

# Renouvellement de la carrière alluvionnaire de Saint-Savin

Commune de Saint-Savin (38)

## Etude des effets sur la santé



21, avenue Georges Pompidou  
69 003 LYON  
Tel : 06.63.58.18.90  
[julien.vantard@ingegone.fr](mailto:julien.vantard@ingegone.fr)

Auteur de l'étude :

Mme MONTEL Gaëlle

Relecture et assurance qualité :

M. VANTARD Julien

Référence dossier : 20.11.C.38

Validation du maître d'ouvrage

M. PLACE Yann

Elaboré le : 7 juin 2022

Modifié le : /

## SOMMAIRE

I.	Préambule .....	2
II.	Méthodologie.....	2
III.	Identification des substances émises pouvant avoir un ou des effets sur la santé.....	3
III.A	Préambule.....	3
III.B	Identification des sources de risques sur le site de la carrière de Saint-Savin.....	3
III.B.1	Identification des substances et des produits mis en jeu.....	3
III.B.2	Activités susceptibles d’engendrer un risque .....	3
III.B.2.a	L’extraction du gisement.....	3
III.B.2.b	La manutention des matériaux et les stocks au sol.....	4
III.B.2.c	La circulation des engins sur la carrière et le transport des matériaux.....	4
III.B.3	Substances retenues dans le cadre de la présente étude.....	4
III.C	Caractérisation des substances retenues .....	4
III.C.1	Les poussières.....	4
III.C.2	Le bruit.....	5
III.C.3	Les émissions des gaz d’échappement.....	6
IV.	Identification des enjeux sanitaires et des populations cibles du secteur d’étude.....	7
IV.A	Environnement du secteur d’étude.....	7
IV.B	Habitat proche .....	7
IV.C	Identification des populations dites sensibles .....	8
IV.D	Délimitation de la zone retenue dans le cadre de l’étude des effets sur la santé .....	11
IV.D.1	La faiblesse du secteur industriel et commercial .....	11
IV.D.2	Le caractère encaissé du site et des vents dominants de direction Nord Nord-Ouest .....	11
IV.D.3	Conclusions sur la délimitation de l’aire d’étude et sur les cibles potentielles .....	11
V.	Caractérisation des vecteurs de transfert pour chaque substance – Schéma conceptuel .....	12
V.A	Identification des vecteurs de transfert .....	12
V.B	Schéma conceptuel .....	12
VI.	Définition des Doses – Réponses .....	15
VI.A	Cas des gaz d’échappement .....	15
VI.A.1	Cas du benzène .....	15
VI.A.2	Le dioxyde d’azote.....	15
VI.A.3	Le dioxyde de soufre .....	15
VI.A.4	Le monoxyde de carbone.....	15
VI.A.5	L’ozone .....	15
VI.B	Cas des poussières.....	15
VI.C	Cas du bruit.....	16
VII.	Evaluation des effets sur la santé.....	17
VII.A	Cas des gaz d’échappement .....	17
VII.B	Cas des poussières.....	17
VII.B.1	Modélisation des doses moyennes journalières résultant de l’activité du site .....	17
VII.B.2	Application numérique.....	18

VII.B.3	Estimation des risques pour les populations concernées .....	19
VII.B.4	Incertitudes .....	20
VIII.	Conclusions .....	20

## LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 :	Localisation des points de mesures de la poussière.....	5
Figure 2 :	Carte de localisation de l'habitat proche .....	9
Figure 3 :	Carte de localisation des populations dites sensibles.....	10
Figure 4 :	Schéma conceptuel du site de Saint-Savin .....	14
Figure 5 :	Illustration des seuils de gêne du bruit .....	16

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Principales sources de dangers ou de nuisances des carrières .....	3
Tableau 2 :	Résultats de mesures de poussières .....	5
Tableau 3 :	Population de la commune de Saint-Savin.....	7
Tableau 4 :	Evolution démographique de la commune de Saint-Savin.....	7
Tableau 5 :	Identification des zones d'habitation les plus proches du projet.....	7
Tableau 6 :	Identification des zones d'habitation les plus proches du projet.....	8
Tableau 7 :	Identification des vecteurs de transfert par substance.....	12
Tableau 8 :	VTR et effets sur la santé pour les poussières .....	16
Tableau 9 :	Dose maximale journalière calculée en fonction de la distance d'émission .....	19

## I. PREAMBULE

En France, l'article L511-1 du Code de l'Environnement introduit la notion de « santé et sécurité publique » et de l'utilisation rationnelle de l'énergie.

Cette étude est réalisée en application de l'article L.122-1 à L.122-3 du Code de l'Environnement, modifié par la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 et par l'ordonnance n°2017-80 du 26 janvier 2017 introduisant la nécessité d'évaluer : « les incidences notables directes et indirectes d'un projet sur la population et la santé humaine » et de définir, le cas échéant, les mesures pour supprimer, réduire, voire compenser les conséquences dommageables du projet sur son environnement.

Cette étude concerne uniquement les populations riveraines susceptibles d'être exposées au risque et non le personnel travaillant sur le site de la carrière.

## II. METHODOLOGIE

Au regard du 5<sup>e</sup> alinéa de la circulaire du 9 août 2013, la carrière de Saint-Savin constitue une installation classée non mentionnée à l'annexe I de la directive 2010/75/UE du 24 novembre 2010.

Dans ce contexte, l'analyse des effets sur la santé requise sera réalisée sous une forme qualitative.

L'évaluation des risques sanitaires (ERS) constitue une démarche qui décrit et quantifie les risques sanitaires à la suite d'une exposition à des substances dangereuses.

L'évaluation des risques sanitaires s'articule autour de cinq phases :

- ☞ L'identification et l'inventaire des substances à effet potentiel sur la santé des populations ;
- ☞ L'identification des voies de transfert ;
- ☞ Les relations dose-réponse et les effets sur la santé ;
- ☞ L'évaluation de l'exposition des populations ;
- ☞ La caractérisation des effets et des risques sanitaires.

Au préalable, le maître d'ouvrage doit déterminer l'aire géographique de son étude et recueillir un certain nombre de données. Il doit, tout d'abord, préciser l'assiette géographique de l'étude et justifier les raisons pour lesquelles il a fait ce choix.

La méthodologie mise en œuvre pour évaluer les impacts sanitaires de l'activité suit la logique « Source – Vecteur – Cible » dans un contexte d'étude des effets chroniques éventuels des rejets de l'activité sur la santé, au cours d'une période de fonctionnement normal, excepté les situations accidentelles, traitées dans l'étude danger (voir pièce 4).

Un inventaire des substances émises sera donc réalisé. Un examen minutieux des propriétés toxicologiques de ces substances permettra de ne retenir pour l'étude de quantification que les seules substances susceptibles de produire un ou des effets potentiels sur la santé.

Dans le cadre de la réalisation de cette étude, les documentations suivantes ont été consultées :

- ☞ Méthodologie pour l'analyse du volet sanitaire – Institut de Veille Sanitaire – 2000 ;
- ☞ Document d'orientation sur les risques sanitaires liés aux carrières – BRGM - 2004
- ☞ « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » - INERIS – 2013 ;
- ☞ Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) fournies par l'INERIS et l'ANSES
- ☞ Les données issues des bases de US EPA et de l'OMS.

### III. IDENTIFICATION DES SUBSTANCES EMISES POUVANT AVOIR UN OU DES EFFETS SUR LA SANTE

#### III.A Préambule

Le document d'orientation sur les risques sanitaires liés aux carrières du BRGM recense les principales sources de dangers et/ou de nuisances, rencontrées dans les carrières.

Sources d'émissions vers l'Air	Sources canalisées	Poussières, Gaz de combustion (Moteur et explosifs)
	Sources non canalisées	Poussières
Sources d'émissions vers l'Eau	Eaux de surface	Drainage acide, Substances explosives et Carburants
	Eaux souterraines	Drainage acide, Substances explosives et Carburants Coagulants et floculants
Sources de Bruit et Vibrations	Bruit	Extraction, transport et traitement
	Vibrations	Extraction (Tirs et foration) et traitement

Tableau 1 : Principales sources de dangers ou de nuisances des carrières

#### III.B Identification des sources de risques sur le site de la carrière de Saint-Savin

##### III.B.1 Identification des substances et des produits mis en jeu

L'identification des substances émises est réalisée à partir de l'analyse des produits mis en œuvre dans le cadre de l'exploitation du site qui comprend :

- ✦ Le produit naturel issu de l'extraction et constituant le gisement ;
- ✦ Du gas-oil, liquide inflammable de 2<sup>ème</sup> catégorie, qui constitue le carburant indispensable au fonctionnement des divers engins de chantier utilisés (chargeuse) ;
- ✦ L'électricité nécessaire au fonctionnement de la dragline ;
- ✦ Les gaz d'échappement rejetés par les moteurs thermiques des engins de chantier.

Les substances émises se regroupent en trois catégories :

- ✦ Des rejets gazeux provenant du fonctionnement des véhicules thermiques utilisés sur le site de la future carrière ;
- ✦ Des particules solides de faible diamètre qui correspondent à des poussières liées à l'exploitation de la carrière et à la circulation des engins ;
- ✦ Le bruit généré par l'utilisation des engins thermiques et de la dragline, le chargement des sables.

##### III.B.2 Activités susceptibles d'engendrer un risque

###### III.B.2.a L'extraction du gisement

L'extraction sera conduite par la dragline. Cette activité ne constitue pas une opération de nature à produire des poussières, l'exploitation étant réalisée en eau.

Les matériaux extraits seront transportés par convoyeurs à bande jusqu'à une zone de stockage temporaire. Le sable est ensuite déplacé avec une chargeuse jusqu'à la zone de stockage.

Cette activité pourra potentiellement générer :

- ✦ Des émissions de poussières ;
- ✦ Du bruit ;
- ✦ D'émissions atmosphériques (gaz d'échappement).

### III.B.2.b La manutention des matériaux et les stocks au sol

Les opérations de chargement des camions lors de la reprise des stocks peuvent générer des poussières, lorsque le sol est sec.

### III.B.2.c La circulation des engins sur la carrière et le transport des matériaux

Elle sera à l'origine d'envols de poussières, notamment par temps sec et venté. Les émissions de poussières dues à la circulation des engins se ramènent aux grains de poussières émis par l'érosion des pistes.

Cette circulation provoque une gêne sur une distance estimée de 50 m, sous des conditions météorologiques normales.

La limitation de vitesse et l'humidité naturelle du sol permettront de limiter les émissions.

### III.B.3 Substances retenues dans le cadre de la présente étude

Les substances retenues dans le cadre de la présente évaluation des risques sont les suivantes :

- ✦ Les poussières ;
- ✦ Le bruit ;
- ✦ Les émissions de gaz d'échappement.

## III.C Caractérisation des substances retenues

### III.C.1 Les poussières

La propagation des poussières est liée :

- ✦ Aux conditions climatiques ;
- ✦ Aux principes de diffusion atmosphérique ;
- ✦ A la topographie locale.

En cas d'inhalation, les poussières peuvent provoquer différentes affections pulmonaires :

- ✦ La silicose, liée à la présence de silice cristalline ;
- ✦ L'asbestose, liée à la présence de minéraux asbestiformes de certains minéraux silicatés magnésiens ;
- ✦ La béryllose, liée à l'emploi de béryllium en milieu industriel.

Ces maladies pulmonaires peuvent apparaître à la suite d'une exposition plus ou moins longue à ces poussières. Dans le cas de la carrière de Saint-Savin, aucun minéral asbestiforme ni aucun béryllium ne compose le gisement visé par l'exploitation.

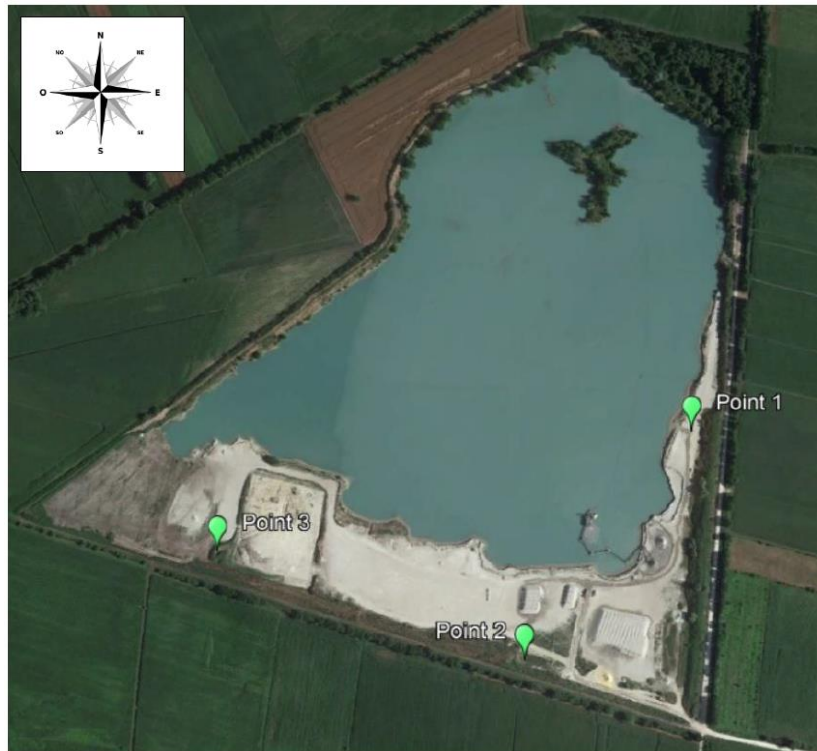
La silicose est la seule affection pouvant être développée dans le cadre de l'exploitation de la carrière. La silice se présente dans la nature sous forme cristalline (quartz, tridymite, ...) ou sous forme amorphe (silex, opale, calcédoine, etc.). Les formes les plus agressives sont les formes cristallines.

Le développement de la silicose reste tributaire de deux facteurs principaux :

- ✦ La concentration de poussières inhalées ;
- ✦ La durée d'exposition.

D'autres facteurs peuvent également intervenir dans l'apparition de cette maladie : hygiène de vie, défenses immunitaires, ...

La société CHAUX ET CIMENT, qui coexploite la carrière avec la société XELLA THERMOPIERRE a mandaté la société AGEOX pour la réalisation d’une caractérisation des émissions atmosphériques au sein du site en septembre 2020. La localisation des points de mesure est présentée ci-dessous.



**Figure 1 : Localisation des points de mesures de la poussière**

Les résultats de l’étude sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Point de référence	Concentration en poussières (g/m <sup>2</sup> /mois)
1	10,3
2	7,6
3	8,1

**Tableau 2 : Résultats de mesures de poussières**

Les concentrations relevées au droit de ces points de contrôle sont faibles. En septembre 2020, le secteur peut être considéré comme faiblement à modérément pollué en termes de poussières.

Les valeurs, supérieures à celles mesurées lors des précédentes campagnes (concentration en poussière inférieure à 3 g/m<sup>2</sup>/mois) peut s’expliquer par les travaux de remise en état du site à cette période.

L’étude détaillée est présentée en annexe T-3.

### III.C.2 Le bruit

Le son découle de vibrations générées dans l’air. Il se propage depuis sa source dans toutes les directions en se transformant en ondes acoustiques.

Selon la nature de la surface des parois, il peut être réfléchi, absorbé ou transmis. Plus ces vibrations émises dans l’air s’éloignent de leur source initiale, plus elles s’affaiblissent et perde en intensité. Si les sons sont perçus comme une source de gêne, on parle alors de bruit.

Selon l'INRS, deux types d'effets sanitaires peuvent être induits par le bruit :

- ✦ Les effets traumatiques : Ils affectent directement le système auditif et peuvent provoquer des acouphènes ou une hypersensibilité de l'oreille. Les conséquences du bruit peuvent dans ce cas aller de la surdité partielle à la surdité totale dans les cas les plus extrêmes ;
- ✦ Les effets non traumatiques : Ils se comportent comme des sources de stress qui épuisent l'organisme. Le bruit peut également avoir des conséquences sur le comportement, avec un accroissement de l'agressivité par exemple ou encore une diminution des capacités intellectuelles.

La société Xella Thermopierre a mandaté le bureau d'étude Cerib afin de réaliser une étude acoustique sur le site de la carrière de Saint-Savin.

Le bruit en limite de propriété ressort à 52,0 dB(A), ce qui est conforme à la réglementation.

Les mesures des niveaux sonores dans les Zones à Emergence Réglementée sont également conformes à la réglementation.

### III.C.3 Les émissions des gaz d'échappement

Plusieurs polluants susceptibles d'engendrer des risques pour la santé humaine seront émis par le fonctionnement des engins et des camions :

- ✦ Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) : Il provient essentiellement de la combustion du soufre contenu dans les combustibles fossiles et les carburants. Il s'agit d'un gaz irritant, altérant les défenses pulmonaires. En cas d'exposition prolongée à haute concentrations, ce gaz peut induire chez l'Homme une diminution de la fonction respiratoire, des toux chroniques.
- ✦ L'oxyde d'azote (NO<sub>x</sub>) : il se forme sous l'effet des hautes températures obtenues dans les processus de combustion. Les risques pour la santé proviennent surtout du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) qui, à forte concentration, est un gaz toxique pour les yeux et les voies respiratoires.
- ✦ Le monoxyde de carbone (CO) : il résulte de la combustion incomplète des carburants et combustibles dans les moteurs thermiques. Après inhalation, le monoxyde d'azote se fixe en effet sur l'hémoglobine et entraîne un manque d'oxygénation de l'organisme. En cas d'exposition très élevée et prolongée, il entraîne des troubles neuropsychiques irréversibles voire la mort.
- ✦ Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) : Il résulte essentiellement de la combustion des énergies fossiles et du changement d'utilisation des sols. A partir d'une certaine concentration dans l'air, ce gaz s'avère dangereux voire mortel.
- ✦ Les Composés Organiques Volatils (COV) : Leurs effets sur la santé varient selon leur nature : ils peuvent provoquer une gêne olfactive, une irritation respiratoire, ou engendrer des effets mutagènes et cancérogènes.
- ✦ Les particules en suspension (MES) : Les particules les plus fines (< 2,5 µm) présentent un risque de pénétrer dans les alvéoles pulmonaires et sont susceptibles de véhiculer des composés toxiques. Certaines particules présentent des propriétés cancérigènes et mutagènes.

Généralement, les effets induits par les rejets atmosphériques d'une installation sont ressentis dans un rayon de 100 à 150 mètres de leur point d'émission.



## IV. IDENTIFICATION DES ENJEUX SANITAIRES ET DES POPULATIONS CIBLES DU SECTEUR D'ETUDE

### IV.A Environnement du secteur d'étude

La carrière se situe sur le territoire de la commune de Saint-Savin.

Démographie	Saint-Savin
Population (2020)	4 156
Superficie (km <sup>2</sup> )	24,54
Densité	169
Densité départementale (Isère)	169,4

Tableau 3 : Population de la commune de Saint-Savin

La commune de Saint-Savin présente une démographie légèrement inférieure à la moyenne départementale.

Saint-Savin	1982	1990	1999	2008	2013	2018
Population	2 164	2 466	2 752	3 422	3 825	4 094
Densité	88,1	100,4	112,1	139,4	155,8	166,8

Tableau 4 : Evolution démographique de la commune de Saint-Savin

La population de la commune de Saint-Savin est en constante progression depuis le début des années 80.

### IV.B Habitat proche

Le tableau ci-après présente les habitations les plus proches des limites cadastrales du projet.

Lieu – dit	Commune	Type	Situation par rapport au projet	
			Distance	Direction
Centre équestre	Saint-Savin	Habitation	550 m	Est
Beauvernais		Habitation	900 m	Est
Les Tuches		Lieu-dit	1 000 m	Sud-Est
La Gare		Lieu-dit	1 050 m	Sud-Est
Saint Martin		Hameau	1 250 m	Est
Le foullu		Hameau	1 180 m	Nord-Est
Flosailles		Hameau	1 500 m	Nord-Est
Les Vagues		Hameau	1 350 m	Est
Saint-Savin		Bourg	2 520 m	Sud-Est
La Chanas		Vénérieu	Hameau	1 620 m
Vénérieu	Bourg		2 040 m	Nord-Ouest
Longenière	Hameau		2 290 m	Nord-Ouest
La Rivoire	Hameau		2 690 m	Nord-Ouest
Le Port	Lieu-dit		2 140 m	Nord
Grand Lot	Bourgoin-Jallieu	Habitation	1 050 m	Sud
Mozas		Hameau	2 470 m	Sud
Saint Martin Bel Accueil	Saint Martin Bel Accueil	Bourg	2 880 m	Ouest
Le Lichoud		Lieu-dit	2 200 m	Nord-Ouest
La Bonnardière		Habitation	1 400 m	Sud-Ouest
Messenas		Hameau	1 980 m	Nord-Ouest
L'Isle d'Abeau	L'Isle d'Abeau	Bourg	2 950 m	Sud-Ouest

Tableau 5 : Identification des zones d'habitation les plus proches du projet

L'habitat le plus proche correspond à l'habitat situé au niveau du centre équestre, localisé à 550 mètres de la limite cadastrale Est du projet.

La carte, présentée en page suivante, illustre les zones d'habitat, localisées en périphérie du projet.

#### IV.C Identification des populations dites sensibles

Réglementairement, les cibles sensibles correspondent à la catégorie de la population qui fréquente les établissements suivants : crèches, écoles primaires, collèges et lycées, maisons de retraites et hôpitaux.

Par définition, il s'agit de populations qui en raison de la tranche d'âge où elles se situent, ou de leur état de santé, peuvent présenter une vulnérabilité supérieure vis-à-vis de certains agents extérieurs ou de phénomènes physiques particuliers.

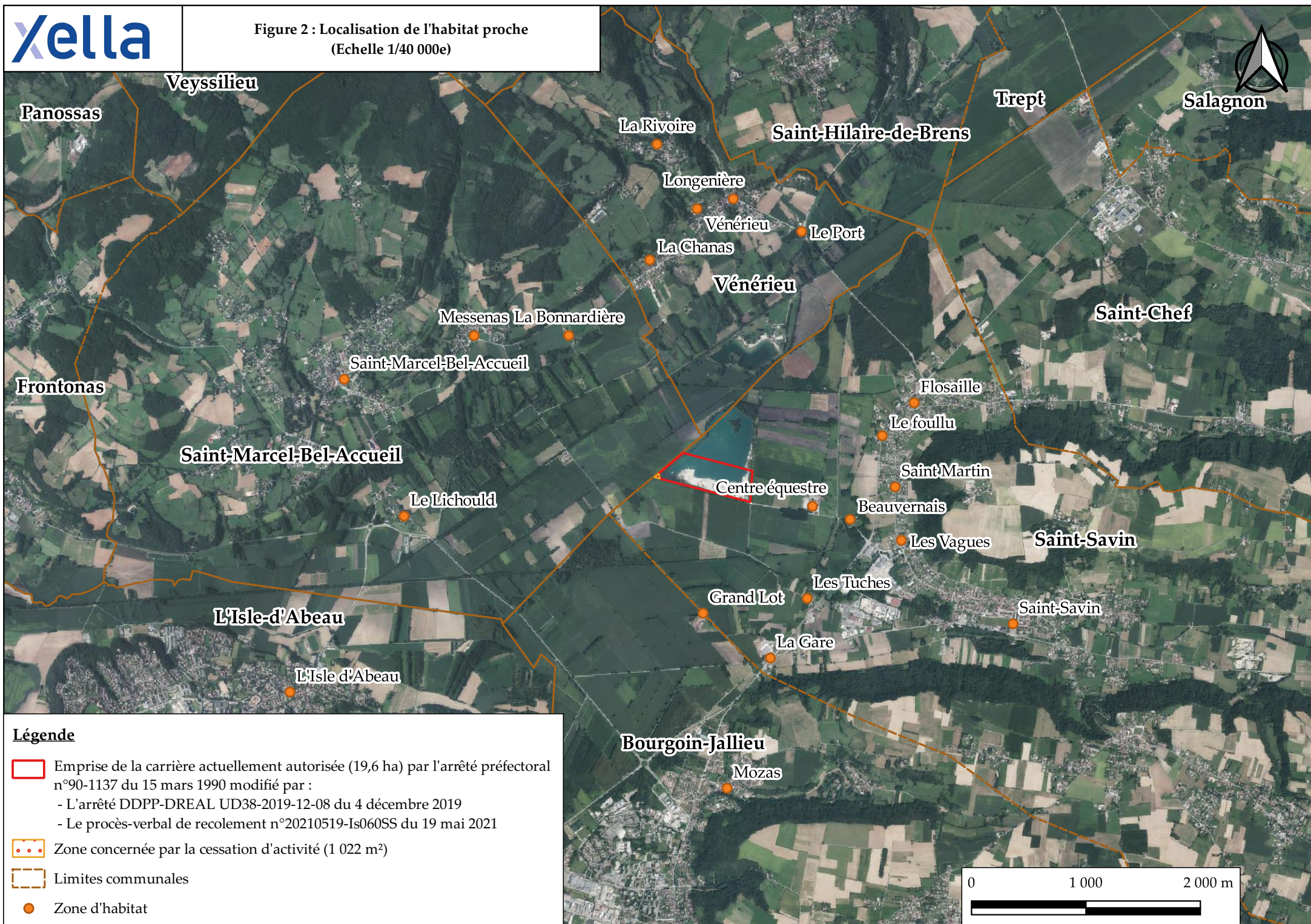
Les établissements susceptibles d'accueillir ce type de populations sur le territoire de la commune de Saint-Savin, ou les communes limitrophes, ont été recensés, et sont présentés dans le tableau suivant.

N° de référence	Commune	Type d'établissement	Situation par rapport au projet	
			Distance	Direction
1	Saint-Savin	Maison d'Assistantes Maternelles	1 475 m	Sud - Est
2		Crèche	1 500 m	Nord - Est
3		Ecole maternelle	2 450 m	Sud - Est
4		Ecole primaire	2 550 m	Sud - Est
5		Micro-crèche	2 700 m	Sud - Est
6	Vénérieu	Ecole primaire	2 150 m	Nord- Ouest
7	Saint-Marcel-Bel-Accueil	Crèche	2 850 m	Nord - Ouest
8		Ecole Primaire	2 860 m	Nord - Ouest
9		Ecole Privé Sainte Philomène	2 925 m	Nord-Ouest
10	Bourgoin Jallieu	Maison Familiale Rurale	2 475 m	Sud
11		Ecole élémentaire publique Linne	3 000 m	Sud
12		Collège Salvador Allende	3 000 m	Sud


**Tableau 6 : Identification des zones d'habitation les plus proches du projet**


La localisation des populations dites sensibles est présentée sur la carte, page 10.


L'établissement le plus proche du site est la Maison d'Assistantes Maternelles de Saint-Savin.



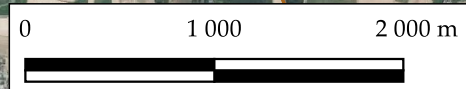
**Légende**

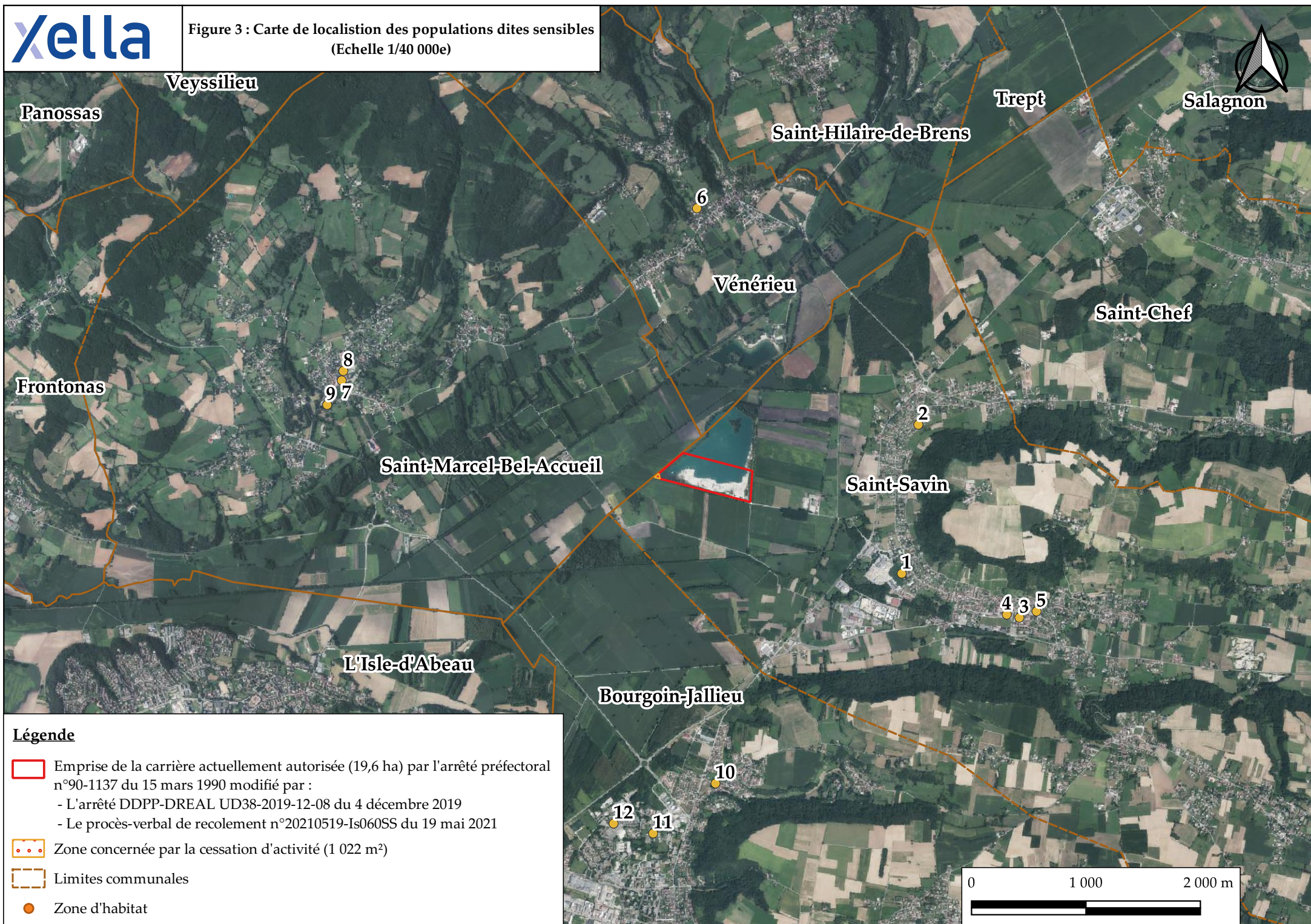
 Emprise de la carrière actuellement autorisée (19,6 ha) par l'arrêté préfectoral n°90-1137 du 15 mars 1990 modifié par :  
 - L'arrêté DDPP-DREAL UD38-2019-12-08 du 4 décembre 2019  
 - Le procès-verbal de recolement n°20210519-Is060SS du 19 mai 2021

 Zone concernée par la cessation d'activité (1 022 m<sup>2</sup>)

 Limites communales

 Zone d'habitat





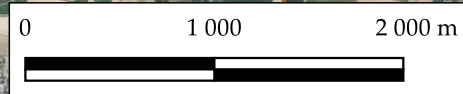
**Légende**

Emprise de la carrière actuellement autorisée (19,6 ha) par l'arrêté préfectoral n°90-1137 du 15 mars 1990 modifié par :  
 - L'arrêté DDPP-DREAL UD38-2019-12-08 du 4 décembre 2019  
 - Le procès-verbal de recolement n°20210519-Is060SS du 19 mai 2021

Zone concernée par la cessation d'activité (1 022 m<sup>2</sup>)

Limites communales

● Zone d'habitat



#### IV.D Délimitation de la zone retenue dans le cadre de l'étude des effets sur la santé

D'après le guide INERIS, le secteur étudié : « peut correspondre au périmètre d'affichage de l'enquête publique ».

Dans le cas de la carrière de Saint-Savin, l'activité est soumise à la rubrique 2510 de la nomenclature des installations classées, dont le rayon d'affichage est 3 kilomètres.

Toutefois ce rayon peut faire l'objet d'une modification en fonction de différents facteurs, telle la composition de la rose des vents, ou certaines composantes paysagères (reliefs, ...)

##### IV.D.1 La faiblesse du secteur industriel et commercial

Le premier secteur d'activité de la commune de Saint-Savin correspond au secteur du commerce, des transports et des services divers. L'industrie n'est que le 3<sup>ème</sup> secteur d'activité de cette commune.

Dans la situation actuelle, l'installation classée la plus proche du projet de carrière de Saint-Savin correspond à l'usine exploitée par la société XELLA THERMOPIERRE, localisée sur le territoire de la commune de Saint-Savin.

Elle se trouve à une distance de l'ordre de 1 300 mètres au Sud-Est du site projeté.

##### IV.D.2 Le caractère encaissé du site et des vents dominants de direction Nord Nord-Ouest

Les vents dominants sont essentiellement de direction Nord Nord-Ouest. Ils traversent le plan d'eau avant la carrière.

En régime moyen, les vents se caractérisent par leur faible célérité, puisque près de 80 % d'entre eux se situent dans une classe de vitesse n'excédant pas 4,5 m/s.

##### IV.D.3 Conclusions sur la délimitation de l'aire d'étude et sur les cibles potentielles

Les mécanismes physiques présidant à la diffusion des effluents gazeux, la faiblesse des flux émis et la distance significative séparant les sources potentielles identifiées, permettent d'exclure tout effet cumulatif.

D'autre part, il n'existe pas d'autres carrières dans le secteur d'étude. En conséquence, aucun effet cumulatif n'est à redouter.

Compte tenu de la distance de plusieurs centaines de mètres, qui séparera les secteurs recevant de véritables activités industrielles de la carrière, cette dernière doit donc être considérée comme une entité unique et donc comme une source d'émission distincte n'interagissant pas avec d'autres sources.

Dans le cas des activités, les deux catégories de substances émises (effluents gazeux et poussières) ont un rayon d'influence maximum limité à 300 m. Dans ces conditions spécifiques, il apparaît difficile de retenir une aire d'étude des effets sur la santé supérieure à un rayon de 300 m autour des limites de l'exploitation.

L'identification des cibles peut donc être réalisée en prenant en considération le voisinage immédiat jusque dans un rayon de 300 m maximum, par rapport au projet.

Dans ce rayon, aucune cible dite sensible n'a été recensée.

## V. CARACTERISATION DES VECTEURS DE TRANSFERT POUR CHAQUE SUBSTANCE – SCHEMA CONCEPTUEL

### V.A Identification des vecteurs de transfert

Les différentes voies de transfert des substances identifiées précédemment sont présentées ci-dessous.

Substance	Vecteurs de transfert
<i>Poussières</i>	Voie aérienne : transport dans l'air puis sédimentation au sol ou inhalation par les populations
<i>Bruit</i>	Propagation dans l'air.
<i>Gaz d'échappement</i>	Voie aérienne : transport dans l'air puis sédimentation au sol ou inhalation par les populations

Tableau 7 : Identification des vecteurs de transfert par substance

### V.B Schéma conceptuel

Le schéma conceptuel a été réalisé selon les recommandations définies dans le guide du Ministère de la Transition Ecologique (MTE) « Schéma conceptuel et modèle de fonctionnement », Avril 2017.

D'une manière générale, le schéma de fonctionnement doit permettre d'identifier, de caractériser et d'apprécier les relations entre :

- ↪ Les sources de pollution (nature, concentration, volume) ;
- ↪ Les voies de transfert qui correspondent aux voies de passage de la substance d'un milieu source (sol, eau, gaz) au milieu d'exposition. Elles sont liées aux caractéristiques du sous-sol, des aménagements et des propriétés des polluants ;
- ↪ Les cibles, qui sont les personnes susceptibles d'être exposées, de manière chronique à des substances présentes au droit du site, soit par exposition directe avec les sources de pollution, soit par exposition indirecte avec les milieux récepteurs de la pollution, via les voies de transfert (populations, ressources à protéger) ;
- ↪ Les milieux d'exposition sont définis par rapport aux voies de transfert, aux cibles potentielles, à la qualité résiduelle des milieux et à l'aménagement du site ;
- ↪ Les voies d'exposition correspondent à la voie de passage d'une substance de la source vers une cible.

Toutes ces informations vont permettre d'identifier et caractériser la ou les sources de pollution et leurs impacts ainsi que de déterminer les potentiels de migration de la pollution, d'atteinte aux populations et les risques associés.

A partir de l'ensemble des informations collectées, un schéma de fonctionnement ou schéma conceptuel peut être établi.

Le schéma conceptuel définit le risque, en termes de sources de pollution, de voies de transfert, de voies d'exposition et de cibles.

Il permet de définir un état des lieux et une première évaluation qualitative des risques encourus sur site et hors site selon l'équation suivante :

$$\text{Risque} = f(\text{Source, Vecteur/Transfert, Cible/Enjeu à protéger})$$

Rappelons que l'existence d'un risque est liée à la présence simultanée :

- ↳ D'une source de substances polluantes mobilisables ;
- ↳ D'une ou de plusieurs voie(s) de transfert ;
- ↳ D'un enjeu ou d'une cible pouvant être atteint(e) par ces substances polluantes.

L'absence de l'un de ces trois facteurs conduit à l'absence de risques.

Le schéma conceptuel ci-après illustre les sources, les vecteurs et les cibles présents sur le site.

**Société Xella Thermopierre**  
Saint Savin (38)  
Schéma conceptuel

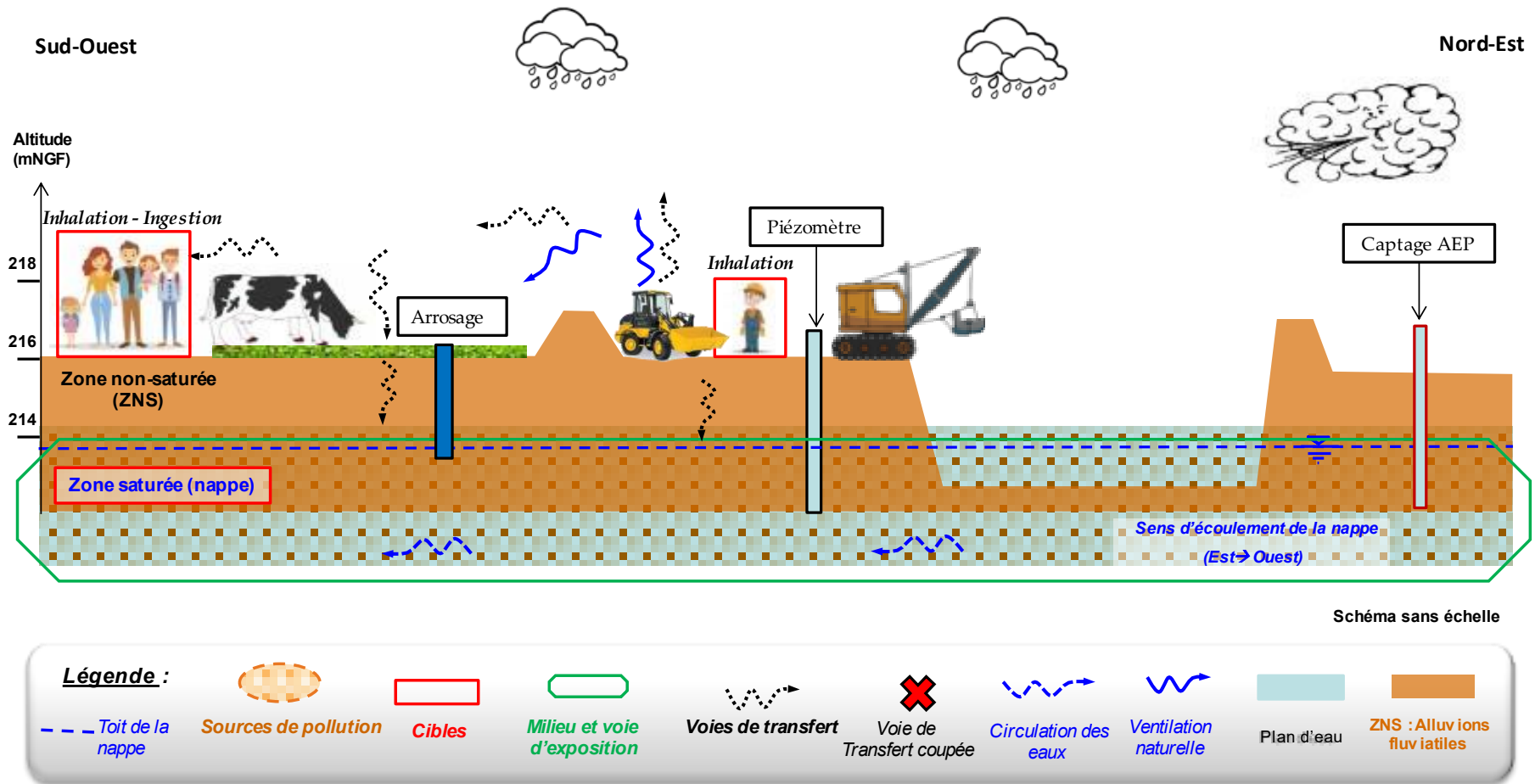


Figure 4 : Schéma conceptuel du site de Saint-Savin



## VI. DEFINITION DES DOSES – REponses

La relation dose-réponse d'un vecteur d'exposition établit un lien entre la dose de substance émise et en contact avec l'organisme et l'occurrence d'un effet toxique jugé critique, définie par une Valeur Toxicologique de Référence (V.T.R.).

### VI.A Cas des gaz d'échappement

#### VI.A.1 Cas du benzène

L'OMS estime que pour une concentration dans l'air de  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , le risque de leucémie pour une exposition de 70 années, est de  $6 \times 10^{-6}$ .

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) mentionne une VTR de  $2,6 \cdot 10^{-5} \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### VI.A.2 Le dioxyde d'azote

L'OMS précise que le seuil d'exposition à ne pas dépasser est de  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{h}$

#### VI.A.3 Le dioxyde de soufre

L'OMS préconise une exposition de 10 minutes à  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ou de 24 heures à  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### VI.A.4 Le monoxyde de carbone

Les valeurs guides de l'OMS sont les suivantes :

- ↻ Pour une exposition de 10 à 15 minutes : concentration maximale de  $100\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ;
- ↻ Pour une exposition de 30 minutes : concentration maximale de  $60\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ;
- ↻ Pour une exposition d'une heure : concentration maximale de  $300\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ;
- ↻ Pour une exposition de 8 heures : concentration maximale de  $10\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### VI.A.5 L'ozone

La concentration limite recommandée par l'OMS est fixée à  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour 8 heures d'exposition.

### VI.B Cas des poussières

Les poussières peuvent être dissociées en trois catégories :

- ↻ Les poussières inhalables qui ont un diamètre supérieur à  $10 \mu\text{m}$  ;
- ↻ Les poussières alvéolaires qui passent dans les poumons et notamment :
  - Les PM 10 (diamètres  $< 10 \mu\text{m}$ ) ;
  - Les PM 2,5 (diamètres  $< 2,5 \mu\text{m}$ ) ;
- ↻ La poussière alvéolaire siliceuse correspond à la fraction de poussière inhalable susceptible de se déposer dans les alvéoles pulmonaires lorsque la teneur en quartz excède 1%.

Les principales Valeurs de Références Toxicologiques (VTR) afférentes à ces poussières sont présentées ci-après.

Type de poussières	VTR et effets sur la santé
<i>Poussières alvéolaires siliceuses</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Toxicité aiguë : irritation des voies aériennes</li> <li>→ Toxicité chronique : maladie pulmonaire, cancer des voies aériennes</li> <li>→ Relation Dose – Réponse : VTR Exposition chronique : 3 µg/m³.</li> </ul>
<i>Poussières alvéolaires</i> <b>PM 10</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Valeur de référence UE : 50 µg/m³ (sur 24h) et 40 µg/m³ (valeur limite annuelle)</li> <li>→ Relation Dose – Réponse : Pas de VTR</li> </ul>
<i>Poussières alvéolaires</i> <b>PM 2,5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Valeur de référence US EPA : 65 µg/m³ (sur 24h) et 15 µg/m³ (valeur limite annuelle)</li> <li>→ Relation Dose – Réponse : Pas de VTR</li> </ul>

Tableau 8 : VTR et effets sur la santé pour les poussières

VIC Cas du bruit

Il n'existe aucune valeur toxicologique de référence pour le bruit.

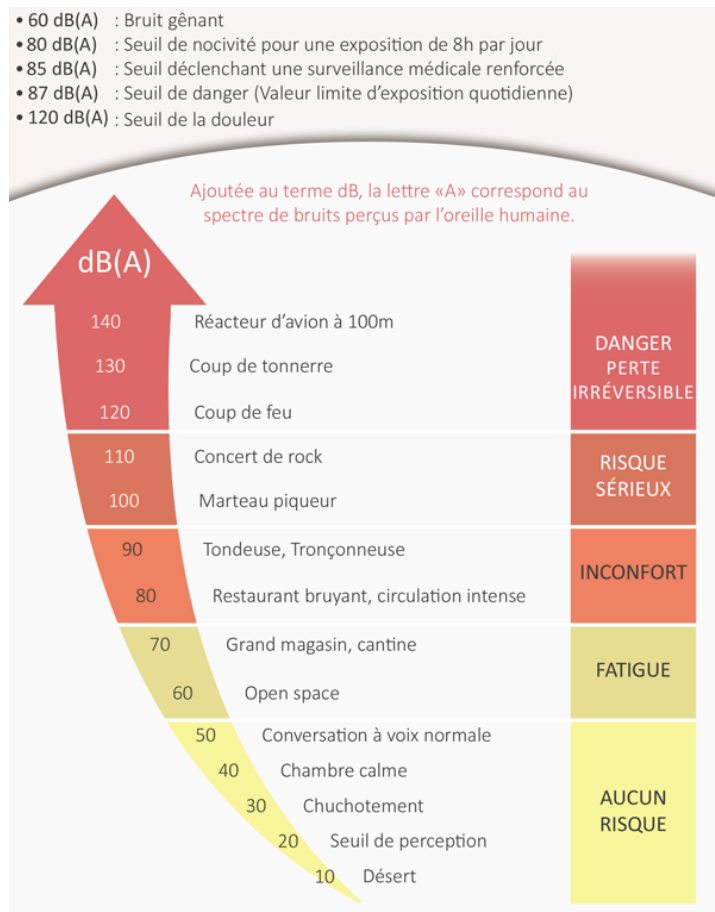


Figure 5 : Illustration des seuils de gêne du bruit

L'OMS estime que le bruit devient dangereux vers 85-90 dB(A).

## VII. EVALUATION DES EFFETS SUR LA SANTE

### VII.A Cas des gaz d'échappement

Les effluents gazeux produits par le fonctionnement des engins à moteur thermique qui seront utilisés sur le site de la carrière ne sont pas susceptibles de présenter un effet particulier sur la santé des populations périphériques, pas plus que sur celle du personnel.

En effet, bien que les concentrations « à la source », des oxydes d'azotes et de monoxyde de carbone ne soient pas négligeables, elles s'estompent très rapidement par dilution dans l'atmosphère.

Ainsi, à une distance de quelques mètres de la sortie du pot d'échappement, les concentrations des différentes substances rejetées deviennent très inférieures aux Concentrations limites Admissibles dans l'Air. (C.A.A)

Les engins fonctionnent à l'air libre, dans une atmosphère qui n'est jamais confinée, ce qui permet à la diffusion atmosphérique de jouer pleinement son rôle. Les phénomènes de micro-turbulence favorisent notamment les échanges gazeux avec l'atmosphère.

Par ailleurs, compte tenu de leur température élevée, les gaz d'échappement ont plutôt tendance à s'élever dans l'atmosphère.

Selon les études réalisées (SETRA, ADEME, CERTU...), il apparaît que si la position de la piste par rapport au niveau du sol influence la dispersion des polluants issus des gaz d'échappement, à proximité immédiate, cette influence n'est plus perceptible au-delà de 30 m.

Dans le cas précis des oxydes d'azote et de l'oxyde de carbone, la modélisation fait ressortir une distance d'effet de l'ordre de quelques mètres.

Cette distance reste très inférieure à celle qui sépare le futur front d'exploitation, des habitations les plus proches.

En conséquence, les rejets gazeux, susceptibles d'être émis au droit du site, ne sauraient être à l'origine d'effets sur la santé des populations et du personnel de l'exploitation.

### VII.B Cas des poussières

#### VII.B.I Modélisation des doses moyennes journalières résultant de l'activité du site

La dose moyenne journalière dans l'air au lieu considéré ( $DM_{INH}$ ) peut être obtenue grâce à la relation suivante :

$$DM_{INH} \text{ silice} = CTA \cdot Q \cdot TE \cdot DV \cdot CR \cdot CA$$

Avec :

- ↪ CTA : coefficient de transfert atmosphérique (conditions de diffusion) ;
- ↪ Q : débit de la substance concernée en mg/m<sup>3</sup>/s (fonction de la vitesse du vent et de la CMA<sub>d</sub>) ;
- ↪ CMA<sub>d</sub> : concentration moyenne dans l'air des poussières alvéolaires siliceuses ;
- ↪ TE : taux d'exposition annuel des populations ;
- ↪ DV : coefficient lié à l'orientation et la vitesse des vents (prise comme référence à 3 m/s) ;
- ↪ CR : terme correctif dans le cas d'une émission voisine du sol ;
- ↪ CA : coefficient d'appauvrissement des poussières dû à un processus de dépôt sur le sol avant d'atteindre les habitations, et à un dépôt précipité résultant des précipitations atmosphériques.

## Détermination du débit Q

Le débit de la substance concernée (Q), est fonction de la vitesse du vent et de la CMAd, il sera calculé pour une vitesse de référence du vent de 3 m/s, ce qui permet d'obtenir une valeur de 1,5 mg/m<sup>3</sup>/s sur la base de la valeur retenue pour la CMAd.

## Taux d'exposition TE

Le taux d'exposition de la population TE. En prenant en compte une durée de travail de 35 heures par semaine sur 235 jours de travail effectif, le TE annuel ressort à 0,196.

## Coefficient DV

Ce coefficient exprime la variabilité des directions de la ventosité et donc de la rose des vents.

En retenant l'ensemble de la rose des vents qui comprend 18 secteurs de 20°, le taux de variabilité peut être retenu de façon conservatoire à 0,056.

## Calcul de la concentration moyenne dans l'air (CMAd) des poussières alvéolaires et notamment siliceuses.

En retenant une valeur maximale d'empoussiérement (VMemp) de 5 mg/m<sup>3</sup> telle que définie par la valeur limite réglementaire du code du travail pour les poussières alvéolaires, la CMAd silice ressort à 0,50 mg/m<sup>3</sup> en retenant, de manière défavorable, un taux de quartz de 10 %.

## Choix du terme correctif CR

Ce correctif de réflexion (CR), dans le cas d'une émission voisine du sol, s'obtient par adjonction d'une source virtuelle et symétrique de la source réelle par rapport au sol réflecteur (source image), soit un coefficient CR maximum de 2.

## Choix du taux correctif d'appauvrissement CA

Le taux correctif d'appauvrissement (CA), reste lié à :

- ↪ Un processus induisant à un dépôt sur le sol, dit dépôt sec ;
- ↪ Un processus de précipitation par lavage, dit dépôt précipité consécutif aux précipitations atmosphériques locales (pluies, neiges...).

Ce correctif d'appauvrissement est peu significatif pour des distances courtes, notamment inférieures à 2 000 m, tant en ce qui concerne les dépôts secs que les dépôts précipités. Après calcul, le coefficient CA est de 0,99.

Il sera pris à 1 dans le cadre de la modélisation.

### VII.B.2 Application numérique

L'introduction des hypothèses de base dans la relation permet d'obtenir la relation simplifiée suivante :

$$DMJ_{INH} \text{ silice} = 0,033 \times CTA$$

**VII.B.3 Estimation des risques pour les populations concernées**

Les effets des poussières se rattachent à la catégorie des effets toxiques réputés à seuils, c’est-à-dire qu’ils sont toxiques à partir d’une certaine concentration et sur un temps d’exposition donné.

Dans le cas des effets toxiques à seuil (cas d’expositions à dose faible et prolongée, sans effet cancérogène), l’estimation des risques s’effectue au moyen :

- ✦ Du coefficient de danger (QD), pour une voie d’exposition donnée ;
- ✦ D’un indice de danger (ID) correspondant à la somme des (QD) pour chaque voie d’exposition concernée.

Sur le site, l’unique voie d’exposition correspond à la voie respiratoire, aussi, seul le coefficient de danger permet d’estimer les risques d’exposition.

Le coefficient de danger correspond au rapport de la DMJ<sub>INH</sub> et du temps d’exposition (TE) par rapport à la concentration de référence admissible dans l’air (CAA) à partir de laquelle il est possible de voir survenir des effets sur la santé.

$$QD_{INH} = \frac{DMJ_{INH}}{CAA}$$

Un rapport < 1 signifie que la population exposée est théoriquement hors de danger. Un rapport > 1 signifie que l’effet toxique peut se déclarer, sans qu’il soit possible de prédire la probabilité d’occurrence de cet événement.

Les différents coefficients de danger QD ont été calculés en fonction de la distance en se plaçant dans des conditions de diffusion moyenne, ce qui correspond au cas le plus pénalisant.

Les résultats sont synthétisés dans le tableau présenté ci-après.

Distance (m)	DMJ <sub>INH</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	QD <sub>INH</sub>
20	6,27E-04	0,2089
30	3,63E-04	0,1209
60	1,45E-04	0,0484
90	8,25E-05	0,0275
120	5,94E-05	0,0198
150	4,62E-05	0,0154
180	3,63E-05	0,0121
210	2,97E-05	0,0099
240	1,98E-05	0,0066
270	1,65E-05	0,0055
300	1,48E-05	0,0049

**Tableau 9 : Dose maximale journalière calculée en fonction de la distance d’émission**

Les résultats obtenus montrent que même en retenant des critères défavorables, la dose moyenne journalière d’exposition résultante apparaît très inférieure à la VTR de 3 µg/m<sup>3</sup> (0,0001 mg/m<sup>3</sup>) dans le cas d’une source localisée à 20 m.

A une distance de 300 m, la DMJ<sub>INH</sub> résultante reste 200 fois inférieure à la VTR de 3 µg/m<sup>3</sup>. Les différents coefficients de danger QD calculés sont inférieurs à 1 (0,21 à 20 mètres).

En conséquence, la poussière alvéolaire siliceuse, susceptible d’être émise par le site, ne pourra apporter aucun effet sur la santé des populations et du personnel de l’exploitation.

#### VII.B.4 Incertitudes

Compte tenu des éléments précités, aucun calcul d'incertitude n'est réalisé, les flux qualifiés étant négligeables.

Toutefois, en ce qui concerne les poussières, et en particulier les poussières alvéolaires siliceuses, il convient de préciser que le calcul apparaît particulièrement conservatoire notamment en ce qui concerne les hypothèses retenues et notamment :

- ✦ De la valeur à seuil pour la voie d'exposition ( $0,003 \text{ mg/m}^3$  – Source : National ambient quality standard ou NAQS), qui constitue une valeur de gestion particulièrement contraignante au regard de la valeur d'exposition professionnelle de  $0,1 \text{ mg/m}^3$  ;
- ✦ La teneur en quartz retenue pour les calculs qui a été fixée à 10 %, alors que les teneurs en silice mesurées au droit de sites similaires, sont de l'ordre de 3 à 5 % ;
- ✦ Le calcul du CMAAd a été réalisé en retenant la valeur d'empoussièrement la plus pénalisante fixée par le Code du Travail, soit  $5 \text{ mg/m}^3$ .

### VIII. CONCLUSIONS

L'évaluation des risques sanitaires a été réalisée selon la méthodologie de l'INERIS.

Compte tenu de l'inventaire des substances émises, les relations dose-réponse et les effets sur la santé, concernent les composés suivants :

- ✦ Les poussières ;
- ✦ Les oxydes d'azote et le dioxyde de soufre.

Toutes ces substances (hors poussières qui n'ont pas d'effets spécifiques) sont réputées à effets toxiques à seuil.

Les effets toxiques à seuil correspondent aux effets aigus et à certains effets sub-chroniques non cancérigènes, non génotoxiques et non mutagènes dont la gravité est proportionnelle à la dose.

**Aucune valeur toxicologique de référence n'est disponible pour ces substances pour la voie d'exposition « inhalation sub-chronique ».**

**En l'absence de cibles sensibles et de VTR pour les substances identifiées et pour une exposition sub-chronique, les effets sur la santé ne peuvent être étudiés.**

A titre informatif, une évaluation des expositions des populations a été réalisée sur la base de la diffusion atmosphérique.

Au regard des matières et des produits mis en œuvre sur le site, seul l'air a été retenu comme vecteur de transfert avec pour voie d'exposition l'appareil respiratoire (inhalation).

Les substances identifiées sont les poussières issues de l'exploitation du gisement et les rejets gazeux des engins à moteurs thermiques, qui seront présents sur le site.

Les flux émis par les véhicules sont en concentration importante à la source mais elle diminue rapidement par dispersion.

En effet, les gaz d'échappement des véhicules, constitués essentiellement par les particules, le monoxyde de carbone, le dioxyde de carbone, le soufre et les oxydes d'azote, sont rejetés dans un milieu non confiné.

Selon les études réalisées (SETRA, ADEME, CERTU...), il apparaît que si la position de la route par rapport au niveau du sol influence la dispersion des polluants issus des gaz d'échappement, à proximité immédiate, cette influence n'est plus perceptible au-delà de 30 m.

Aussi, les rejets gazeux émis par les véhicules n'ont pas été pris en compte dans les calculs.

Trois aspects particuliers se dégagent de l'étude des effets sur la santé :

- ✚ L'air est le seul vecteur potentiel de propagation des substances émises ;
- ✚ Les différentes substances identifiées (oxyde d'azote, oxyde de carbone et poussières inhalables) présentent des concentrations très inférieures à celles des valeurs de référence ;
- ✚ Aucune cible sensible (crèches, hôpitaux...) ne peut être véritablement désignée en deçà d'un rayon de 1 400 mètres des sources d'émission.

Les concentrations calculées dans la situation actuelle sont inférieures à la valeur de référence retenue pour la silice ( $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dans le cadre de l'étude et au niveau de fond de la zone d'étude.

Par ailleurs, les coefficients de danger sont très largement inférieurs à 1.

Aussi, il peut être conclu que l'exploitation de la carrière ne sera pas à l'origine d'effets sur la santé des populations proches et des populations dites « sensibles ».