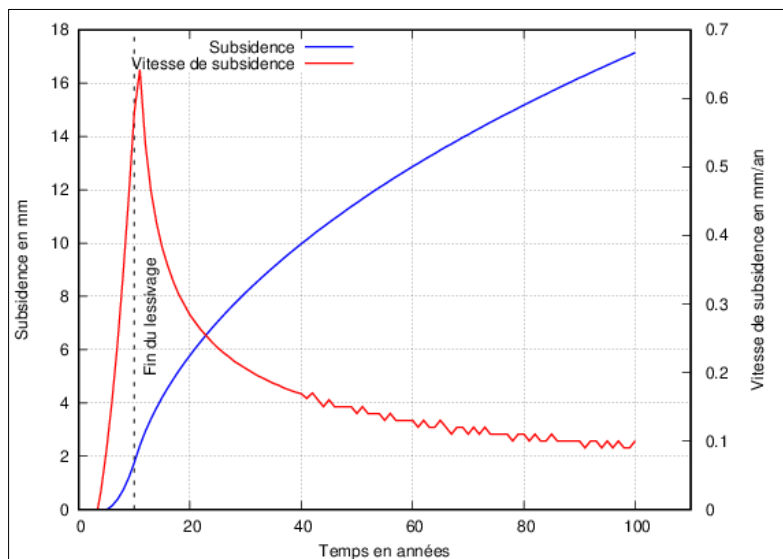


Figure 9 : Subsidence de la surface et vitesse de subsidence en fonction du temps au droit de la cavité

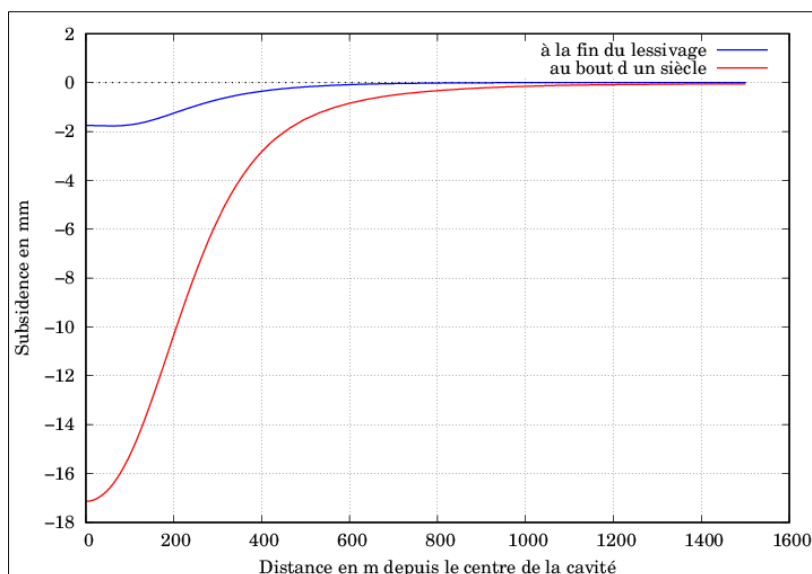


Figure 10 : Evolution de la cuvette de subsidence en surface pour les deux dates

Les contraintes ont été analysées en priorité par rapport au risque de rupture par traction. La répartition de la contrainte principale mineure montre que le régime de contraintes dans tout le massif reste toujours un régime de compression triaxiale et qu'aucune traction n'apparaît ni à la fin du lessivage ni au bout de la période simulée d'un siècle. La contrainte principale moyenne la plus faible, qui joue le rôle de confinement, est de l'ordre de 1.5 MPa en valeur absolue (Figure 11).

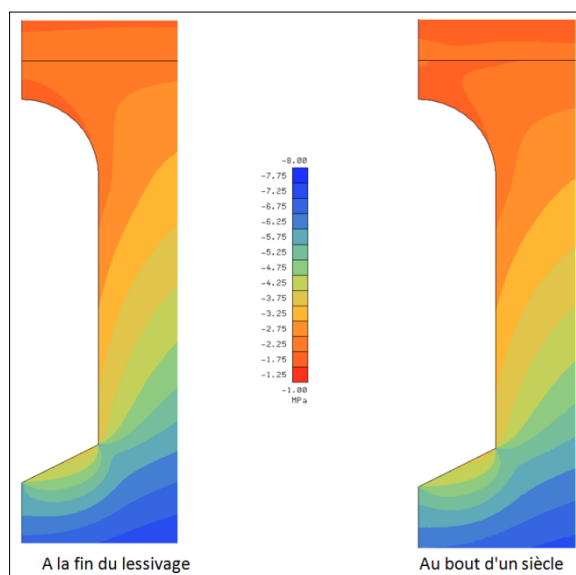


Figure 11 : Contrainte principale mineure à la fin du lessivage de la cavité et au bout d'un siècle (le signe négatif indique une compression)

Le risque d'endommagement du sel par dilatance est également à écarter car même en admettant le seuil très sécuritaire de 9 MPa pour le déviateur dilatant sans tenir compte de l'effet de confinement (ou de la pression moyenne), le déviateur de contraintes aux parois de la cavité, notamment à la fin du lessivage, reste largement inférieure à ce seuil. Les plus fortes concentrations sont très localisées aux points anguleux de la cavité qui sont dans la réalité lissés par le lessivage (Figure 12).

Compte tenu de l'indice de fluage du sel qui témoigne d'un sel moyennement fluant, le seuil très sécuritaire de 0.1 % retenu dans les études précédentes pour une durée d'un siècle semble être très restrictif. Lorsqu'il est appliqué à la fin de la phase de lessivage, la zone

affectée autour de la cavité reste très circonscrite. En revanche, au bout d'un siècle, l'utilisation de ce seuil conduit à une zone très développée dans les parois notamment vers la base de la cavité. Sur la base de notre expérience, nous avons opté pour un seuil de 0.3 % dans le but d'optimiser la zone d'influence de la cavité et par conséquent la largeur du pilier séparant deux cavités adjacentes de mêmes dimensions.

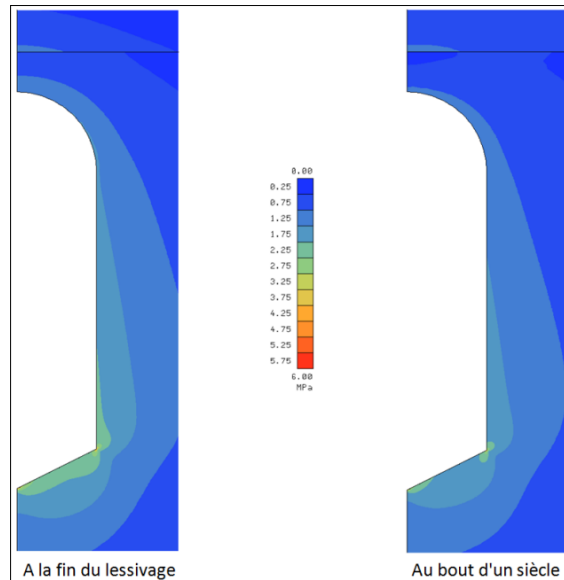


Figure 12 : Déviateur de contraintes à la fin du lessivage de la cavité et au bout d'un siècle

Comme le montre la Figure 13, l'extension maximale de la zone des déformations viscoplastiques à la paroi de la cavité, moyennant le seuil de 0.3 %, est de l'ordre de 20 m au bout d'un siècle. Ce résultat suggère la conservation d'un pilier sécuritaire entre deux cavités adjacentes de mêmes dimensions de largeur environ 50 m pour éviter le chevauchement des zones des déformations viscoplastiques.

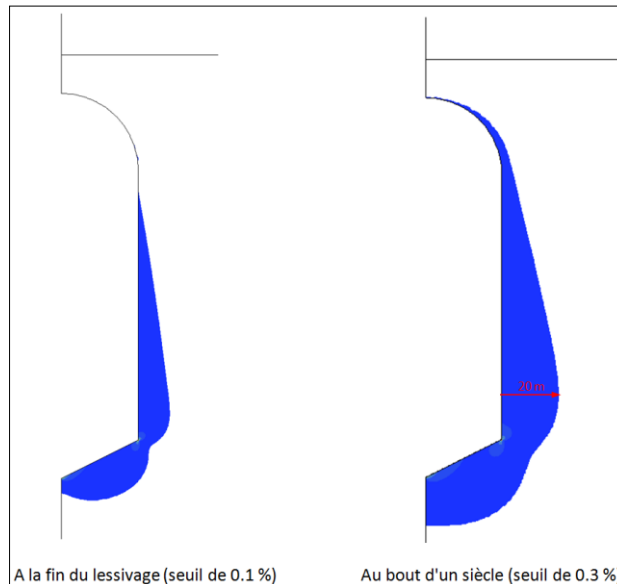


Figure 13 : Norme du tenseur des déformations viscoplastiques à la fin du lessivage de la cavité et au bout d'un siècle

En ce qui concerne la garde de sel, ses conditions de stabilité sont assurées quelque soit le seuil appliqué. L'adoption d'une forme semi-sphérique du toit de la cavité joue un rôle très favorable dans cette stabilité.

L'analyse des contraintes dans les terrains de couverture n'a mis aucun risque de rupture par excès de compression moyennant le critère de Coulomb et des propriétés moyennes retenues pour ces formations (résistance en compression simple et angle de frottement).

4. EFFET DE LA SISMICITE SUR LA STABILITE DES CAVITES SALINES

Le département des Landes est situé dans une zone classée à sismicité faible par rapport au zonage sismique de la France (Figure 15). Depuis le moyen âge, la région a subi plusieurs séismes importants et la base de données SisFrance (<http://www.sisfrance.net>) des intensités a permis d'en répertorier plus de 35 ressentis dans le département, dont 11 avec une intensité supérieure ou égale à V sur l'échelle MSK¹.

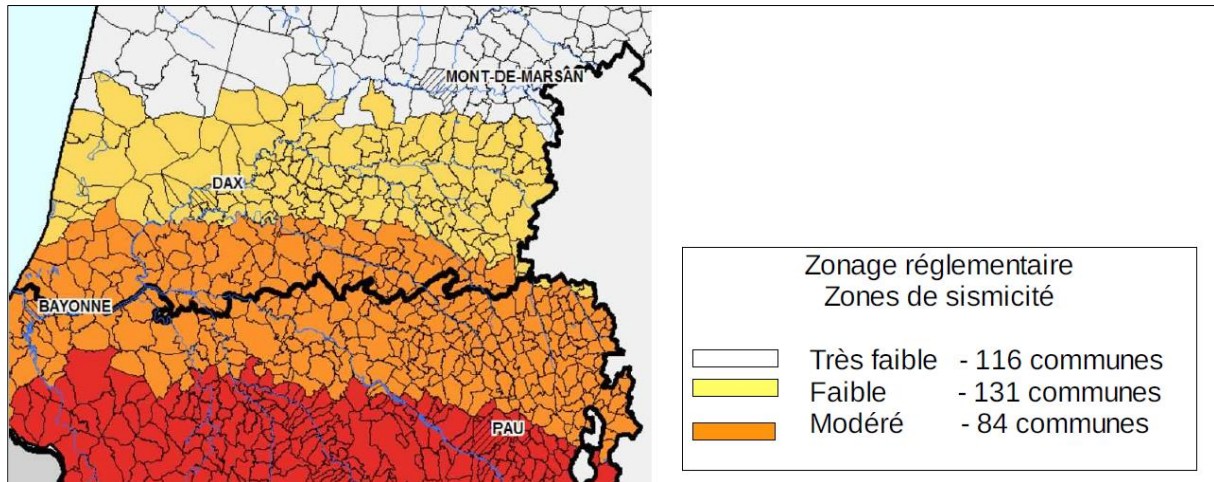


Figure 14 : Zonage sismique départemental régional

Contrairement aux structures de surface, les structures souterraines sont moins vulnérables aux dommages des séismes en raison du caractère confiné du milieu. Plusieurs exemples ont été rapportés en Chine, en Chili et dans d'autres pays miniers marqués par une forte sismicité où la surface subit des dégâts très graves avec des villes et des villages totalement rasés pendant qu'en même temps les exploitations souterraines situées à des profondeurs de 200 à 300 m n'enregistrent aucun signe d'instabilité.

Les dommages causés par un séisme sont surtout liés aux ondes à basse fréquence (de l'ordre du Hz) et à forte vitesse particulière (de l'ordre de 1 m/s). La présence de vides souterrains présentant des parois verticales de grande hauteur génère, à la rencontre de ces ondes, des mouvements horizontaux qui peuvent être d'ordre centimétrique selon l'intensité du séisme et la hauteur découverte. A très faible profondeur, les vides souterrains renforcent les ondes à basse fréquence (donc augmentent les déplacements) et amplifient par conséquent les dommages en surface.

Dans le cas de l'exploitation de sel par dissolution dans le champ de Saint Pandelon, le toit des cavités les plus proches de la surface serait situé à 120 m de profondeur (les deux nouvelles cavités envisagées S221 et S321). Par ailleurs, toutes les cavités resteraient toujours pleines de saumure. Ces deux facteurs (profondeur relativement importante et absence de vide) constituent des paramètres favorables à la stabilité des ouvrages souterrains eux même et à l'atténuation des phénomènes en surface.

¹ L'échelle MSK (Mercalli modifiée) permet de mesurer l'intensité d'un séisme en termes de dégâts et de destructions. Elle est graduée en chiffres romains de I à XII. Le degré I indique une secousse non perceptible. Une secousse de degré V réveille les dormeurs. Le degré IX indique des dommages généralisés, le degré X une destruction générale des bâtiments et le degré XII un changement du paysage.

5. CONCLUSION

La modélisation numérique effectuée dans cette étude a confirmé les conditions de stabilité à long terme d'une nouvelle cavité isolée dans le champ de Saint Pandelon présentant les dimensions et la forme géométriques suivantes : diamètre maximale de 80 m, toit semi-sphérique de rayon 40 m, garde de sel au toit de 20 m, forme conique à la base d'angle 27° et hauteur de la partie cylindrique de 140 m.

La réalisation d'une seconde cavité de mêmes caractéristiques nécessite la conservation d'un pilier de 50 m de largeur au niveau de la partie cylindrique.

Concernant l'emplacement de ces nouvelles cavités par rapport aux cinq cavités existantes, nous recommandons de les positionner à une distance plus importante que la simple largeur de pilier de 50 m pour les isoler totalement de toute incidence possible. Lors de la conception des cavités salines de stockage de gaz naturel qui sont largement plus sollicitées que les cavités en saumure, on applique généralement la règle d'ingénieur qui consiste à laisser un pilier de largeur deux fois le diamètre moyen des cavités (règle également utilisée pour le dimensionnement de galeries ou de tunnels parallèles). Dans le cas particulier de cavités en saumure, nous recommandons une largeur intermédiaire de l'ordre d'une fois le diamètre. Cela conduirait à un pilier de largeur moyenne environ 100 m.

Les Figures 15 et 16 montrent l'emplacement prévu pour ces deux nouvelles cavités. Leur pilier est de 70 m et dépasse la largeur préconisée de 50 m. De la même façon, la distance les séparant des cavités existantes est bien plus importante par rapport à la consigne de 100 m : elle est de l'ordre de 300 m par rapport à la cavité la plus proche S811, et de 110 m par rapport aux anciens travaux les plus proches du niveau 105 m.

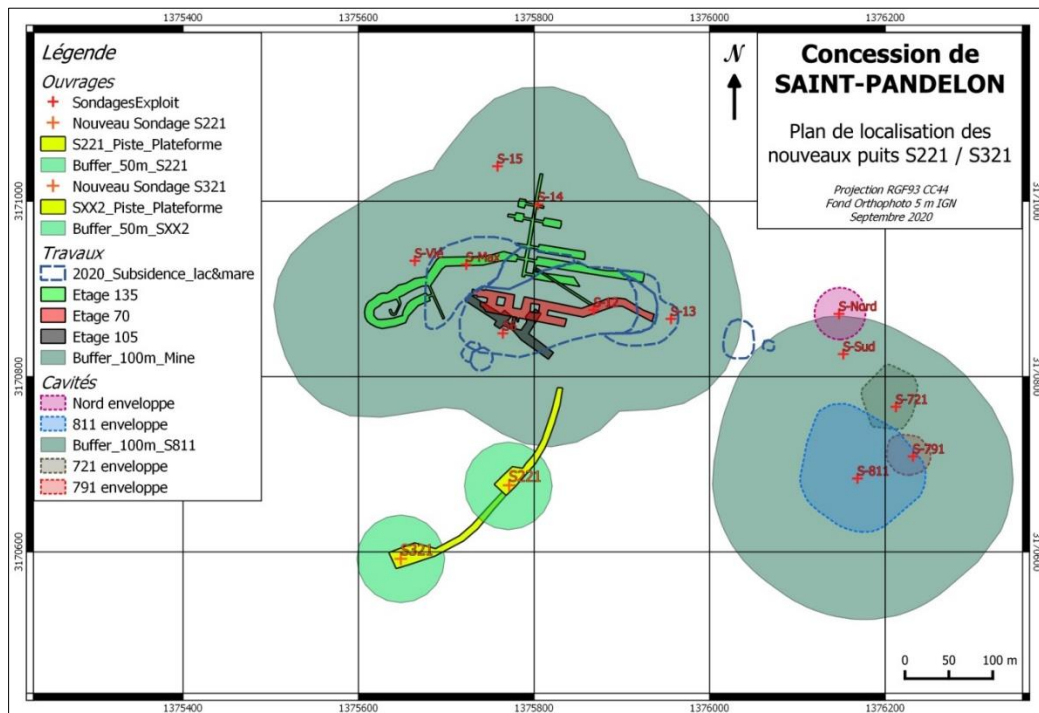


Figure 15 : Vue en plan montrant l'emplacement des deux nouvelles cavités S221 et S321 par rapport aux cinq cavités existantes et l'exploitation ancienne

Pour ce qui est des interactions possibles entre les deux nouvelles cavités et la partie sud de l'ancienne exploitation ainsi que le risque de voir apparaître dans la zone les séparant des effondrements équivalents à ceux de 1982 et 1986, les observations et les analyses suivantes permettent de conclure en l'absence de ce risque et de confirmer que le pilier de 110 m de largeur est suffisant pour garantir la stabilité à long terme de la nouvelle exploitation :

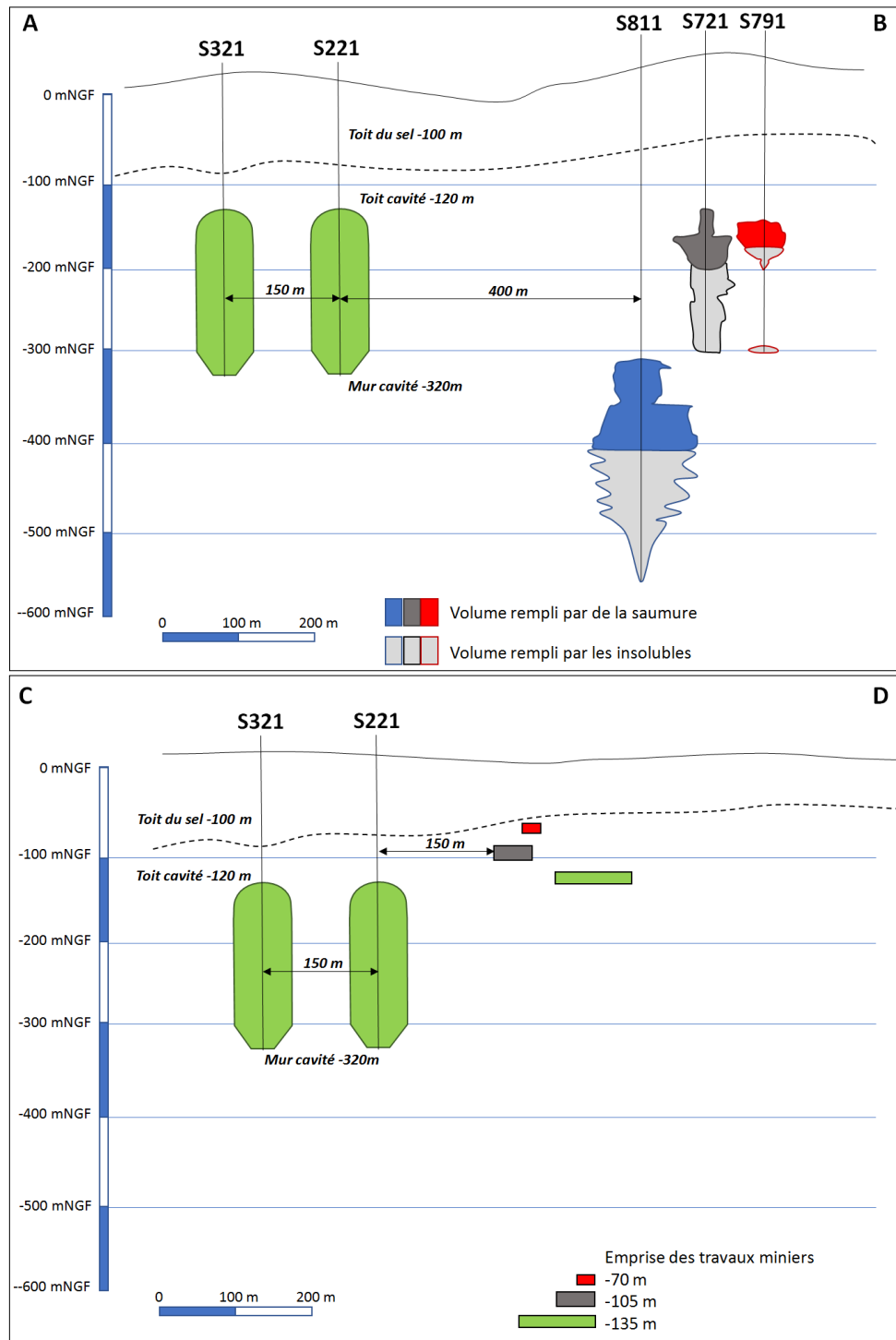


Figure 16 : Coupes verticales montrant l'emplacement des deux nouvelles cavités S221 et S321 par rapport aux cinq cavités existantes (en haut) et par rapport à l'exploitation ancienne (en bas)

- Les effondrements affectant le sud des anciens travaux miniers, c.à.d. au nord des deux nouvelles cavités envisagées, datent de la fin du 19^{ème} siècle et aucun nouveau dérangement de surface ayant un impact visible en surface n'a affecté ce secteur depuis lors (Figure 17) ;
- Le toit du diapir remonte du sud vers le nord-est. Il est à 40 m de profondeur à l'est des anciens travaux miniers, contre plus de 80 m de profondeur, pour les nouvelles cavités. Cette géométrie exclue la possibilité de dissolution du sel aval pendage vers le sud-ouest.

- Les effondrements de 1982 et 1986 affectant l'est de l'ancienne exploitation pourraient être expliqués par l'un ou la conjugaison des trois phénomènes suivants :
 - l'exploitation du sondage S13 situé à la limite est des anciennes galeries (Figure 15), ce sondage n'est plus en service depuis 1967 ;
 - une dissolution non contrôlée du sel au toit du gisement en amont pendage par les eaux douces situées dans le recouvrement ou les eaux de surface drainées par des fractures verticales ;
 - l'exploitation des 2 sondages S-Nord et S-Sud rentrés en communication et dans lesquels l'injection d'eau douce a cessé dans les années 70.
- Les forages au diamètre d'exploitation des nouvelles cavités seront précédés, sur le même emplacement, de forages de reconnaissance en petit diamètre pour confirmer la cote du toit du sel et la présence ou non de dissolution au toit du sel. En fonction des résultats des forages de reconnaissance, les forages d'exploitation seront équipés de 1 ou 2 casings de protection au toit du sel.
- Le développement des nouvelles cavités se fera de 320 m de profondeur au mur, à 120 m de profondeur au toit si les opérations de forage confirment l'absence de dissolution au toit du sel. La profondeur minimale d'exploitation de la cavité pourra être adaptée en fonction des observations lors des opérations de forage.

Comme pour l'exploitation actuelle, il est recommandé d'implanter des stations de mesure de subsidence de la surface au tour des nouvelles cavités, notamment dans le secteur nord les séparant de l'ancienne exploitation. La Figure 17 montre l'emplacement des deux nouvelles cavités par rapport aux dernières mesures de subsidence effectuées et indique clairement la zone à couvrir par les nouvelles stations à implanter.

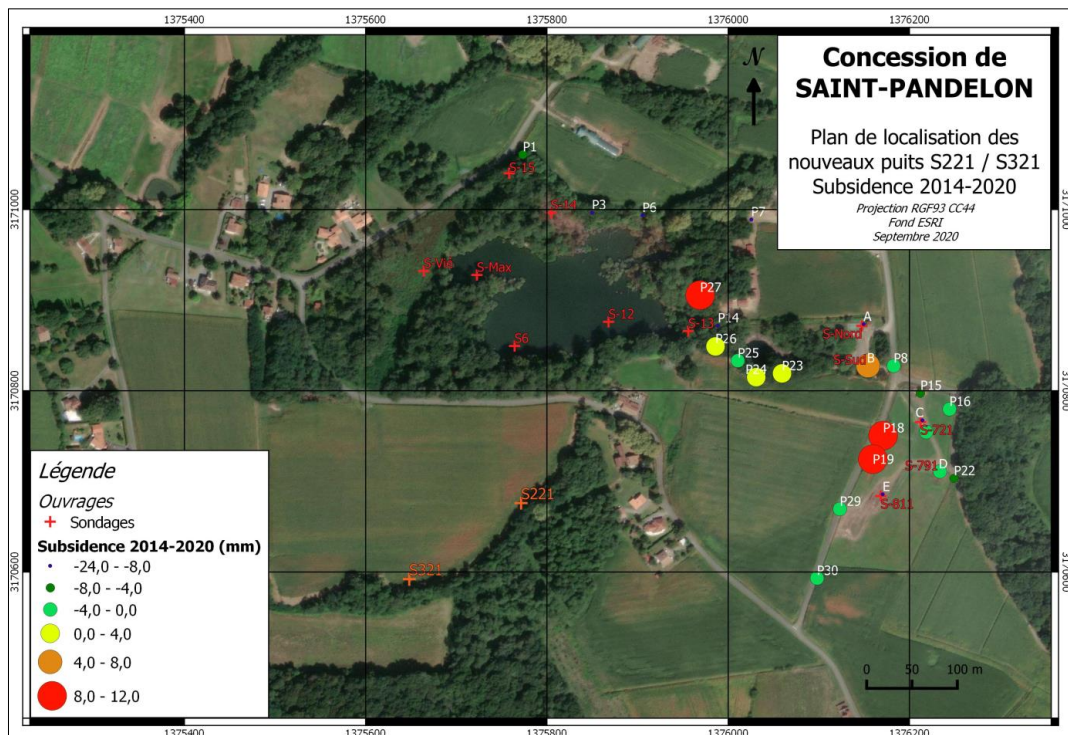


Figure 17 : Emplacement des nouvelles cavités S221 et S321 par rapport aux mesures de subsidence effectuées depuis 2014

Concernant l'incidence de la sismicité sur la stabilité de cavités existantes ou l'incidence de la création de nouvelles cavités sur les conséquences d'un séisme, les observations et les retours d'expérience acquises notamment dans les exploitations minières souterraines situées dans des pays à forte activité sismique permettent de conclure que les risques encourus sur très réduits en raison du caractère confiné du milieu et de la profondeur relativement importante des cavités.

Annexe : Etude acoustique

Rapport d'étude acoustique

Projet de création d'un nouveau puit d'exploitation (forage) à Saint Pandelon (40)

Mesures de bruit résiduel – Simulation et analyse réglementaire – Définition de traitements

En date du 07 Juin 2022

Intervenants	NOM	Adresses	Représentant
ENTREPRISE	ANTEA GROUP	Région Ouest Sud Ouest Parc Technologique Europarc, 19 avenue Léonard de Vinci 33600 Pessac 05 57 26 92 64 06 28 40 19 40 maud.parize@antegroup.fr	PARIZE Maud
BET ACOUSTIQUE	SIGMA Acoustique	12 avenue Jean Monnet 12 000 Rodez 05.65 62 78 92 06 81 43 65 43 sigma.acoustique@orange.fr	CATHELIN Vivien

Modifications :			
Date	Indice	Objet	Rédaction
07/06/2022	1	Diffusion initiale	Vivien CATHELIN

SOMMAIRE

I - INTRODUCTION	3
II - ANALYSE DU SITE ET REGLEMENTATION EN VIGUEUR	3
II.- 1 Analyse du site.....	3
II.- 2 Localisation	3
II.- 3 Réglementation en vigueur – Objectifs acoustiques	4
III - MESURAGES	5
III.- 1 Présentation	5
III.- 2 Définition des points de mesure	5
III.- 3 Niveaux de bruits résiduels.....	8
III.- 4 Niveaux de bruits ambiants.....	9
III.- 5 Conclusion	9
IV - DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION	10
V - ELEMENTS FOURNIS ET HYPOTHESES	11
V.- 1 Eléments fournis.....	11
V.- 2 Hypothèses.....	12
V.- 2.- 1 Puissance acoustique du compresseur	12
V.- 2.- 2 Puissance acoustique de la pompe alimentation eau et de la pompe saumure vers saumoduc	12
VI - SIMULATIONS	13
VI.- 1 Logiciel de simulation	13
VI.- 2 Modélisation topographique	13
VI.- 3 Simulation sans traitement – Analyse de l'impact de l'exploitation des forages	15
VI.- 4 Simulation des traitements envisagés – Analyse de l'impact de l'exploitation des forages	18
VII - CONCLUSION	22
VIII - ANNEXES	23
VIII.- 1 Annexe 1 : Caractéristiques techniques des appareils de mesures	23
VIII.- 2 Annexe 2 : Relevés météorologiques du 03/08/2017	23
VIII.- 3 Annexe 3 Fiches de mesures	24
VIII.- 4 Annexe 4 : Rapport de mesures acoustiques – élément fourni	33

I - INTRODUCTION

Dans le cadre du projet d'implantation de deux nouveaux puits d'exploitations (forages) à Saint Pandelon dans le département des Landes (40), la société Antea Group en charge du dossier environnemental, souhaite réaliser une étude d'impact acoustique.

Selon les informations fournis, les futures installations relèvent du code minier. Dans le code minier, aucune référence n'est mentionnée sur la réglementation acoustique. Toutefois, afin d'assurer une base solide pour la future exploitation, même si elle ne relève pas d'une rubrique ICPE, l'étude se base sur la réglementation ICPE, plus contraignante.

Cette étude a pour objectif de mesurer le niveau sonore de bruit résiduel (en l'absence d'équipement), de définir l'impact d'exploitation de forages prévus au niveau du voisinage, et de proposer des principes de traitements acoustiques permettant de respecter la réglementation en vigueur.

Dans un premier temps des mesures de bruits résiduels sont réalisées pour les périodes diurne et nocturne.

Dans un second temps, sur la base des résultats de mesures et de l'ensemble des éléments fournis, des calculs et simulations sont réalisés. Enfin, des principes de traitements acoustiques à mettre en œuvre seront détaillés si la réglementation au droit du voisinage n'est pas respectée.

C'est dans ce cadre que la mission a été confiée au bureau d'étude SIGMA Acoustique.

II - ANALYSE DU SITE ET REGLEMENTATION EN VIGUEUR

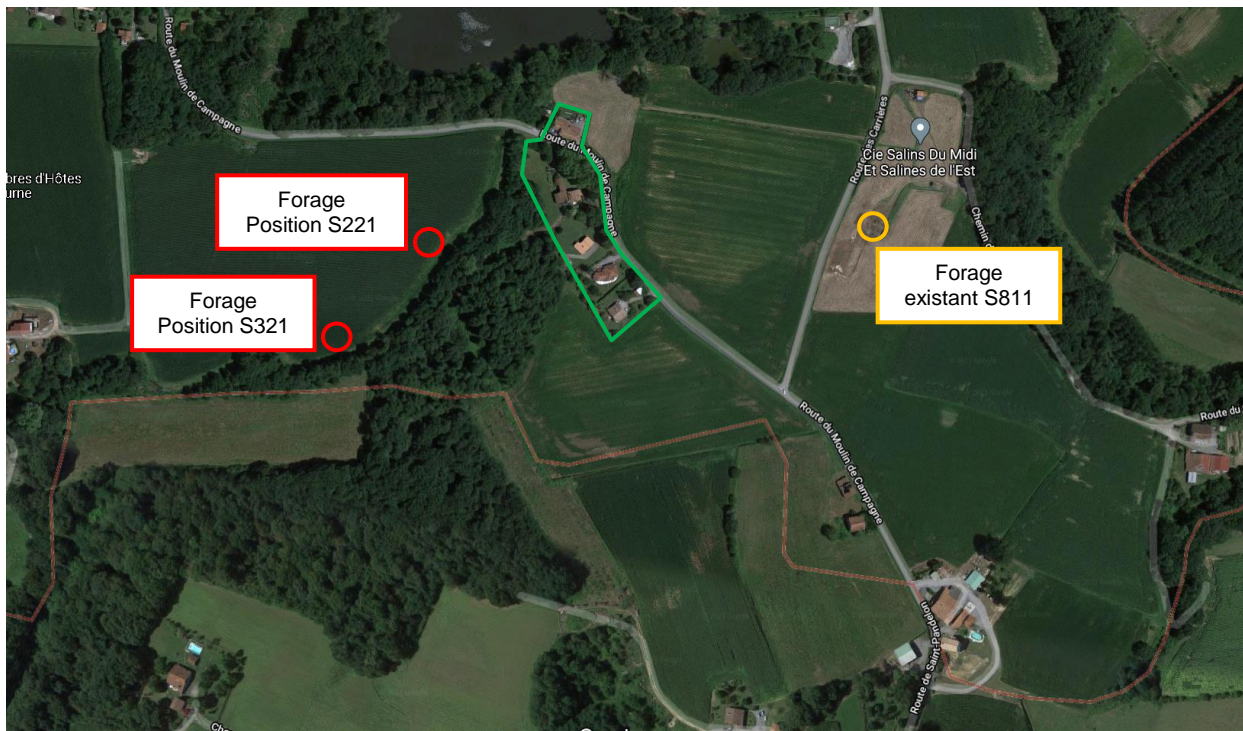
II.- 1 Analyse du site

La zone d'étude se situe à Saint-Pandelon dans les Landes (40). La route du Moulin de Campagne et la route des Carrières sont assez passantes en période diurne, leurs impacts est relativement réduit en période nocturne. Les zones habitées les plus proches sont situés à une centaine de mètres du projet.

La localisation de la zone d'étude est présentée ci-après.

II.- 2 Localisation

La vue aérienne suivante permet de localiser l'implantation des nouveaux forages S221 et S321 (en rouge) et l'implantation de celui existant S811 (en orange). Le voisinage le plus proche est représenté en vert sur la vue ci-dessous.



II.- 3 Réglementation en vigueur – Objectifs acoustiques

Selon les informations fournies, les futures installations relèvent du code minier. Dans le code minier, aucune référence n'est mentionnée sur la réglementation acoustique. Toutefois, afin d'assurer une base solide pour la future exploitation, même si elle ne relève pas d'une rubrique ICPE, l'étude se base sur la réglementation ICPE, plus contraignante.

On considère qu'il y a présomption de nuisance acoustique lorsqu'une des conditions ci-dessous est vérifiée :

- l'émergence constatée au niveau des ZER (Zones à Emergence Réglementée) par rapport au niveau sonore initial dépasse les valeurs déterminées au sein de l'arrêté préfectoral,
- les niveaux limites admissibles mesurables en limite de propriété de l'établissement, définis au sein de l'arrêté préfectoral sont dépassés,
- le bruit particulier de l'établissement est à tonalité marquée au sens du point 1.9 de l'annexe du présent arrêté, de manière établie ou cyclique, et que sa durée d'apparition excède 30 % de la durée de fonctionnement de l'établissement.

La réglementation précise pour la tonalité marquée :

1.9. Tonalité marquée

La tonalité marquée est détectée dans un spectre non pondéré de tiers d'octave quand la différence de niveau entre la bande de tiers d'octave et les quatre bandes de tiers d'octave les plus proches (les deux bandes immédiatement inférieures et les deux bandes immédiatement supérieures) atteint ou dépasse les niveaux indiqués dans le tableau ci-après pour la bande considérée :

CETTE ANALYSE SE FERA À PARTIR D'UNE ACQUISITION MINIMALE DE 10 S		
50 Hz à 315 Hz	400 Hz à 1 250 Hz	1 600 Hz à 8 000 Hz
10 dB	5 dB	5 dB

Les bandes sont définies par fréquence centrale de tiers d'octave.

La réglementation précise que, pour le bruit émis par une installation, le seuil admissible des émissions sonores est défini au niveau des Zones à Émergence Réglementée, comme suit :

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

La réglementation précise que pour chacune des périodes de la journée (diurne et nocturne), les niveaux de bruit à ne pas dépasser, en limite de propriété de l'établissement, déterminés de manière à assurer le respect des valeurs d'émergences admissibles. Les valeurs fixées sont :

- 70 dB(A) pour la période 7h - 22h sauf dimanches et jours fériés ;
- 60 dB(A) pour la période 22h – 7h ainsi que dimanches et jours fériés.

Définitions :

- **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 ou éloignées.
- **Bruit résiduel** : bruit ambiant, en l'absence du (des) bruit(s) particulier(s), objet(s) de la requête considérée.
- **Émergence** : la différence entre le niveau de bruit ambiant comportant le bruit particulier en cause, et celui du bruit résiduel.

- Zones à Emergence Réglementée :

- l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers, existant à la date de l'arrêté d'autorisation de l'installation et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse) ;
- les zones constructibles définies par des documents d'urbanisme opposables aux tiers et publiés à la date de l'arrêté d'autorisation ;
- l'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers qui ont été implantés après la date de l'arrêté d'autorisation 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.

III - MESURAGES

III.- 1 Présentation

Pour effectuer les mesures, deux sonomètres intégrateurs à mémoire de Classe 1 temps réel (01dB-Metravib) ont été utilisés. Les caractéristiques techniques du sonomètre sont présentées en annexe 1.

L'intervention sur site a eu lieu du jeudi 03 Août 2017 de 15h40 à 23h10.

Les conditions météorologiques du jour de mesure sont les suivantes :

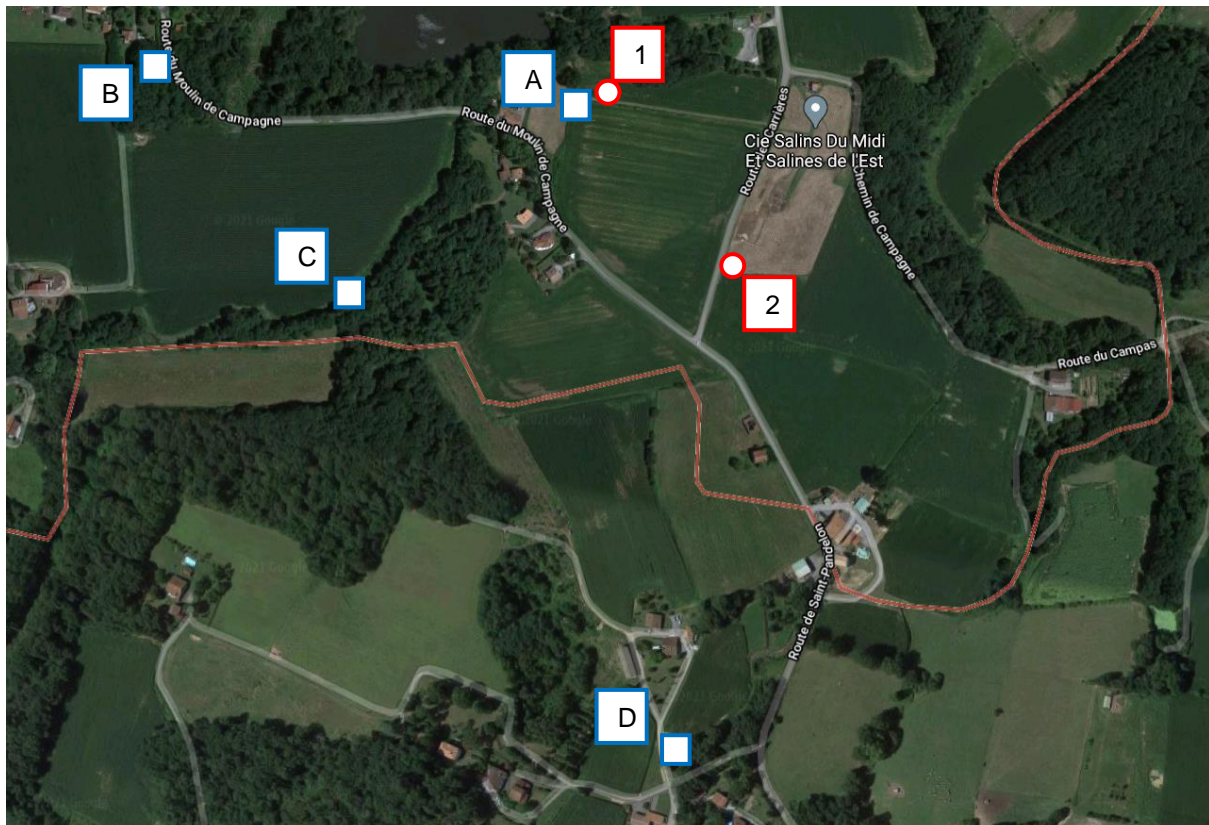
- Température : 29 à 22 °C ;
- Vent : < 5 m/s ;
- Ciel : dégagé.

Selon la terminologie de la norme NFS31-010, les conditions météorologiques se résument selon les termes suivants :

Période	Date et durée de la mesure	Terminologie (UT) selon la norme NFS31-010
Diurne	Du 03/08 à 15h40 au 03/08 à 22h00	U2/T2
Nocturne	Du 03/08 à 22h00 au 03/08 à 23h10	U2/T4




III.- 2 Définition des points de mesure




L'implantation des points de mesure est visualisée sur la vue aérienne ci-dessous.



Les points de mesure choisis sont présentés dans le tableau ci-après. L'implantation des points de mesure choisis sont présentés sur la vue aérienne en page 5 et dans les fiches de mesures jointes en annexes.

Les points de mesures sont définis comme suit :

Intitulé	Emplacement	Photo
1	Au Nord-Ouest du site existant à 200 m du forage existant	
2	Au Sud du site existant à 80 m du forage existant	
A	Au Nord-Ouest du site existant à 200 m du forage existant	

Intitulé	Emplacement	Photo
B	<p>Au Nord-Ouest du site existant à 650 m du forage existant</p>	
C	<p>Au Sud-Ouest du site existant à 440 m du forage existant</p>	
D	<p>Au Sud du site existant à 600 m du forage existant</p>	

III.- 3 Niveaux de bruits résiduels

Afin de déterminer le bruit résiduel par période réglementaire, des mesures en valeur globale ont été réalisées.

Le niveau résiduel global retenu doit être représentatif de la période et notamment des moments calmes, il est présenté avec les indices statistiques L90 et L50 dans le tableau ci-dessous.

En période diurne et nocturne, les mesures réalisées sur site en Août 2017 sont impactées par la présence d'insectes. Le bruit des grillons impacte principalement les hautes fréquences. Par conséquent, le niveau de bruit en haute fréquence a été modifié afin d'avoir un niveau représentatif du niveau sonore sans l'impact de la faune. De fait, les niveaux présentés ci-dessous ne sont pas identiques à ceux détaillés dans les fiches de mesures.

Point	Période	Niveau Global en dB(A)
A	Diurne (L _{Aeq})	34,0
	Diurne (L ₉₀)	25,5
	Diurne (L ₅₀)	32,0
	Nocturne (L _{Aeq})	/
	Nocturne (L ₉₀)	/
	Nocturne (L ₅₀)	/
B	Diurne (L _{Aeq})	35,5
	Diurne (L ₉₀)	26,5
	Diurne (L ₅₀)	31,5
	Nocturne (L _{Aeq})	35,0
	Nocturne (L ₉₀)	23,0
	Nocturne (L ₅₀)	27,0
C	Diurne (L _{Aeq})	34,0
	Diurne (L ₉₀)	26,0
	Diurne (L ₅₀)	31,5
	Nocturne (L _{Aeq})	33,0
	Nocturne (L ₉₀)	25,0
	Nocturne (L ₅₀)	27,0
D	Diurne (L _{Aeq})	39,5
	Diurne (L ₉₀)	27,0
	Diurne (L ₅₀)	32,0
	Nocturne (L _{Aeq})	38,0
	Nocturne (L ₉₀)	26,5
	Nocturne (L ₅₀)	29,0

Les valeurs sont arrondies à 0,5 dB(A) près. L'ensemble des évolutions temporelles en valeur globale (dB(A)) des mesures sont présentées en annexe 2.

III.- 4 Niveaux de bruits ambiants

Les mesures de niveaux de bruit ambiant ont été effectuées sur une durée d'une heure pour avoir une mesure représentative de l'environnement sonore du site.

Les mesures de niveaux de bruit ambiant sont uniquement dues au fonctionnement du dégazage du forage existant.

Le tableau suivant présente les niveaux de bruit ambiants relevés au point de mesure considéré :

Point	Période	Niveau Global en dB(A)
1	Diurne (L _{Aeq})	41,0
	Diurne (L ₉₀)	38,5
	Diurne (L ₅₀)	40,5
2	Diurne (L _{Aeq})	65,5
	Diurne (L ₉₀)	60,5
	Diurne (L ₅₀)	64,0

L'ensemble des évolutions temporelles en valeur globale (dB(A)) des mesures sont présentées en annexe 3.

III.- 5 Conclusion

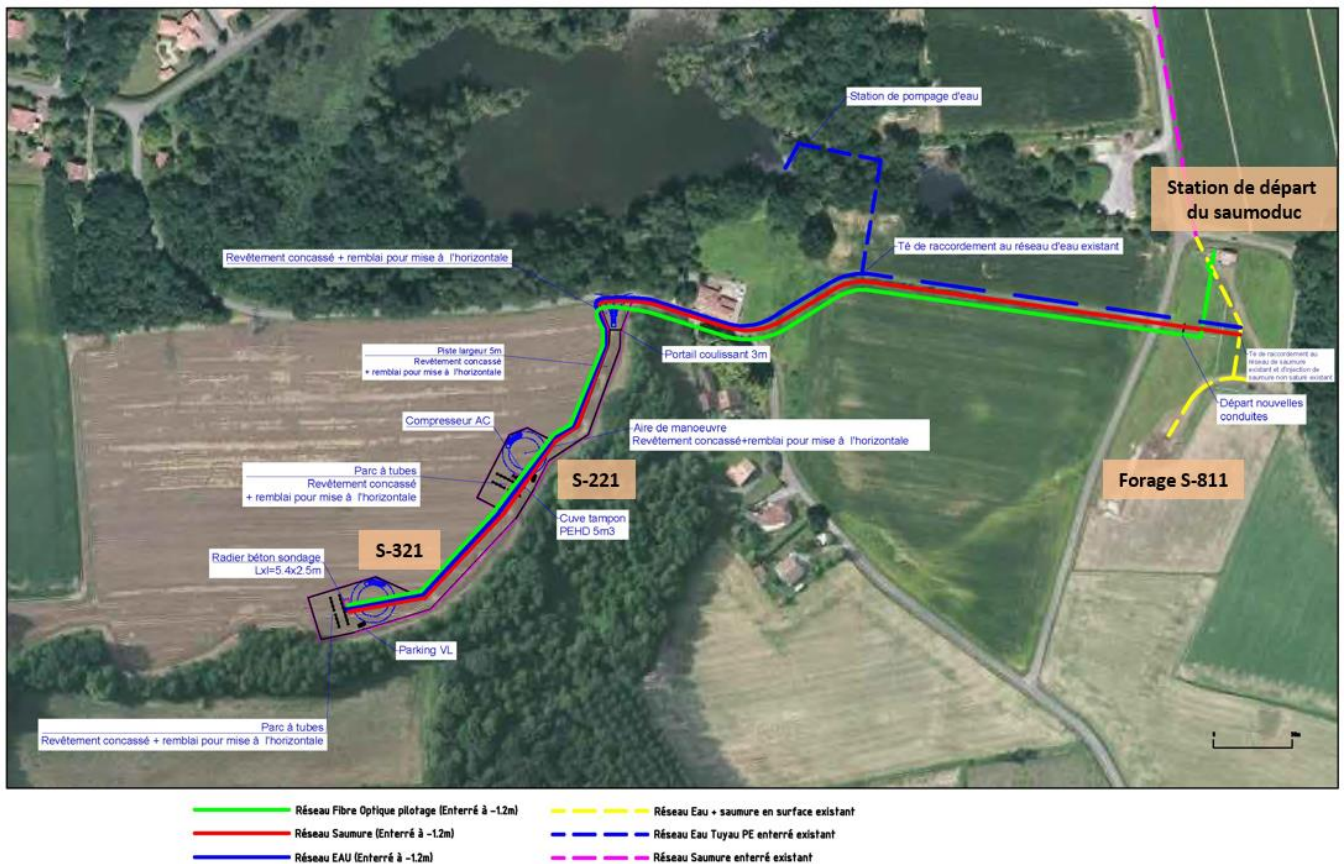
Les niveaux sonores retenus pour chaque période de mesure sont présentés dans le tableau ci-dessous. L'indicateur statistique le plus pertinent pour qualifier l'environnement sonore du site doit être représentatif de la période et notamment des moments calmes.

Les niveaux de bruit résiduel retenu pour chaque période sont donc les suivants :

Point de mesure	Bruit résiduel retenu	Niveau Global en dB(A)
A	L ₅₀ (diurne)	32,0
B	L ₅₀ (diurne)	31,5
	L ₅₀ (nocturne)	27,0
C	L ₅₀ (diurne)	31,5
	L ₅₀ (nocturne)	27,0
D	L ₅₀ (diurne)	32,0
	L ₅₀ (nocturne)	29,0

IV - DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Une vue en plan des futures installations du projet est présentée ci-après.



Circulation de l'eau et de la saumure :

Alimentation en eau :

Le sondage S-811, actuellement exploité, est alimenté en eau grâce à l'eau du lac, via une pompe booster implantée à côté du S-811 (appelée *pompe alimentation eau* sur la figure en page suivante).

Un piquage sera réalisé sur la canalisation d'eau alimentant le sondage S-811, pour amener l'eau jusqu'au puits S-221 puis, à terme, S-321, sans modification du système de pompage existant ni du débit.

La mise en exploitation des puits comprend deux étapes :

- Etape 1 : formation de la cavité initiale : phase de développement-maturation en liaison avec le puit S-811 ou S-221 (1 à 2 ans environ),
- Etape 2 : exploitation de la cavité et production de saumure saturée des sondages S-221 et S-321 seuls (environ 20 ans pour chaque).

Extraction de la saumure en étape 1 :

- Pour la formation de la cavité du sondage S-221 :

Une pompe positionnée sur la dalle du S-221 (appelée pompe S221) permettra d'extraire la saumure non saturée de la cavité S-221 et de l'injecter dans la cavité existante du S-811.

La pompe immergée du S-811 (ne générant aucun bruit) permettra d'extraire la saumure saturée et de l'acheminer vers la cuve tampon de la station de départ du saumoduc. Une dernière pompe (appelée pompe vers saumoduc) au niveau de la station de départ du saumoduc permet d'acheminer la saumure vers l'usine.

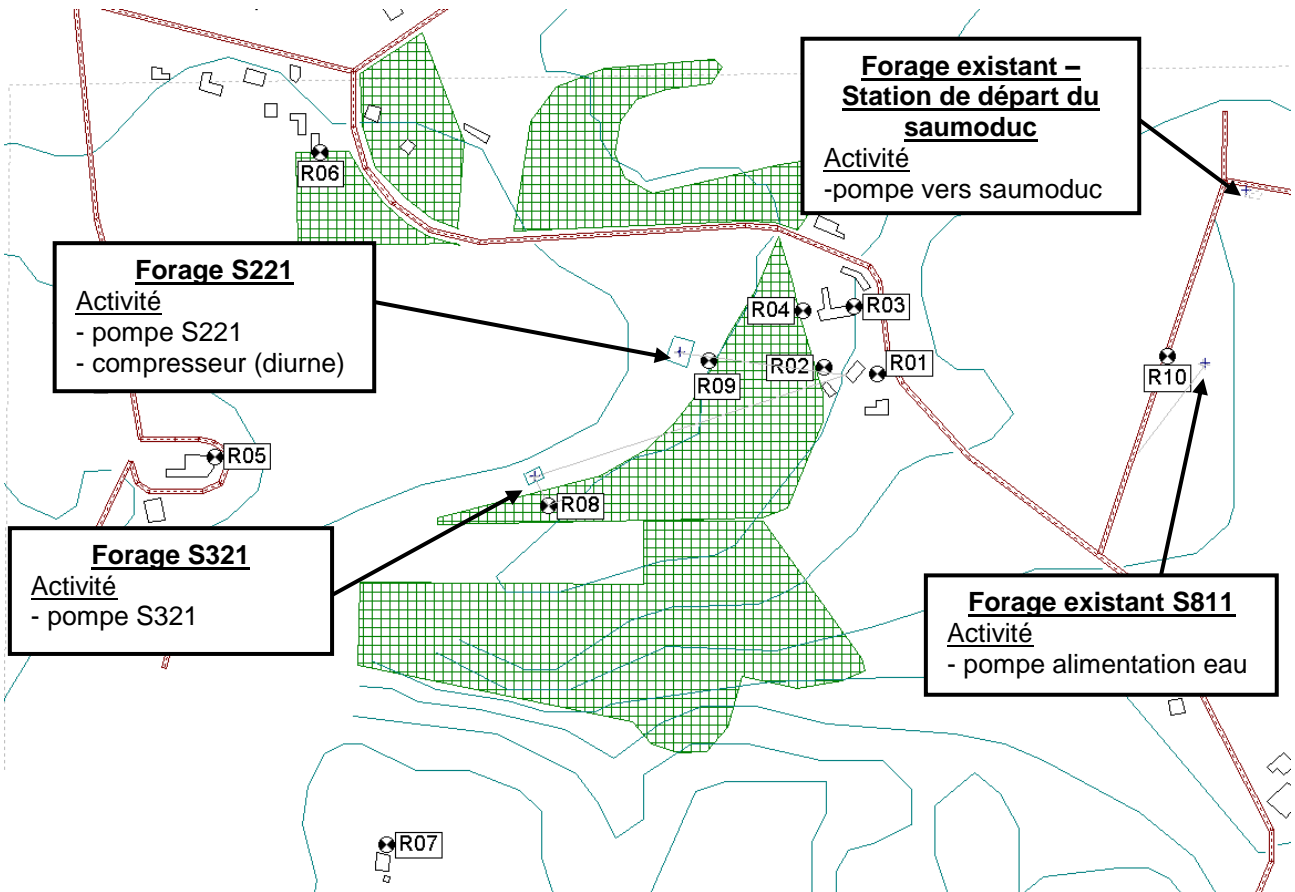
- Pour la formation de la cavité du sondage S-321 :

Une pompe positionnée sur la dalle du S-321 (appelée pompe S321) permettra d'extraire la saumure non saturée de la cavité S-321 et de l'injecter dans une cavité existante (S-221 par exemple).

La pompe de la cavité existante permettra d'extraire la saumure saturée et de l'acheminer vers la cuve tampon de la station de départ du saumoduc. Une dernière pompe (appelée pompe vers saumoduc) au niveau de la station de départ du saumoduc permet d'acheminer la saumure vers l'usine.

Extraction de la saumure en étape 2 :

L'eau du lac alimentera le forage S-221 ou S-321. La pompe positionnée respectivement sur la dalle du S-221 ou du S-321 permettra d'acheminer la saumure saturée vers la cuve tampon de la station de départ du saumoduc. Une dernière pompe (appelée pompe vers saumoduc) au niveau de la station de départ du saumoduc permet d'acheminer la saumure vers l'usine.

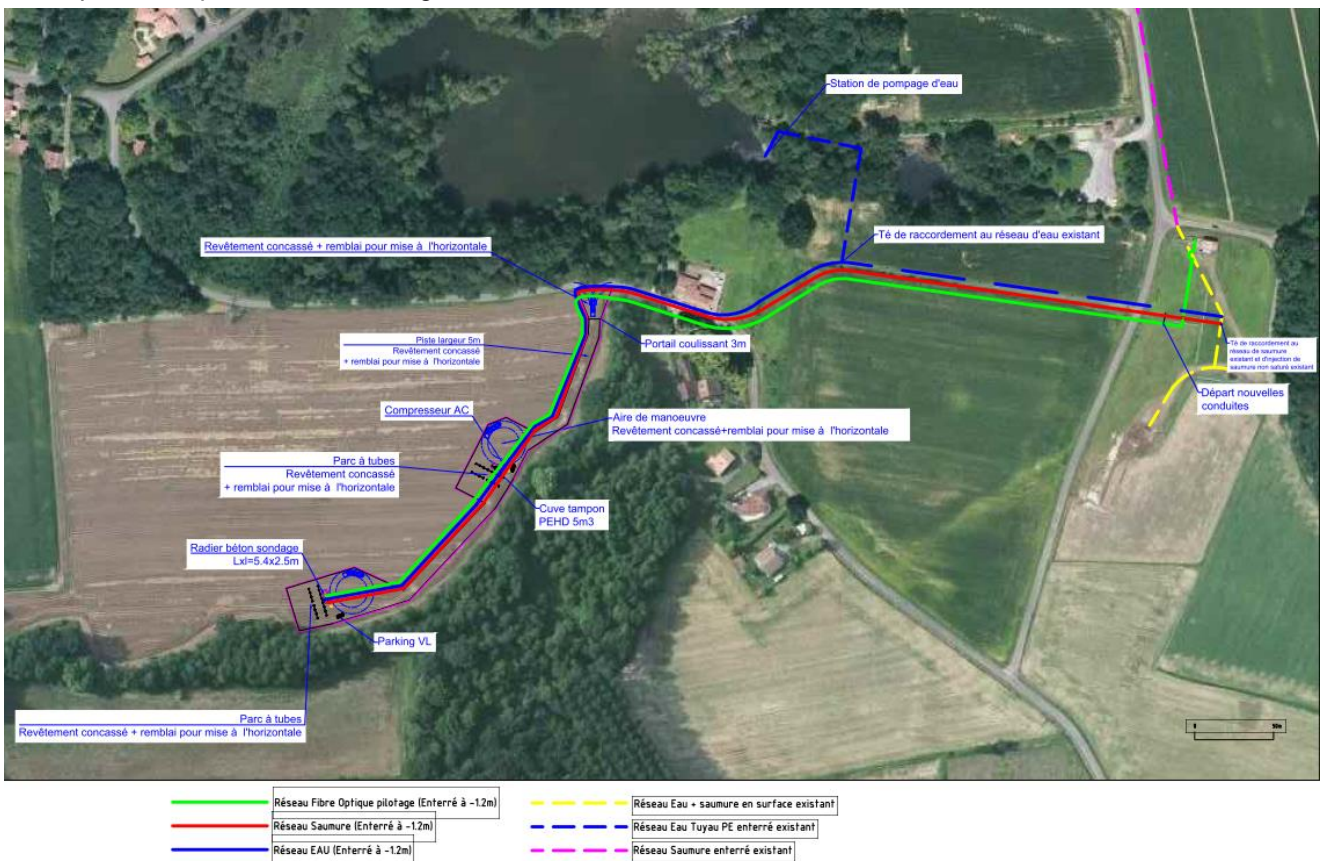


V - ELEMENTS FOURNIS ET HYPOTHESES

V.- 1 *Eléments fournis*

Les éléments suivants nous ont été transmis :

- plans d'implantation des forages ;



- liste des sources sonores à considérer dans le modèle ;
- niveau de pression acoustique du compresseur en valeur globale à 82,0 dB(A) à 1 m et la période de fonctionnement ;
- ancien rapport de travaux de forage de Kaliès et d'Apave ;
- ancien rapport d'étude de bruit de 3S Conseil datant du 25 août 2016.

V.- 2 Hypothèses

V.- 2.- 1 Puissance acoustique du compresseur

Le niveau de pression acoustique du compresseur en valeur globale est une donnée fourni par Antea. Il est fixé à 78,0 dB(A) à 1 m.

Afin de calculer la répartition spectrale pour le compresseur mesuré, une répartition spectrale type tiré d'une précédente étude, est présenté dans le tableau ci-après.

Niveau de puissance acoustique L _w (dB)									
Fréquence (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Global (dBA)
Niveau de puissance acoustique L _w	95,0	93,1	95,6	96,2	96,0	87,8	76,0	73,4	98,7

Compte-tenu de l'hypothèse prise sur la répartition fréquentielle présenté ci-dessus et du niveau de pression fourni par Antea, le niveau de puissance sonore en spectre est présenté dans le tableau ci-dessous.

Niveau de puissance acoustique L _w (dB)									
Fréquence (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Global (dBA)
Niveau de puissance acoustique L _w	82,3	80,4	82,9	83,5	83,3	75,1	63,3	60,7	86,0

V.- 2.- 2 Puissance acoustique de la pompe alimentation eau et de la pompe saumure vers saumoduc

Aucune donnée acoustique n'a pu nous être communiquée sur la pompe alimentation eau et la pompe saumure vers saumoduc. Par conséquent, le niveau de puissance sonore pris pour hypothèse est présenté dans le tableau ci-après. Il est basé sur notre expérience.

Niveau de puissance acoustique L _w (dB)									
Fréquence (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Global (dBA)
Niveau de puissance acoustique L _w	105,0	103,0	96,0	93,0	88,0	85,0	82,0	78,0	95,5

VI - SIMULATIONS

Les calculs et simulations sont réalisés sur la base des hypothèses de niveaux sonores des équipements et des niveaux de bruit résiduel retenus.

Les simulations de l'impact d'exploitation de forages sont étudiées.

L'analyse réglementaire sera effectuée en limite de propriété et au niveau des zones à émergence réglementé (ZER) en niveau global.

VI.- 1 Logiciel de simulation

Toutes nos simulations se font à l'aide du logiciel CadnaA dernière version. Ce logiciel permet de modéliser la propagation acoustique en espace extérieur en tenant compte de l'ensemble des paramètres influents tels que le bâti, la topographie, les écrans, la nature du sol ou encore la météorologie. Il est fondé sur un algorithme rapide de recherche des trajets acoustiques entre sources de bruit et récepteurs dans un site complexe. Les trajets sont représentés par des rayons directs, diffractés, réfléchis par le sol et/ou les façades supposées verticales.

VI.- 2 Modélisation topographique

A partir de l'ensemble des éléments fournis et des hypothèses décrites au paragraphe « IV-2 Hypothèses », la modélisation topographique du site en 3 dimensions a été effectuée, les bâtiments ont été implantés.

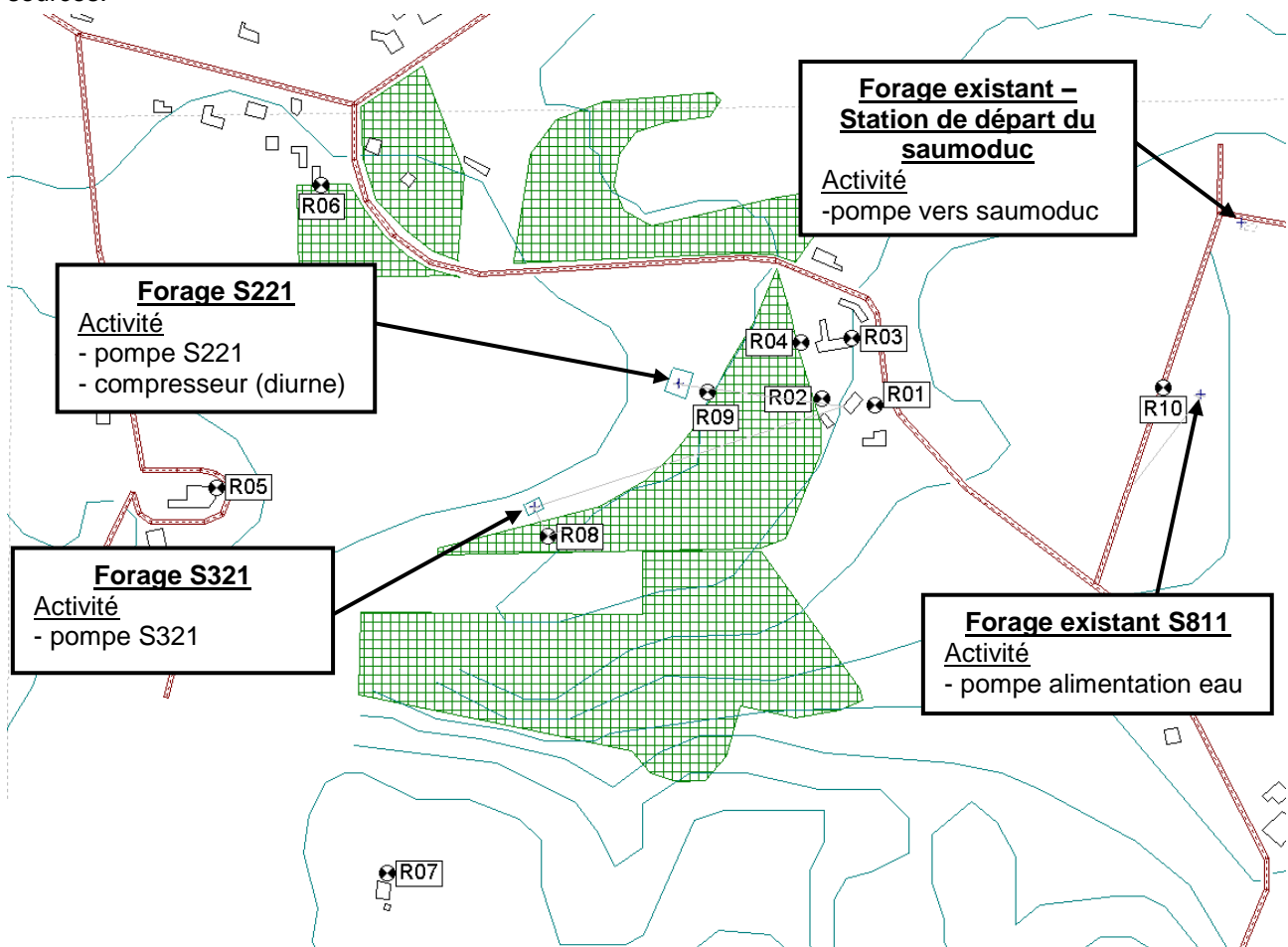
Afin d'effectuer les simulations d'impact sur le voisinage, des récepteurs ont été intégrés dans le modèle. Ils sont positionnés au niveau du voisinage le plus exposé ainsi qu'en limite de propriété, à différentes altimétries.

Le détail des points récepteurs sont présentés dans le tableau ci-après.

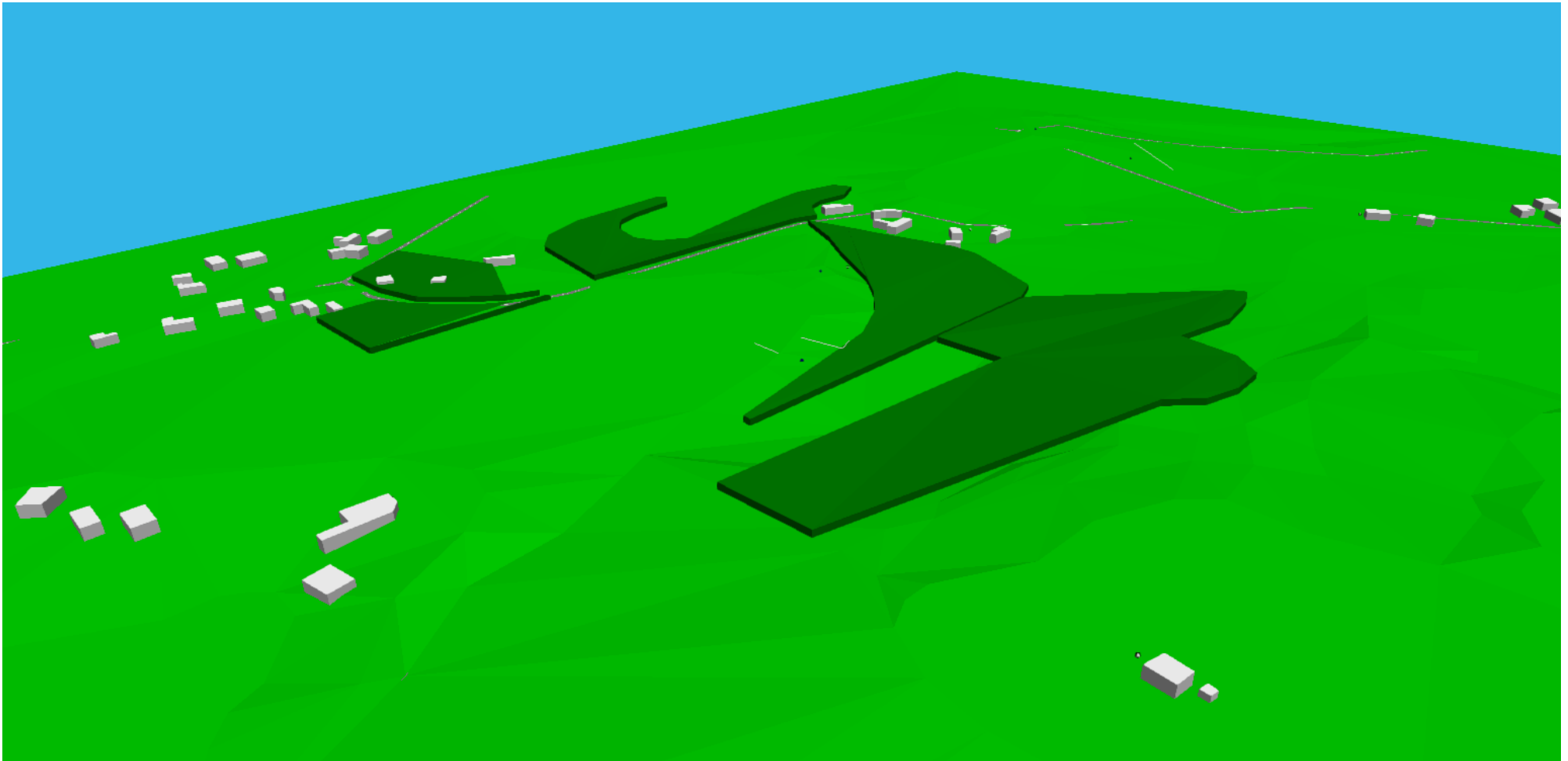
	Récepteurs intégrés au modèle
ZER	R01 – R02 – R03 – R04 – R05 – R06 – R07
Limite de propriété - LP	R08 – R09 – R10

Les sources intégrées au modèle sont présentés sur la vue en plan ci-après.

La modélisation est présentée en plan et en 3D ci-après. La présentation fait apparaître l'implantation des sources.



Vue 3D de la modélisation



VI.- 3 Simulation sans traitement – Analyse de l'impact de l'exploitation des forages

La simulation présentée ci-après est la plus contraignante d'un point de vue acoustique, elle présente la phase transitoire de formation de la cavité du sondage S-321, à laquelle on ajoute l'utilisation ponctuelle d'un compresseur (pour ajuster le matelas d'air présent au niveau du toit de la cavité en formation).

L'exploitation des forages a lieu en période diurne et nocturne.

En période diurne, les quatre pompes sont en fonctionnement, ainsi qu'un compresseur sur le forage S221. Il est à noter que le compresseur fonctionne uniquement 2 fois par an, 3 jours de suite. (6 jours par an maximum en période diurne).

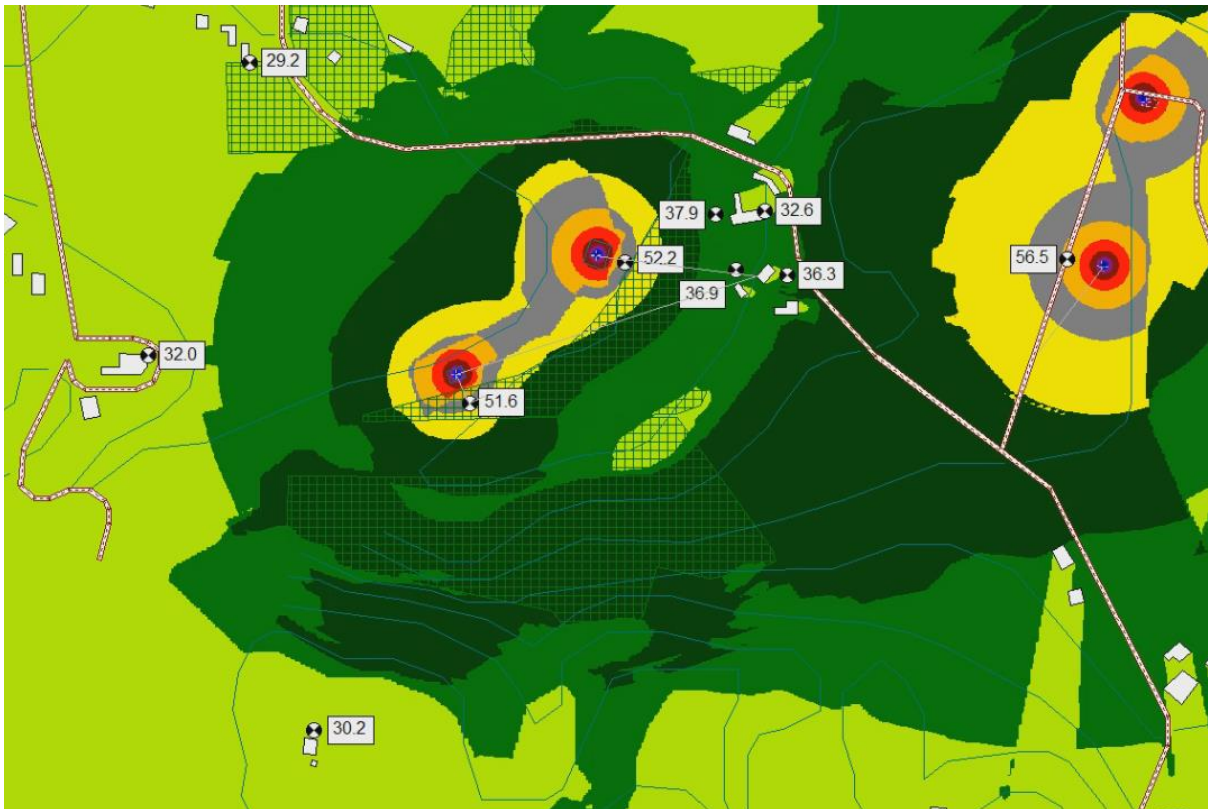
En période nocturne, seules les pompes seront en fonctionnement. Le compresseur ne fonctionnera pas.

VI.3.1.1 Période diurne

Les sources intégrées au modèle sont les suivantes :

- Pompe vers saumoduc ;
- Pompe alimentation eau ;
- Pompe S221 et le compresseur ;
- Pompe S321.

Une carte isophone de la simulation en période diurne de l'activité de forage est présentée ci-après.



En période diurne, les niveaux de bruits d'impacts pour chaque récepteur sont répertoriés dans le tableau ci-dessous.

	Récepteurs	Niveau de bruit d'impact en dB(A)
ZER	R01	36,5
	R02	37,0
	R03	32,5
	R04	38,0
	R05	32,0
	R06	29,0
	R07	30,0
Limite de propriété	R08	51,5
	R09	52,0
	R10	56,5

L'analyse réglementaire est présentée dans le tableau ci-après.

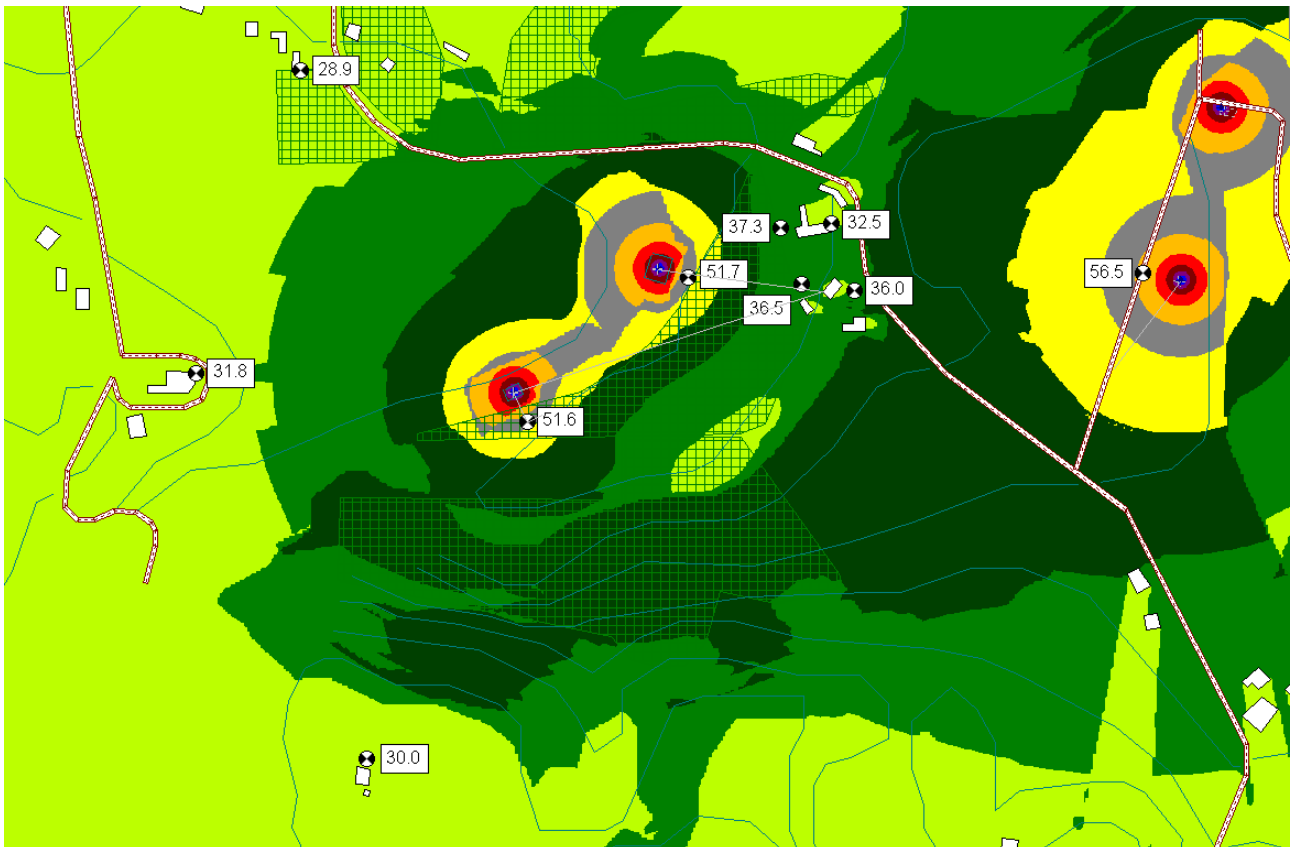
	Récepteurs	Niveau de bruit d'impact en dB(A)	Niveau de bruit résiduel diurne en dB(A)	Niveau de bruit ambiant en dB(A)	Emergence réglementaire	Emergence
ZER	R01	36,5	32,0	37,8	6,0	5,8
	R02	37,0		38,2	6,0	6,2
	R03	32,5		35,3	6,0	3,3
	R04	38,0		39,0	6,0	7,0
	R05	32,0		35,0	6,0	3,0
	R06	29,0		33,8	Non Calculé si <35dB(A)	C
	R07	30,0		34,1	Non Calculé si <35dB(A)	C
Limite de propriété	R08	51,5		51,5	L < 70 dB(A)	C
	R09	52,0		52,0		C
	R10	56,5		56,5		C

VI.3.1.2 Période nocturne

Les sources intégrées au modèle sont les suivantes :

- Pompe vers saumoduc ;
- Pompe alimentation eau ;
- Pompe S221 ;
- Pompe S321.

Une carte isophone de la simulation en période nocturne de l'activité de forage est présentée ci-après.



En période nocturne, les niveaux de bruits d'impacts pour chaque récepteur sont répertoriés dans le tableau ci-dessous.

	Récepteurs	Niveau de bruit d'impact en dB(A)
ZER	R01	36,0
	R02	36,5
	R03	32,5
	R04	37,5
	R05	32,0
	R06	29,0
	R07	30,0
Limite de propriété	R08	51,5
	R09	51,5
	R10	56,5

L'analyse réglementaire est présentée dans le tableau ci-après.

	Récepteurs	Niveau de bruit d'impact en dB(A)	Niveau de bruit résiduel nocturne en dB(A)	Niveau de bruit ambiant en dB(A)	Emergence réglementaire	Emergence
ZER	R01	36,0	27,0	36,5	4,0	9,5
	R02	36,5		37,0	4,0	10,0
	R03	32,5		33,6	Non Calculé si <35dB(A)	C
	R04	37,5		37,9	4,0	10,9
	R05	32,0		33,2	Non Calculé si <35dB(A)	C
	R06	29,0		31,1	Non Calculé si <35dB(A)	C
	R07	30,0		31,8	Non Calculé si <35dB(A)	C
Limite de propriété	R08	51,5	51,5	L < 60 dB(A)	C	
	R09	51,5	51,5		C	
	R10	56,5	56,5		C	

VI.3.1.3 Analyses et conclusion

Les exploitations de forage ont lieu en période diurne et nocturne.

En période diurne, les sources en fonctionnement sont les suivantes :

- Pompe vers saumoduc ;
- Pompe alimentation eau ;
- Pompe S221 et le compresseur ;
- Pompe S321.

En période nocturne, seules les pompes seront en fonctionnement. Le compresseur ne fonctionne pas en période nocturne.

Compte tenu des hypothèses retenues et des mesures réalisées sur site, deux simulations d'exploitation de forage ont été réalisées. Les émergences constatées pour les deux simulations sont répertoriées dans le tableau ci-après.

	Récepteurs	Diurne	Nocturne
ZER	R01	5,8	9,5
	R02	6,2	10,0
	R03	3,3	C
	R04	7,0	10,9
	R05	3,0	C
	R06	C	C
	R07	C	C
Limite de propriété	R08	C	C
	R09	C	C
	R10	C	C

Les niveaux en limites de propriété sont respectés quel que soit la période diurne et nocturne.

Des émergences non-réglementaires sont constatées en période nocturne aux points récepteurs R01, R02 et R04. En période diurne, une émergence est également constatée au point récepteur R04.

Au regard des résultats présentés dans le tableau, des traitements devront être mis en œuvre afin de limiter les émergences au droit des ZER.

VI.- 4 Simulation des traitements envisagés – Analyse de l'impact de l'exploitation des forages

Les exploitations de forage ont lieu en période diurne et nocturne.

En période diurne, les quatre pompes seront en fonctionnement, ainsi qu'un compresseur situé sur le forage S221. Il est à noter que le compresseur fonctionne uniquement 2 fois par an, 3 jours de suite. (6 jours par an maximum en période diurne).

En période nocturne, seules les pompes seront en fonctionnement. Le compresseur ne fonctionnera pas.

La simulation sans traitement a mis en évidence des émergences aux points récepteurs R01, R02 et R04 (ZER).

Des traitements doivent être mis en œuvre afin de respecter les émergences fixés par la réglementation en vigueur. Ils sont détaillés ci-après :

- **La pompe S221 doit être traitée afin d'atténuer de 6,0 dB. Le niveau de puissance sonore de la pompe S221 ne devra pas excéder 89,5 dB(A) ;**
- **La pompe alimentation eau doit être traitée afin d'atténuer de 3,0 dB. Le niveau de puissance sonore de la pompe S811 ne devra pas excéder 92,5 dB(A) ;**
- **Le niveau de puissance sonore de la pompe S321 ne devra pas excéder 95,5 dB(A) ;**
- **Le niveau de puissance sonore du compresseur ne devra pas excéder 86,5 dB(A) lors de son fonctionnement (6 jours par an maximum en période diurne).**

Un capotage pourra être mis en œuvre afin de respecter les objectifs de niveaux de puissance sonores à ne pas dépasser par source.

VI.4.1.1 Période diurne

Une carte isophone de la simulation en période diurne de l'activité de forage est présentée ci-après.



En période diurne, les niveaux de bruits d'impacts pour chaque récepteur sont répertoriés dans le tableau ci-dessous.

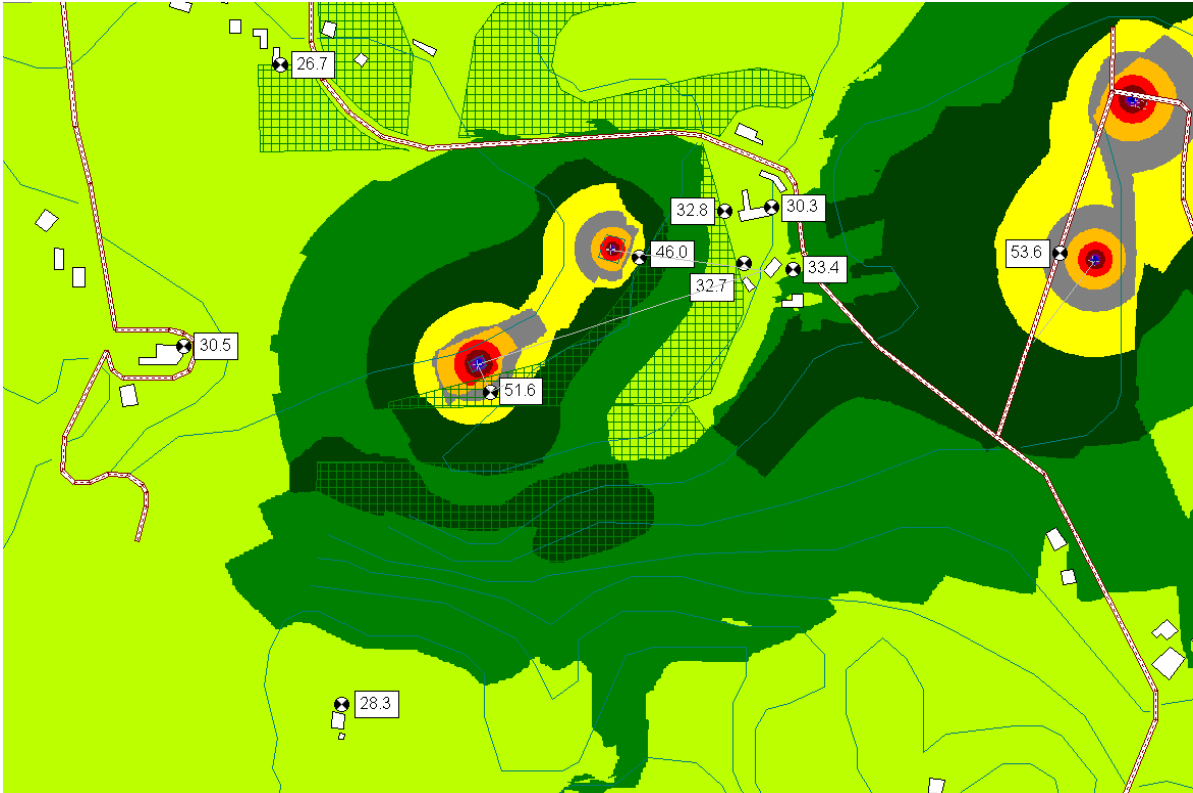
	Récepteurs	Niveau de bruit d'impact en dB(A)
ZER	R01	34,0
	R02	33,5
	R03	30,5
	R04	34,0
	R05	30,5
	R06	27,0
	R07	28,5
Limite de propriété	R08	51,5
	R09	47,5
	R10	53,5

L'analyse réglementaire est présentée dans le tableau ci-après.

	Récepteurs	Niveau de bruit d'impact en dB(A)	Niveau de bruit résiduel diurne en dB(A)	Niveau de bruit ambiant en dB(A)	Emergence réglementaire	Emergence	
ZER	R01	34,0	32,0	36,1	6,0	4,1	
	R02	33,5		35,8	6,0	3,8	
	R03	30,5		34,3	Non Calculé si <35dB(A)	6,0	C
	R04	34,0		36,1	6,0	4,1	
	R05	30,5		34,3	Non Calculé si <35dB(A)	C	
	R06	27,0		33,2	Non Calculé si <35dB(A)	C	
	R07	28,5		33,6	Non Calculé si <35dB(A)	C	
Limite de propriété	R08	51,5	51,5	L < 70 dB(A)	C		
	R09	47,5	47,5		C		
	R10	53,5	53,5		C		

VI.4.1.2 Période nocturne

Une carte isophone de la simulation en période nocturne de l'activité de forage est présentée ci-après.



En période nocturne, les niveaux de bruits d'impacts pour chaque récepteur sont répertoriés dans le tableau ci-dessous.

	Récepteurs	Niveau de bruit d'impact en dB(A)
ZER	R01	33,5
	R02	32,5
	R03	30,5
	R04	33,0
	R05	30,5
	R06	26,5
	R07	28,5
Limite de propriété	R08	51,5
	R09	46,0
	R10	53,5

L'analyse réglementaire est présentée dans le tableau ci-après.

	Récepteurs	Niveau de bruit d'impact en dB(A)	Niveau de bruit résiduel nocturne en dB(A)	Niveau de bruit ambiant en dB(A)	Emergence réglementaire	Emergence
ZER	R01	33,5	27,0	34,4	Non Calculé si <35dB(A)	C
	R02	32,5		33,6		C
	R03	30,5		32,1		C
	R04	33,0		34,0		C
	R05	30,5		32,1		C
	R06	26,5		29,8		C
	R07	28,5		30,8		C
Limite de propriété	R08	51,5	51,5	L < 60 dB(A)	C	
	R09	46,0	46,1		C	
	R10	53,5	53,5		C	

VI.4.1.3 Analyses et conclusion

Compte tenu des hypothèses retenues et des mesures réalisées sur site, deux simulations d'activités de forage ont été réalisées.

Les émergences constatées **sans traitement** pour les deux simulations sont répertoriées dans le tableau ci-après.

	Récepteurs	Diurne	Nocturne
ZER	R01	5,8	9,5
	R02	6,2	10,0
	R03	3,3	C
	R04	7,0	10,9
	R05	3,0	C
	R06	C	C
	R07	C	C
Limite de propriété	R08	C	C
	R09	C	C
	R10	C	C

Les émergences constatées **après traitement** pour les deux simulations sont répertoriées dans le tableau ci-après.

	Récepteurs	Diurne	Nocturne
ZER	R01	4,1	C
	R02	3,8	C
	R03	C	C
	R04	4,1	C
	R05	C	C
	R06	C	C
	R07	C	C
Limite de propriété	R08	C	C
	R09	C	C
	R10	C	C

Les traitements proposés permettent de respecter les émergences au droit du voisinage (ZER). Il garantit également le respect des niveaux de bruits ambiants en limite de propriété (LP).

VII - CONCLUSION

Le niveau de bruit résiduel retenu lors des mesures de 2017 est de 32,0 dB(A) en période diurne et 27,0 dB(A) en période nocturne.

Suite aux éléments fournis et hypothèses retenus, les simulations de l'impact d'exploitation de forages sont étudiées.

Des émergences sont constatées au droit des ZER, lors des simulations. Des traitements doivent être mis en œuvre afin de garantir le respect de la réglementation en vigueur.

L'exploitation des forages a été traitée par la création de capotage sur les pompes et compresseur afin de les insonoriser.

Le détail des prescriptions est présenté ci-après :

- **Le niveau de puissance sonore de la pompe alimentation eau ne devra pas excéder 92,5 dB(A) ;**
- **Le niveau de puissance sonore de la pompe S321 ne devra pas excéder 95,5 dB(A) ;**
- **Le niveau de puissance sonore de la pompe S221 ne devra pas excéder 89,5 dB(A) ;**
- **Le niveau de puissance sonore du compresseur ne devra pas excéder 86,5 dB(A) lors de son fonctionnement (6 jours par an maximum en période diurne).**

Les traitements proposés permettent de respecter les émergences au droit du voisinage (ZER). Il garantit également le respect des niveaux de bruits ambiants en limite de propriété (LP).

VIII - ANNEXES

VIII.- 1 Annexe 1 : Caractéristiques techniques des appareils de mesures

Les appareils sont calibrés avec des calibres CAL 21 de classe 1 de marque 01 dB-Stell délivrant 94 dB à 1000 Hz.

Appareil	N° de série
Sonomètre intégrateur SOLO de classe 1	12062
Sonomètre intégrateur FUSION de classe 1	11660
Sonomètre intégrateur FUSION de classe 1	11661
Calibre de classe 1	34203430


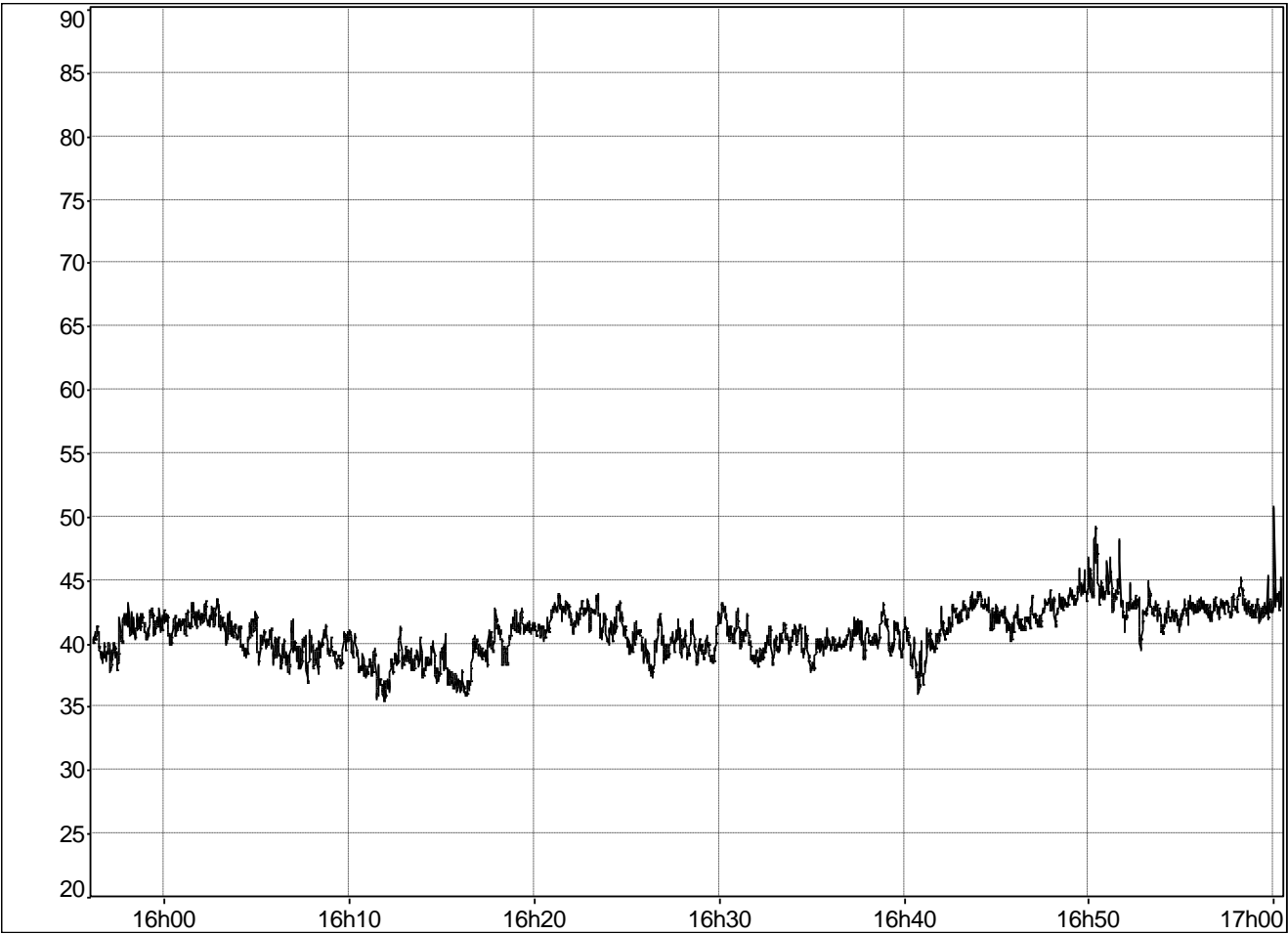
Les valeurs Leq sont stockées avec une durée d'intégration de 1 seconde. Les valeurs enregistrées sont dépouillées et analysées à l'aide du logiciel dBTrait32 version 5.5.

VIII.- 2 Annexe 2 : Relevés météorologiques du 03/08/2017


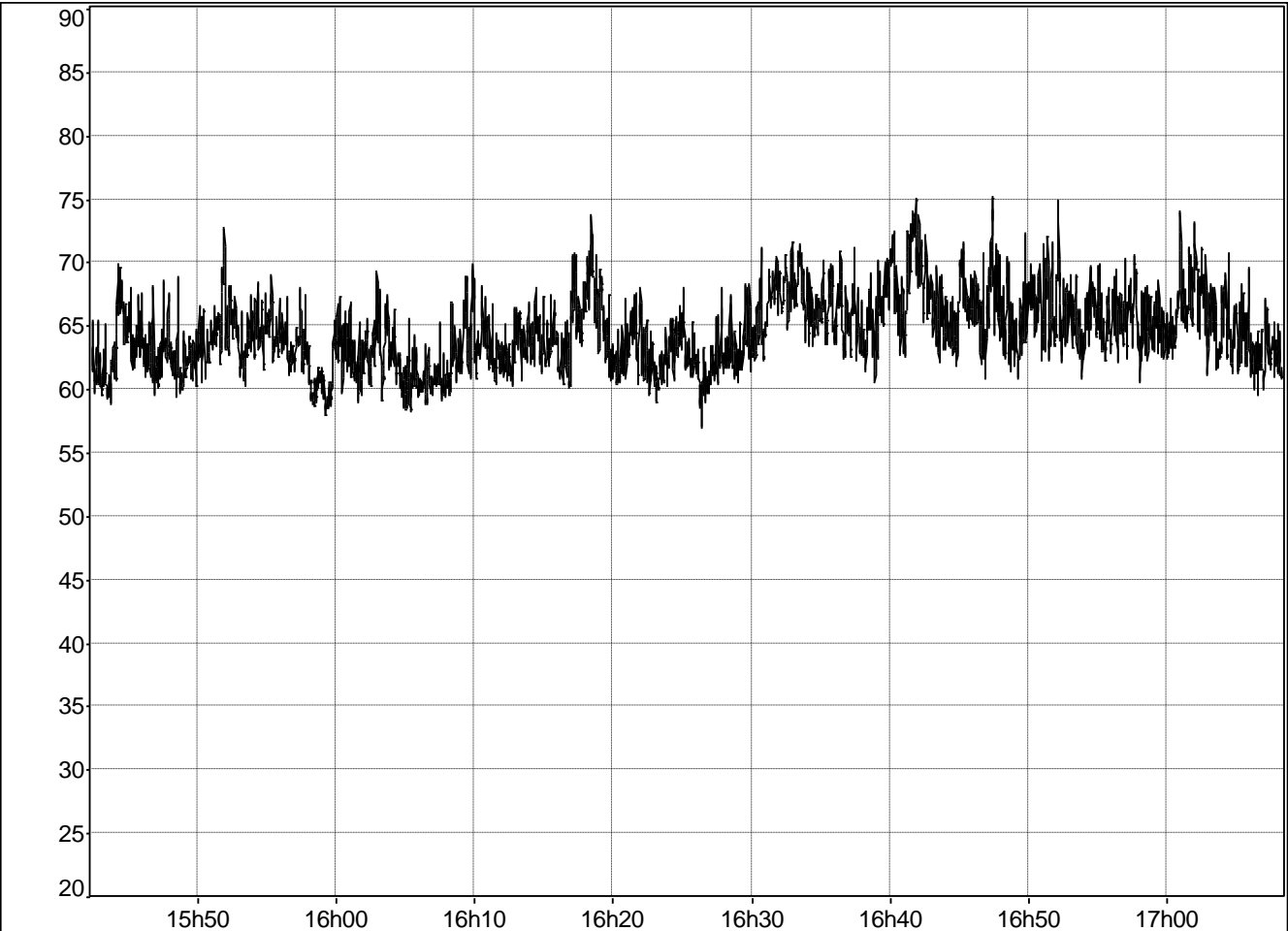
Source : Meteociel (station : Dax (40))

Heure locale	Néb.	Temps	Visi	Température	Humidité	Humidex	Windchill	Vent (rafales)	Pression	Précip. mm/h
23 h			45 km	22.5 °C	74%	28.1	22.5	↘ 6 km/h (15 km/h)	1018.8 hPa ↗	aucune
22 h			45 km	24 °C	69%	29.9	24	↘ 7 km/h (17 km/h)	1018.4 hPa ↗	aucune
21 h			35 km	25.5 °C	63%	31.3	25.5	↘ 7 km/h (19 km/h)	1017.8 hPa ↗	aucune
20 h			35 km	27.5 °C	57%	33.5	27.5	↘ 11 km/h (20 km/h)	1017.2 hPa ↘	aucune
19 h			23 km	28.5 °C	57%	35.3	28.5	↘ 11 km/h (22 km/h)	1017.3 hPa ↘	aucune
18 h			26 km	28.9 °C	57%	35.9	28.9	→ 13 km/h (22 km/h)	1017.4 hPa ↘	aucune
17 h			22 km	30.2 °C	53%	37.3	30.2	↗ 7 km/h (15 km/h)	1017.5 hPa ↘	aucune
16 h			23 km	28.4 °C	56%	34.9	28.4	↖ 9 km/h (17 km/h)	1017.9 hPa ↘	aucune
15 h			20 km	28.3 °C	58%	35.1	28.3	↗ 6 km/h (13 km/h)	1018.4 hPa ↘	aucune

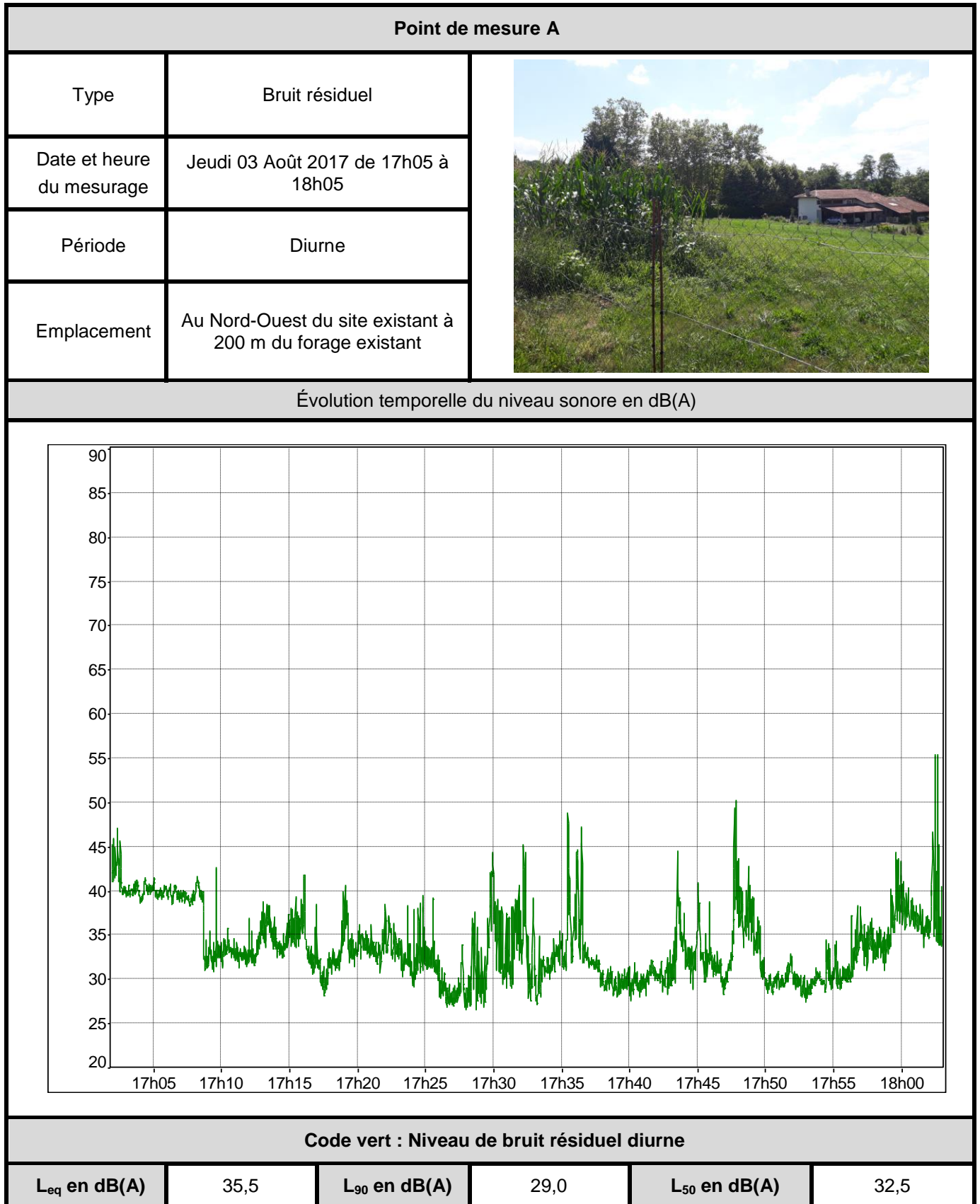
VIII.- 3 Annexe 3 Fiches de mesures

Point de mesure 1					
Type	Bruit ambiant				
Date et heure du mesurage	Jeudi 03 Août 2017 de 15h50 à 17h00				
Période	Diurne				
Emplacement	Au Nord-Ouest du site existant à 200 m du forage existant				
Évolution temporelle du niveau sonore en dB(A)					
					
Code noir : Niveau de bruit ambiant diurne					
L_{eq} en dB(A)	41,5	L_{90} en dB(A)	38,5	L_{50} en dB(A)	40,5

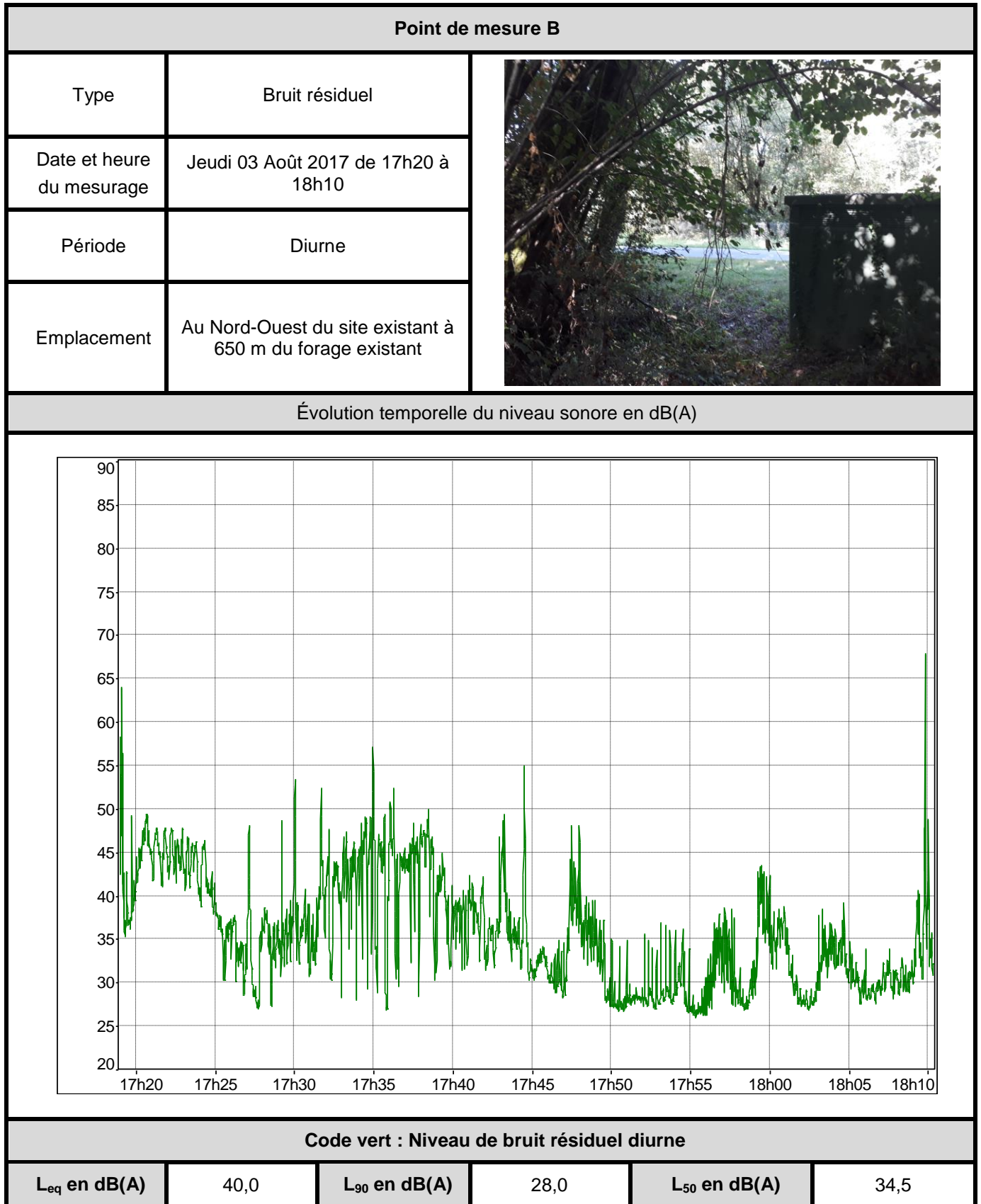
Note : Les valeurs indiquées dans le tableau ainsi que l'évolution temporelle tient compte de l'activité de la faune le jour de l'intervention.

Point de mesure 2					
Type	Bruit ambiant				
Date et heure du mesurage	Jeudi 03 Août 2017 de 15h40 à 17h10				
Période	Diurne				
Emplacement	Au Sud du site existant à 80 m du forage existant				
Évolution temporelle du niveau sonore en dB(A)					
					
Code noir : Niveau de bruit ambiant diurne					
L_{eq} en dB(A)	65,5	L₉₀ en dB(A)	60,5	L₅₀ en dB(A)	64,0


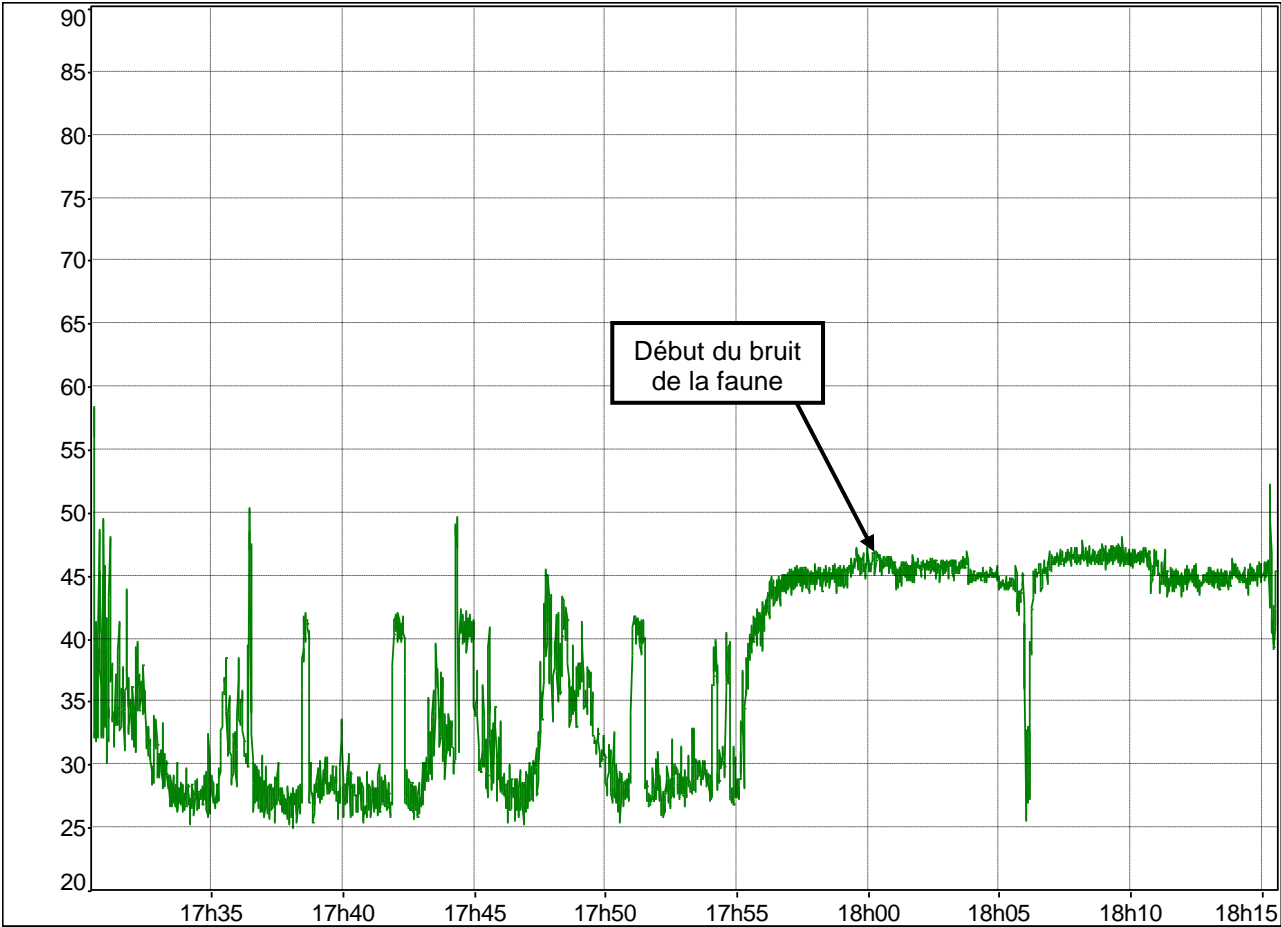
Note : Les valeurs indiquées dans le tableau ainsi que l'évolution temporelle tient compte de l'activité de la faune le jour de l'intervention.




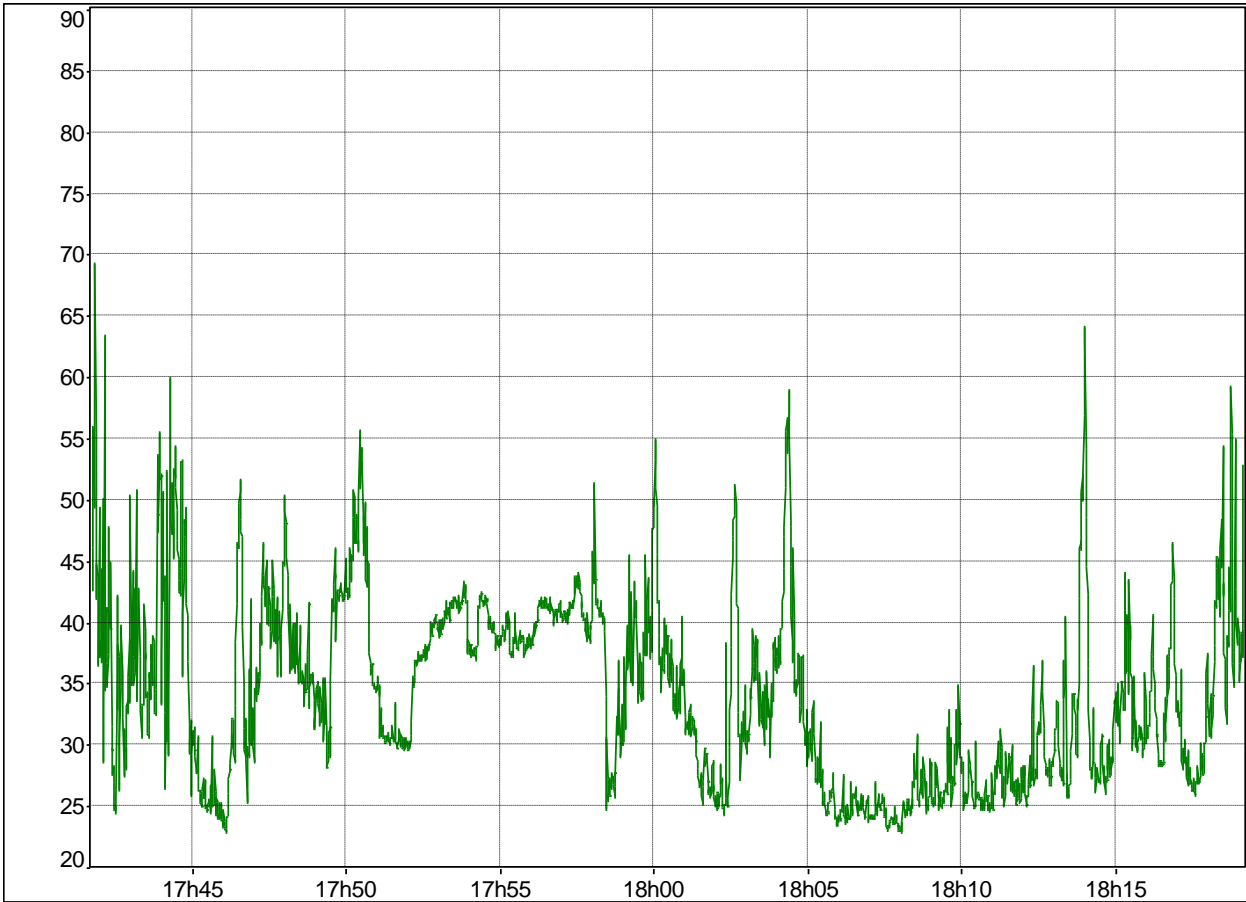
Note : Les valeurs indiquées dans le tableau ainsi que l'évolution temporelle tient compte de l'activité de la faune le jour de l'intervention.




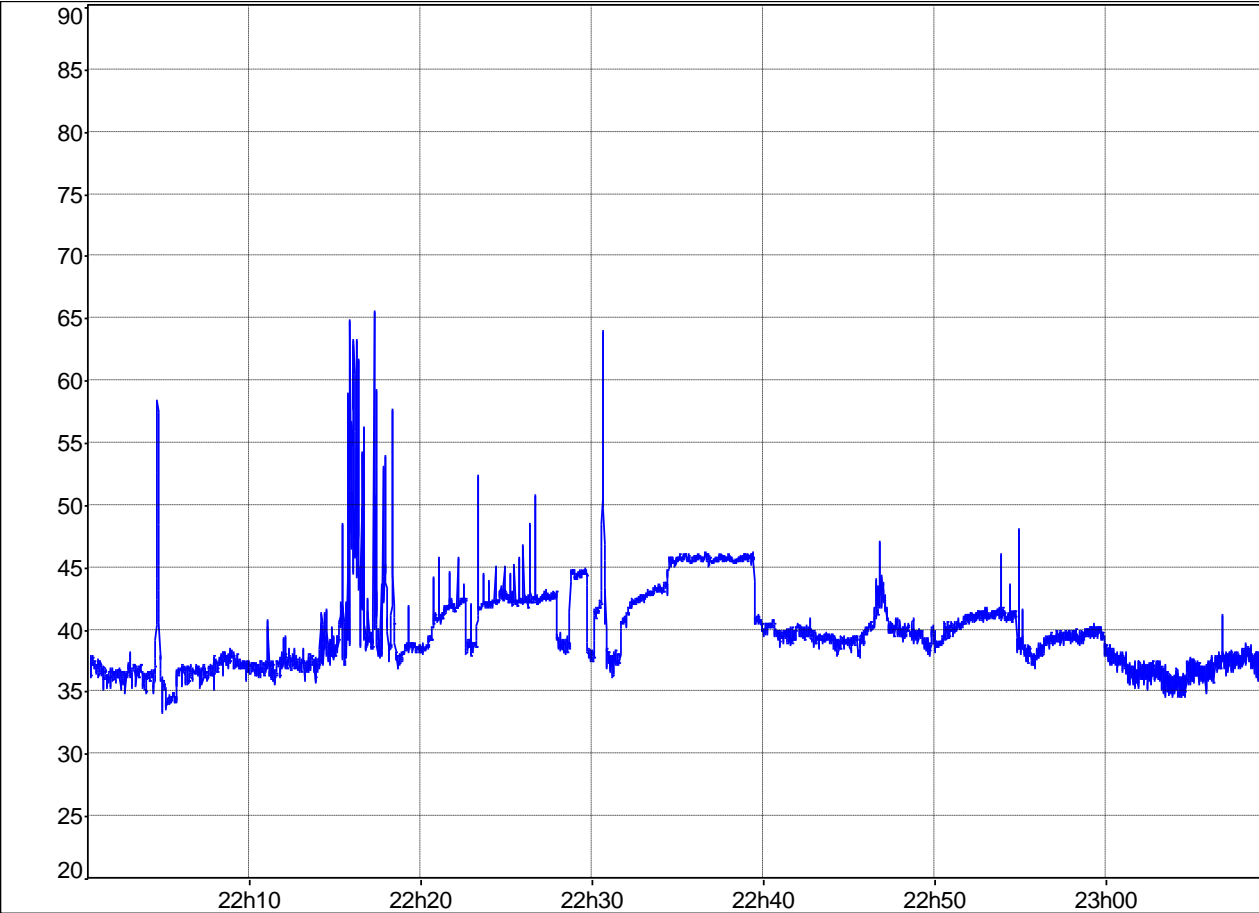
Note : Les valeurs indiquées dans le tableau ainsi que l'évolution temporelle tient compte de l'activité de la faune le jour de l'intervention.

Point de mesure C					
Type	Bruit résiduel				
Date et heure du mesurage	Du jeudi 03 Août 2017 de 17h30 à 18h15				
Période	Diurne				
Emplacement	Au Sud-Ouest du site existant à 440 m du forage existant				
Évolution temporelle du niveau sonore en dB(A)					
					
Code vert : Niveau de bruit résiduel diurne					
L_{eq} en dB(A)	34,0	L_{90} en dB(A)	24,5	L_{50} en dB(A)	31,5


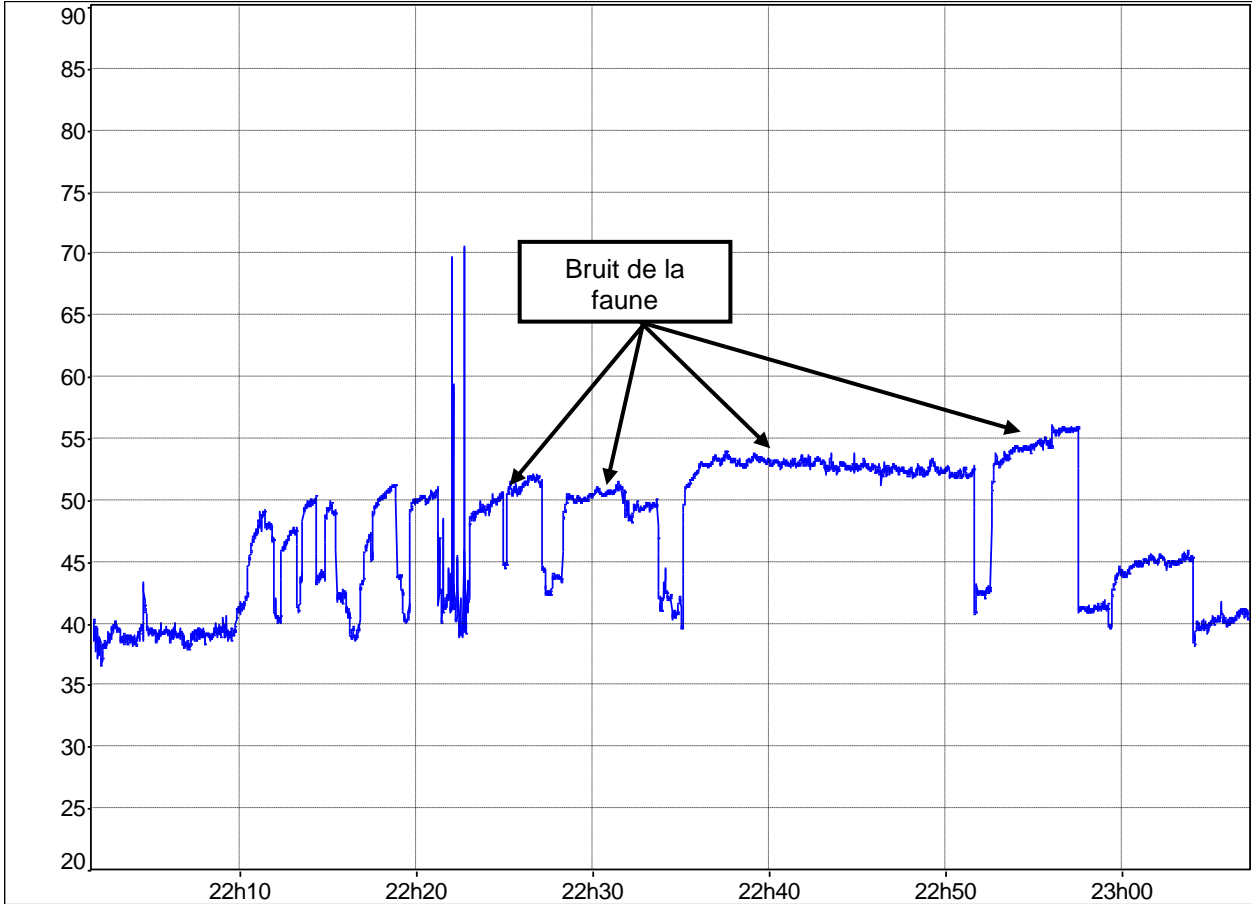
Note : Les valeurs indiquées dans le tableau ainsi que l'évolution temporelle tient compte de l'activité de la faune le jour de l'intervention.

Point de mesure D					
Type	Bruit résiduel				
Date et heure du mesurage	Jeudi 03 Août 2017 de 17h40 à 18h20				
Période	Diurne				
Emplacement	Au Sud du site existant à 600 m du forage existant				
Évolution temporelle du niveau sonore en dB(A)					
					
Code vert : Niveau de bruit résiduel diurne					
L_{eq} en dB(A)	43,5	L_{90} en dB(A)	25,0	L_{50} en dB(A)	33,5


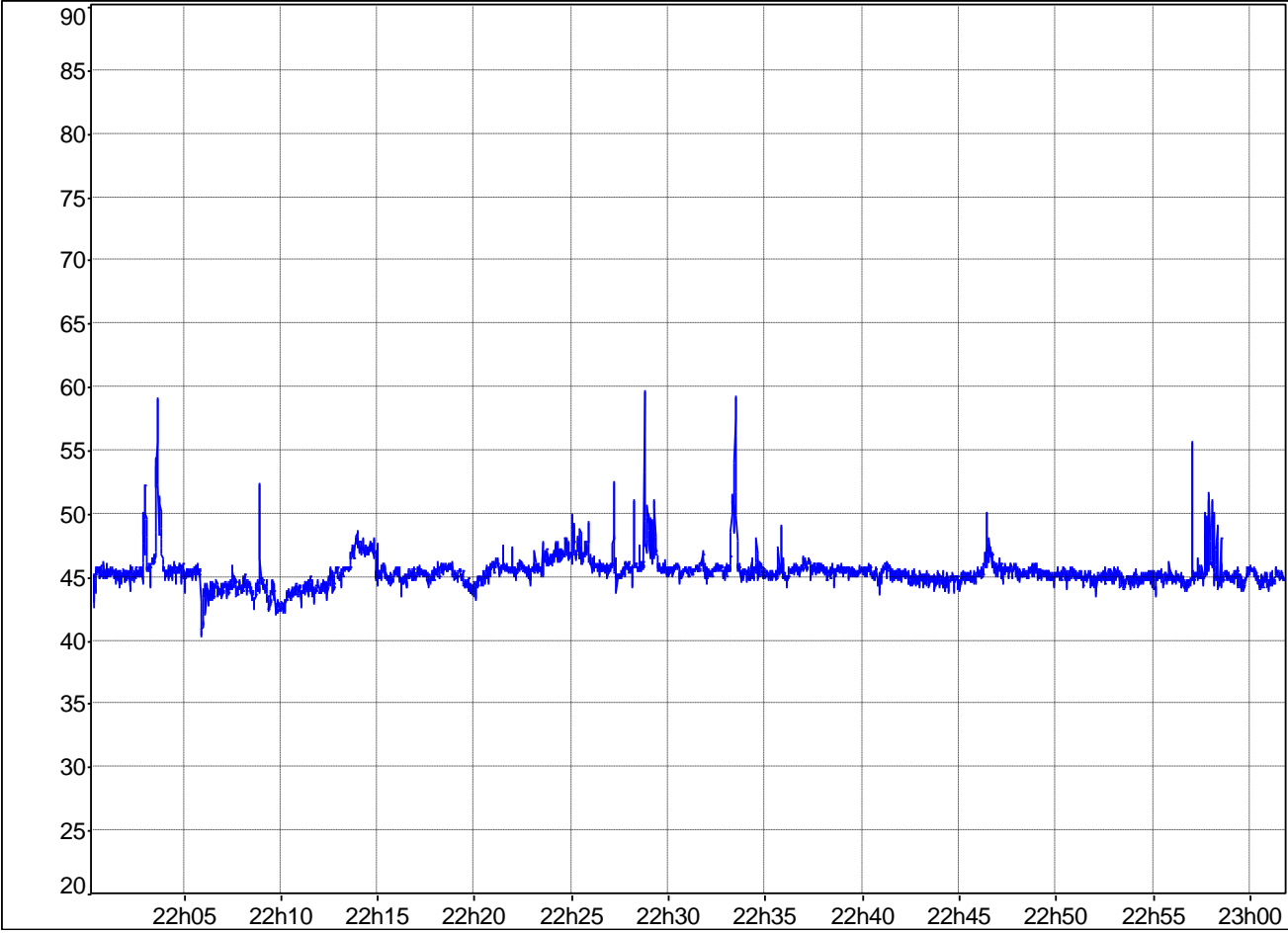
Note : Les valeurs indiquées dans le tableau ainsi que l'évolution temporelle tient compte de l'activité de la faune le jour de l'intervention.

Point de mesure B					
Type	Bruit résiduel				
Date et heure du mesurage	Jeudi 03 Août 2017 de 22h00 à 23h10				
Période	Nocturne				
Emplacement	Au Nord-Ouest du site existant à 650 m du forage existant				
Évolution temporelle du niveau sonore en dB(A)					
					
Code bleu : Niveau de bruit résiduel nocturne					
L_{eq} en dB(A)	39,5	L_{90} en dB(A)	23,5	L_{50} en dB(A)	26,0

Note : Les valeurs indiquées dans le tableau ainsi que l'évolution temporelle tient compte de l'activité de la faune le jour de l'intervention.

Point de mesure C					
Type	Bruit résiduel				
Date et heure du mesurage	Du jeudi 03 Août 2017 de 22h00 à 23h05				
Période	Nocturne				
Emplacement	Au Sud-Ouest du site existant à 440 m du forage existant				
Évolution temporelle du niveau sonore en dB(A)					
					
Code bleu : Niveau de bruit résiduel nocturne					
L_{eq} en dB(A)	50,0	L_{90} en dB(A)	39,5	L_{50} en dB(A)	49,0

Note : Les valeurs indiquées dans le tableau ainsi que l'évolution temporelle tient compte de l'activité de la faune le jour de l'intervention.

Point de mesure D					
Type	Bruit résiduel				
Date et heure du mesurage	Du jeudi 03 Août 2017 de 22h00 à 23h05				
Période	Nocturne				
Emplacement	Au Sud du site existant à 600 m du forage existant				
Évolution temporelle du niveau sonore en dB(A)					
					
Code bleu : Niveau de bruit résiduel nocturne					
L_{eq} en dB(A)	45,5	L₉₀ en dB(A)	44,0	L₅₀ en dB(A)	45,0

Note : Les valeurs indiquées dans le tableau ainsi que l'évolution temporelle tient compte de l'activité de la faune le jour de l'intervention.

VIII.- 4 Annexe 4 : Rapport de mesures acoustiques – élément fourni

APAVE SUDEUROPE SAS
Agence de Bordeaux
Z.I. - Avenue Gay Lussac
BP 3
33370 Artigues-près-Bordeaux
Tél. : 05.56.77.27.27
Email : mathieu.vinzio@apave.com

Rapport envoyé exclusivement en
version dématérialisée à l'attention de
M Jean François KERN au courriel
suivant : jfkern@salins.com

**Niveaux sonores émis dans l'environnement des ICPE en
référence à l'arrêté du 23 janvier 1997****INSTALLATION(S) VERIFIEE(S)**

Site de St PANDELON

LIEU D'INTERVENTION

CIE SALINS MIDI SALINES EST
4 RUE DES SALINES
BP 73
40102 DAX CEDEX
rue du Moulin de campagne
40180 St PANDELON

DATE(S) D'INTERVENTION

Du 9 au 10 novembre 2020

INTERVENANT(S)

VINZIO MATHIEU

NOM ET FONCTION DU SIGNATAIRE

VINZIO – Technicien de mesure

SIGNATURE**ACCOMPAGNE PAR**

M Jean-François KERN

RENDU COMPTE A

M Jean-François KERN

jfkern@salins.com

ddupuis@salins.com



NIVEAUX SONORES EMIS DANS
L'ENVIRONNEMENT DES ICPE EN REFERENCE A
L'ARRETE DU 23 JANVIER 1997

N° DE RAPPORT : 11700014-001-1
VERSION 1
Date : 13/11/2020

Suivi des versions du rapport		
Version	Synthèse des modifications	Chapitre(s), Tableau(x) modifié(s)
1	Création du document	/

SOMMAIRE

1	SYNTHESE DES OBSERVATIONS	3
2	GENERALITES	4
2.1	Objectif	4
2.2	Référentiels réglementaires	4
2.3	Description du site	4
3	UTILISATION DU RAPPORT	5
4	PROTOCOLE D'INTERVENTION	5
4.1	Méthode de mesure	5
4.2	Conditions de fonctionnement de l'installation	6
4.3	Conditions environnementales	6
5	RESULTATS DES MESURAGES	7
5.1	Représentation graphique	7
5.2	Niveaux sonores mesurés en Zone à Émergence Réglementée	7
5.3	Tonalités marquées	7
6	CONCLUSION	8
Annexe 1 RELEVES METEOROLOGIQUES		9
Annexe 2 FEUILLES DE MESURAGE		11
Annexe 3 MATERIEL DE MESURES		13
Annexe 4 AUTOVERIFICATION DE L'APPAREILLAGE		14
Annexe 5 EXTRAIT DE L'ARRETE DU 23 JANVIER 1997		15
Annexe 6 DONNEES METEOROLOGIQUES		16

1 SYNTHESE DES OBSERVATIONS

Le tableau ci dessous résume l'ensemble des observations :

N°§	Libellé	Observation période jour	Observation période nuit
5.2	Emergence en ZER	Conforme en tout point	Conforme en tout point
5.3	Tonalité marquée	Conforme en tout point	Conforme en tout point

Tableau 1. Respect des exigences réglementaires

En zone à émergence réglementée (ZER), l'émergence est évaluée.
Sur le plan ci-dessous, sont présentées en vert les valeurs conformes, en rouge les valeurs non-conformes et en orange les valeurs non significatives ou avec avis suspendu.



Figure 1. Points de mesures

2 GENERALITES

2.1 OBJECTIF

À la demande de la société CIE SALINS MIDI SALINES EST, APAVE a procédé au mesurage des niveaux sonores engendrés dans l'environnement par son installation située rue du Moulin de campagne à St PANDELON (40).

Le présent document a pour objet de présenter les conditions et résultats de mesurage et les comparer aux exigences réglementaires.

2.2 REFERENTIELS REGLEMENTAIRES

Les mesurages sont réalisés conformément à la méthode de mesures annexée à l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement (méthode d'expertise), ainsi qu'aux recommandations de la norme NF S 31-010, sans déroger à aucune de ses dispositions.

Les exigences réglementaires à respecter pour l'installation sont définies dans l'arrêté du 23 janvier 1997.

2.3 DESCRIPTION DU SITE

2.3.1 Description de l'établissement

Activités :

Le site injecte de l'eau dans une couche géologique salée et capte l'eau chargée en sel.

Implantation :

Le site se trouve en zone rurale. Il est entouré de champs.

Horaires de fonctionnement (informations fournies par le client) :

Les installations fonctionnent par cycles en fonction des besoins du site de production de Dax.

Sources sonores de l'établissement :

L'ensemble des équipements générateurs de bruit de l'établissement était en fonctionnement représentatif (informations fournies par le client).

Les principales sources sonores identifiées lors des mesures sont constituées par :

Source sonore identifiée	A proximité du point
Forage (pompes)	/
Station de transfert vers le site de transformation Dax (pompes)	/

Tableau 2. Sources sonores de l'établissement

2.3.2 Description de l'environnement du site

Zones d'habitation

Les habitations les plus proches sont situées à l'Est et au Sud du site. Des champs les séparent.

Sources sonores indépendantes de l'établissement

L'ambiance sonore résiduelle, extérieure au fonctionnement de l'établissement, est due aux sources suivantes :

- Circulations routière et aérienne (hélicoptères),
- Riverains,
- Bruits de nature.

3 UTILISATION DU RAPPORT

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Les résultats de mesure ne concernent que les zones examinées et ne sauraient être étendus à d'autres situations.

Le destinataire du rapport s'engage à ne pas l'utiliser pour un équipement ou un matériel qui n'est pas strictement identique à celui faisant l'objet de ce rapport.

Conformément à la convention de preuve acceptée par le client, ce rapport est diffusé exclusivement sous forme dématérialisée.

4 PROTOCOLE D'INTERVENTION

4.1 METHODE DE MESURE

4.1.1 Procédure de mesurage

Le plan de mesurage est conforme en tout point à notre proposition n°A533552936.1.

Les mesures ont été réalisées en période diurne (7h-22h) et nocturne (22h-7h) avec l'ensemble des bruits habituels existant sur l'intervalle de mesurage. Les horaires de mesurage sont indiqués, pour chaque point, sur les graphiques joints en annexe 2.

Ces mesures ont intégré les phases de fonctionnement suivantes :

Mesures dans les zones à émergence réglementée

- Mesure du bruit ambiant avec l'établissement en fonctionnement et recherche de la présence de tonalité marquée pour les phases de fonctionnement significatives.
- Mesure du bruit résiduel sans influence de l'établissement évaluée en un point masqué des installations. Il s'agit d'un point de mesure représentatif du niveau sonore du site mais protégé du rayonnement acoustique des sources de bruit de l'établissement. Les valeurs obtenues représentent une estimation d'un niveau de bruit type résiduel. Elles sont livrées à titre indicatif afin de rendre un avis sur la conformité aux exigences réglementaires. Ces résultats ne pourraient se substituer à des valeurs obtenues lors de mesures de bruit résiduel réalisées durant l'arrêt total des installations concernées sur des périodes comparables et représentatives.

Mesures en limite de propriété du site

- Mesure du bruit ambiant avec l'établissement en fonctionnement.

4.1.2 Emplacement des points de mesures

L'emplacement du(des) point(s) de mesures est précisé ci-dessous. (Voir plan au §1)

Point de mesure	Type de point	Situation
POINT A	ZER	A proximité de la maison du riverain et dans l'axe du site

Point de mesure	Type de point	Situation
POINT A'	ZER	A proximité de la maison du riverain et exempt des sources sonores du site.

Tableau 3. Emplacement des points de mesure

Les microphones des sonomètres sont positionnés à une hauteur de 1,5m.

4.1.3 Matériel de mesure utilisé

La liste des équipements de mesures et des logiciels de traitement utilisés est donnée en annexe 3. Le matériel est homologué, vérifié par un organisme qualifié, et calibré avant et après les mesures.

Le matériel fait également l'objet d'une procédure d'auto-vérification, tous les 6 mois, conformément à la norme NF S 31-010 (voir méthodologie en annexe 4).

4.2 CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Il s'agit du premier contrôle de ces installations de la part de la société APAVE.

Les installations fonctionnaient de manière habituelle. (informations fournies par le client).

4.3 CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES

Les mesures ont été réalisées en conformité avec les exigences météorologiques de la norme NF S 31-010/A1 de décembre 2008 (cf. détail en annexe 6).

Les données météorologiques sont présentées en annexe 1.

- Pour les points N° A et A' :

L'estimation des caractéristiques « U » pour le vent et « T » pour la température, ainsi que l'estimation qualitative de l'influence des conditions météorologiques, sont indiquées dans le tableau ci-après conformément à la classification de la norme NF S 31-010/A1 :

Point de mesure	09/11/2020		10/11/2020	
	Jour	Nuit	Nuit	Jour
POINT A	U3T2 ⇒ -	U3T4 ⇒ +	U3T4 ⇒ +	U3T2 ⇒ -
POINT A'	U3T2 ⇒ -	U3T4 ⇒ +	U3T4 ⇒ +	U3T2 ⇒ -

Tableau 4. Influence de la météo

- Conditions défavorables pour la propagation sonore.
- + Conditions favorables pour la propagation sonore.

5 RESULTATS DES MESURAGES

5.1 REPRESENTATION GRAPHIQUE

Les résultats des mesurages sont indiqués pour chaque point sur les planches jointes en annexe 2. Ces planches font apparaître les informations suivantes :

- Graphique représentant l'évolution temporelle des niveaux sonores ;
- L_{Aeq} : niveau de pression acoustique continu équivalent dB(A) moyenné sur une durée d'intégration donnée ;
- L_{xx} : niveau acoustique fractile exprimé en dB(A) (définition en annexe 5) ;
- Photo du point de mesure le cas échéant ;
- Sources de bruit mesurées.

5.2 NIVEAUX SONORES MESURES EN ZONE A ÉMERGENCE REGLEMENTEE

Les valeurs du tableau de résultats ci-dessous sont arrondies à 0,5 dB(A) près selon la Norme NF S 31-010.

Point de mesure	Niveaux ambiants		Niveaux résiduels*		Indicateur retenu ¹	Émergences en dB(A)		Conformité ²
	L_{Aeq} en dB(A)	L_{50} en dB(A)	L_{Aeq} en dB(A)	L_{50} en dB(A)		Mesurée	Autorisée	
Période diurne 7h-22h								
POINT A	55,5	34,0	44,0	35,0	L50	0	6	C
Période nocturne 22h-7h								
POINT A	54,5	27,5	28,5	25,5	L50**	2,0	4	C

Tableau 5. Tableau de résultats en ZER

*Les niveaux résiduels du site ont été réalisés à partir du point masqué A.

**Compte tenu de l'impact de la route sur les mesures en période diurne, l'indicateur L50 a été préféré car plus représentatif de l'activité sonore du site.

5.3 TONALITES MARQUEES

Les analyses spectrales au point A ne font pas apparaître de tonalité marquée en périodes diurne et nocturne.

¹ Rappel sur le choix de l'indicateur conformément au paragraphe 2.5.b de l'annexe de l'Arrêté Ministériel du 23/01/97 :
- si la différence $L_{Aeq} - L_{50}$ est supérieure à 5dB(A) et compte tenu du caractère stable des sources sonores à caractériser, l'indicateur représentatif est constitué par l'indicateur acoustique L_{50}
- si la différence $L_{Aeq} - L_{50}$ est inférieure à 5dB(A), ou si les sources sonores présentent un caractère fluctuant, l'indicateur représentatif est constitué par l'indicateur acoustique L_{Aeq}

² NC : Non conforme C : Conforme NA : Non Applicable NS : Non Significatif AS : Avis Suspendu

6 CONCLUSION

Les mesurages des niveaux sonores émis dans l'environnement effectués du 9 au 10/11/2020 dans les conditions spécifiées ci-avant ont permis de montrer que les installations respectent les critères définis par l'arrêté spécifique au site ou par l'arrêté ministériel du 23 janvier 1997.

ANNEXE 1 RELEVES METEOROLOGIQUES

Données météorologiques du 09/11/2020 (données Météociel de la station météorologique de DAX (40))

Heure locale	Néb.	Temp	Visi	Température	Humidité	Humidex	Windchill	Vent (rafales)	Pression	Précip. mm/h
23 h			3.3 km	11 °C	97%	12.4	11 °C	2 km/h (9 km/h)	1024.1 hPa	aucune
22 h			1.4 km	11.1 °C	95%	12.4	11.1 °C	0 km/h (3 km/h)	1023.9 hPa	aucune
21 h			4.2 km	11.9 °C	94%	13.6	11.9 °C	0 km/h (5 km/h)	1023.7 hPa	aucune
20 h			6.4 km	13.1 °C	92%	15.2	13.1 °C	0 km/h (9 km/h)	1023.4 hPa	aucune
19 h			5.8 km	14 °C	92%	16.6	14 °C	4 km/h (7 km/h)	1022.9 hPa	aucune
18 h			12.2 km	15.2 °C	84%	17.6	15.2 °C	0 km/h (12 km/h)	1022.1 hPa	aucune
17 h	6/8		20 km	17.2 °C	76%	19.9	17.2 °C	4 km/h (11 km/h)	1021.7 hPa	aucune
16 h			22 km	16.6 °C	81%	19.5	16.6 °C	7 km/h (11 km/h)	1021.3 hPa	aucune
15 h	7/8		50 km	16.3 °C	82%	19.1	16.3 °C	7 km/h (11 km/h)	1020.8 hPa	aucune
14 h	7/8		50 km	16.3 °C	76%	18.5	16.3 °C	3 km/h (10 km/h)	1020.7 hPa	traces
13 h			19.7 km	16.2 °C	78%	18.6	16.2 °C	2 km/h (10 km/h)	1021 hPa	aucune
12 h	7/8		17.9 km	14.4 °C	86%	16.6	14.4 °C	6 km/h (11 km/h)	1021 hPa	aucune
11 h	7/8		16 km	12.8 °C	88%	14.4	12.8 °C	4 km/h (14 km/h)	1021.2 hPa	aucune
10 h	7/8		50 km	11.9 °C	91%	13.3	11.3 °C	7 km/h (14 km/h)	1020.6 hPa	aucune
9 h	7/8		50 km	10.8 °C	93%	11.9	10.8 °C	4 km/h (14 km/h)	1020.6 hPa	aucune
8 h	6/8		15 km	10 °C	95%	10.9	9.7 °C	5 km/h (10 km/h)	1019.7 hPa	aucune
7 h	6/8		15 km	10.2 °C	94%	11.1	10.2 °C	3 km/h (13 km/h)	1019.3 hPa	aucune
6 h			11.3 km	9.7 °C	95%	10.4	9.7 °C	3 km/h (8 km/h)	1019 hPa	aucune
5 h			12.3 km	10.1 °C	94%	11	9.8 °C	5 km/h (12 km/h)	1018.6 hPa	aucune
4 h			12.8 km	10.5 °C	95%	11.6	10.2 °C	5 km/h (9 km/h)	1018.7 hPa	aucune
3 h			12.3 km	10.1 °C	92%	10.8	10.1 °C	4 km/h (6 km/h)	1018.9 hPa	aucune
2 h			20.6 km	10.9 °C	91%	11.9	10.7 °C	5 km/h (9 km/h)	1018.6 hPa	aucune
1 h			25 km	11.7 °C	86%	12.6	11.6 °C	5 km/h (13 km/h)	1018.8 hPa	aucune
0 h			33.5 km	12.6 °C	78%	13.3	12.4 °C	6 km/h (11 km/h)	1018.7 hPa	aucune

NEW ! Précisions : Les températures min/max et les précipitations 24h présentes sur cette page sont désormais calculées comme les données climatologiques officielles en France (Temp. Max. et précipitations de 06h à 06h UTC du lendemain, et Temp. Min. de 18h la veille à 18h). Les températures min et max temporaires prennent en compte les maxima horaires lorsqu'ils sont disponibles. Pour avoir les valeurs finales officielles, il faut attendre 20h40 pour les minimales et 8h40 le lendemain pour les maximales et les précipitations.



NIVEAUX SONORES EMIS DANS
L'ENVIRONNEMENT DES ICPE EN REFERENCE A
L'ARRETE DU 23 JANVIER 1997

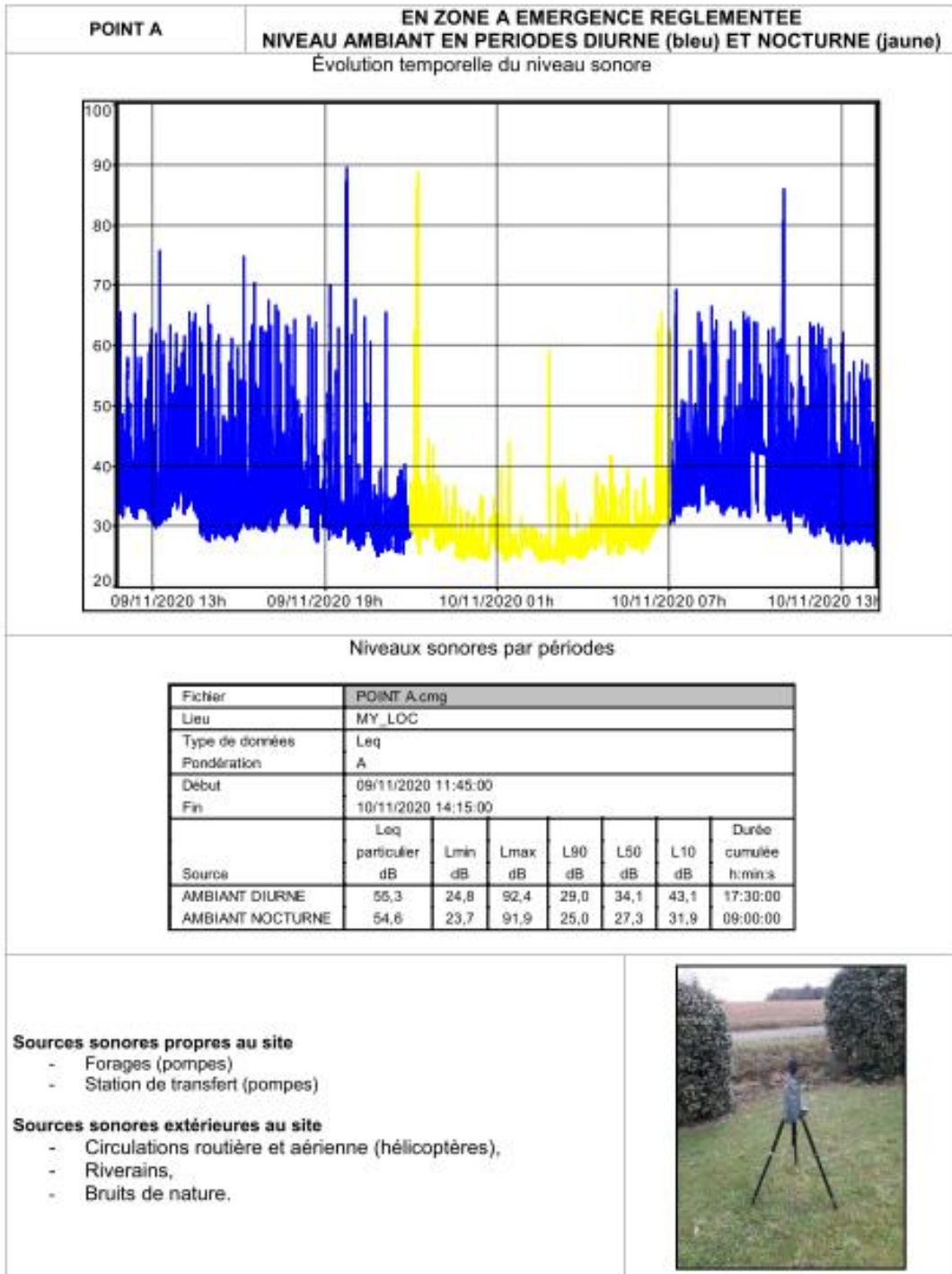
N° DE RAPPORT : 11700014-001-1
VERSION 1
Date : 13/11/2020

Données météorologiques du 10/11/2020 (données Météociel de la station météorologique de DAX (40))

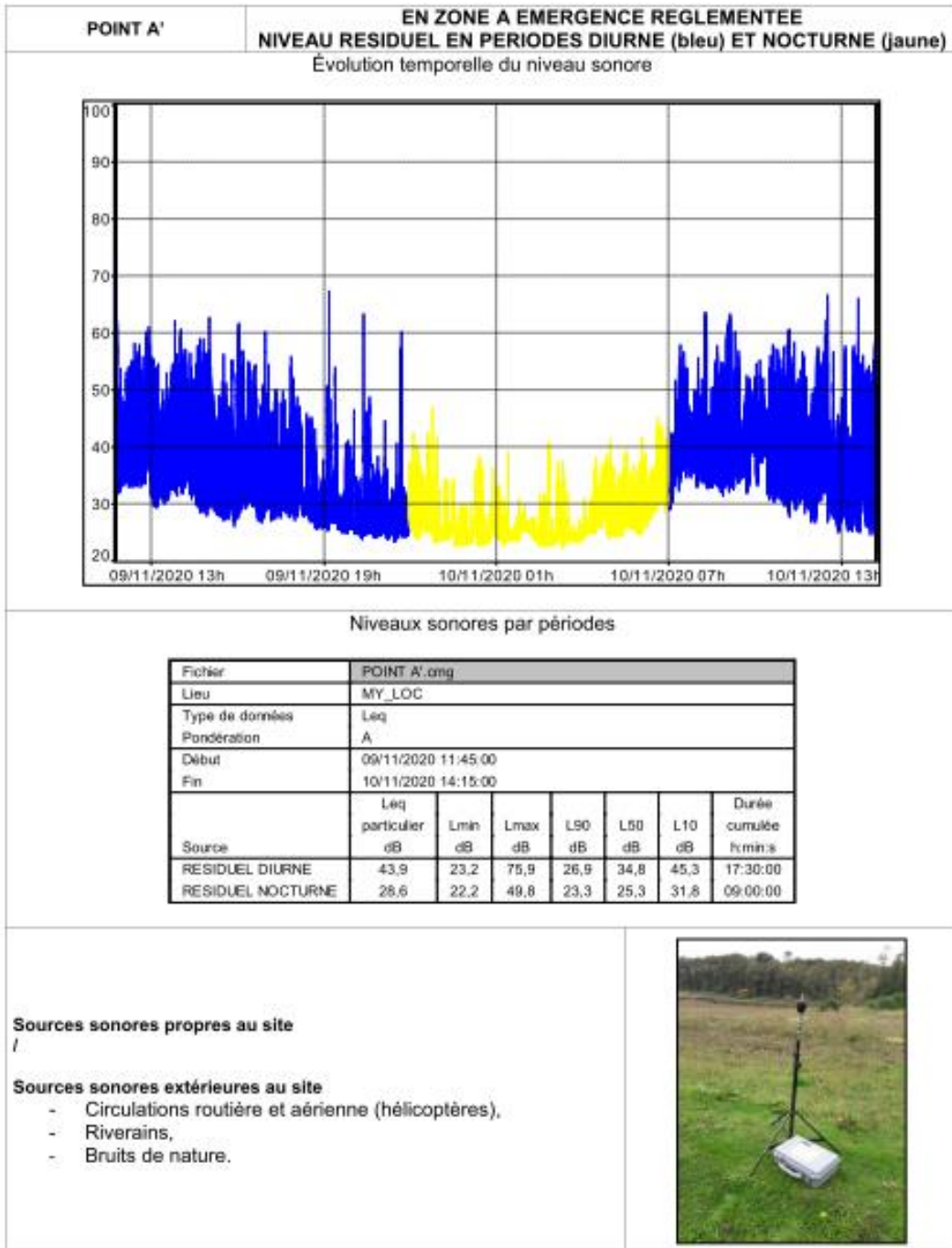
Heure locale	Néb.	Temps	Visi	Température	Humidité	Humidex	Windchill	Vent (rafales)	Pression	Précip. mm/h
23 h			0 km	10.1 °C	96%	11.1	10.1 °C	0 km/h (6 km/h)	1028 hPa	aucune
22 h			1 km	10.7 °C	95%	11.9	10.7 °C	0 km/h (7 km/h)	1028 hPa	aucune
21 h			5 km	11.8 °C	95%	13.5	11.8 °C	3 km/h (9 km/h)	1027.7 hPa	aucune
20 h			5.7 km	12.3 °C	93%	14.1	12.3 °C	0 km/h (11 km/h)	1027.9 hPa	aucune
19 h			13.5 km	13.6 °C	90%	15.8	13.6 °C	2 km/h (7 km/h)	1028 hPa	aucune
18 h			24.8 km	15 °C	83%	17.2	15 °C	4 km/h (10 km/h)	1027.7 hPa	aucune
17 h	4/8		20 km	16.6 °C	72%	18.5	16.6 °C	4 km/h (10 km/h)	1027.2 hPa	aucune
16 h	5/8		27.2 km	16.9 °C	77%	19.5	16.9 °C	4 km/h (23 km/h)	1027.3 hPa	aucune
15 h	6/8		20 km	18.6 °C	68%	21.1	18.6 °C	6 km/h (9 km/h)	1027.4 hPa	aucune
14 h	7/8		20 km	17.3 °C	69%	19.3	17.3 °C	4 km/h (12 km/h)	1027.8 hPa	aucune
13 h	7/8		15 km	17.5 °C	71%	19.8	17.5 °C	9 km/h (14 km/h)	1028.1 hPa	aucune
12 h	7/8		6 km	17.2 °C	86%	21	17.2 °C	3 km/h (9 km/h)	1028.5 hPa	aucune
11 h	7/8		4 km	13.2 °C	97%	15.8	13.2 °C	4 km/h (6 km/h)	1028.5 hPa	aucune
10 h	7/8		2 km	11.3 °C	99%	13	11.3 °C	3 km/h (5 km/h)	1028.4 hPa	aucune
9 h	7/8		1.5 km	10.1 °C	98%	11.2	10.1 °C	3 km/h (8 km/h)	1028.1 hPa	aucune
8 h	7/8		0.9 km	9.8 °C	98%	10.8	9.8 °C	0 km/h (6 km/h)	1027.4 hPa	aucune
7 h	7/8		0.1 km	9.9 °C	98%	10.9	9.9 °C	0 km/h (5 km/h)	1026.5 hPa	aucune
6 h			0.1 km	9.8 °C	98%	10.8	9.8 °C	2 km/h (5 km/h)	1026.1 hPa	aucune
5 h			0.3 km	10 °C	98%	11.1	9.7 °C	5 km/h (8 km/h)	1025.8 hPa	aucune
4 h			0.1 km	10.5 °C	98%	11.8	10.5 °C	0 km/h (3 km/h)	1025.4 hPa	aucune
3 h			1.7 km	10 °C	98%	11.1	10 °C	0 km/h (5 km/h)	1025.3 hPa	aucune
2 h			0.2 km	9.7 °C	97%	10.6	9.7 °C	0 km/h (5 km/h)	1024.8 hPa	aucune
1 h			0.9 km	9.5 °C	97%	10.3	9.5 °C	3 km/h (8 km/h)	1024.7 hPa	aucune
0 h			0.3 km	10.1 °C	97%	11.1	10.1 °C	4 km/h (8 km/h)	1024.5 hPa	aucune

NEW ! Précisions : Les températures min/max et les précipitations 24h présentes sur cette page sont désormais calculées comme les données climatologiques officielles en France (Temp. Max. et précipitations de 06h à 06h UTC du lendemain, et Temp. Min. de 18h la veille à 18h). Les températures min et max temporaires prennent en compte les maxima horaires lorsqu'ils sont disponibles. Pour avoir les valeurs finales officielles, il faut attendre 20h40 pour les minimales et 8h40 le lendemain pour les maximales et les précipitations.

ANNEXE 2 FEUILLES DE MESURAGE



11/16



ANNEXE 3 MATERIEL DE MESURES

MATERIEL	MARQUE	MODELE	CLASSE DE PRECISION	N° SERIE	LIMITE DE VALIDITE METROLOGIQUE	POINT DE MESURE
Sonomètre	01dB-Metravib	FUSION	1	11343	19/09/2021	POINT A'
Sonomètre	01dB-Metravib	FUSION	1	12094	27/05/2021	POINT A

ANNEXE 4 AUTOVERIFICATION DE L'APPAREILLAGE

Extrait de l'Annexe A de la norme NF S 31-010.

Matériel nécessaire :

- le calibre au moins de classe 1 associé au sonomètre contrôlé ;
- un contrôleur de sonomètre ;
- une impédance électrique équivalente à celle du microphone de mesure.

Les mesurages sont réalisés sur une durée minimale de 10s en Leq et/ou LAeq, sauf en ce qui concerne le calibrage pour lequel un temps plus court suffit.

La procédure de vérification consiste à établir un état initial du matériel et à contrôler périodiquement l'éventuelle dérive concernant les points suivants :

- linéarité en amplitude et réponse en fréquence ;
- pondération A ;
- bruit de fond électrique ;
- filtres.

La procédure (initiale ou courante) suivie est détaillée ci-après :

1) **Examen visuel de l'appareil** et en particulier du microphone et, le cas échéant, de la connectique.

2) **Calibrage**

Celui-ci est effectué, à l'aide d'un calibre.

2 bis) **Ajustage du calibrage**

Si nécessaire, ajuster la valeur lue à la valeur nominale du calibre, à 0,1 dB près.

Les mesurages des alinéas 3), 4) et 6) seront réalisés à l'aide d'un contrôleur.

3) **Vérification de la linéarité en amplitude et réponse en fréquence**

Les mesurages sont effectués sur une durée minimale de 10 s en LAeq.

Le sonomètre (ou la chaîne de mesure) est réglé sur la position globale A. Sans utiliser les éventuels autres filtres du sonomètre (ou de la chaîne de mesure), l'opérateur relève les valeurs correspondant aux niveaux émis par le contrôleur (44 dB, 74 dB et 94 dB) pour chaque fréquence délivrée par celui-ci.

Les niveaux 44 dB, 74 dB et 94 dB sont fournis à titre indicatif, le contrôleur peut délivrer des niveaux sensiblement différents.

4) **Mesure lin ou C** (en vue de la vérification de la pondération A)

Les mesurages sont effectués sur une durée minimale de 10s en Leq.

Le sonomètre (ou la chaîne de mesure) est réglé en linéaire ou en C, sans autre filtrage, et l'opérateur relève les valeurs pour chaque fréquence délivrée par le contrôleur.

5) **Vérification du bruit de fond électrique** dans la gamme la plus faible (le microphone est remplacé par une impédance électrique équivalente dans une enveloppe blindée).

EXEMPLE : Capacité pour microphones électrostatiques (valeur à préciser par le fournisseur).

Les mesurages sont effectués sur une durée minimale de 10 s en Leq par octave et LAeq en valeur globale.

6) **Vérification des filtres d'octave**

Les mesurages sont effectués sur une durée minimale de 10 s en Leq.

Le sonomètre (ou la chaîne de mesure) est réglé en linéaire ou en C, les filtres d'octave sont utilisés et l'opérateur relève, les valeurs pour chaque fréquence délivrées par le contrôleur.

ANNEXE 5 EXTRAIT DE L'ARRETE DU 23 JANVIER 1997

1 Émergences sonores à proximité des Zones à Émergence Réglementée

Les émissions sonores ne doivent pas engendrer une émergence (1) supérieure aux valeurs admissibles fixées dans le tableau ci-après, dans les zones à émergence réglementée (2).

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

(1) Émergence : différence entre les niveaux acoustiques du bruit ambiant (établissement et fonctionnement), et du bruit résiduel (en l'absence du bruit généré par l'établissement). Dans le cas d'un établissement faisant l'objet d'une modification autorisée, le bruit résiduel exclut le bruit généré par l'ensemble de l'établissement modifié.

(2) Zones à émergence réglementée : intérieur des immeubles existants habités ou occupés par des tiers, zones constructibles définies par les documents d'urbanisme existant à la date de parution de l'arrêté d'autorisation.

2 Niveaux admissibles en limite de l'installation

L'arrêté préfectoral d'autorisation fixe, pour chacune des périodes de la journée (diurne et nocturne), les niveaux de bruit à ne pas dépasser en limites de propriété de l'établissement, déterminés de manière à assurer le respect des valeurs d'émergence admissibles.

Les valeurs fixées par l'arrêté d'autorisation ne peuvent excéder 70 dB(A) pour la période de jour et 60 dB(A) pour la période de nuit, sauf si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite.

Indicateurs de mesure

De manière générale, l'indicateur de mesure utilisé est le niveau acoustique équivalent L_{Aeq} , exprimé en dB(A) et correspondant à la moyenne énergétique des niveaux sonores.

Pour certains cas particuliers, le niveau acoustique équivalent n'est pas adapté. Par exemple, lorsque l'on note la présence de bruits intermittents porteurs de beaucoup d'énergie, mais qui ont une durée d'apparition suffisamment faible pour ne pas présenter, à l'oreille, d'effet de masque du bruit de l'installation. Une telle situation se rencontre notamment en présence d'un trafic routier très discontinu.

On est dans ce cas, amené à prendre en compte l'indice fractile L_{50} qui correspond au niveau sonore dépassé pendant 50% du temps de mesure.

3 Définitions

Signification physique usuelle du L_{Aeq}

La signification physique la plus fréquemment citée pour le terme $L_{Aeq}(t_1, t_2)$ est celle d'un niveau sonore fictif qui serait constant sur toute la durée (t_1, t_2) et contenant la même énergie sonore que le niveau fluctuant réellement observé.

Signification physique usuelle du L_{50} . L'indice statistique L_{50} correspond aux niveaux sonores dépassés pendant 50 % du temps de la mesure. Il correspond au niveau moyen (moyenne arithmétique par rapport au L_{Aeq} qui correspond à une moyenne énergétique).

Bruit ambiant

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

Bruit particulier

Composante du bruit ambiant qui peut être identifiée spécifiquement et qui peut être attribuée à une source déterminée, que l'on désire distinguer du bruit ambiant parce qu'il peut être l'objet d'une requête.

Au sens de l'article 1 de l'arrêté du 23 janvier 1997 c'est le bruit émis globalement par l'ensemble des activités exercées à l'intérieur de l'établissement (y compris engins et véhicules).

Bruit résiduel

Bruit ambiant, en l'absence du bruit particulier.

Selon l'article 2 de ce même arrêté, ce bruit résiduel exclut le bruit généré par l'ensemble de l'établissement modifié.

Tonalité marquée

Correspond à la perception d'une fréquence spécifique. Elle est caractérisée lorsque la différence de niveau entre une bande de tiers d'octave et les 2 bandes immédiatement inférieures et les 2 bandes immédiatement supérieures atteignent ou dépassent les niveaux de : 10 dB entre 50 Hz à 315 Hz ; 5 dB entre 400 Hz à 8000 Hz.

Sa durée d'apparition ne peut excéder 30% de la durée de fonctionnement de l'établissement.

ANNEXE 6 DONNEES METEOROLOGIQUES

LÉGENDE MÉTÉOROLOGIQUE (extrait de la NF S 31-010/A1)

1 Action des conditions météorologiques sur la propagation sonore

L'influence des conditions météorologiques sur la propagation du bruit se traduit par la modification de la courbure des rayons sonores entre la source et le récepteur. Cet effet, détectable lorsque la distance source – récepteur atteint une quarantaine de mètres, devient significatif au delà de 100 mètres et est d'autant plus important que l'on s'éloigne de la source. Dans ces cas, il convient d'indiquer les conditions de vent et de température (appréciées sans mesures, par simple observation) et de sol (pour une distance source/récepteur comprise entre 40 et 100 mètres) selon le codage des tableaux suivants.

2 Appréciation qualitative des conditions météorologiques

À partir des tableaux 1 et 2 suivants, qui synthétisent les conditions aérodynamiques et thermiques observées sur le site, on détermine les coordonnées (U, T) de la grille d'analyse (tableau 3). On en déduit les conditions de propagation désignées par les sigles --, -, Z, + et ++.

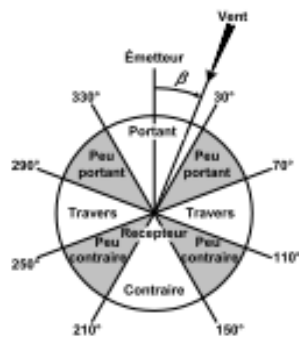


Figure 1 : caractéristique du vent par rapport à la direction source-récepteur

	Contraire	Peu contraire	De travers	Peu portante	Portante
Vent fort	U1	U2	U3	U4	U5
Vent moyen	U2	U2	U3	U4	U4
Vent faible	U3	U3	U3	U3	U3

Tableau 1 : définition des conditions aérodynamiques

Période	Rayonnement/couverture nuageuse	Humidité	Vent	Ti
Jour	Fort	Sol sec	Faible ou moyen	T1
			Fort	T2
	Moyen à faible	Sol humide	Faible ou moyen ou fort	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 2 : définition des conditions thermiques

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

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

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

Tableau 3 : grille d'analyse (U, T) des conditions de propagation acoustique