

PIECE 5

EFFETS SUR LA SANTE

SOMMAIRE

5. EFFETS SUR LA SANTE PUBLIQUE LIES AUX PROPRIETES INTRINSEQUES DES PRODUITS EMIS PAR L'ACTIVITE	- 1 -
5.1 LES FINALITÉS ET L'OBJET DE L'ÉTUDE.....	- 1 -
5.2. MÉTHODOLOGIE PRÉCONISÉE POUR LA RÉALISATION DE L'ÉTUDE	- 2 -
5.3. APPLICATION DU PROJET DE CARRIÈRE	- 2 -
5.3.1. <i>Identification des substances émises</i>	- 2 -
5.3.2. <i>Caractérisation des vecteurs de transfert</i>	- 3 -
5.3.3. <i>Critères retenus pour la délimitation de l'aire d'étude et la caractérisation des cibles</i>	- 4 -
5.3.3.1. Le caractère rural affirmé du secteur d'étude.....	- 4 -
5.3.3.2. La faiblesse du secteur industriel et commercial	- 4 -
5.3.3.3. Le caractère relativement abrité de l'exploitation avec des vents dominants de Nord-Ouest et Sud-Est.....	- 5 -
5.3.3.4. La nature des polluants émis, leur flux et vecteurs de transfert	- 5 -
5.3.3.5. Localisation des populations dites « sensibles »	- 6 -
5.3.3.6. Conclusions sur la délimitation de l'aire d'étude et sur les cibles potentielles.....	- 9 -
5.3.4. <i>Identification et inventaire des substances à effet potentiel sur la santé des populations</i>	- 9 -
5.3.4.1. Rejets gazeux émis par les véhicules thermiques utilisés sur le site de la carrière.....	- 9 -
5.3.4.2. Rejets gazeux liés aux tirs de mines	- 10 -
5.3.4.3. Particules solides (poussières) liées à l'exploitation de la carrière	- 10 -
5.3.4.4. Conclusion sur les substances présentant un effet potentiel sur la santé humaine	- 11 -
5.3.5. <i>Etude de quantification des effets sur la santé des populations des substances émises</i>	- 11 -
5.3.5.1. Méthodologie de quantification des effets sur la santé des substances émises	- 11 -
5.3.5.2. Etude de l'impact résiduel sur la santé publique	- 12 -
5.3.5.2.1. Principes des relations dose-réponse	- 12 -
5.3.5.2.2. Quantification de l'impact sur la santé publique des substances retenues	- 12 -
5.3.6. <i>Conclusion</i>	- 18 -

5. EFFETS SUR LA SANTE PUBLIQUE LIES AUX PROPRIETES INTRINSEQUES DES PRODUITS EMIS PAR L'ACTIVITE

5.1 LES FINALITÉS ET L'OBJET DE L'ÉTUDE

L'étude doit porter sur les risques que présentent les projets susceptibles de générer des risques nouveaux, aussi bien que sur ceux pouvant aggraver des effets nuisibles préexistants, mais aussi sur les effets de projets qui permettent au contraire d'améliorer la situation de la population au regard de nuisances ou de gênes existantes. Les risques pouvant affecter le personnel de l'installation sont exclus de cette étude dans la mesure où ils sont appréhendés sous un angle spécifique par le code du travail.

Les effets du projet à étudier peuvent être liés soit à la qualité de l'air, soit à celle des eaux ou des sols, soit au bruit, soit encore, le cas échéant, à la radioactivité et aux effets électromagnétiques.

L'étude doit porter tant sur les risques susceptibles d'être générés pendant la construction de l'installation que lors de son exploitation ou de la cessation de l'activité. A cet égard, la circulaire du 17.02.1998 précise que parmi les effets induits par le fonctionnement de l'installation, ceux qui peuvent résulter d'un dysfonctionnement doivent être envisagés par le pétitionnaire. Ladite circulaire indique que l'étude doit également prendre en compte les hypothèses à long terme concernant le fonctionnement de l'installation. Aussi, lorsqu'elle porte sur une installation classée, l'évaluation doit-elle être réalisée au regard de la capacité maximum de l'installation en cause. Par ailleurs, lorsque la réalisation d'un projet est échelonnée dans le temps, l'étude des risques sanitaires doit porter sur l'ensemble du programme.

Le pétitionnaire doit analyser les effets directs comme les effets indirects sus évoqués. Les effets directs sont entendus largement. Il peut s'agir, par exemple, des troubles ou des pathologies provoquées par une pollution de l'air ou des eaux. En ce qui concerne les effets indirects du projet sur la santé, la circulaire précitée a limité l'étendue de l'analyse.

En effet, le pétitionnaire n'est tenu d'étudier de tels effets que lorsque cela s'avère pertinent. Ainsi, la circulaire du 17.02.1998 précise-t-elle que le pétitionnaire doit envisager les effets pouvant résulter d'une pollution des eaux ou des sols et ayant affecté une chaîne alimentaire. De la même façon, il doit appréhender les conséquences des transformations physico-chimiques de polluants primaires en polluants secondaires. En revanche, s'il doit se livrer à l'étude de la contribution de son projet à la pollution régionale, «et en particulier, à la pollution photo-oxydante», il n'est nullement tenu d'examiner les effets «à longue distance» ou encore ceux auxquels son projet peut globalement contribuer sur le long terme et à l'échelle planétaire, comme «l'effet de serre», la «diminution de la couche d'ozone» ou encore les «pluies acides». La circulaire précitée apporte toutefois une exception à ce principe en ce qui concerne les grands projets.

A ce jour, aucune méthode pour la réalisation de l'étude des effets sanitaires des projets soumis à étude d'impact n'a été expressément définie. Toutefois, à l'instar des guides méthodologiques mis au point à l'initiative du ministère de l'Environnement dans le domaine des sites et sols pollués ou celui des études de dangers, une méthode a été préconisée par ce dernier.

5.2. MÉTHODOLOGIE PRÉCONISÉE POUR LA RÉALISATION DE L'ÉTUDE

A la demande de la Direction générale de la santé (DGS). L'institut de veille sanitaire (IVS) a élaboré et rendu public, en février 2000, le guide susmentionné d'analyse du volet sanitaire des études d'impact. La méthode retenue dans ce guide n'a pas pour objet d'assister les pétitionnaires dans l'élaboration du volet santé de leur étude d'impact mais de permettre aux services des DDASS qui seraient sollicités par les préfets pour en opérer une lecture critique de disposer de critères d'appréciation. Cependant, l'utilité de ce guide pour la réalisation du volet santé n'est pas négligeable. En effet, en prenant connaissance des exigences qui seront celles des services en charge de l'analyse critique de leur travail, les pétitionnaires sont mieux à même de réaliser une étude pertinente et complète. Il convient toutefois de relever que dans une circulaire DPPR/SEI/BPSE/EN/CD/10 n° 00-317 du 19.06,2000, le document de l'IVS a été qualifié de guide « plutôt ambitieux, dont un des objets est de tirer les études d'impact vers le haut ». En outre, la méthode retenue par l'IVS, à savoir celle dite de l'évaluation des risques sanitaires (ERS), est la seule qui soit à ce jour retenue par le ministère.

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

- L'identification et l'inventaire des substances à effet potentiel sur la santé des populations ;
- Relations dose-réponse et effets sur la santé ;
- Evaluation de l'exposition humaine ;
- Caractérisation des effets et risques sanitaires.

Au préalable, le pétitionnaire 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 son étude et justifier les raisons pour lesquelles il a fait ce choix.

En définitive, 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'installation en fonctionnement normal (hors les situations accidentelles traitées dans l'étude danger) sur la santé.

Dans le cas de la carrière du Sapinier, le seul vecteur de propagation potentiel des substances identifiées correspond à l'atmosphère.

Pour ce vecteur de propagation spécifique, un inventaire des substances émises a été réalisé. Un examen des propriétés toxicologiques de ces substances permet de ne retenir pour l'étude de quantification, que les seules substances susceptibles d'effets potentiels sur la santé. Cette démarche d'inventaire et de choix des substances retenues et d'étude de quantification est réalisée par une équipe pluridisciplinaire.

5.3. APPLICATION DU PROJET DE CARRIÈRE

5.3.1. Identification des substances émises

L'identification des substances émises est réalisée à partir de l'analyse des produits mis en œuvre dans le cadre de l'exploitation de la carrière :

- 1) des produits naturels stériles et inertes issus de la découverte, et de la valorisation du gisement de la carrière ;
- 2) le produit naturel issu de l'extraction et constituant le gisement : le gneiss ;
- 3) le gas-oil, liquide inflammable de 2ème catégorie, qui constitue le carburant indispensable au fonctionnement des divers engins de chantier utilisés (chargeuse, dumpers, véhicules, etc...).
Le fonctionnement des moteurs produit des gaz d'échappement qui sont rejetés.

5.3.2. Caractérisation des vecteurs de transfert

Trois vecteurs de propagation potentiels doivent être pris en considération :

- ✓ L'eau ;
- ✓ Le sol ;
- ✓ L'air.

Les possibilités de transfert de pollutions liées à ces trois vecteurs sont analysées ci-après :

Cas de l'eau :

Dans le cas de la carrière, l'eau ne peut être considérée comme vecteur potentiel de propagation d'une pollution qu'elle soit chronique ou accidentelle.

Il a été déterminé dans le paragraphe 2.2.2.2 de l'étude d'impact que les eaux de ruissellement pluviales qui proviendront de l'emprise de la carrière n'apporteront pas d'incidence négative sur la qualité des cours d'eau proches.

D'autre part, si une éventuelle pollution accidentelle venait à se produire dans l'emprise de la carrière, elle serait inévitablement bloquée soit en fond de fouille, soit au niveau du bassin de traitement des eaux de ruissellement pluviales qui se trouve aménagé en bordure de piste dans le secteur Sud-Ouest de la carrière actuelle.

Cas du sol :

Les matériaux gneissiques, qui constituent le gisement, peuvent localement présenter une perméabilité de fissures, mais à grande échelle, ils se caractérisent par une valeur de perméabilité moyenne qui ne dépasse pas 10^{-6} m/s.

Aussi, même en se plaçant dans le cas peu probable d'une pollution du sol par du gasoil provenant de la rupture d'un réservoir d'engin, l'étude de danger présentée dans le chapitre 3 démontre que les formations géologiques en place constitueraient un vecteur de transfert très limité.

En effet, même dans le cas le plus défavorable (surface de percolation limitée à 10 m² et coefficient de perméabilité de 10^{-6} m/s), Les simulations montrent que l'épaisseur de sol contaminée ne dépasserait pas 0,25 m, et ne serait jamais en mesure d'atteindre le toit du substratum sous-jacent.

En définitive, même dans les circonstances les plus contraignantes d'une pollution accidentelle, les formations géologiques en place ne peuvent être considérées comme de réels vecteurs de propagation des polluants.

Cas de l'air :

L'analyse des substances susceptibles d'être émises dans le cadre de l'activité de la carrière montre que certaines d'entre elles, seront rejetées dans l'atmosphère qui constituera donc **un vecteur de transfert potentiel**.

Les substances rejetées dans l'atmosphère se regroupent en trois catégories :

- ✓ Des rejets gazeux provenant du fonctionnement des véhicules thermiques utilisés sur le site de la carrière ;
- ✓ Des rejets gazeux émis lors de tirs de mines ;
- ✓ Des particules solides de faible diamètre qui correspondent à des poussières.

La migration de ces substances est tributaire des mécanismes physiques de la diffusion gazeuse dans les deux premiers cas et de la loi de Stokes dans le troisième cas.

Conclusion :

Dans le cadre du fonctionnement normal de la carrière du Sapinier, il n'a été identifié aucune substance à effet potentiel sur la santé humaine, susceptible de transiter par l'eau ou le sol.

L'air restera le seul vecteur de transfert possible.

5.3.3. Critères retenus pour la délimitation de l'aire d'étude et la caractérisation des cibles

Les critères suivants ont été pris en considération :

5.3.3.1. Le caractère rural affirmé du secteur d'étude

Le milieu environnant apparaît rural et se trouve essentiellement concerné par deux types d'activités :

- . l'élevage bovin extensif ;
- . la gestion de la forêt.

Aux abords de carrière, les chemins ruraux sont utilisés par les quelques occupants des rares habitations dispersées autour de la zone du projet.

L'habitat périphérique se caractérise par **son caractère relativement faible et dispersé.**

L'habitation la plus proche se situera à une distance de 165 mètres de la limite cadastrale Nord. Compte tenu du délaissé réglementaire des 10 mètres et de la géométrie du front de taille, le chantier de découverte se situera à **une distance minimale de 185 mètres de l'habitation la plus proche.**

5.3.3.2. La faiblesse du secteur industriel et commercial

Sur l'ensemble des communes concernées par le rayon d'affichage, les activités agricoles et sylvicoles sont prédominantes. Ainsi, les activités autres sont par conséquent plus réduites et apparaissent essentiellement tournées principalement vers le commerce de détail et le tourisme, avec cependant la présence de quelques activités tournées vers l'industrie minérale.

L'exploitation de **la base de données** du ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement a permis de rechercher méthodiquement **les installations classées pour la protection de l'environnement** existantes à l'échelle du territoire des communes rattachées au rayon d'affichage de 3 kilomètres.

Dans le périmètre du rayon d'affichage, la seule exploitation de carrière répertoriée correspond à la **carrière du Sapinier.**

L'exploitation de **la base de données** du ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement a permis d'identifier méthodiquement **les installations classées pour la protection de l'environnement** existantes à l'échelle du territoire des communes rattachées au rayon d'affichage de 3 kilomètres.

L'installation classée soumise à autorisation, la plus proche recensée à proximité de l'emprise du projet correspond à **la société Jubertie-Feix GACE**, qui exploite un élevage porcin d'une capacité de 680 unités-équivalents sur le territoire de la commune d'Albignac. Elle se trouve localisée à **environ 5 kilomètres au Sud-Ouest de la carrière du Sapinier**.

D'autre part, l'exploitation de carrière existante la plus proche se trouve localisée à 4,5 kilomètres au Nord-Ouest du projet. Il s'agit d'une carrière de gneiss localisée au lieu-dit « Le Chambon » sur le territoire de la commune de Saint-Hilaire-Peyroux.

Une recherche concomitante menée auprès de la DREAL Limousin et de la préfecture de la Corrèze n'a pas permis de mettre en évidence de projets de nouvelles installations classées pour la protection de l'environnement, sur le territoire des communes rattachées au rayon d'affichage des 3 kilomètres.

En effet, les différents projets soumis à **un avis récent de l'Autorité Environnementale** concernent presque exclusivement des opérations de défrichement dans le cadre d'analyses établies « au cas par cas ».

Le projet le plus proche de la carrière du Sapinier se situe sur le territoire de la commune de Dampniat et concerne une opération de défrichement limitée (800 m²).

Les autres interventions sont localisées à des distances d'au moins 3 kilomètres.

Compte tenu de la géomorphologie de la zone d'étude du cloisonnement qui en résulte, et également de l'effet de distance significatif entre les différents équipements évoqués ci-avant, il a été démontré qu'il convenait d'exclure tout effet cumulatif entre la carrière du Sapinier et les deux autres installations évoquées ci-avant.

5.3.3.3. Le caractère relativement abrité de l'exploitation avec des vents dominants de Nord-Ouest et Sud-Est

La carrière du Sapinier s'avère relativement protégée des vents dominants, en raison d'une configuration relativement enclavée.

Cette situation résulte de la convergence de plusieurs facteurs favorables :

- . la carrière se développe à flanc de relief, mais se trouve enclavée dans un massif forestier relativement dense, qui joue le rôle d'écran vis-à-vis de la propagation des poussières.
- . les secteurs habités les plus proches ne se trouvent pas sous les vents dominants. En effet, ces derniers sont de direction généralement Nord-Ouest/Sud-Est, alors que les habitations les plus proches sont localisées au Nord-Est, ainsi qu'à l'Est.

5.3.3.4. La nature des polluants émis, leur flux et vecteurs de transfert

Comme indiqué au paragraphe 5.3.2, les substances émises dans le cadre du fonctionnement de la carrière seront rejetées dans l'atmosphère qui restera donc le seul vecteur de transfert envisageable.

L'eau et le sol ne peuvent pas servir de support à la migration possible d'un éventuel polluant.

Les substances émises se regrouperont en deux catégories :

- des rejets gazeux provenant du fonctionnement des véhicules thermiques utilisés sur le site de la carrière ;

- des particules solides de faible diamètre qui correspondent à des poussières liées à l'exploitation de la carrière.

La migration de ces substances est tributaire des mécanismes physiques de la diffusion gazeuse dans un premier cas et de la loi de Stokes dans le second cas.

Les effluents gazeux sont émis en quantité très limitée et les mécanismes physiques propres à la diffusion montrent qu'au-delà d'une distance de quelques dizaines de mètres de la source d'émission, les concentrations des différents composés émis sont similaires à celles relevées dans l'atmosphère ambiante.

Pour ce qui concerne **les particules solides**, l'expérience montre que l'essentiel du flux produit se dépose généralement **dans un rayon maximum de l'ordre de 200 m autour du point d'émission**.

Dans le cadre des dispositions spécifiques à l'hygiène et à la sécurité du personnel, la carrière du Sapinier sera soumise à deux types de contrôle :

- des mesures sur les poussières inhalables ;
- des mesures sur des poussières alvéolaires siliceuses.

En application du décret n° 94-784 du 2.09.1994 complétant le titre « Empoussiérage » du RGIE, **une détermination de la concentration en poussières** inhalables et alvéolaires siliceuses a été effectuée en 2012 (voir **annexe 6.3.12**).

S'agissant des poussières inhalables, les résultats s'avèrent excellents, puisque très largement **en deçà du seuil objectif de 10 mg/m³ retenu par l'exploitant**.

Il convient de rappeler que les poussières inhalables représentent la fraction des poussières totales en suspension dans l'atmosphère des lieux de travail, susceptibles de pénétrer par le nez ou par la bouche, dans les voies aériennes supérieures.

Par ailleurs, dans le cas de l'actuelle carrière du Sapinier, l'empoussiérage de référence s'établit à 5 mg/m³.

Aucune mesure spécifique au taux de quartz, et dans ces conditions, il apparaît crédible de se référer aux données bibliographiques.

Ces dernières indiquent que dans le cas de gisements gneissiques, le taux de quartz varie généralement entre 1,5 et 4 %.

5.3.3.5. Localisation des populations dites « sensibles »

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 phénomènes physiques particuliers.

Les établissements susceptibles d'accueillir des populations de ce type, sur le territoire des communes de Dampniat et d'Albignac, et les communes limitrophes, ont été recensés, et sont présentés dans le tableau suivant, avec indication de la distance les séparant des limites cadastrales de la carrière.

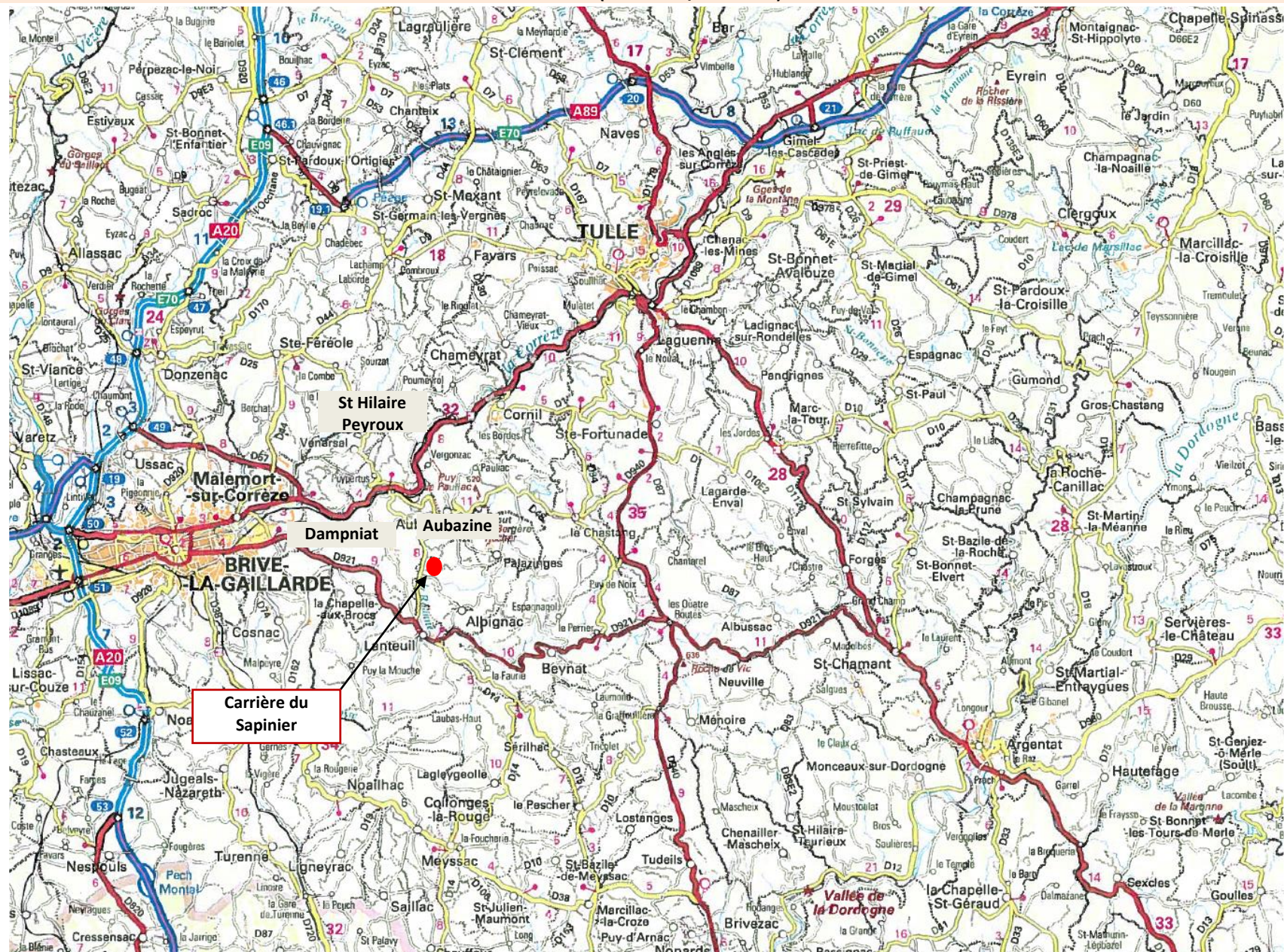
L'établissement le plus proche de la carrière du Sapinier susceptible d'accueillir **une « population sensible »** se trouve localisée à **1,5 kilomètres** au Nord-Est. Il s'agit d'une école primaire située dans le bourg de Dampniat.

Leur situation géographique se trouve localisée par la carte ci-jointe.

LOCALISATION DES POPULATIONS DITES « SENSIBLES » SUR LE TERRITOIRE DES COMMUNES CONCERNEES PAR LE RAYON D’AFFICHAGE			
Communes	N° de référence	Localisation et descriptif	Situation par rapport à la carrière
Albignac		-	
Aubazine	1	Groupe Scolaire J-B Laumond rte Jean Baptiste Laumond	
	2	Camping Campéole Les Sirènes le Coiroux - parc touristique du Coiroux	
	3	Mayaventure Accrobranche (parc d’attraction, de loisirs) centre touristique du Coiroux	
	4	La Table De Loulou (parc d’attraction, de loisirs) le Coiroux	
Dampniat	5	Ecole primaire le bourg	1,5 km au Nord-Est
La Chapelle aux Brocs		-	
Lanteuil		-	
Saint-Hilaire-Peyroux	6	Ecole primaire Bel Air	

SITUATION DES POPULATIONS SENSIBLES VIS-A-VIS DU PROJET DE LA CARRIERE DU SAPINIER

(Echelle : 1/25 000^{ème})



1
Etablissement spécifique abritant des populations sensibles avec numéro de référence

5.3.3.6. 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**.

Le projet d'exploitation se situe en effet à une distance de plusieurs kilomètres des autres exploitations actuellement autorisées.

Compte tenu de cette situation, la carrière 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 de la carrière du Sapinier les deux catégories de substances émises (effluents gazeux et poussières) ont un rayon d'influence maximum limité à 150 m.

Dans ces conditions spécifiques, il apparaît difficile de retenir une aire d'étude des effets sur la santé supérieure à un rayon de 150 m autour des limites du projet.

5.3.4. Identification et inventaire des substances a effet potentiel sur la santé des populations

L'analyse des procédés de fabrication, des produits mis en œuvre et des produits finis réalisée dans le cadre de l'étude d'impact ainsi que l'analyse de l'état initial, de ses effets et des dangers du projet sur l'environnement permet d'identifier les substances susceptibles de présenter un effet potentiel sur la santé des populations y compris le personnel d'exploitation.

Les substances émises se regroupent en deux catégories :

- ✓ des rejets gazeux provenant du fonctionnement des véhicules thermiques utilisés sur le site de la carrière lié à l'exploitation de la carrière ;
- ✓ des particules solides de faible diamètre qui correspondent à des poussières.

Ces substances sont rejetées dans l'atmosphère qui reste donc le seul vecteur de transfert possible.

La migration de ces substances est tributaire des mécanismes physiques de la diffusion gazeuse dans un premier cas et de la loi de Stokes dans le second cas.

Dans le cadre du fonctionnement normal de l'installation, il n'a été identifié aucune substance à effet potentiel sur la santé humaine, susceptible de transiter par l'eau ou le sol.

5.3.4.1. Rejets gazeux émis par les véhicules thermiques utilisés sur le site de la carrière

Les gaz d'échappement des moteurs diesel équipant les engins utilisés sur le site renferment les substances suivantes :

- CO₂ (dioxyde de carbone) ;
- CO (monoxyde de carbone) ;
- Hc (hydrocarbures) ;
- NO_x (oxydes d'azote) ;
- Particules ;
- Benzène.

D'un point de vue général, il est démontré que les moteurs diesel employés, sur la carrière, sont moins polluants que les moteurs essence, notamment en ce qui concerne les émissions de CO, d'hydrocarbures et d'oxyde d'azote. Cependant, il convient de noter que la pollution par les particules induites par les moteurs diesel est plus importante.

Par ailleurs, la teneur en soufre de ces carburants a considérablement baissé compte tenu de l'application de directives européennes de plus en plus contraignantes.

De ce fait, le flux de polluants SO₂ des carburants diesel a été ramené à moins de 1 kg/t de carburant en octobre 1996, puis à de 0,1 kg/t à compter du 01.01.2005, ce qui contribue fortement à la réduction des particules (réduction augmentée également par la possibilité de catalysation des moteurs diesel).

5.3.4.2. Rejets gazeux liés aux tirs de mines

Dans le cadre de l'exploitation de la carrière du Sapinier, la société EUROVIA PCL procèdera à des tirs de mines en grande masse.

Une campagne de tirs entraîne la production de **100 à 200 litres de gaz d'explosion par kg d'explosif**, gaz qui renferme essentiellement :

- . de la vapeur d'eau (H₂O) ;
- . du gaz carbonique (CO₂) ;
- . de l'oxyde de carbone (CO) pour 2 à 15 % environ qui provient essentiellement du fait que la combustion est plus ou moins complète ;
- . des oxydes d'azote (NO et NO₂) pour 1 à 5 % environ qui proviennent des éléments azotés des explosifs.

La production de ces gaz dépend essentiellement des conditions de tir et de la structure du massif à abattre (mode d'amorçage, séquence d'amorçage, plan de tir, résistance et fracturation interne du terrain, etc.).

S'agissant **des gaz libérés par les tirs de mines**, leurs volumes restent très faibles et ils subissent une dispersion rapide sous l'effet de la turbulence atmosphérique dans un rayon de quelques mètres à partir du centre du point de tir.

Les concentrations pour les différents composés émis restent comparables à celles d'une atmosphère normale à seulement quelques mètres du point de tir.

Compte tenu de l'obligation pour les agents techniques de se tenir à **une distance de sécurité d'au moins 50 mètres du tir**, celui ne saurait avoir d'incidence particulière sur la santé des travailleurs, et encore moins sur l'environnement périphérique.

5.3.4.3. Particules solides (poussières) liées à l'exploitation de la carrière

Pour des raisons physiologiques et psychologiques, la pollution par les poussières a été très tôt ressentie par les populations et a fait l'objet de réglementations depuis fort longtemps bien que la toxicité soit souvent moindre que de nombreux constituants gazeux. Cette dernière affirmation doit bien entendu être modulée selon la nature des poussières et leur granulométrie (fines poussières < 2,5 µm).

Dans le cas de la carrière du Sapinier, les poussières pourront avoir essentiellement deux origines :

- ✓ les opérations de décapage ;
- ✓ la circulation des engins et la manutention des produits de faible granulométrie.

Les sondages destructifs, ainsi que les tirs de mines, pourront constituer des sources secondaires très ponctuelles de poussières, qui représentent des flux très restreints.

5.3.4.4. Conclusion sur les substances présentant un effet potentiel sur la santé humaine

Parmi les différentes substances citées, seules l'oxyde de carbone, les oxydes d'azote et les poussières inhalables présenteront des effets reconnus sur la santé.

5.3.5. Etude de quantification des effets sur la santé des populations des substances émises

5.3.5.1. Méthodologie de quantification des effets sur la santé des substances émises

La caractérisation de l'impact sanitaire pour chacune des substances retenues est réalisée à partir des connaissances de la toxicité due aux expositions aiguës et chroniques des produits émis. Ces connaissances permettent la définition de valeurs toxicologiques de référence (VTR) qui sont des seuils de concentration sans effet mesurable sur la santé.

Par définition, il s'agit des concentrations admissibles pour les populations. Ces concentrations sont déterminées en prenant en considération les niveaux de référence les plus contraignants.

Les concentrations prévisibles dans l'atmosphère des substances émises sont calculées avec un modèle de dispersion atmosphérique. L'étude de la dispersion des rejets atmosphériques permet en effet de calculer, pour différentes conditions météorologiques, la contribution de l'activité à la concentration de la substance dans l'air de la zone d'étude.

Pour évaluer cette contribution un modèle de dispersion de type Gaussien est utilisé. Il permet le calcul de la concentration en tout point de l'espace d'un produit émis par une source caractérisée par sa position et ses conditions d'émission, pour des conditions météorologiques caractérisées par la vitesse et l'orientation du vent et les classes de stabilité atmosphériques définies par DOURY (diffusion normale - atmosphère instable - et faible - atmosphère stable).

La surélévation de la source liée aux conditions de rejet (effets de jet - cinétique et thermique) est calculée par les formules de OUDE. La concentration moyenne annuelle prévisible dans l'air en un point est calculée en pondérant les concentrations calculées pour chacune de ces conditions en ce point de la fréquence des différentes classes de conditions météorologiques données par la rose des vents.

La concentration instantanée prévisible dans l'air en un point est calculée pour 2 vitesses de vent de 1 et 3 m/s et les deux classes de stabilité atmosphérique définies par DOURY (diffusion normale - atmosphère instable et faible - atmosphère stable).

L'étude de dispersion est réalisée de telle sorte que les résultats donnés concernent les habitations les plus exposées.

5.3.5.2. Etude de l'impact résiduel sur la santé publique

5.3.5.2.1. Principes des relations dose-réponse

La relation dose-réponse, spécifique d'une voie d'exposition, établit un lien entre la dose de substance mise en contact avec l'organisme et l'occurrence d'un effet toxique jugé critique. Cette fonction est synthétisée par une entité numérique appelée indice ou **valeur toxicologique de référence** (VTR).

Deux catégories de relation dose-réponse sont considérées en évaluation des risques, selon des hypothèses conventionnelles sur les mécanismes mis en jeu dans la surveillance des effets toxiques :

- ✓ Les effets toxiques à seuil ;
- ✓ Les effets toxiques sans seuil.

Dans le cas des substances étudiées sur le site de la carrière, seuls peuvent être invoqués des effets toxiques à seuil.

Les effets correspondent aux effets aigus et à certains effets chroniques ou subchroniques non cancérogènes, non génotoxiques et non mutagènes, dont la gravité est proportionnelle à la dose. Selon cette approche classique de la toxicologie, les effets ne surviennent que si une certaine dose est atteinte et dépasse les capacités de détoxification, de réparation ou de compensation de l'organisme. Il existe donc une dose limite en dessous de laquelle le danger ne peut apparaître et le danger n'a théoriquement pas lieu de survenir si ces seuils ne sont pas dépassés.

Pour la voie respiratoire, qui reste la seule possible au regard des substances étudiées, il est convenu d'utiliser **la concentration admissible dans l'air** (CAA) qui s'exprime en mg ou en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (milligramme ou microgramme de substance chimique par mètre cube d'air ambiant). Elle définit la teneur maximale théorique en composé toxique de l'air ambiant qu'un individu peut inhaler sans s'exposer à un effet nuisible.

5.3.5.2.2. Quantification de l'impact sur la santé publique des substances retenues

A) Concentrations admissibles dans l'air (C.A.A)

Qu'il s'agisse des particules solides, de l'oxyde de carbone ou des oxydes d'azote, seuls peuvent être invoqués des effets toxiques à seuil. Dans ce cas, la valeur toxicologique de référence (V.T.R) se rattache à la concentration admissible dans l'air (C.A.A).

Par définition, il s'agit des concentrations admissibles pour les populations. Compte tenu des différentes données concernant les niveaux de référence déterminés en France, en Europe ou au plan mondial les valeurs suivantes sont prises en compte :

Le monoxyde de carbone (CO)

Compte tenu des différentes valeurs limites, il est retenu de façon conservatoire, les CAA suivantes :

- * **CAA chronique CO : 15 mg/m^3** , soit la moitié de la valeur guide de la recommandation de l'OMS et la valeur chronique (sur 8 h de la qualité de l'air) ;
- * **CAA subchronique CO : 10 mg/m^3** , soit le double de la CAA chronique.

Les oxydes d'azote (NOx)

Compte tenu des différentes valeurs limites, il est retenu de façon conservatoire, les CAA suivantes, étant rappelé que le NO₂ est le polluant le plus toxique :

- * CAA chronique NO₂ : 0,040 mg/m³, soit la valeur guide de la directive européenne ;
- * CAA subchronique NO₂ : 0,080 mg/m³, soit le double de la CAA chronique.

Pour ce qui concerne les poussières, les C.A.A retenues sont les suivants :

CAA en mg/m ³	Zone peu ou non polluée	Zone polluée
CAA chronique > 10,0 µm	0,060	0,100
CAA chronique ≤10,0 µm	0,030	0,050
CAA subchronique >10,0 µm	0,150	0,250
CAA subchronique ≤10,0 µm	0,080	0,130

B) Effets sur la santé

1) Cas des oxydes d'azote et de l'oxyde de carbone

Les effluents gazeux produits par le fonctionnement des engins à moteur thermique 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.

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

Cette distance reste très inférieure à celle qui séparera le front d'extraction du secteur habité le plus proche (185 m au minimum en configuration future).

2) Cas des poussières

2.1) Caractérisation et effets potentiels

En ce qui concerne les particules de poussières, la taille granulométrique constitue le facteur déterminant de l'absorption ; au regard des fines particules, la principale voie d'exposition est la voie respiratoire inférieure. Par contre, les particules de taille plus importante pénètrent mal dans les bronchioles les plus fines du système respiratoire et se retrouvent généralement précipitées dans l'oropharynx (40 %) puis sont dégluties pour être absorbées.

Les effets biologiques des particules, et par conséquent sur la santé humaine sont de manière globale de trois ordres : des effets immunotoxiques (dont certains allergiques), des effets génotoxiques (dont certains cancérigènes) et des réactions inflammatoires non spécifiques. Il est toutefois certain que la nature de ces effets est à mettre en relation avec les différents composés en présence sous forme particulaire.

Concernant les effets à long terme, tels que la mortalité cardio-vasculaire, les études sont rares et concernent essentiellement une pollution urbaine de fond.

De manière générale, les différentes études épidémiologiques tendent à montrer que les fines particules restent les plus préoccupantes en terme de santé publique.

Par ailleurs, le risque cancérigène des particules est fortement lié aux constituants chimiques, notamment certains éléments particuliers, tels que le nickel, l'arsenic, le chrome et le cadmium, ainsi que des hydrocarbures aromatiques polycycliques, ce qui n'est pas le cas sur le site de la carrière, compte tenu du caractère négligeable des émissions liées aux gaz d'échappement des véhicules.

2.2) Données bibliographiques disponibles

Les résultats des mesures effectuées sur des sites exploitant des gisements gneissiques montrent que **le taux de quartz apparaît souvent supérieur à 1 %** dans les poussières alvéolaires siliceuses.

Les pathologies liées aux poussières alvéolaires siliceuses sont donc totalement exclues, notamment pour le personnel de la carrière qui reste le plus exposé.

Les simulations effectuées montrent que, même dans des conditions climatologiques exceptionnellement défavorables, les poussières se déposent à une distance maximale de 150 m de la source d'émission.

2.3) Seuils toxicologiques de référence

Les seuils limites à respecter vis-à-vis des populations sont les suivants :

- 0,030 mg/m³ au titre des objectifs de la qualité de l'air définis par la réglementation et la directive européenne **toutes poussières confondues** ;
- une valeur toxicologique de référence (VTR) à seuil pour la voie d'exposition par inhalation fixée à **3 µg/m³**.

(Source OEHHA : Base de données développée par l'agence californienne de l'US EPA. Elle donne accès de façon très détaillée aux différentes études utilisées pour l'élaboration des valeurs toxicologiques de référence - www.oetha.ca.gov/risk/ChemicalDB/index.asp).

2.4) Modélisation des doses moyennes journalières résultant de l'activité de la carrière

2.4.1) *Relation utilisée pour la détermination de la dose moyenne journalière dans l'air au lieu considéré (DM_{INH})*

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

$$DM_{INH} \text{ silice} = CTA \cdot Q \cdot TE \cdot DV \cdot CR \cdot CA \quad (1)$$

Avec :

- CTA : coefficient de transfert atmosphérique (conditions de diffusion) ;
- Q : débit de la substance concernée en $mg/m^3/s$ (fonction de la vitesse du vent et de la CMA_d) ;
- CMA_d : 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 (pluie et neige).

2.4.2) *Hypothèses retenues pour la modélisation*

A) Calcul du coefficient de transfert atmosphérique (C.T.A)

Les valeurs du CTA sont fournies par les abaques de DOURY pour une distance de référence, en se plaçant dans des conditions spécifiques (source diffuse et hauteur de rejet nulle).

Le CTA est donné, pour une distance déterminée, en fonction d'une vitesse de vents de référence 3 m/s, ainsi qu'en fonction du type de diffusion (diffusion faible, normale ou moyenne).

Le tableau suivant précise les différents CTA pour un vent de référence de 3 m/s, pour différentes conditions de diffusion en fonction de la distance.

Tableau des CTA en p/m^3			
Distance en m	CTA diffusion faible Vents de 3m/s	CTA diffusion normale Vents de 3m/s	CTA diffusion moyenne Vents de 3m/s
30	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$8,30 \cdot 10^{-3}$
60	$4,4 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$2,69 \cdot 10^{-3}$
90	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1,25 \cdot 10^{-3}$
120	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$
150	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-4}$	$6,80 \cdot 10^{-4}$
180	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$5,60 \cdot 10^{-4}$
210	$9 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$3,60 \cdot 10^{-4}$
240	$6 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$2,85 \cdot 10^{-4}$
270	$5 \cdot 10^{-4}$	$2,2 \cdot 10^{-4}$	$2,48 \cdot 10^{-4}$
300	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$2,07 \cdot 10^{-4}$

B) 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 **0,75 mg/m³/s** sur la base de la valeur retenue pour la CMAd (ligne E).

C) Taux d'exposition TE

Le **taux d'exposition de la population TE**. En prenant en compte 35 heures de travail par semaine sur le site projeté, le TE annuel ressort à **0,20**.

D) 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 $DV = \frac{1}{18} = 0,056$

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

En retenant une valeur maximale d'empoussièrement (VMemp) de 5 mg/m³ telle que définie réglementairement au titre du RGIE empoussièrement, la CMAd silice ressort à 0,25 mg/m³ en retenant, de **manière défavorable, un taux de quartz de 5 %**.

F) 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**.

G) Choix du taux correctif d'appauvrissement CA

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

à un processus induisant à un dépôt sur le sol, dit dépôt sec
 à 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, pris égal à 1.

2.4.3) Application numérique

L'introduction des hypothèses de base dans la relation (1) permet d'obtenir la relation simplifiée suivante :

$$\boxed{DMJ_{INH} \text{ silice} = 0,0168 \times CTA}$$

2.5) Estimation des risques pour les populations concernées

2.5.1) Principes d'évaluation

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 certain temps d'exposition.

Dans le cas des effets toxiques à seuil (cas d'expositions à dose faible et prolongée, sans effets cancérogènes), **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 la carrière, **l'unique** voie d'exposition est 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_{INH} 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 ($3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - Source : OEHHA).

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

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

2.5.2) Résultats obtenus

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**.

Distance en m	CTA Vents de 3m/s	DMJ_{INH} (mg/m^3)	CAA (mg/m^3)	QD_{INH}
30	$8,30 \cdot 10^{-3}$	$1,40 \times 10^{-4}$	0,003	0,047
60	$2,69 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \times 10^{-5}$	0,003	0,015
90	$1,25 \cdot 10^{-3}$	$2,1 \times 10^{-5}$	0,003	0,007
120	$9 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \times 10^{-5}$	0,003	0,005
150	$6,80 \cdot 10^{-4}$	$1,15 \times 10^{-5}$	0,003	0,004
180	$5,60 \cdot 10^{-4}$	$9,4 \times 10^{-6}$	0,003	0,003
210	$3,60 \cdot 10^{-4}$	$6,8 \times 10^{-6}$	0,003	0,002
300	$2,07 \cdot 10^{-4}$	$3,47 \times 10^{-6}$	0,003	0,001

Les résultats obtenus montrent que même en retenant des critères défavorables, la dose moyenne journalière d'exposition (DMJ_{INH}) résultante apparaît **20 fois inférieure** à la VTR de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($0,003 \text{ mg}/\text{m}^3$) dans le cas d'une source localisée à 30 m.

A une distance de 150 m, la DMJ_{INH} résultante reste **260 fois inférieure** à la VTR de 3 µg/m³.

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.

2.5.3) Incertitude

Compte tenu des éléments précisés, 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 conduit apparaît particulièrement conservatoire notamment en ce qui concerne les hypothèses retenues et notamment :

- de la concentration admissible dans l'air (CAA) de la silice (0,003 mg/m³ - Source : OEHHA), qui constitue une valeur de gestion particulièrement contraignante au regard de la valeur d'exposition professionnelle de 0,1 mg/m³.
- la teneur en quartz retenue pour les calculs a été fixée à 5 %, ce qui correspond à la valeur maximale envisageable.
- le calcul du CMAd a été réalisé en retenant la valeur d'empoussiérage la plus pénalisante fixée par le R.G.I.E, soit **5 mg/m³**.

5.3.6. Conclusion

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

- . l'air est le seul secteur 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 toxicologiques de référence (VTR)
- . aucune cible potentielle ne peut être véritablement désignée au-delà d'un rayon de 150 m des sources d'émission.

L'éloignement de l'habitat périphérique proche ne permet pas d'identifier de « cible » particulière du point de vue de l'analyse des effets sanitaires.