PIECE 5

- Etude des effets sur la santé publique

SOMMAIRE

5. EFFETS SUR LA SANTE PUBLIQUE LIES AUX PROPRIETES INTRINSEQUES DES PRODUITS EMIS PAR L'ACTIVITE 1

5.1. LES FINALITES ET L'OBJET DE L'ETUDE 1
5.2. METHODOLOGIE PRECONISEE POUR LA REALISATION DE L'ETUDE 2
5.3. IDENTIFICATION DES SUBSTANCES EMISES PAR L'ACTIVITE, DES VECTEURS DE TRANSFERT ET DES POPULATIONS EXPOSEES 2
5.3.1 Identification et définition des substances émises par l'activité 2
5.3.2. Caractérisation des vecteurs de transfert 3
5.3.3. Critères retenus pour la délimitation de l'aire d'étude et la caractérisation des cibles 5
5.3.3.1. Le caractère rural affirmé du secteur d'étude 5
5.3.3.2. Le relatif éloignement du secteur industriel 5
5.3.3.3. Le caractère relativement « abrité » de l'exploitation, avec des vents dominants de direction Nord/Sud 6
5.3.3.4. Localisation des populations dites « sensibles » 6
5.3.3.5. Conclusions sur la délimitation de l'aire d'étude et sur les cibles potentielles 8

5.3.4. Identification et inventaire des substances a effet potentiel sur la santé des populations 8
5.3.4.1. Rejets gazeux émis par les véhicules thermiques utilisés sur le site de la carrière de Villemouze 9
5.3.4.4. Particules solides (poussières) liées à l'exploitation de la carrière 9
5.3.4.3. Conclusion sur les substances présentant un effet potentiel sur la santé humaine 9

5.3.5. Etude de quantification des effets sur la santé des populations des substances émises 10
5.3.5.1. Méthodologie de quantification des effets sur la santé des substances émises 10
5.3.5.2. Etude de l'impact résiduel sur la santé publique 10
5.3.5.2.1. Principes des relations dose-réponse 10
5.3.5.2.2. Quantification de l'impact sur la santé publique des substances retenues dans le cadre de l'analyse préalable 11

5.3.6. Conclusion 17

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

5.1. LES FINALITES ET L'OBJET DE L'ETUDE

L'étude porte 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.

5.2. METHODOLOGIE PRECONISEE POUR LA REALISATION DE L'ETUDE

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 cinq phases** :

- étape 1 : détermination et justification de l'aire d'étude ;
- étape 2 : identification et l'inventaire des substances à effet potentiel sur la santé des populations émises par l'installation ;
- étape 3 : relations dose-réponse et effets sur la santé ;
- étape 4 : évaluation de l'exposition humaine ;
- étape 4 : caractérisation des effets et risques sanitaires.

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.

5.3. IDENTIFICATION DES SUBSTANCES EMISES PAR L'ACTIVITE, DES VECTEURS DE TRANSFERT ET DES POPULATIONS EXPOSEES

5.3.1 Identification et définition des substances émises par l'activité

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 de Villemouze :

- le produit naturel issu de l'extraction et constituant la cible de l'exploitation : **les alluvions anciennes d'une terrasse alluviale de l'Allier** ;
- **des produits naturels stériles et inertes** issus des travaux de découverte et de la valorisation du gisement de la carrière. Ils seront intégralement réemployés pour les travaux de remise en état du site ;
- **les déchets non dangereux inertes exogènes** issus de l'activité du bâtiment et des travaux publics qui seront importés sur site afin de contribuer aux travaux de remise en état par remblayage ;
- **le GNR**, liquide inflammable de 2ème catégorie, qui constitue le carburant indispensable au fonctionnement des divers engins de chantier utilisés (chargeuse, dumpers, véhicules etc.).

Les substances émises dans le cadre de l'activité de la carrière de Villemouze seront donc les suivantes :

- **des particules solides de faible diamètre**, correspondant au flux de poussière généré par l'exploitation ;
- **les gaz d'échappement** provenant des engins de chantier indispensables à la conduite de l'activité.

Les particules solides

Les travaux de décapage et de roulage des dumpers sur les pistes internes constitueront **les principales sources d'émission de poussières.**

La migration de ces particules est soumise à **la loi de Stokes**.

L'expérience montre que l'essentiel de ce type de flux se dépose dans un **rayon maximum de l'ordre de 150 m** autour de la source d'émission.

Les effluents gazeux

La migration de ces substances est soumise aux mécanismes de la diffusion gazeuse.

Les effluents gazeux des engins sont émis dans une atmosphère non confinée et en quantité très limitée. 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 **apparaissent similaires à celles relevées dans l'atmosphère ambiante**.

Par ailleurs, les engins de chantier équipés de motorisation diesel ont subi des améliorations permettant de diminuer les rejets gazeux. S'ajoute à cela **l'évolution favorable de la qualité des carburant utilisés**, et notamment leur désulfuration systématique.

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 :

La sablière de Villemouze se situe **à environ 500 mètres** de la rive gauche de l'Allier.

L'évaluation environnementale a permis de démontrer les points suivants :

- **Les alluvions anciennes** valorisées par la carrière de Villemouze renferment une ressource aquifère qui ne se trouve pas en équilibre dynamique avec la nappe d'accompagnement de l'Allier ;

⇨ Le projet de renouvellement et d'extension de la carrière de Villemouze n'est pas susceptible de présenter des incidences significatives sur les eaux superficielles et souterraines ;

Dans le cas des eaux superficielles, il convient de retenir les points suivants :

A/ Activité d'extraction :

⇨ **La valorisation du gisement d'alluvions anciennes** se traduit par une modification locale de la répartition des eaux superficielles, **mais qui restera toutefois sans incidence significative sur le régime hydrométrique de l'Allier** ;

⇨ L'exploitation se déroule exclusivement en fosse, **sans communication possible avec le réseau hydrographique périphérique**, toute altération de la qualité des eaux superficielles par entraînement **de matières en suspension** doit donc être exclue.

⇨ Les opérations de ravitaillement sont réalisées en dehors de la zone d'extraction grâce à un camion citerne qui intervient uniquement en fonction des besoins. Le ravitaillement s'effectue au droit d'une aire étanche équipée d'un séparateur d'hydrocarbures. Elles peuvent toutefois exceptionnellement se dérouler en « bord à bord » de la zone d'extraction. Dans ce cas de figure, un cuvon métallique est disposé sous le point de ravitaillement afin de récupérer d'éventuelles égouttures.

B/ Activité de traitement des matériaux

⇨ Les différentes catégories d'eau produites dans le cadre du fonctionnement des équipements de traitement **sont gérées dans l'emprise de la plate-forme technique et font l'objet d'un recyclage** vers les cribles-laveurs.

⇨ Ces eaux ne sont pas dirigées vers un exutoire périphérique extérieur, ce qui interdit toute altération de la qualité des eaux superficielles, notamment par entraînement de matières en suspension.

Les alluvions anciennes renferment une nappe souterraine libre qui a fait l'objet d'une étude approfondie. Cette nappe libre présente une cote altimétrique supérieure, de plusieurs mètres, à celle de la nappe d'accompagnement de l'Allier.

Les eaux souterraines qui circulent au sein des alluvions anciennes de la moyenne terrasse alluviale trouvent leur exutoire dans la nappe d'accompagnement de l'Allier, **mais se trouvent totalement déconnectées de cette dernière sur le plan dynamique.**

Sur la base des éléments évoqués ci-avant, l'eau n'apparaît pas comme vecteur potentiel de propagation d'une éventuelle pollution, du fait des caractéristiques et de la nature des substances émises par l'activité et des voies d'exposition référencées identifiées.

Cas du sol :

Les alluvions sablo-graveleuses de la moyenne terrasse ne sont pas en mesure de constituer **un vecteur de transfert** pour les substances émises par l'activité, du fait de la nature de ces émissions et des voies d'exposition identifiées.

Cas de l'air :

Les substances émises dans le cadre de l'exploitation de la carrière de Villemouze correspondent aux flux de poussières engendrés par l'activité et aux gaz d'échappement des engins de chantier.

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.

Ces substances sont émises dans l'atmosphère et sont donc tributaires des conditions qui règnent localement dans ce milieu.

L'air peut donc être considéré comme vecteur de transfert des substances identifiées.

Conclusion :

Dans le cadre du fonctionnement normal de la carrière de Villemouze, **l'air constitue le seul vecteur de transfert envisageable** pour les substances émises par l'activité.

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 est rural.

Le bourg le plus proche de la carrière de Villemouze correspond à celui de la commune de Varennes-sur-Allier (environ 2,5 kilomètres à l'Est).

Puis, viennent les bourgs de Briailles et de Paray-sous-Briailles, respectivement localisés à 2,5 kilomètres au Sud-Ouest, et 2,4 kilomètres au Sud.

5.3.3.2. Le relatif éloignement du secteur industriel

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, ainsi que le projets ayant fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale, à l'échelle du territoire des communes rattachées au rayon d'affichage de 3 kilomètres.

Les informations disponibles sur **le site GEORISQUES ICPE** permettent notamment d'établir les constations suivantes :

- **Sur le territoire de la commune de Paray-sous-Briailles**, l'installation classée la plus proche se trouve localisée dans le secteur de Villemouze. Il s'agit d'une activité de fabrication de béton prêt à l'emploi. Il n'existe pas d'autre installation classée répertoriée sur le secteur de Villemouze.

- A l'échelle du rayon d'affichage **de 3 kilomètres**, les autres installations classées pour la protection de l'environnement, identifiées sont essentiellement localisées **sur le territoire de la commune de Varennes-sur-Allier** (ALLIER ENROBES, COPACAR, UCAL STOCKAGE, WAVIN France).

5.3.3.3. Le caractère relativement « abrité » de l'exploitation, avec des vents dominants de direction Nord/Sud

La sablière de Villemouze, ainsi que ses équipements annexes s'avèrent relativement protégés des vents dominants et de la turbulence atmosphérique en raison de la convergence de plusieurs facteurs favorables :

- ⇨ La zone d'extraction présente une configuration « en fosse » qui la rend peu perceptible depuis les abords, et **peu sensible à la turbulence atmosphérique** ;
- ⇨ Le process de traitement fonctionne exclusivement sous eau. L'omniprésence de l'eau, à la fois dans le process de fabrication et nécessairement dans les produits finis, exclut l'émission de flux de poussières significatifs à « la source » ;
- ⇨ Un merlon périphérique de taille significative se développe sur l'ensemble de la limite cadastrale Nord et Ouest du périmètre de la sablière actuellement autorisée.

5.3.3.4. Localisation des populations dites « sensibles »

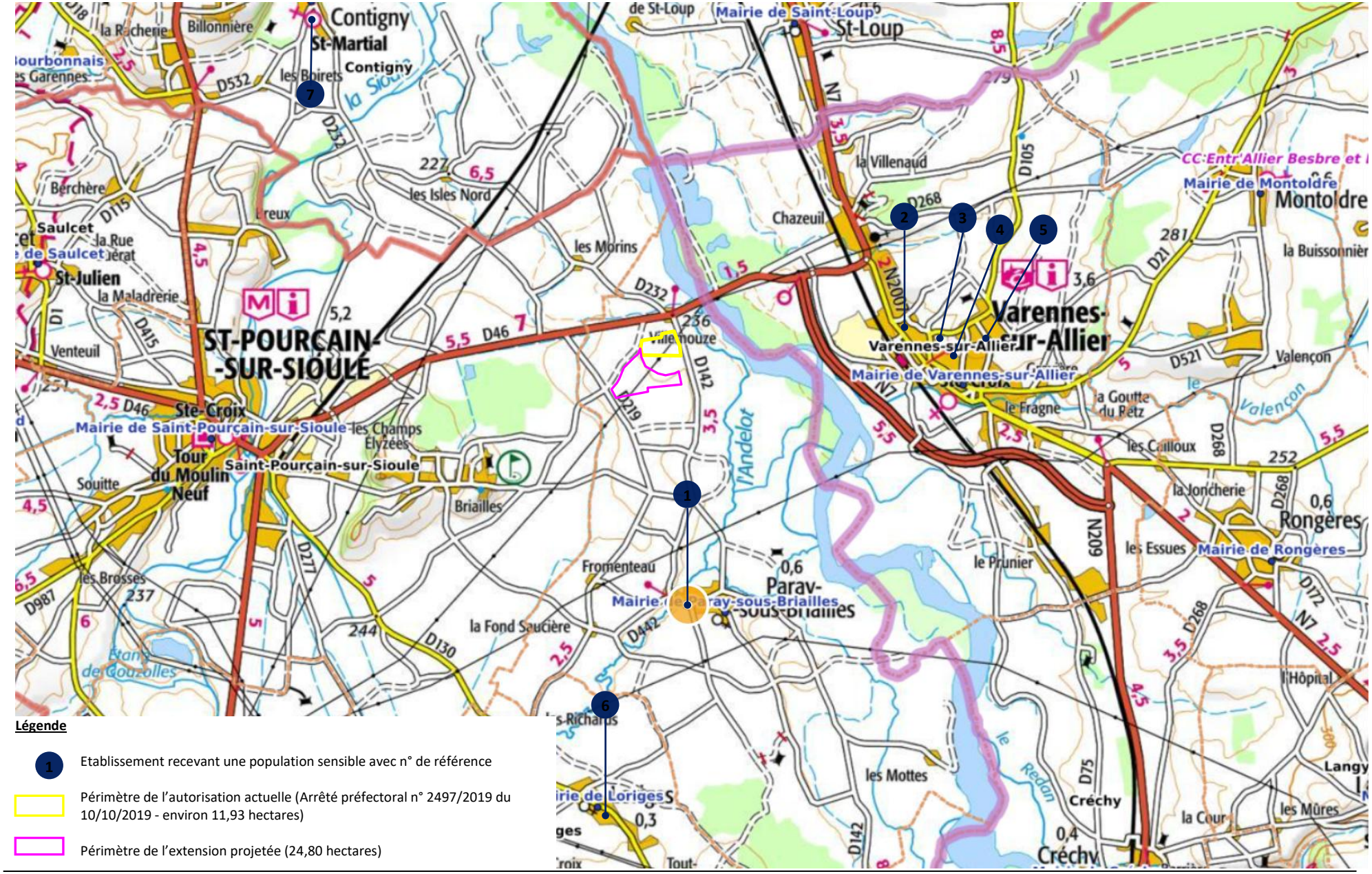
Par définition, il s'agit de populations qui, en raison de leur tranche d'âge ou de leur état de santé, peuvent présenter **une vulnérabilité supérieure vis-à-vis de certains agents extérieurs ou phénomènes physiques particuliers**.

Les établissements susceptibles d'accueillir des populations dites « sensibles » à l'échelle du rayon d'affichage de 3 kilomètres, sont présentés dans le tableau suivant.

LOCALISATION DES POPULATIONS DITES « SENSIBLES » SUR LE TERRITOIRE DES COMMUNES CONCERNEES PAR LE RAYON D'AFFICHAGE			
Commune d'implantation	**Référence**	**Type d'établissement et coordonnées**	**Distance aux limites cadastrales du projet (km)**
Paray-sous-Briailles	1	Ecole élémentaire 12 rue des Ecoles	2,2
Varennes-sur-Allier	2	Crèche Rue Jules Dupré	2,8
	3	Ecole élémentaire George Sand Place Hôte de ville, roue Louis Bonjon	2,85
	4	Collège Antoine de St Exupéry rue Beaupuy	2,9
	5	Lycée professionnel Val d'Allier 15 rue Beaupuy	3,3
Loriges	6	Ecole Primaire 22 route du Bourg	4,4
Contigny	7	Ecole primaire publique 5 place de la mairie	4,0

La situation géographique de ces établissements se trouve illustrée par la carte ci-après.

Projet de renouvellement et d'extension de la sablière de Villemouze - SITUATION DES POPULATIONS SENSIBLES (Echelle : 1/36500°)



Légende

1 Etablissement recevant une population sensible avec n° de référence

Périmètre de l'autorisation actuelle (Arrêté préfectoral n° 2497/2019 du 10/10/2019 - environ 11,93 hectares)

Périmètre de l'extension projetée (24,80 hectares)

Les populations dites « sensibles » se situent à une distance significative des limites cadastrales du projet de renouvellement et d'extension.

Les plus proches établissements susceptibles d'accueillir des populations « sensibles » sont localisés dans le centre du bourg de la commune de Varennes-sur-Allier, **à environ 2,8 kilomètres à l'Ouest**.

5.3.3.5. 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 différentes sources potentielles identifiées, permettent **d'exclure tout effet cumulatif avec d'autres installations classées déjà en activité**.

Le site de Villemouze doit être considéré comme une entité unique et donc comme **une source d'émission distincte n'interagissant pas avec d'autres sources potentielles limitrophes**.

Dans le cas du projet de renouvellement et d'extension de Villemouze, les poussières émises se caractérisent par un rayon d'influence maximum d'environ 150 m.

L'installation fixe de traitement des matériaux peut être considérée comme la principale source potentielle de poussières.

D'autre part, les établissements susceptibles d'accueillir une population dite « sensible » sont identifiés sur le territoire de la commune de Varennes-sur-Allier, à une distance d'au moins 2,8 kilomètres des limites du projet en direction de l'Ouest.

Dans la pratique, l'installation fixe de traitement des matériaux se situera à **une distance minimale de 160 mètres de l'habitat le plus proche** (habitation localisée au Sud-Est, au lieu-dit « Les Larrats ».

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 engins à moteurs thermiques** indispensables au fonctionnement de la carrière. Le parc de matériel roulant affecté à la valorisation du gisement reste modeste (une pelle à chenilles, un tombereau, une chargeuse), ce qui limite, de facto, les flux gazeux rejetés ;
- **des particules solides de faible diamètre** qui correspondent à des poussières provenant de diverses activités spécifiques (stocks de matériaux, roulage des véhicules, installation mobile de traitement). L'installation fixe de traitement des matériaux fonctionne en voie humide, et ne constitue donc pas une source de 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 de Villemouze

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

- ✓ CO_2 (dioxyde de carbone) ;
- ✓ CO (monoxyde de carbone) ;
- ✓ Hc (hydrocarbures) ;
- ✓ NOx (oxydes d'azote) ;
- ✓ Particules ;
- ✓ Benzène.

D'un point de vue général, il est démontré que les rejets gazeux des moteurs diesel, sont moins polluants que ceux des 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** apparaît nettement plus élevée que dans le cas des moteurs à essences.

Par ailleurs, la teneur en soufre de ces carburants a considérablement diminué au cours des dernières années compte tenu de l'application de directives européennes de plus en plus exigeantes **en matière de désulfuration des carburants**, à l'échelle de l'Union Européenne.

A titre indicatif, le flux de polluants SO2 des carburants diesel a été ramené à moins de 1 kg/tonne de carburant en 1996, puis à moins de 0,1 kg/tonne de carburant en 2005.

5.3.4.4. 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 celle 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 de Villemouze, la principale source de poussières reste liée au roulage des engins de chantier et de véhicules de transport, sur les pistes et aires de circulation intérieures, par temps sec et venté.

Le process de traitement fixe fonctionne exclusivement sous eau. L'omniprésence de l'eau, à la fois dans le process de fabrication et nécessairement dans les produits finis, exclut l'émission de flux de poussières significatifs à « la source ».

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

Parmi les différentes substances identifiées, seuls l'oxyde de carbone, les oxydes d'azote et les poussières inhalables sont susceptibles de présenter des effets potentiels 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 issus de l'analyse de la bibliographie.

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 positon 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 utilisées en matière d'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 de Villemouze, seuls peuvent être invoqués des effets toxiques à seuil (hors poussières qui n'ont pas d'effets spécifiques).

Les effets correspondent aux effets aigus et à certains effets chroniques ou subchroniques non cancérigènes, 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 détoxication, 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.

Compte tenu du fait que l'air reste le seul vecteur de transfert envisageable, la voie d'exposition retenue correspond à la voie respiratoire (inhalation). Aussi, il est convenu d'utiliser **la concentration admissible dans l'air** (CAA) qui s'exprime en mg ou en µg/m³ (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 dans le cadre de l'analyse préalable

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 disponibles concernant les niveaux de référence déterminés en France, en Europe ou au plan mondial **les valeurs suivantes sont prises en compte pour les substances identifiées** :

× **Le monoxyde de carbone (CO)**

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

* **CAA chronique CO : 5 mg/m³**, soit la valeur recommandée pour la santé humaine ;
* **CAA subchronique CO : 10 mg/m³**, 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 NO_2 est le polluant le plus toxique :

* **CAA chronique NO_2 : 0,040 mg/m³**, soit la valeur de l'OMS ;
* **CAA subchronique NO_2 : 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/m³	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**, sous l'effet du phénomène de la diffusion.

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 la future zone d'extraction et l'installation de traitement des habitations les plus proches.

2) Cas des poussières

2.1) Données relatives au site de la future carrière

Les simulations effectuées montrent que, même dans des conditions climatologiques exceptionnellement défavorables, l'essentiel des flux de poussières se dépose à une distance maximale **de l'ordre de 150 m de la source d'émission**.

Il convient de rappeler **qu'aucune cible potentielle ne peut être réellement identifiée,** puisque dans le cas le plus défavorable, l'installation fixe de traitement des matériaux se situera à une distance minimale de l'ordre de 270 mètres de l'habitation la plus proche (maison individuelle et ses dépendances localisées au Nord-Est du périmètre actuellement autorisé) **au cours de la première période quinquennale d'exploitation**.

A partir de la deuxième période quinquennale d'exploitation, la distance minimale entre l'installation fixe de traitement des matériaux et l'habitation la plus proche (maison individuelle localisée au Sud-Est du périmètre de l'extension projetée, au lieu-dit "Les Larrats") sera ramenée à environ 160 mètres.

Par ailleurs, les habitations de référence évoquées ci-avant bénéficieront de l'effet de protection **de merlons paysagers et acoustiques de grande taille** :

- ⇨ Un merlon de plusieurs mètres de hauteur, déjà existant, en limite Nord du périmètre actuellement autorisé ;
- ⇨ Un merlon périphérique **d'une hauteur moyenne de 2,85 mètres** sera implanté en limite Sud-Est de l'extension projetée afin de réduire l'exposition de l'habitation "Les Larrats" aux différentes nuisances.

La configuration « en fosse » de l' exploitation tend à limiter la progression des poussières vers la périphérie du site.

Enfin, les différentes mesures effectuées au titre de l'hygiène et de la santé du personnel sur les sites alluvionnaires similaires exploités par la société JALICOT démontrent l'absence de risque notoire pour le **personnel, qui reste pourtant le plus exposé** :

- ⇨ les poussières émises renferment de la silice cristalline avec cependant de faibles taux d'empoussiérage. Le risque pour le personnel est considéré comme nul ;

- ⇨ **les poussières inhalables**, qui représentent la fraction des poussières totales en suspension dans l'atmosphère des lieux de travail, susceptibles de pénétrer par le nez, la bouche, et les voies aériennes supérieures, se situent à des valeurs de concentration particulièrement faibles pour le personnel, très inférieures à l'objectif de référence de **10 mg/m³**, retenu par la réglementation.

2.2) 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 détaillé au différentes études utilisées pour l'élaboration des valeurs toxicologiques de référence – www.oetha.ca.gov/risk/ChemicalDB/index.asp).

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

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

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

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

Avec :

CTA : coefficient de transfert atmosphérique (conditions de diffusion) ;

Q : débit de la substance concernée en mg/m³/s (fonction de la vitesse du vent et de la CMAd) ;

CMAd : 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).

2.3.2) 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/m³			
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	$1{,}1.10^{-2}$	8.10^{-3}	$8{,}30.10^{-3}$
60	$4{,}4.10^{-3}$	$2{,}5.10^{-3}$	$2{,}69.10^{-3}$
90	$2{,}5.10^{-3}$	1.10^{-3}	$1{,}25.10^{-3}$
120	$1{,}8.10^{-3}$	8.10^{-4}	9.10^{-4}
150	$1{,}4.10^{-3}$	6.10^{-4}	$6{,}80.10^{-4}$
180	$1{,}1.10^{-3}$	5.10^{-4}	$5{,}60.10^{-4}$
210	9.10^{-4}	3.10^{-4}	$3{,}60.10^{-4}$
240	$6\text{-}10^{-4}$	$2{,}5.10^{-4}$	$2{,}85.10^{-4}$
270	5.10^{-4}	$2{,}2.10^{-4}$	$2{,}48.10^{-4}$
300	$4{,}5.10^{-4}$	$1{,}8.10^{-4}$	$2{,}07.10^{-4}$

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 (47 semaines) 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 unitaires couvrant 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'empoussiérage (VMemp) **de 5 mg/m³** telle que définie réglementairement au titre du RGIE empoussiérage, la CMAd silice ressort à 0,25 mg/m³ en retenant, de **manière défavorable, un taux de quartz de 5 %.**

Au regard des données disponibles en bibliographie, la **valeur de 5 % apparaît particulièrement élevée pour un gisement alluvionnaire**, sachant que le taux de quartz moyen relevé lors des dernières mesures d'empoussiérage sur des sites d'alluvions anciennes exploités par la société JALICOT, reste généralement **inférieur à 3 %.**

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.

2.3.3) Application numérique

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

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

2.4) Estimation des risques pour les populations concernées

2.4.1) 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 correspond aux voies respiratoires, 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.

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

- 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.

2.4.2) 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	$8{,}30.10^{-3}$	$1{,}40 \times 10^{-4}$	0,003	0,047
60	$2{,}69.10^{-3}$	$4{,}5 \times 10^{-5}$	0,003	0,015
90	$1{,}25.10^{-3}$	$2{,}1 \times 10^{-5}$	0,003	0,007
120	9.10^{-4}	$1{,}5 \times 10^{-5}$	0,003	0,005
150	$6{,}80.10^{-4}$	$1{,}15 \times 10^{-5}$	0,003	0,004
180	$5{,}60.10^{-4}$	$9{,}4 \times 10^{-6}$	0,003	0,003
210	$3{,}60.10^{-4}$	$6{,}8 \times 10^{-6}$	0,003	0,002
300	$2{,}07.10^{-4}$	$3{,}47 \times 10^{-6}$	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 µg/m³ (0,003 mg/m³) **dans le cas d'une source localisée à une distance de 30 mètres**.

A une distance de 150 m, la DMJ_{INH} résultante reste **260 fois inférieure à la VTR de 3 µg/m³** sachant que les populations résiduelles les plus proches seront situées à une distance minimale de l'ordre de 160 mètres de l'installation fixe de traitement des matériaux, quel que soit le stade de l'exploitation. Les populations dites "sensibles" les plus proches sont, quant à elles, éloignées **d'au moins 2,8 kilomètres en direction de l'Ouest**.

Les coefficients de dangers résultants apparaissent très largement inférieurs à 1.

En conséquence, la poussière alvéolaire siliceuse, susceptible d'être émise par le site, ne saurait apporter aucun effet notable sur la santé des populations proches et des populations dites "sensibles" identifiées dans un périmètre de 3 kilomètres.

2.4.3) Incertitude

Compte tenu des résultats exposés ci-avant, aucun calcul d'incertitude n'est réalisé, les flux caractérisés étant négligeables.

Toutefois, en ce qui concerne les poussières, et en particulier les poussières alvéolaires siliceuses, il convient de préciser que le calcul réalisé 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 %**, alors que les teneurs en silice cristalline relevées sur des gisements alluvionnaires similaires, actuellement en exploitation, ne dépassent pas 3 % ;

- 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**, alors que les mesures d'empoussiérage effectuées sur le site montrent que cette valeur dépasse rarement 2 mg/m³.

5.3.6. Conclusion

Les aspects suivants se dégagent de l'étude des effets sur la santé :

- ⇨ L'atmosphère constitue **l'unique 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 toxicologiques de référence (VTR) ;
- ⇨ Dans le cas particulier des poussières alvéolaires, **la dose moyenne journalière d'exposition** apparaît **20 fois inférieure** à la valeur toxicologique de référence (VTR) pour une source émettrice localisée à une distance standard de 30 mètres.

- ⇨ Au cours de la durée prévisionnelle d'exploitation, soit 30 ans, l'installation fixe de traitement des matériaux se situera à une distance minimale de l'ordre de 160 mètres de l'habitation la plus proche. A cette distance, la dose moyenne journalière d'exposition devient, à minima, **260 fois inférieure à la VTR de référence.**

- ⇨ Sur la base de conditions limites volontairement pénalisantes, **le coefficient de danger QD résultant s'avère systématiquement inférieur à 1**.

Les **effets attendus sont donc non significatifs** au regard du volume d'activité mesuré de la future exploitation, des méthodes employées, du caractère humide des matériaux bruts et du procédé de traitement sous eau mis en œuvre pour **la quasi-totalité des granulats élaborés**.