

**VOLET SANITAIRE
ETUDE DES EFFETS SUR LA SANTE**

VOLET SANITAIRE - EFFETS SUR LA SANTE

Préambule

La circulaire du 19 juin 2000 précise les grands principes de la démarche visant à renforcer la protection de la santé, dans le cadre de la demande d'autorisation d'exploitation en conformité avec la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE).

En application de la loi 96-1236 du 30/12/96 dite loi sur l'air, notamment son article 19, le dossier de demande doit comporter un volet traitant de l'incidence du projet sur la santé humaine, hors périmètre du projet.

Sur le site, la société se doit d'être en règle vis-à-vis de la santé des travailleurs qui sont affectés aux différents postes de travail des installations. Pour ce, des documents de sécurité sont établis en application du code du travail. Ces documents mettent en avant l'ensemble des risques pouvant naître de l'installation et leur communication vers l'extérieur.

C'est ainsi que dans le domaine de l'air, ces personnels sont concernés par des risques d'affection liés aux différentes émissions générées, ce sont notamment les poussières, les fumées et odeurs (gaz), le bruit et la lumière.

Cette étude a été construite en partie avec l'aide du guide "d'évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact des installations classées" réalisé par l'INERIS (Institut National de l'Environnement et des Risques) ; adapté au contexte particulier du site d'implantation de la centrale d'enrobage sur la commune du PUISET (28).

Elle s'est également appuyée sur le document de l'INERIS de Décembre 2002 intitulé "Méthodes pour l'évaluation et la prévention des risques accidentels (DRA-006) - Ω -12 - Dispersion atmosphérique (Mécanismes et outils de calcul)".

1- CARACTERISATION DU SITE

1.1. Substances émises par le site

1.1.1. Les déchets

- ⇒ Les boues et les hydrocarbures piégés par le séparateur à hydrocarbures seront confiés à un récupérateur agréé pour destruction.
- ⇒ Les poussières fines récupérées par le dépoussiéreur des gaz sortant du tambour sécheur seront stockées dans un silo avant d'être réutilisées pour la fabrication d'enrobés.
- ⇒ Les refus de fabrication seront récupérés et mélangés à des granulats pour la fabrication d'enrobés.
- ⇒ Les déchets souillés seront également récupérés par un organisme agréé.
- ⇒ Les déchets banals assimilables aux ordures ménagères seront évacués par le réseau local de collecte.

Ces éléments ne constituent pas de dangers particuliers puisqu'ils sont bien maîtrisés au sein du site. Ils ne seront donc pas repris dans la suite de l'étude.

1.1.2. Les effluents liquides

- ⇒ Les eaux usées domestiques seront évacuées vers une fosse étanche qui sera vidée par un vidangeur agréé.
- ⇒ Les eaux pluviales seront collectées et dirigées vers un séparateur d'hydrocarbure.
- ⇒ Les hydrocarbures liquides présents sur le site, fiouls lourd et GNR (gazole non routier), bitume, seront stockés dans des citernes ou des cuves de confinement rétenues de manière à éviter tout épandage et écoulement.

Ces trois éléments ne constituent pas eux non plus de dangers particuliers puisqu'ils sont bien maîtrisés au sein du site. Ils ne seront donc pas non plus repris dans la suite de l'étude.

1.1.3. Les effluents solides ou gazeux (fumées et odeurs)

- ⇒ La combustion du fioul lourd TBTS utilisé pour le séchage des matériaux ainsi que le chauffage du bitume, produisent, outre de la vapeur d'eau, des rejets sous la forme de poussières minérales, d'odeurs et de gaz. Ces rejets gazeux sont principalement constitués de : Monoxyde et Dioxyde de Carbone (CO et CO₂), Monoxyde et Dioxyde d'Azote (NO_x) représentatifs des oxydes d'azotes, Dioxyde de Soufre (SO₂) représentatif des oxydes de soufre, Composés Organiques Volatiles (COV). Une certaine quantité d'Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) peut également être rejetée mais ces derniers sont encore mal connus notamment dans le cadre de notre activité et de ce fait ne sont pas régulièrement mesurés lors des contrôles effectués sur nos émissions en sortie de cheminée.
Pour diminuer l'impact sur l'air, un filtre est présent en sortie du tambour-sécheur et une cheminée d'évacuation des gaz de combustion, des poussières résiduelles et de la vapeur d'eau est implantée.
- ⇒ La manutention et le transport des granulats génèrent une émission de poussières minérales. Mais leur envol reste limité par un arrosage des pistes lorsque cela est nécessaire (par temps très sec par exemple). D'autre part, comme il a déjà été dit au paragraphe précédent, le séchage des matériaux produit des émissions de poussières évacuées par la cheminée et en accompagnement des gaz de combustion décrits ci-avant. La présence de quartz dans ces poussières peut présenter un risque.
- ⇒ Enfin, du fait de la présence de métaux lourds entrant dans les structures sollicitées des installations mais aussi dans le fioul lourd, il est possible que des traces de métaux lourds puissent accompagner les rejets gazeux et les poussières. Ces métaux lourds sont principalement le Cadmium (Cd), le Cuivre (Cu), le Mercure (Hg), le Nickel (Ni), le Plomb (Pb) et le Zinc (Zn). Des poussières de métaux lourds peuvent également sortir des échappements des engins en fonctionnement.

1.2. Autres émissions générées par le site

1.2.1. Le bruit

Le bruit est du à l'ensemble des activités développées simultanément sur le site :

- ⇒ Opération de chargement / déchargement dans des bennes ou des trémies,
- ⇒ Transferts des matériaux,
- ⇒ Le fonctionnement de la centrale,
- ⇒ Circulation de véhicules et d'engins.

Mais ces bruits sont très variables et ne sont pas identiques. Seule la centrale émet un bruit linéaire et sans à coups.

Si tout le monde s'accorde pour déclarer que le bruit est un facteur important de dégradation des conditions de vie, il est difficile d'en exprimer une bonne définition.

Selon les normes françaises (NFS 3 1 -0 1 0) "*le bruit est un phénomène acoustique produisant une sensation auditive considérée comme désagréable*".

L'exploitation de l'installation sur ce site implique de fait la présence d'engins et camions poids lourds, imposants et bruyants, mais néanmoins conformes à la législation en vigueur. Leurs mises en route et fonctionnement peuvent provoquer des gênes au niveau des riverains, tant le matin que le soir.

Les horaires de fonctionnement sont établis selon les critères légaux qui fixent à 35 heures la durée du temps de travail, ce qui, pour l'exploitation donne sur cinq jours (du lundi au vendredi) une plage horaire "standard" pouvant aller de 7 h à 18 h.

Il faut rappeler que le bruit s'atténue avec la distance, en fonction de la capacité d'absorbance, de réflexion et de déviation, offerte par la topographie et la qualité de la surface (sol). On considère que l'atténuation de la perception sonore en fonction de la distance est déterminée par une courbe dont la pente moyenne est de l'ordre de 7 dB (A) par doublement de distance, entre 50 et 600 m de la source (*Zouboff, 1989*). Dans ce domaine, il est à rappeler que la première habitation située à plus d'1 km du projet d'installation en dehors des vents dominants.

1.2.2. La lumière

Épisodiquement, l'activité peut nécessiter le fonctionnement de l'éclairage à partir de fortes lampes installées en différents points essentiellement aux abords des installations. Cette lumière artificielle sur de courtes durées il est vrai peut apporter des inconvénients, notamment pour le sommeil, l'éblouissement...

La mise en place d'un système d'éclairage sur le site est rendue nécessaire dès lors qu'en certaines périodes de l'année, la période d'ensoleillement ne couvre pas la totalité de la période de travail.

1.2.3. Le trafic routier et ses vibrations

Les effets dus au trafic généré par l'activité de l'installation sont limités puisque aucune habitation ne se trouve en périphérie proche du site.

Il peut néanmoins toujours exister un risque d'accident corporel (piétons), et un risque d'accident de la route lors des entrées et sorties de la plate-forme sur la voirie publique.

1.3. Vecteurs de transfert possibles et caractéristiques physiques du site

1.3.1. Les vecteurs de transfert possibles

Ces éléments susceptibles de produire des effets sur la santé sont acheminables vers la population concernée via essentiellement un vecteur de transport :

- ⇒ L'air, et plus particulièrement les vents qui favorisent la dispersion des poussières, des gaz et du bruit. Mais en favorisant cette dispersion, l'air joue également un rôle très important dans la dilution de ces rejets dans l'atmosphère.

La plate-forme étant étanche vis-à-vis du sol, les eaux circulant sur celle-ci (eaux de pluies) seront entièrement collectées et amenées vers le fossé périphérique de rétention disposant d'un séparateur à hydrocarbures avant rejet dans le bassin exutoire de collecte des eaux de la plate-forme et de l'autoroute. De ce fait, l'eau et le sol ne constituent pas de vecteur de transfert potentiels.

1.3.2. Caractéristiques physiques du site

À la vue de ce vecteur et afin de déterminer les populations potentiellement exposées, deux paramètres semblent importants dans la caractérisation physique du site : les données météorologiques concernant les directions des vents dominants et l'environnement du projet (topographie, présence d'obstacles,...) (*les données météorologiques sont issues de la station de CHARTRES, considérée comme représentative du département*) :

- ⇒ Concernant les vents dominants, on observe deux secteurs privilégiés, à savoir :
 - ↳ Sud/Sud-Ouest (200-260) soufflant pendant 34 % du temps en moyenne pendant l'année. Ces vents de secteur Sud/Sud-Ouest ont majoritairement des vitesses entre 4,5 et 8 m/s.
 - ↳ Nord/Nord-Est (340-40) soufflant pendant 26 % du temps en moyenne pendant l'année. Ces vents de secteur Nord/Nord-Est ont majoritairement des vitesses entre 1,5 et 4,5 m/s.
- ⇒ La topographie aux alentours du projet est plane. En effet, on se trouve sur un plateau ne présentant pas d'accident de relief particulier pouvant constituer un obstacle vis-à-vis de la dispersion des fumées et gaz issus de l'installation si ce n'est l'effet lié à la présence des haies et rangés d'arbres séparant la plate-forme de ses abords immédiats. Au-delà de ces barrières végétales et des axes routiers et autoroutiers entourant la plate-forme, on retrouve une zone à vocation agricole.

1.4. Les populations potentiellement exposées

Les populations potentiellement exposées aux nuisances évoquées dans l'étude d'impact en tenant compte des conditions météorologiques les plus défavorables sont situées à plusieurs centaines de mètres du projet d'installation, ~1100 m pour la plus proche au-delà de l'autoroute A 10 (premières habitations du centre-bourg du Puiset). Notons, plus du projet, la présence d'une zone industrielle de l'autre côté de l'autoroute, zone par nature déjà soumise à des risques d'exposition de par les activités présentes (usine de préfabrication béton, entrepôt logistique, collecte, conditionnement et commercialisation de légumes, etc...). Pour cette étude, le rayon a été limité à deux kilomètres environ pour les populations dites locales. Notons ici que la hauteur à laquelle ces émissions sont rejetées et transportées par le vent font qu'elles ne commencent à retomber au sol qu'après un certain trajet dans l'atmosphère.

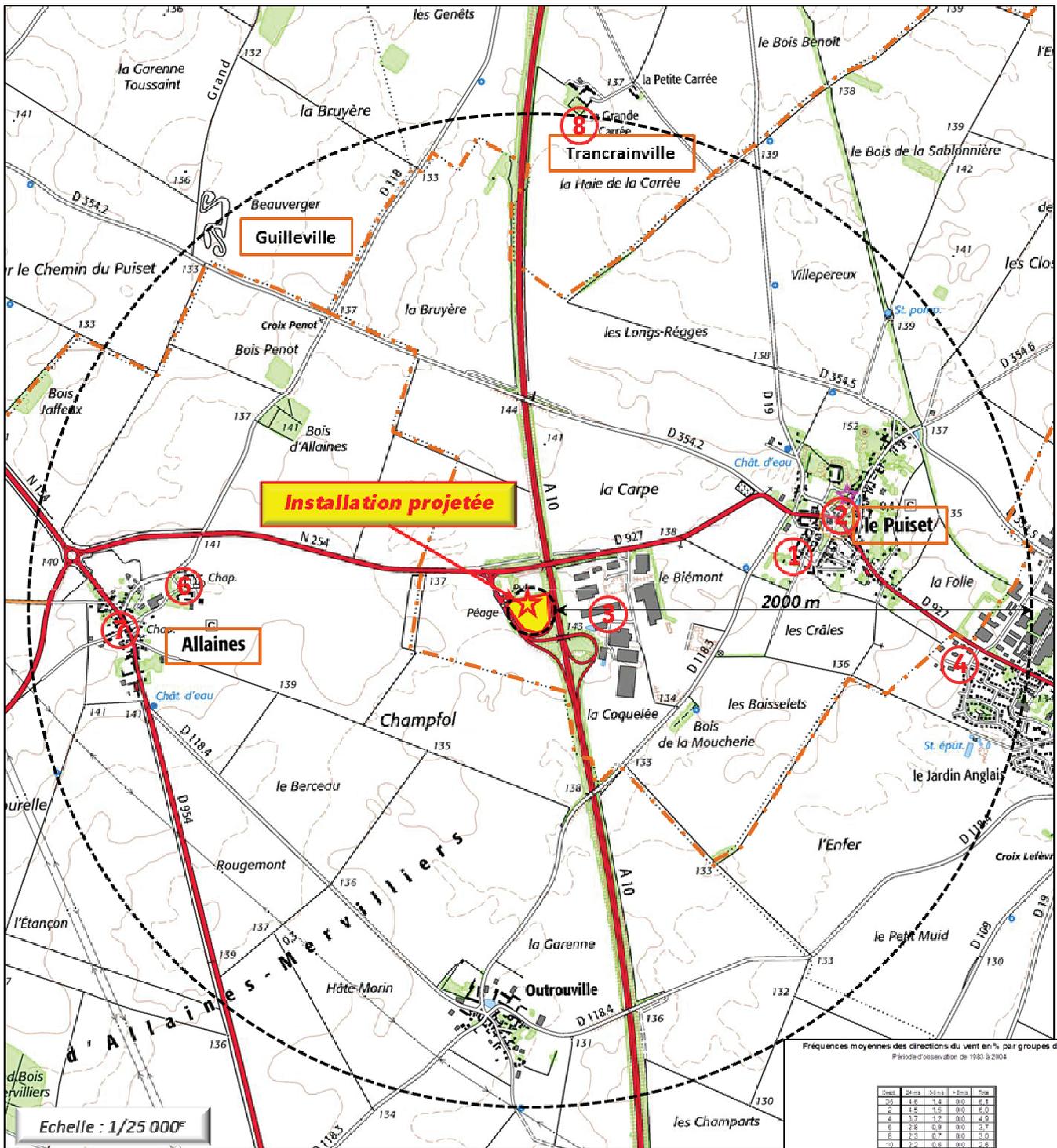
1.4.1. Identification des populations potentiellement exposées ou sensibles

D'une manière générale, les populations les plus potentiellement exposées sont :

- d'une part les populations dites "sensibles" telles que les enfants en bas âge, les personnes âgées, les malades, les sportifs, telles que ces populations sont recensées ci-après au titre d'établissements les accueillant. C'est ainsi que sont alors pris en compte :
 - les écoles et autres établissements liés à l'enseignement,
 - les maisons de retraite et autres établissements accueillant des personnes âgées,
 - les cliniques et hôpitaux,
 - les stades, gymnases et autres aménagements sportifs
- d'autre part celles habitant aux alentours du projet,

Aucune population dite sensible n'a été recensée dans la zone d'étude. Les autres populations sont reportées dans le tableau et sur le plan porté en page suivante.

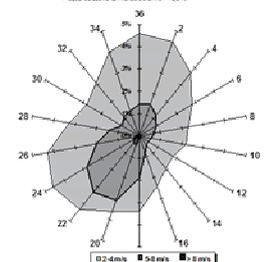
Plate-forme du PUISET POPULATIONS



Fréquences moyennes des directions du vent en % par groupes de vitesses
Période d'observation de 1993 à 2004

Vitesse	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44
0	4,0	1,4	0,0	0,0	0,1
2	4,5	1,0	0,0	0,0	0,0
4	3,7	1,0	0,0	0,0	4,5
6	2,8	0,9	0,0	0,0	3,7
8	2,3	0,7	0,0	0,0	3,0
10	2,2	0,6	0,0	0,0	2,4
12	1,9	0,5	0,0	0,0	2,3
14	1,8	0,4	0,0	0,0	2,3
16	2,4	0,6	0,0	0,0	3,2
18	3,4	1,0	0,1	0,1	5,4
20	3,6	3,1	0,4	0,1	7,1
22	4,3	3,3	0,4	0,0	8,0
24	4,0	2,8	0,3	0,0	7,5
26	4,3	2,0	0,4	0,1	6,5
28	3,3	1,4	0,0	0,0	4,5
30	2,8	0,6	0,0	0,0	3,8
32	3,1	1,1	0,0	0,0	4,5
34	4,0	1,2	0,0	0,0	5,3
Totale	58,2	25,3	2,0	0,0	87,9

Fréquences moyennes des directions du vent en % par groupes de vitesses



Dans le cas présent, il a pu être pris en compte les populations concernées dans le rayon d'étude du fait de leur éloignement.

Lieux des populations sensibles ou hameaux	Notation sur le plan	Distance par rapport au projet (en m)	Données météo (Vents)	
			Secteur de vent concernée (de 20 à 360)	Vitesse moyenne u du vent (m/s)
Commune du PUISET				
<i>Premières habitations du centre bourg</i>	1	1150	260	4.0
<i>Centre bourg</i>	2	1350	260	4.0
<i>Zone industrielle</i>	3	350	280	3.9
Commune de JANVILLE				
<i>Premières habitations du centre bourg</i>	4	1800	280	3.9
Commune d'ALLAINES				
<i>Outrouville</i>	5	1700	360	3.7
<i>Premières habitations du centre bourg</i>	6	1450	100	3.4
<i>Centre bourg</i>	7	1700	80	3.7
Commune de TRANCRAINVILLE				
<i>La Grande Carrée</i>	8	2100	200	4.7

2. ÉTUDE DES EFFETS SUR LA SANTE DES SUBSTANCES EMISES PAR LE SITE

2.1. Notes préalables à cette étude

- ⇒ Pour la réalisation de cette étude des effets sur la santé des substances émises par le site, les valeurs de mesures prises ont été extraites d'un rapport de mesures réalisé "Bureau Veritas" sur le poste d'enrobage projeté sur le site du PUISET (TSM 28). Ces mesures ont été précédemment effectuées le 5 avril 2016 sur le site de La Bazoge (72) lors d'une précédente campagne de travaux. Des prélèvements ont été effectués sur les rejets de cette installation et des essais ont été faits pour déterminer les concentrations en polluants gazeux. Ce sont ces données qui ont été prises en compte pour cette étude.
- ⇒ Concernant la détermination du risque pour les COV, il est très important de souligner qu'il n'existe pas dans les bases de données de valeur toxicologique de référence (VTR) pour des familles de composés. La mesure de COV totaux ne peut donc être utilisée telle quelle. Pour pouvoir réaliser une évaluation quantitative du risque sur cette famille de composés, nous adopterons donc une démarche très majorante, consistant à appliquer à un pourcentage important (20 %) des COV totaux la VTR du composé connu comme le plus toxique au sein de cette famille, à savoir le benzène.
- ⇒ Afin de modéliser et d'estimer les retombés de ces polluants sur la population, nous avons utilisé comme outil de calcul un modèle numérique gaussien pour un rejet continu de type "panache" (modèle pris dans l'étude de l'INERIS de Décembre 2002 et intitulée "Méthodes pour l'évaluation et la prévention des risques accidentels (DRA-006) - Ω-12 - Dispersion atmosphérique (Mécanismes et outils de calcul)". Il permet de déterminer une concentration de polluant en un point donné à une distance déterminée du site. La formule de base du modèle gaussien est la suivante :

$$C(x, y, z, t) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \times \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \times \left[\exp\left(-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right]$$

où :

C = concentration de polluants au point x, y, z (en $g.m^{-3}$),

Q = débit de la source de polluants (en $g.s^{-1}$),

u = vitesse moyenne du vent (en $m.s^{-1}$),

σ_y = écart-type de la distribution horizontale de turbulence (en m) établi par la corrélation de Pasquill-Turner pour une stabilité atmosphérique neutre (D),

σ_z = écart-type de la distribution verticale de turbulence (en m) établi par la corrélation de Pasquill-Turner pour une stabilité atmosphérique neutre (D),

H = Hauteur effective de la source du polluant.

Nota Bene :

- Les Monoxyde et Dioxyde de Carbone (CO et CO₂), bien que présent dans les rejets, ne dispose pas à notre connaissance de Valeur Toxicologique de Référence (VTR) déterminant la relation Dose-Réponse. Le risque engendré ne peut donc pas être déterminé.
- Concernant les poussières mises en suspension dans l'atmosphère, nous prendrons l'hypothèse pessimiste que 100% des poussières émises ont une taille inférieure à 10µm (PM10). En effet, seules ces poussières disposent d'une VTR qui permet l'analyse du risque. De plus, concernant les poussières minérales (potentiellement constituées en partie de silice), il n'existe pas de VTR pour la silice.

2.2. Les poussières et gaz de rejet

2.2.1. Identification des dangers

Cette étape consiste à recenser les principaux polluants gazeux issus de l'activité de la centrale d'enrobage. Ces choix sont réalisés en s'appuyant sur plusieurs critères tels que la toxicité de la substance, la connaissance des effets, la connaissance de la relation dose-réponse, etc.

Ici, quatre substances ont été retenues :

- ↳ les poussières libérées et en particulier les PM10 (inférieures à 10 μ),
- ↳ Le monoxyde et dioxyde de Carbone (CO et CO₂),
- ↳ le dioxyde de Soufre (SO₂),
- ↳ les Oxydes d'Azote (NO, NO₂, NO_x),
- ↳ les Composés Organiques Volatils (COV), et en particulier le Benzène.

Les caractéristiques de chacun des composés et surtout leur dangerosité sont présentées dans les tableaux ci-après.

Ces données sont issues de différentes bases de données : les fiches toxicologiques de l'INRS (*Institut National de Recherche et de Sécurité*), les fiches internationales de sécurité chimique de la base de données du NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) ou bien encore les bases de données IRIS (*Integrate Risk Information System*), ATSDR (*Agency for Toxic Substances and disease Agency*) Celles de l'INERIS (*Institut Nationale de l'Environnement Industriel et des Risques*) et de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) ont également été consultées.

Composé	PM10
Propriétés	Poussières de taille inférieures à 10 µm. Comprend des particules d'origine très diverse : matériel géologique, métaux lourds, matériel biologique, sulfates, nitrates, etc.
Biologie : effets sur l'homme	<p>- OMS :</p> <p>Du fait de leur diamètre, les particules peuvent pénétrer profondément dans le système respiratoire (alvéoles pulmonaires) et provoquer une irritation des voies respiratoires en particulier chez les enfants et les personnes fragiles.</p> <p><i>Toxicité chronique :</i></p> <p>- De nombreuses études épidémiologiques décrivent les effets suivants avec une charge chronique élevée : augmentation des symptômes des voies respiratoires inférieures, baisse de la fonction pulmonaire chez les enfants et les adultes, augmentation des maladies pulmonaires obstructives chroniques (MPOC), diminution de l'espérance de vie par mortalité respiratoire et cardio-pulmonaire ainsi que par cancer du poumon.</p> <p><i>Toxicité aiguë :</i></p> <p>- Une augmentation aiguë de la charge de particules peut entraîner les effets suivants : processus inflammatoire dans les poumons, symptômes des voies respiratoires en général, effets négatifs sur le système cardiovasculaire (par ex. infarctus), augmentation de la consommation de médicaments, augmentation des hospitalisations pour problèmes respiratoires ou cardiovasculaires, mortalité accrue.</p> <p>- Les particules grossières des PM10 sont plus fortement associées à la toux, aux crises d'asthme et à la mortalité respiratoire ou que les fractions fines semblent plus associées avec les troubles du rythme cardiaque ou la mortalité cardiovasculaire.</p> <p>NB : Les particules ayant un diamètre aérodynamique supérieur à 10 µ n'ont quasiment aucun effet.</p>
Cancérogénicité	<p>- Classification de l'IARC / CIRC (Centre International de la Recherche sur le Cancer) :</p> <p>Non classé.</p>

Composé	monoxyde de carbone
Formule chimique Synonyme	CO
N° CAS	630-08-0
Propriétés physiques	Peu soluble dans l'eau (2,3 ml dans 100 ml d'eau à 20°C) Masse molaire : 28,01 Densité de vapeur relative (air=1) : 0,968.
Biologie : effets l'homme	<p>- Base de données électronique NIOSH :</p> <p><i>Voies d'exposition</i> : La substance, sous forme d'un gaz inodore et incolore, peut être absorbée par l'organisme par inhalation.</p> <p><i>Risque d'inhalation</i> : Une concentration dangereuse de ce gaz dans l'air est très vite atteinte s'il s'échappe de son contenant.</p> <p><i>Effets des expositions de courte durée</i> : La substance peut avoir des effets sur le sang, le système cardio-vasculaire et le système nerveux central. L'exposition à des concentrations élevées peut entraîner une diminution de conscience et la mort.</p> <p><i>Effets des expositions prolongées ou répétées</i> : La substance peut avoir des effets sur le système nerveux et le système cardio-vasculaire, entraînant des troubles cardiaques et neurologiques. Est suspectée de causer des effets sur la reproduction, tels que des problèmes neurologiques, une baisse du poids à la naissance, une augmentation de la mortalité et des problèmes cardiaques congénitaux.</p> <p>- Base de données électronique INRS :</p> <p><i>Toxicité aiguë</i> : En cas d'intoxication suraiguë ou massive, la symptomatologie clinique associe paralysie des membres, coma, convulsions et évolue rapidement en l'absence de traitement vers le décès en quelques secondes ou quelques minutes. L'intoxication aiguë ou subaiguë se manifeste par une symptomatologie fonctionnelle banale et variable.</p> <p><i>Toxicité chronique</i> : Les signes d'appel sont le plus souvent banals et proches de ceux d'une intoxication subaiguë débutante : céphalées, vertiges et asthénie, parfois associés à des troubles digestifs. L'apparition d'effets toxiques cumulatifs (insomnie, céphalées, anorexie, syndrome de Parkinson, cardiopathie...) résultant d'une exposition prolongée à de faibles concentrations d'oxyde de carbone est encore un sujet très controversé. Il semble cependant qu'une action toxique à long terme sur le système cardio-vasculaire ne puisse être exclue. Il est possible aussi que des facteurs génétiques et alimentaires modulent ce pouvoir pathogène.</p> <p><i>Effets sur la reproduction</i> : L'oxyde de carbone ne modifie pas la fertilité et ne semble pas tératogène, mais il est nettement foetotoxique.</p>
Cancérogénicité	Aucune donnée.

Composé	Dioxyde de carbone
Formule chimique Synonyme	CO ₂
N° CAS	124-38-9
Propriétés physiques	Soluble dans l'eau (88 ml dans 100 ml d'eau à 20°C) Masse molaire : 44,01 Densité du gaz (air=1) : 1,53.
Biologie : effets sur l'homme	<p>- Base de données électronique NIOSH :</p> <p><i>Voies d'exposition</i> : La substance, sous forme d'un gaz comprimé liquéfié inodore et incolore, peut être absorbée par l'organisme par inhalation.</p> <p><i>Risque d'inhalation</i> : En s'échappant de son contenant, ce liquide s'évapore très vite provoquant une sursaturation de l'air avec de sérieux risques d'asphyxie à l'intérieur d'un espace confiné.</p> <p><i>Effets des expositions de courte durée</i> : L'inhalation de concentration élevée de ce gaz peut causer une hyperventilation et une perte de conscience. L'évaporation rapide du liquide peut provoquer des gelures.</p> <p><i>Effets des expositions prolongées ou répétées</i> : La substance peut avoir des effets sur le métabolisme.</p> <p>- Base de données électronique INRS :</p> <p><i>Toxicité aiguë</i> : Le dioxyde de carbone est un gaz asphyxiant qui peut entraîner la mort. L'importance des effets observés dépend de la concentration dans l'atmosphère et de nombreux facteurs physiologiques (âge du sujet, état vasculaire...) ou climatique (température extérieure, pression en oxygène...).</p> <p><i>Toxicité chronique</i> : Les effets d'une exposition prolongée au CO₂ ont été peu étudiés; généralement, les quelques données existantes concernent des expositions expérimentales de volontaires à des concentrations assez élevées : 1 à 2 %. A ces concentrations, on note des modifications légères du pH sanguin et une augmentation de la ventilation pulmonaire; ces signes peuvent s'associer à un manque de dynamisme et de la fatigue. Dans une étude, on rapporte des altérations de la vision des couleurs.</p>
Cancérogénicité	Aucune donnée.

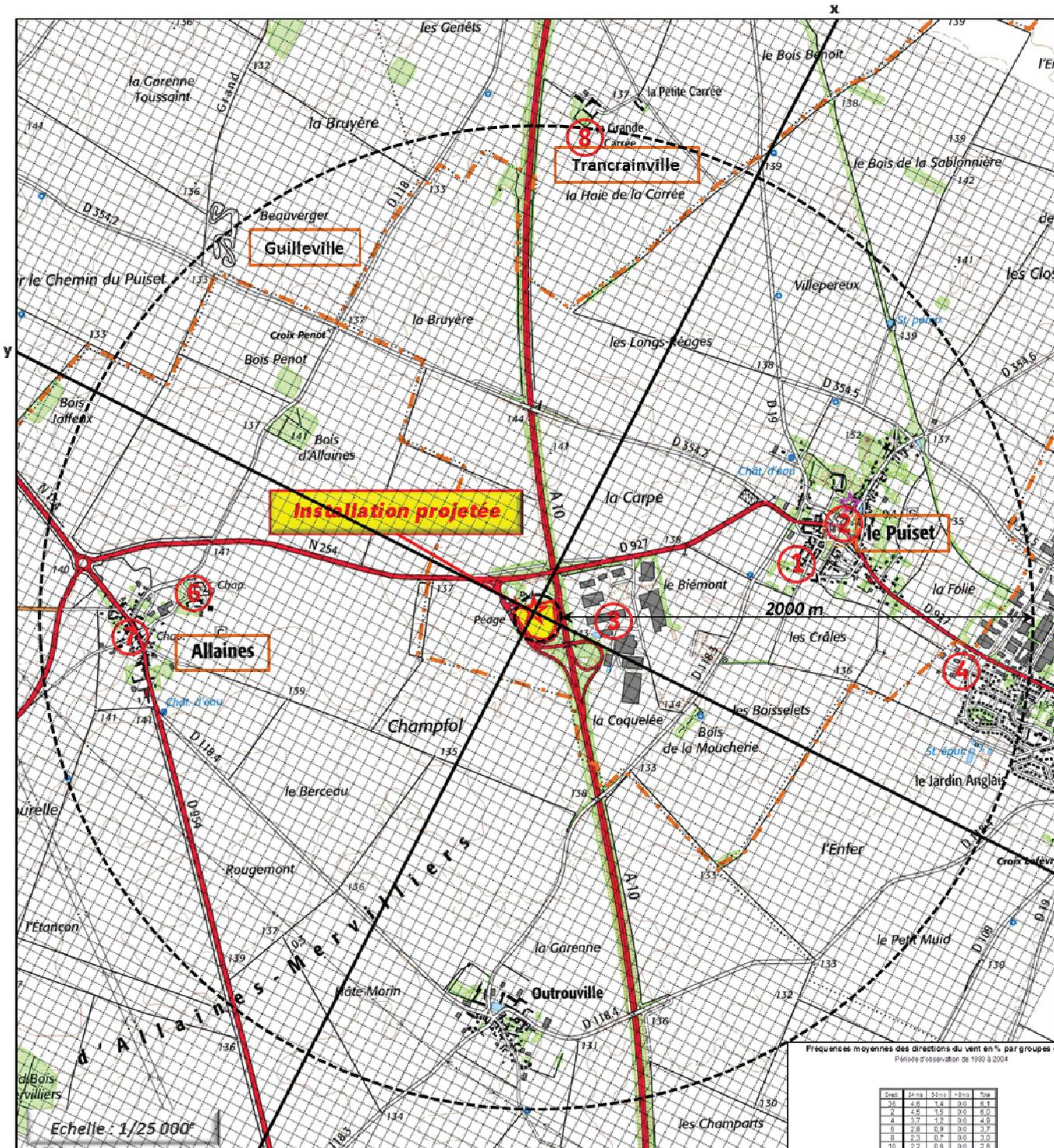
Composé	Dioxyde de soufre
Formule chimique Synonyme	SO ₂ Anhydride sulfureux Oxyde sulfureux
N° CAS	7446-09-5
Propriétés physiques	Très soluble dans l'eau (11,3g pour 100g d'eau à 20°C) et soluble dans un grand nombre de composés (alcools, acides acétique et sulfurique, toluène, acétone...) Masse molaire : 64,06 Densité de vapeur (air=1) : 2,26
Biologie : effets sur l'homme	<ul style="list-style-type: none"> - Base de données électronique NIOSH : <i>Voies d'exposition</i> : La substance, sous forme d'un gaz incolore, peut être absorbée par inhalation. <i>Risque d'inhalation</i> : Une concentration dangereuse de ce gaz dans l'air est très vite atteinte s'il s'échappe de son contenant. <i>Effets des expositions à courte durée</i> : La substance est fortement irritante pour les yeux et les voies respiratoires. L'inhalation de ce gaz peut causer un œdème pulmonaire. La substance peut avoir des effets sur les voies respiratoires, entraînant des réactions asthmatiformes, un spasme réflexe du larynx et un arrêt cardiaque. L'exposition peut entraîner la mort. Les effets peuvent être retardés. <i>Effets des expositions prolongées ou répétées</i> : Une exposition répétée ou prolongée des voies respiratoires peut causer de l'asthme. - Base de données électronique INRS : <i>Intoxication aiguë</i> : L'inhalation est la principale voie d'exposition. Lors d'un dégagement accidentel, l'exposition massive peut provoquer soit une bronchiolite oblitérante ou un œdème pulmonaire hémorragique rapidement mortel, soit une atteinte respiratoire obstructive sévère partiellement réversible, soit rester asymptomatique. <i>Intoxication chronique</i> : L'exposition prolongée augmente l'incidence de pharyngite et de bronchite chronique. Celle-ci peut s'accompagner d'emphysème et d'une altération de la fonction pulmonaire en cas d'exposition importante et prolongée. Les effets pulmonaires sont augmentés par la présence de particules respirables, le tabagisme et l'effort physique. L'inhalation peut aggraver un asthme préexistant et les maladies pulmonaires inflammatoires ou fibrosantes. De nombreuses études épidémiologiques ont démontré que l'exposition au SO₂, à des concentrations normalement présentes dans l'industrie ou dans certaines agglomérations, peut engendrer ou exacerber des affections respiratoires et entraîner une augmentation du taux de mortalité par maladie respiratoire ou cardiovasculaire.
Cancérogénicité	<ul style="list-style-type: none"> - Classification de l'IARC/CIRC : Groupe 3 (non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme).
Génotoxicité	Aucune donnée concernant le SO ₂ gazeux
Effets sur la reproduction	<ul style="list-style-type: none"> - Base de données électronique INRS : <i>Expérimentale</i> : Des rates exposées au dioxyde de soufre (4,97 mg/m³, 12h/j pendant 3 mois) présentent un allongement du cycle, qui revient normal 7 mois après exposition. En condition plus "normales" sur une souris en gestation, il n'a pas été observé de toxicité maternelle.

Composé	monoxyde d'azote
Formule chimique	NO
Synonyme	oxyde azotique
N° CAS	10102-43-9
Propriétés physiques	Peu soluble dans l'eau (moins de 80 mL/L à 20°C) Masse molaire : 30,01 Densité de vapeur relative (air=1) : 1,04.
Biologie : effets l'homme	<p>- Base de données électronique NIOSH :</p> <p><i>Voies d'exposition</i> : La substance, sous forme d'un gaz brun rougeâtre, peut être absorbée par l'organisme par inhalation.</p> <p><i>Risque d'inhalation</i> : Une concentration dangereuse de ce gaz dans l'air est très vite atteinte s'il s'échappe de son contenant.</p> <p><i>Effets des expositions de courte durée</i> : La substance est irritante pour les yeux et les voies respiratoires. L'inhalation de ce gaz peut causer un œdème pulmonaire. La substance peut avoir des effets sur le sang, entraînant la formation de méthémoglobine. L'exposition peut entraîner la mort. Les effets peuvent être retardés.</p> <p><i>Effets des expositions prolongées ou répétées</i> : La substance peut avoir des effets sur les poumons.</p> <p>- Base de données électronique INRS (idem NO₂):</p> <p><i>Toxicité aiguë</i> : L'intoxication suraiguë est généralement mortelle en quelques instants par arrêt cardio-respiratoire. L'intoxication aiguë évolue le plus souvent en trois phases : une irritation des voies aériennes supérieures puis une phase de récupération puis une détresse respiratoire avec toux.</p> <p><i>Toxicité chronique</i> : L'intoxication chronique, avec des troubles irritatifs oculaires et respiratoires, est discutée. Cependant, il semble que l'exposition prolongée à une concentration insuffisante pour induire un œdème pulmonaire puisse favoriser le développement d'emphysème. L'exposition prolongée à de faibles concentrations (0,5 à 3,5 ppm) semble favoriser le développement d'infections pulmonaires.</p>
Cancérogénicité	<p>- Base de données électronique INRS :</p> <p><u>Expérimentale</u> : Pas d'augmentation du taux de tumeurs malignes ou du taux de leucémies chez la souris.</p>
Génotoxicité	<p>- Base de données électronique INRS :</p> <p><u>Expérimentale</u> : In vitro, le monoxyde d'azote est mutagène.</p>
Effets sur la reproduction	Aucune donnée

Composé	Dioxyde d'azote
Formule chimique	NO ₂
Synonyme	Péroxyde d'azote
N° CAS	10102-44-0
Propriétés physiques	Peu soluble dans l'eau (moins de 80 mL/L à 20°C) Masse molaire : 46,0 Densité de vapeur relative (air=1) : 1,58.
Biologie : effets sur l'homme	<p>- Base de données électronique NIOSH :</p> <p><i>Voies d'exposition</i> : La substance, sous forme d'un gaz brun rougeâtre, peut être absorbée par l'organisme par inhalation.</p> <p><i>Risque d'inhalation</i> : Une concentration dangereuse de ce gaz dans l'air est très vite atteinte s'il s'échappe de son contenant.</p> <p><i>Effets des expositions de courte durée</i> : La substance est irritante pour les yeux et les voies respiratoires et peut provoquer des effets différés sur les poumons. L'inhalation de ce gaz peut causer un œdème pulmonaire.</p> <p><i>Effets des expositions prolongées ou répétées</i> : La substance peut avoir des effets sur les poumons.</p> <p>- Base de données électronique INRS :</p> <p><i>Toxicité aiguë</i> : L'intoxication suraiguë est généralement mortelle en quelques instants par arrêt cardio-respiratoire. L'intoxication aiguë évolue le plus souvent en trois phases : une irritation des voies aériennes supérieures puis une phase de récupération puis une détresse respiratoire avec toux.</p> <p><i>Toxicité chronique</i> : L'intoxication chronique, avec des troubles irritatifs oculaires et respiratoires, est discutée. Cependant, il semble que l'exposition prolongée à une concentration insuffisante pour induire un œdème pulmonaire puisse favoriser le développement d'emphysème. L'exposition prolongée à de faibles concentrations (0,5 à 3,5 ppm) semble favoriser le développement d'infections pulmonaires.</p>
Cancérogénicité	<p>- Base de données électronique INRS :</p> <p><i>Expérimentale</i> : le peroxyde d'azote peut promouvoir le développement de tumeurs pulmonaires et modifier le développement et la progression des métastases.</p>
Génotoxicité	<p>- Base de données électronique INRS :</p> <p><i>Expérimentale</i> : In vitro, le peroxyde d'azote est mutagène. In vivo, il induit des mutations et des aberrations chromatidiennes.</p>
Effets sur la reproduction	<p>- Base de données électronique INRS :</p> <p><i>Expérimentale</i> : Des expositions au peroxyde d'azote de manière prolongée à des concentrations entre 0,05 et 10 mg/m³ sur le rat albinos en gestation induisent des déviations neurocomportementales dose dépendantes chez le petit</p>

Composé	Benzène
Formule chimique Synonyme	C ₆ H ₆
N° CAS	71-43-2
Propriétés physiques	<p>Peu soluble dans l'eau (1,8 g/ 100ml d'eau à 25°C) mais miscible à la plupart des solvants organiques et aux huiles minérales, végétales ou animales.</p> <p>Masse molaire : 78,1</p> <p>Densité de vapeur relative (air=1) : 2,7</p>
Biologie : effets sur l'homme	<p>- Base de données électronique NIOSH :</p> <p><i>Voies d'exposition</i> : La substance, sous forme d'un liquide incolore d'odeur caractéristique, peut être absorbée par inhalation et à travers la peau.</p> <p><i>Risque d'inhalation</i> : Une contamination dangereuse de l'air est rapidement atteinte lors de l'évaporation de cette substance à 20°C; beaucoup plus rapidement par pulvérisation ou par dispersion.</p> <p><i>Effets des expositions à courte durée</i> : La substance est irritante pour la peau et les voies respiratoires. L'ingestion du liquide peut entraîner une aspiration au niveau des poumons avec un risque de pneumopathie. La substance peut avoir des effets sur le système nerveux central. L'exposition bien au-dessus de la limite d'exposition professionnelle peut entraîner une perte de conscience.</p> <p><i>Effets des expositions prolongées ou répétées</i> : Le liquide dégraisse la peau. La substance peut avoir des effets sur les organes hématopoïétiques (formant le sang), le foie et le système immunitaire. Cette substance est cancérogène pour l'homme.</p> <p>- Base de données électronique INRS :</p> <p><i>Toxicité aiguë</i> : Le benzène partage la toxicité aiguë de tous les solvants hydrocarbonés. L'ingestion provoque : des troubles digestifs, des troubles neurologiques (pouvant aller jusqu'au coma) et une pneumopathie d'inhalation. Lors d'intoxications par inhalation, les mêmes symptômes neurologiques apparaissent pour des concentrations variables selon les individus. En application cutanée, le benzène est irritant. La projection oculaire de solutions de benzène entraîne une sensation modérée de brûlure mais seulement des lésions peu importante et transitoire des cellules épithéliales.</p> <p><i>Toxicité chronique</i> :</p> <p><u>Toxicité non hématologique</u> : L'inhalation de benzène provoque des troubles neuropsychiques communs à ceux observés avec les autres solvants et regroupés sous le terme "syndrome psycho-organique".</p> <p><u>Troubles hématologiques non malins</u> : le rôle du benzène dans la survenue d'hémopathies non malignes est prouvé par de nombreuses études individuelles et épidémiologiques.</p> <p><u>Hémopathies malignes et lymphopathies</u> : De très nombreux rapports de cas et plusieurs études épidémiologiques de cohortes attestent le pouvoir leucémogène du benzène pour des expositions supérieures à 100 ppm. D'après certains, une leucémie benzénique serait toujours précédée de troubles non malins; plusieurs cas de leucémies après guérison d'épisodes antérieurs d'anomalies sanguines induites par le benzène ont été décrits.</p>

Plate-forme du PUISET REPERE ORTHONORME

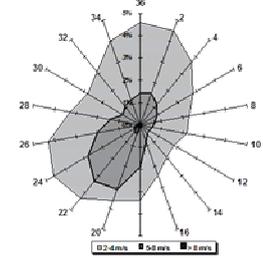


Echelle: 1/25 000

Fréquences moyennes des directions du vent en % par groupes de vitesses
Période d'observation de 1990 à 2004

Dir.	2-3	3-4	4-5	5-6	7-9
0	4.9	1.4	0.0	0.1	0.0
2	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0
4	3.7	1.2	0.0	0.0	0.0
6	2.8	0.9	0.0	0.0	0.0
8	2.3	0.7	0.0	0.0	0.0
10	2.2	0.6	0.0	0.0	0.0
12	1.9	0.5	0.0	0.0	0.0
14	1.9	0.5	0.0	0.0	0.0
16	2.4	0.8	0.0	0.0	0.0
18	3.4	1.6	0.1	0.4	0.0
20	3.6	3.1	0.4	0.7	0.0
22	4.3	3.3	0.4	0.0	0.0
24	4.0	2.8	0.3	0.0	0.0
26	4.0	2.0	0.1	0.0	0.0
28	3.3	1.4	0.0	0.0	0.0
30	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
32	3.1	1.1	0.0	0.0	0.0
34	4.0	1.2	0.0	0.0	0.0
Total	38.2	25.0	2.0	0.7	0.0

Source: Météo France, Météo 2005



2.2.2. Relation dose/réponse

L'évaluation de la relation dose/réponse a pour but de définir une relation quantitative entre la dose administrée ou inhalée et l'incidence de l'effet engendré.

Ce sont les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) qui définissent cette relation dose-réponse. On les trouve, lorsqu'elles existent, dans les différentes bases de données toxicologiques internationales.

Le tableau ci-après indique les VTR des substances énoncées au paragraphe précédent pour des effets systémiques et les effets cancérogènes.

Rappelons que pour les COV, il n'existe pas de VTR pour l'ensemble de la famille. C'est la VTR du Benzène, composé organique volatile considéré comme le plus dangereux, qui a été choisi. En ce qui concerne les poussières, la VTR prise en compte est celle des poussières minérales inférieures à 10 µ (PM10).

Pour les effets cancérogènes, seul le Benzène possède une Valeur Toxicologique de Référence.

Substance	Source	Voie d'exposition	VTR (en mg/m ³)	Année de révision
<i>EFFETS SYSTEMIQUES (avec seuil)</i>				
<i>PM10 (pour les poussières)</i>	OMS	Inhalation	4.10^{-2}	1999
<i>Silice</i>	Pas de VTR			
<i>CO et CO₂</i>	Pas de VTR			
<i>SO₂</i>	OEHHA	Inhalation aiguë	<i>REL = 0,66</i>	1999
<i>NO_x ou NO₂</i>	OEHHA	Inhalation aiguë	<i>REL = 0,47</i>	1999
<i>Benzène (pour les COV)</i>	OEHHA	Inhalation chronique	<i>REL = 0,06</i>	2003
<i>EFFETS CANCERIGENES (sans seuil)</i>				
<i>Benzène (pour les COV)</i>	US EPA / IRIS	Inhalation	<i>ERU = 2,2.10⁻³</i>	2000

2.2.3. Évaluation des expositions

Elle consiste à déterminer les quantités de polluants générés par le site auxquelles les populations humaines sont susceptibles d'être exposées.

Comme cela a été explicité au *paragraphe 2.1. Note préalable*, les valeurs de rejets prises pour cette étude du dernier rapport de contrôle d'émission effectué par "Bureau Véritas" en avril 2016, sur ce même poste d'enrobage (dépoussiéreur 1), projeté sur le site du PUISET. Ces valeurs sont notées dans le tableau ci-dessous. De même, rappelons que le pourcentage de benzène admis dans ces rejets (20%) est très majorant.

Substance	Valeur mesurée (en kg/h)	Valeur en g/s
<i>Poussières</i>	0,553	0,15
<i>CO</i>	14,8	4,11
<i>SO₂</i>	7,89	2,19
<i>NO_x ou NO₂</i>	3,23	0,90
<i>COV*</i>	3,81	1,1
<i>Benzène (20 % des COV)*</i>	0,75	0,2

** La valeur de COV totaux a été repris d'un rapport de mesures 2015 sur un autre poste de la société similaire à celui projeté sur le site du PUISET.*

A partir de ces données réelles, nous avons pu calculer par la modélisation et avec l'équation gaussienne de dispersion atmosphérique notée au *paragraphe 2.1*, les concentrations théoriques en polluants gazeux C_{air} au niveau des populations potentiellement exposés.

Pour cela, nous avons également pris, suivant la direction des vents susceptibles d'apporter les substances, des vitesses moyennes de vent par direction.

Enfin, pour permettre les calculs, la zone d'étude a été inscrite dans un repère orthonormé, centré sur le projet et orienté avec l'axe des x dans le sens des vents dominants, pour déterminer les x, y et z de chaque zone de population (voir plan ci-après). Le tableau ci-après donne tous les résultats de ces calculs par population potentiellement exposée.

MODELISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE

CALCUL DE CONCENTRATION EN POLLUANTS DANS L'ATMOSPHERE A UNE DISTANCE DONNEE

PLATE-FORME DU PUISET - TSM 28

Modèle gaussien

Rejet continu-modèle "PANACHE" $C = (Q/(2*PI*u*sigma_y*sigma_z))*EXP(-(y^2)/(2*sigma_y^2))*(EXP(-(z-H)^2/(2*sigma_z^2))+EXP(-(z+H)^2/(2*sigma_z^2)))$

NB: Sigma y: écart-type de la distribution horizontale de turbulence établi par la corrélation de Pasquill-Turner pour une stabilité atmosphérique neutre (D)

Sigma z: écart-type de la distribution verticale de turbulence établi par la corrélation de Pasquill-Turner pour une stabilité atmosphérique neutre (D)

Données sur la source des émissions de polluants

Débits de sortie des polluants à la source (voir rapport mesures de rejets)	Q en g/s
Poussières	0.15
SO ₂	2.19
CO	4.11
NO _x	0.9
COV totaux	1.1
Benzène	0.2
Hauteur H de sortie des polluants à la source (en m NGF)	150

Nota : La distance par rapport au projet correspond à la distance évaluée depuis le point d'émission de l'installation au lieu considéré et non depuis la limite d'emprise de la plate-forme

Lieux des populations sensibles ou hameaux	Notation sur le plan	Distance par rapport au projet (en m)	Coordonnées dans le repère orthonormé			Données météo (Vents)		Calcul des écart-types (en m)		Concentrations des polluants aux lieux de populations sensibles ou hameaux en g/m ³					
			X (en m)	Y (en m)	Z (en m)	Secteur de vent concernée (de 20 à 360)	Vitesse moyenne u du vent (m/s)	Sigma Y	Sigma Z	Poussières	SO ₂	CO	NO _x ou NO ₂	COV totaux	Benzène
Commune du PUISET															
Premières habitations du centre bourg	1	1150	700	-900	136	260	4.0	77.2	35.3	6.2E-36	9.1E-35	1.7E-34	3.7E-35	4.6E-35	8.3E-36
Centre bourg	2	1350	900	-1000	137	260	4.0	89.3	40.3	9.3E-34	1.4E-32	2.5E-32	5.6E-33	6.8E-33	1.2E-33
Zone industrielle	3	350	100	-300	140	280	3.9	26.2	13.3	4.8E-34	7.0E-33	1.3E-32	2.9E-33	3.5E-33	6.4E-34
Commune de JANVILLE															
Premières habitations du centre bourg	4	1800	600	-1700	135	280	3.9	116.0	51.1	2.1E-53	3.1E-52	5.8E-52	1.3E-52	1.5E-52	2.8E-53
Commune d'ALLAINES															
Outrouville	5	1700	-1600	-650	132	360	3.7	110.1	48.7	3.0E-14	4.4E-13	8.3E-13	1.8E-13	2.2E-13	4.0E-14
Premières habitations du centre bourg	6	1450	-600	1300	141	100	3.4	95.3	42.8	6.4E-47	9.4E-46	1.8E-45	3.9E-46	4.7E-46	8.6E-47
Centre bourg	7	1700	-900	1450	141	80	3.7	110.1	48.7	2.5E-44	3.7E-43	7.0E-43	1.5E-43	1.9E-43	3.4E-44
Commune de TRANCRAINVILLE															
La Grande Carrée	8	2100	1950	700	137	200	4.7	133.4	58.0	6.7E-13	9.8E-12	1.8E-11	4.0E-12	4.9E-12	8.9E-13

Au regard de ces valeurs, les concentrations maximales C_{air} sont obtenues au niveau du hameau de *la Grande Carrée* situé sur la Commune de TRANCRAINVILLE (N/NE du site) sous l'exposition du secteur 200, avec les concentrations suivantes :

- $6,7.10^{-13}$ mg/m³ pour les poussières ;
- $9,8.10^{-12}$ mg/m³ pour le SO₂ ;
- $1,8.10^{-11}$ mg/m³ pour le CO ;
- $4,0.10^{-12}$ mg/m³ pour les NO_x ;
- $4,9.10^{-12}$ mg/m³ pour les COV ;
- $8,9.10^{-3}$ mg/m³ pour le Benzène (*théorique*) ;

A partir de ces données les plus défavorables (mais qui reste très faibles), nous pouvons calculer l'exposition par inhalation, concentration moyenne inhalée par jour C_{inh} qui est une concentration administrée obtenue par le calcul suivant (*MARCEL et al., 2001*) :

$$C_{inh} = [\sum C_{air}t_i] \times T \times F / T_m$$

Où :

C_{air} : concentration du composé dans l'air, à l'immission, en mg/m³,

t_i : fraction du temps d'exposition à la concentration C_{air} sur une journée,

T : durée d'exposition, en années,

F : fréquence d'exposition, en j/an,

T_m : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée, en jours ($T_m = T \times 365$ pour les effets à seuil et $T_m = 70$ (durée de vie moyenne d'un individu) $\times 365$ pour les effets sans seuil). Dans notre cas, la durée d'exposition (T) étant égale à la vie entière de l'individu (70 ans), le calcul des expositions pour les effets systémiques et pour les effets cancérigènes est donc le même.

Cette formule n'intégrant pas de facteur particulier selon le type de personnes considérées, nous n'envisagerons pas le cas spécifique des populations sensibles situées autour du site, mais uniquement le cas le plus défavorable. Il s'agit d'un cas purement hypothétique : une personne présente en permanence à l'endroit où s'observent les concentrations maximales à l'immission. Cependant, l'installation pourra fonctionner théoriquement l'équivalent de 130 jours correspondant à la durée de l'autorisation préfectorale demandée (6 mois). De ce fait, la fréquence d'exposition F ne sera pas prise comme étant égale à 365 j/an, mais sera assimilée à la fréquence de fonctionnement de la centrale soit la valeur retenue : 130 jours/an.

Le tableau suivant montre le détail du calcul de C_{inh} :

CALCUL DES CONCENTRATION MOYENNES INHALEES PAR JOUR AU LIEU LE PLUS DEFAVORABLE (C_{inh})

Formule de calcul = $C_{inh} = (\sum C_{air} * t_i) * T * F / T_m$

	Lieu-dit	Poussières	SO ₂	NO _x ou NO ₂	COV totaux	Benzène
C_{air} le plus défavorable (en mg/m ³)	La Grande Carrée	6.7E-13	9.8E-12	4.0E-12	4.9E-12	8.9E-13
Fraction du temps d'exposition à la concentration C _{air} sur une journée, t_i <i>(Personne présente 24h/24 chez elle : t_i = 1)</i>	1					
Durée d'exposition en années, T <i>(égale à la durée d'autorisation)</i>	0.5					
Fréquence d'exposition en jours par an, F <i>(égale à la durée annuelle de fonctionnement de l'installation)</i>	130					
Période de temps en jours sur laquelle l'exposition est moyennée, T_m pour les effets avec seuil <i>(égale à la durée T multipliée par nb de jour en une année soit 365 j)</i>	182.5					
Période de temps en jours sur laquelle l'exposition est moyennée, T_m pour les effets sans seuil <i>(égale à la durée de vie moyenne d'un individu (80 ans) multipliée par nb de jour en une année soit 365 j)</i>	29 200					

	Lieu-dit	Poussières	SO ₂	NO _x ou NO ₂	COV totaux	Benzène
C_{inh} le plus défavorable (pour les effets avec seuil, en mg/m ³)	La Grande Carrée	2.4E-13	3.5E-12	1.4E-12	1.7E-12	3.2E-13
C_{inh} le plus défavorable (pour les effets sans seuil, en mg/m ³)	La Grande Carrée					2.0E-15

2.2.4. Caractérisation du risque

2.2.4.1. Caractérisation du risque pour des effets systémiques avec seuil

Afin de caractériser le risque engendré par la dispersion de ces rejets dans l'atmosphère, il est nécessaire de comparer les valeurs obtenues dans le tableau proposé ci-avant à la VTR. On utilise pour cela l'Indice de Risque ou IR défini par la formule suivante :

$$IR = \text{Concentration mesurée} / \text{VTR.}$$

Lorsque cet indice est inférieur à 1, la population est peu exposée à un éventuel danger. Les IR, calculés à partir des données les plus défavorables que constituent les résultats des mesures au niveau de la Tremblaine, sont exposées dans le tableau suivant :

CALCULS DES RISQUES

Effets avec seuil

$$IR = C_{inh} / \text{VTR}$$

	C_{inh} pour effets avec seuil en mg/m^3	Valeurs toxicologiques de référence VTR en mg/m^3	Indice de Risque IR pour les effets avec seuil
Poussières	2.4E-13	4.0E-02	6.0E-12
SO ₂	9.8E-12	6.6E-01	1.5E-11
NO _x ou NO ₂	4.0E-12	4.7E-01	8.5E-12
COV totaux	1.7E-12		
Benzène	3.2E-13	6.0E-02	5.3E-12

La comparaison des valeurs calculées avec les valeurs de référence (indice IR) montre que le risque engendré par les émissions de l'installation en matière de poussières, SO₂, NO_x ou encore de Benzène issu des COV, reste infinitésimal à nul même avec une démarche très majorante et désavantageuse (20% de benzène dans la composition des COV et 100 % des poussières en PM10).

2.2.4.2. Caractérisation du risque pour des effets cancérigènes sans seuil

Pour les effets sans seuil, de type probabiliste, la caractérisation du risque s'effectue en comparant les ERI (Excès de Risque Individuel) au seuil d'acceptabilité recommandé par l'OMS, qui est de 10^{-5} . L'ERI est calculé de la manière suivante :

$$ERI = C_{inh} \times ERU$$

Ici, seul le risque du Benzène peut être quantifié car il existe un ERU pour ce composé.

Effets sans seuil

$$ERI = C_{inh} * ERU$$

	C_{inh} pour effets sans seuil en mg/m^3	Valeur toxicologique pour les effets sans seuil ERU en mg/m^3	Excès de Risque Individuel ERI en mg/m^3	Seuil d'acceptation de l'OMS en mg/m^3
Benzène	2.0E-15	2.2E-03	4.4E-18	1.0E-05

L'Excès de Risque Individuel (ERI) est très inférieur au seuil d'acceptabilité de l'OMS, utilisé par les organismes de référence (DDASS et INERIS).

De ce fait, il est possible de dire que même dans des conditions de fonctionnement optimales, le risque pour des effets cancérigènes sans seuil reste nul.

NOTA : le centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a évalué le risque de cancer du poumon chez les opérateurs exposés aux fumées de bitumes dans plusieurs pays européens. Cette enquête n'a pas mis en évidence de lien causal entre l'exposition au bitume et la survenue d'un cancer du poumon.

Le bitume n'est pas classé comme produit dangereux pour la santé.

2.3. Les métaux lourds

Les traces de métaux lourds potentiellement présentes sont issues essentiellement de la combustion du fioul lourd, mais également de leur présence dans les structures sollicitées de l'installation. De plus, les résidus de combustion du carburant des engins en marche peuvent également produire des poussières de métaux lourds, mais en quantité plus restreinte.

2.3.1. Identification des dangers

Les principales traces de métaux lourds que l'on peut trouver sont celles des métaux suivants : le Cadmium (Cd), le Cuivre (Cu), le Mercure (Hg), le Nickel (Ni), le Plomb (Pb) et le Zinc (Zn).

Les caractéristiques de ces composés et surtout leur dangerosité sont présentées dans le tableau ci-après.

Ces données sont issues de différentes bases de données : les fiches toxicologiques de l'INRS (*Institut National de Recherche et de Sécurité*) les fiches internationales de sécurité chimique de la base de données du NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) ou les fiches toxicologiques de l'INERIS (*Institut National de l'Environnement industriel et des Risques*).

D'autres bases de données ont été consultées, telles IRIS (*Integrate Risk Information System*) ou ATSDR (*Agency for Toxic Substances and disease Agency*) sans apporter d'informations supplémentaires.

Composé	Cadmium (métal, Cd)
N° CAS	7440-43-9
Propriétés physico-chimiques	<p>Métal blanc-bleuâtre, mou, très malléable et ductile (dans l'air la vapeur de Cadmium se transforme rapidement en oxyde). Il est insoluble dans l'eau et les solvants organiques.</p> <p>L'oxyde de cadmium (CdO) se présente en poudre amorphe incolore ou cristaux rouges ou bruns. L'oxyde est insoluble dans l'eau, la soude et la potasse mais soluble dans les acides, l'ammoniaque l'éthanol et l'acétone.</p> <p>Les chlorure, nitrate et sulfate de cadmium : se présente en cristaux incolores très solubles dans l'eau, les acides dilués et l'ammoniaque.</p> <p>Le sulfure de cadmium est présent sous deux formes cristallines (du jaune citron au rouge) très insoluble dans l'eau.</p> <p>Masse moléculaire (Cd en poudre) : 112,4</p> <p>Le cadmium, à température ordinaire et à sec, n'est pas attaqué par l'oxygène. Il s'oxyde lentement en présence d'humidité. Chauffé à des températures élevées, il brûle en émettant des vapeurs jaune-rougeâtre d'oxyde de Cadmium</p>
Biologie : effets sur l'homme	<p>- Base de données électronique NIOSH :</p> <p><i>Voies d'exposition</i> : La substance peut être absorbée par inhalation de ses aérosols ou par ingestion.</p> <p><i>Risque d'inhalation</i> : l'évaporation à 20°C est négligeable ; une concentration dangereuse de particules en suspension dans l'air peut cependant être atteinte rapidement.</p> <p><i>Effets des expositions à courte durée</i> : La substance est irritante pour les yeux et les voies respiratoires. L'inhalation des fumées peut entraîner un œdème pulmonaire. L'inhalation des fumées peut causer la fièvre des fondeurs. Les effets peuvent être retardés. L'observation médicale est conseillée.</p> <p><i>Effets des expositions prolongées ou répétées</i> : Risque d'atteinte pulmonaire lors d'une exposition répétée ou prolongée aux particules de poussière. La substance peut avoir des effets sur les reins, entraînant une protéinurie et un dysfonctionnement rénal.</p> <p>- Base de données électronique INRS :</p> <p><i>Toxicité aiguë</i> : L'ingestion accidentelle de sels minéraux de Cadmium est rapidement suivie de troubles digestifs intenses (nausées, vomissements importants, douleurs abdominales, diarrhées). Ces premiers symptômes sont souvent accompagnés de crampes musculaires et d'une hyper-salivation. À des doses élevées, les pertes digestives sont responsables d'une hypo-volémie, de troubles hydrodynamiques et des troubles hémodynamiques qui peuvent conduire à une insuffisance rénale.</p> <p>Par voie respiratoire une intoxication aiguë peut être provoquée par une brève exposition à une forte concentration de vapeurs inaperçue des travailleurs.</p> <p>A concentration en cadmium égale, les fumées d'oxyde sont plus nocives que les poussières respirables de métal.</p> <p><i>Toxicité chronique</i> : Elle a été décrite essentiellement chez des sujets exposés à des fumées d'oxyde ou à des poussières respirables de cadmium ou de ses composés. Le cadmium est un toxique cumulatif. Les principaux organes atteints sont les reins, les poumons et le tissu osseux.</p>
Cancérogénicité	<p>- Classification de l'IARC/CIRC :</p> <p>Groupe 1 (cancérogène pour l'homme).</p>
Génotoxicité	<p>- Base de données électronique INRS :</p> <p>Les études cytogénétiques réalisées chez des travailleurs exposés au cadmium ne permettent pas d'évaluer correctement le pouvoir génotoxique du métal chez l'homme.</p>
Effets sur la reproduction	<p>- Base de données électronique INRS :</p> <p>Des modifications des spermatoctytes ont été signalées chez des travailleurs exposés à des fortes concentrations de fumées d'oxyde.</p>

Composé	Cuivre (métal, Cu)
N° CAS	7440-50-8
Propriétés physico-chimiques	Solide ou poudre rouge à verte insoluble dans l'eau. Masse atomique (poudre) : 63,5
Biologie : effets sur l'homme	<ul style="list-style-type: none"> - Base de données électronique NIOSH : <i>Voies d'exposition</i> : La substance peut être absorbée par inhalation de ses aérosols ou par ingestion. <i>Risque d'inhalation</i> : l'évaporation à 20°C est négligeable ; une concentration dangereuse de particules en suspension dans l'air peut cependant être atteinte rapidement. <i>Effets des expositions à courte durée</i> : l'inhalation des fumées peut causer la fièvre des fondeurs. <i>Effets des expositions prolongées ou répétées</i> : Un contact prolongé ou répété peut causer une sensibilisation cutanée. - Base de données électronique INRS : Aucune donnée - Base de données électronique INERIS : <i>Toxicologie aiguë</i> : les principales formes de cuivre chez l'homme sont les formules solubles du cuivre, c'est les sels du cuivre II. Par inhalation, des syndromes de fièvres par fumées de métaux apparaissent (fièvre, céphalée, sécheresse buccale, sueurs froides et douleurs musculaires). Les cas d'intoxications aiguës par voie orale sont rares. Les effets toxiques observés sont des vomissements, une léthargie, une anémie profonde liée à une hémolyse intra-vasculaire, une rhabdomyolyse. <i>Toxicité chronique</i> : Effets systématiques : le foie et la peau sont les principaux organes cibles. Les données existantes chez l'homme par inhalation concernent des expositions professionnelles. Une irritation des voies aériennes supérieures et des troubles gastrointestinaux (anorexie, nausée, diarrhée) sont reportés. De nombreux cas d'intoxications au cuivre par l'eau de boisson ont été décrits ainsi que leurs manifestations cliniques (troubles gastro-intestinaux essentiellement) sans toutefois fournir de données sur les niveaux d'exposition.
Cancérogénicité	<ul style="list-style-type: none"> - Classification de l'IARC/CIRC : Classe 3 pour un des composés du cuivre, le 8-hydroxyquinoléate de cuivre (ne peut être classée quant à sa cancérogénicité pour l'homme). Pour les cuivre et autres composés, il n'existe pas de classification.
Génotoxicité	<ul style="list-style-type: none"> - Base de données électronique INERIS : Des données de mutagenèse sont disponibles sur systèmes <i>in vitro</i> et chez l'animal pour certains composés cuivriques.
Effets sur la reproduction	<ul style="list-style-type: none"> - Base de données électronique INERIS : Chez la femme, la grossesse est associée à une augmentation de la rétention de cuivre liée à une diminution de l'excrétion biliaire induite par les variations du statut hormonal. Les taux de cuivre sérique et de céruloplasmine augmentent considérablement au cours du dernier trimestre de gestation. .

Composé	Mercure (métal, Hg)
N° CAS	7439-97-6
Propriétés physico-chimiques	Métal liquide blanc argenté, brillant, très dense et très mobile, insoluble dans l'eau. Ses dérivés (oxyde, sulfure, ...) se présentent sous des formes cristallines. Masse molaire (liquide) : 200,6
Biologie : effets sur l'homme	<ul style="list-style-type: none"> - Base de données électronique NIOSH : <i>Voies d'exposition</i> : La substance peut être absorbée par inhalation de ses vapeurs et à travers la peau, sous forme de vapeurs aussi. <i>Risque d'inhalation</i> : une contamination dangereuse de l'air est très rapidement atteinte lors de l'évaporation de cette substance à 20°C. <i>Effets des expositions à courte durée</i> : la substance est irritante pour la peau. L'inhalation des vapeurs peut causer une pneumonie. La substance peut avoir des effets sur le système nerveux central et les reins. Les effets peuvent être retardés. L'observation médicale est conseillée. <i>Effets des expositions prolongées ou répétées</i> : La substance peut avoir des effets sur le système nerveux central et les reins, entraînant une irritabilité, une instabilité émotionnelle, des tremblements, des troubles mentaux, de la mémoire et de la parole. Peut causer une inflammation et une décoloration des gencives. - Base de données électronique INRS : <i>Toxicité aiguë</i> : Avec le mercure élémentaire, deux types d'intoxication : - Par inhalation de vapeurs, on observe une irritation des voies respiratoires, une encéphalopathie parfois grave, des troubles digestifs, une stomatite et une atteinte tubulaire rénale modérée (concentrations atmosphériques de 1 à 3 mg/m³). - Par effraction cutanée de mercure liquide venant souiller des plaies, on observe des signes inflammatoires locaux importants et récidivants si le métal n'est pas enlevé. En cas de passage intraveineux, le métal peut se répandre dans l'organisme et y causer des lésions nécrotiques. NB : en cas d'ingestion le mercure n'entraîne pas d'intoxication systématique du fait de sa très faible absorption digestive. En revanche, l'ingestion de sels mercuriques entraîne une inflammation de l'ensemble du tractus gastro-intestinal. <i>Toxicité chronique</i> : une intoxication prolongée à des vapeurs de mercure a pour principale conséquence l'hydrargyrisme professionnel dont la manifestation principale est une encéphalopathie dont les premiers signes sont une irritabilité, une émotivité, une anxiété, une insomnie. A la phase d'état, le signe le plus caractéristique est un tremblement intentionnel qui rend difficile les mouvements précis. Un contact prolongé avec le mercure ou ses dérivés peut entraîner une sensibilisation (dermatoses eczématiformes). Un contact prolongé aux vapeurs de mercure peut induire une décoloration du cristallin.
Cancérogénicité	<ul style="list-style-type: none"> - Classification de l'IARC/CIRC : Classe 3 pour le mercure et ses composés (ne peut être classée quant à sa cancérogénicité pour l'homme).
Génotoxicité	<ul style="list-style-type: none"> - Base de données électronique INRS : Un nombre anormalement élevé d'aberrations chromosomiques a été observé chez des travailleurs professionnellement exposés au mercure.
Effets sur la reproduction	<ul style="list-style-type: none"> - Base de données électronique INRS : Une augmentation de l'incidence des avortements spontanés et des mastopathies a été signalée chez des femmes exposées à des vapeurs de mercure.

Composé	Nickel (métal, Ni)
N° CAS	7440-02-0
Propriétés physico-chimiques	<p>Le nickel se présente sous la forme massive d'un métal blanc-bleuâtre, brillant malléable et ductile ou sous la forme d'une poudre grise (nickel chimique). Insoluble dans l'eau et dans les solvants organiques, il se dissout lentement dans les acides forts. Parmi ses composés, seul le sulfate de nickel est facilement soluble dans l'eau. Masse atomique : 58,7 À température ordinaire, le nickel n'est pratiquement pas attaqué par l'oxygène.</p>
Biologie : effets sur l'homme	<p>- Base de données électronique NIOSH :</p> <p><i>Voies d'exposition</i> : La substance peut être absorbée par inhalation de la poussière. <i>Risque d'inhalation</i> : l'évaporation à 20°C est négligeable ; une concentration dangereuse de particules en suspension dans l'air peut cependant être atteinte rapidement par dispersion. <i>Effets des expositions à courte durée</i> : peut provoquer une irritation mécanique. L'inhalation des fumées peut causer une pneumonie. <i>Effets des expositions prolongées ou répétées</i> : un contact répété ou prolongé peut causer une sensibilisation cutanée. Une exposition répétée ou prolongée des voies respiratoires peut causer de l'asthme. Risque d'atteinte pulmonaire lors d'une exposition répétée ou prolongée.</p> <p>- Base de données électronique INRS :</p> <p><i>Toxicité aiguë</i> : troubles digestifs (nausées, douleurs abdominales, vomissements, diarrhées), céphalées, asthénie associée parfois à une bradycardie et à une légère hypothermie. <i>Toxicité chronique</i> : Le nickel est connu depuis longtemps comme étant un allergène courant de la peau. De nombreux cas d'asthmes sont liés à une exposition à des composés solubles du nickel.</p>
Cancérogénicité	<p>- Classification de l'IARC/CIRC :</p> <p>Classe 2B pour le mercure métal (peut être cancérigène pour l'homme). Classe 1 pour ses composés (cancérigène pour l'homme).</p>
Génotoxicité	<p>- Base de données électronique INRS :</p> <p>Aberrations chromosomiques constatées.</p>
Effets sur la reproduction	<p>- Base de données électronique INRS :</p> <p><i>Expérimental</i> : effets foetotoxiques chez le rat. Incidences accrues de malformations chez la souris et le hamster.</p>

Composé	Plomb (métal, Pb)
N° CAS	7439-92-1
Propriétés physico-chimiques	<p>Le plomb se présente sous la forme d'un solide gris-bleuâtre, très mou et malléable. Insoluble dans l'eau mais soluble dans l'acide nitrique et l'acide sulfurique chaud. Ses composés, présents sous forme de poudres cristallines aux couleurs variées, sont peu à pas solubles dans l'eau, hormis le chlorure et le nitrate de plomb.</p> <p>Masse atomique : 207,2</p> <p>Le plomb présente une remarquable résistance à la corrosion.</p>
Biologie : effets sur l'homme	<p>- Base de données électronique NIOSH :</p> <p><i>Voies d'exposition</i> : La substance peut être absorbée par inhalation et par ingestion.</p> <p><i>Risque d'inhalation</i> : une contamination dangereuse de particules en suspension dans l'air peut être rapidement atteinte par dispersion, surtout sous forme de poudre.</p> <p><i>Effets des expositions à courte durée</i> : aucune donnée.</p> <p><i>Effets des expositions prolongées ou répétées</i> : peut avoir des effets sur le sang, la moëlle osseuse, le système nerveux central, le système nerveux périphérique et les reins, entraînant une anémie, une encéphalopathie (convulsions), des maladies neurologiques périphériques, des coliques et une insuffisance rénale.</p> <p>- Base de données électronique INRS :</p> <p><i>Toxicité aiguë</i> : rare en milieu de travail, elle se manifeste par des troubles digestifs principalement œsophagite et gastrite entraînant vomissement, douleurs épigastriques et abdominales mais aussi des diarrhées et selles noires, des troubles rénaux. La gravité de cette intoxication est liée aux effets neurologiques qui associent une encéphalopathie, des signes d'hypertension intracrânienne et parfois un coma convulsif. En milieu professionnel, on peut observer des intoxications subaiguës caractérisées par une hémolyse et une élévation de l'ALA.</p> <p><i>Toxicité chronique</i> :</p> <p><u>Hématologie</u> : L'effet principal est une anémie qui est d'abord normochrome et normocytaire puis qui devient microcytaire et hypochrome lorsque s'associe un déficit en fer.</p> <p><u>Appareil digestif</u> : Les signes classiques comportent des dépôts extra-cellulaires de plomb au niveau des gencives (liseré de Burton) ou des taches de Gùbler au niveau des joues, et surtout des douleurs abdominales d'intensité variable. On aboutit parfois aux « coliques de plomb », la douleur intense et brutale s'accompagne alors de nausées et de vomissements ainsi que d'une altération de l'état général avec hypertension artérielle.</p> <p><u>Système nerveux</u> : Cet effet est d'autant plus sérieux que le sujet intoxiqué est jeune. Des encéphalopathies surviennent régulièrement chez des enfants ingérant de petites quantités de plomb, celles-ci comportent des signes cliniques parfois graves (coma convulsif) et une altération des fonctions supérieures. En milieu professionnel, on trouve des formes plus discrètes (bien que des effets graves puissent exister), qui se traduisent par une altération des fonctions cognitives, décelable par des tests psychométriques. Il existe par ailleurs une neuropathie sensitivo-motrice dont la forme classique est la paralysie pseudo-radiale.</p> <p><u>Atteinte rénale</u> : Le plomb provoque une néphropathie tubulaire interstitielle, intéressant le tube rénal proximal mais aussi le glomérule. Cette altération est d'abord réversible puis passe à la chronicité. Elle se traduit par une protéinurie faible ou nulle, mais surtout une glycosurie, une aminoacidurie et des perturbations des transports ioniques.</p> <p><u>Hypertension artérielle</u> : Plusieurs études montrent qu'il existe une faible corrélation positive entre la plombémie et la pression artérielle</p> <p><u>Atteinte osseuse</u> : L'os est le principal lieu de stockage du plomb. Certains événements, comme des fractures ou des traitements chélateurs mal réalisés, peuvent provoquer une mobilisation importante du métal provoquant des symptômes aigus parfois graves en relation avec l'élévation de la plombémie.</p>
Cancérogénicité	<p>- Classification de l'IARC/CIRC :</p> <p>Classe 2B pour le plomb métal (peut être cancérigène pour l'homme).</p> <p>Classe 2A pour ses dérivés inorganiques (probablement cancérigène pour l'homme).</p> <p>Classe 3 pour ses dérivés organiques (ne peut être classée quant à sa cancérogénicité pour l'homme).</p>
Génotoxicité	<p>- Base de données électronique INRS :</p> <p><i>Expérimental</i> : L'ensemble des résultats d'études obtenus in vitro et in vivo ne permet pas de tirer des conclusions quant à l'effet génotoxique du plomb.</p>
Effets sur la reproduction	<p>- Base de données électronique INRS :</p> <p><i>Expérimental</i> : Les sels de plomb diminuent la fertilité. Ils sont capables de traverser la barrière placentaire et de provoquer une embry- et une foetolétalité. Des effets tératogènes ont également été montrés chez certaines espèces.</p> <p>Chez les mammifères, les malformations du système nerveux central et du squelette dépendent du moment de traitement in utero.</p>

Composé	Zinc (métal, Zc)
N° CAS	7440-66-6
Propriétés physico-chimiques	<p>Le zinc se présente sous la forme massive d'un métal blanc bleuté. Ses composés se présentent eux sous des formes de poudre ou cristaux.</p> <p>Insoluble dans l'eau, il est soluble dans l'acide acétique et les solutions alcalines.</p> <p>Parmi ses composés, le chlorure et le sulfure de zinc sont solubles dans l'eau.</p> <p>Masse atomique : 65,4</p> <p>À température ordinaire et en atmosphère parfaitement sèche, le zinc pur est stable. En présence d'humidité, le zinc se recouvre d'une mince couche de carbonate basique qui protège le métal contre une corrosion plus poussée.</p>
Biologie : effets sur l'homme	<ul style="list-style-type: none"> - Base de données électronique NIOSH : Aucune donnée. - Base de données électronique INRS : <i>Toxicité aiguë</i> : L'ingestion d'eau contenant 15 mg/l de zinc provoque des nausées ; des vomissements et des diarrhées s'y associent lorsque le niveau de zinc est plus élevé. Des troubles digestifs sont également observés lors d'ingestion de nourriture contaminée par du zinc. L'ingestion de chlorure de zinc peut entraîner des lésions caustiques sérieuses du tube digestif. Aucun effet n'est décrit chez l'homme après l'inhalation de poussières de zinc, ou de composés de zinc autres que celui de chlorure de zinc. <i>Toxicité chronique</i> : Il n'existe pas d'observation d'effets chroniques parmi les populations professionnellement exposées au zinc, quels que soient sa forme chimique ou le mode d'exposition.
Cancérogénicité	<ul style="list-style-type: none"> - Classification de l'IARC/CIRC : Non classé - Base de données électronique INRS : Il existe très peu d'études épidémiologiques sur le risque de cancer des populations professionnellement exposées au zinc.
Génotoxicité	<ul style="list-style-type: none"> - Base de données électronique INRS : Aucune donnée.
Effets sur la reproduction	<ul style="list-style-type: none"> - Base de données électronique INRS : Aucune donnée humaine n'a été publiée en milieu professionnel. Les seules études concernent des cas de supplémentation orale en zinc durant la grossesse ; aucune anomalie n'a été détectée dans ces conditions.

2.3.2. Relation dose/réponse

La relation dose/réponse consiste ici à donner les valeurs limites au-delà desquelles les émissions de métaux lourds peuvent engendrées une pollution et compromettre la santé publique.

Ces valeurs références, répertoriées dans le tableau ci-après, sont également reprises de l'arrêté du 2 février 1998. On peut les trouver sous deux formes : soit une valeur par métal ou bien une valeur limite pour une somme de métaux.

Métaux	Source	Voie d'exposition	VTR (en g/m ³)	Année de révision
<i>Cd</i>	OEHHA	Inhalation	$REL = 2 \cdot 10^{-8}$	2003
<i>Hg</i>	ATSDR	Inhalation	$MRL = 4 \cdot 10^{-7}$	2001
<i>Pb</i>	Pas de VTR Inhalation			
<i>Cr IV particulaire</i>	ATSDR	Inhalation	$MRL = 3 \cdot 10^{-6}$	2000
<i>Ni</i>	Pas de VTR Inhalation			
<i>Cu</i>	RIVM	Inhalation	$TCA = 1 \cdot 10^{-4}$	2001
<i>Zc</i>	Pas de VTR Inhalation			

2.3.3. Évaluation des expositions

Elle consiste à déterminer les teneurs en métaux lourds générées par le site et les doses auxquelles les populations humaines sont exposées ou susceptibles de l'être.

Aucune mesure de ce genre n'a été faite sur l'installation projetée sur le site du PUISET.

L'évaluation des expositions des populations riveraines concernant la dispersion de poussières de métaux lourds n'est donc pas possible.

2.3.4. Caractérisation du risque

Comme nous l'avons mentionné au paragraphe précédent, aucune donnée de mesures relatives à ces métaux lourds n'a été réalisée sur l'installation projetée.

Le risque concernant des émissions de poussières de métaux lourds est donc difficilement caractérisable.

Néanmoins, il convient de rappeler ici que les premières constructions habitées se situent à plus d'un km à l'est du projet d'installation (premières habitations du centre bourg du Puset), sous des vents non dominants. A ce niveau, la présence de ces poussières de métaux reste infinitésimal à nulle.

Rappelons simplement ici que le projet est situé dans une zone à caractère rural avec néanmoins d'autres activités dont celles liées à l'exploitation de l'autoroute et des terres agricoles. De plus, La circulation engendrée par la présence de l'autoroute A 10 et des axes routiers RD 927 et RN 254 peut également être une source non négligeable d'émission de poussières de métaux lourds par les gaz d'échappement.

3. ÉTUDE DES EFFETS SUR LA SANTE DES AUTRES EMISSIONS GENEREES PAR LE SITE

3.1. Le bruit

Les nuisances sonores dues au fonctionnement général des installations sont peu importantes car :

- ⇒ L'activité même de la centrale si elle reste permanente est très éloignée des zones d'habitation ;
- ⇒ L'incidence du trafic de l'A 10 reste forte compte tenu de sa proximité immédiate,
- ⇒ Les engins présents sur le site du projet sont peu nombreux et sont aux normes en ce qui concerne le bruit.

3.1.1. Identification des dangers

Tous les éléments sur les différentes phases des effets du bruit ont été recueillis dans diverses études menées par l'INRS (Institut Nationale de Recherche et de Sécurité) sur le bruit et ses effets, et principalement l'étude bibliographique des "Effets non traumatiques du bruit sur la santé, la sécurité et l'efficacité de l'homme au travail" réalisée par l'INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité) en 1994.

L'apparition des premiers troubles du système auditif liés au phénomène de bruit peut survenir dès lors qu'un individu est exposé à un bruit impulsionnel dépassant 100 dB (A). Ce même individu exposé quelques heures par jour à un bruit supérieur à 85 dB (A) peut alors être atteint de surdité et enfin, cette exposition au bruit de façon continue, mais aussi de façon impulsionnelle, provoquera alors la fatigue nerveuse.

L'effet bruit peut selon le degré de perception provoquer des troubles à croissance variable commençant par le traumatisme sonore (1^{ère} phase), la surdité par le bruit (2^{ème} phase) pour aboutir à la fatigue nerveuse (3^{ème} phase) d'où une progression pouvant aller du gêne à l'atteinte mentale :

1^{ère} phase : la gêne sonore.

Cette phase est subjective et dépendante de la personne et de son activité. Elle se caractérise par une sensation auditive souvent désagréable et gênante.

2^{ème} phase : la surdité.

L'exposition à des bruits intenses est nocive. Lorsqu'elle est de courte durée, l'oreille peut récupérer. Plus elle se prolonge et se répète, plus l'oreille interne est atteinte. Les premiers signes sont souvent des acouphènes transitoires (bourdonnements et/ou sifflements d'oreille). Au fur et à mesure que les cellules ciliées de l'oreille sont détruites, la capacité auditive du sujet baisse, à commencer par les fréquences situées autour de 4000 Hz. Ce phénomène est irréversible.

Stades de la surdité		
1 ^{er} stade	Surdité légère	Le sujet ne se rend pas compte de sa perte auditive car les fréquences de la parole sont peu touchées.
2 ^{ème} stade	Surdité moyenne	Les fréquences aiguës de la conversation sont touchées, le sujet devient "dur d'oreille" et ne comprend plus distinctement ce qui se dit.
3 ^{ème} stade	Surdité profonde et irréversible	

3^{ème} phase : fatigue nerveuse (effets hormonaux et sur le sommeil).

- *Effets hormonaux* : le bruit peut être un agent stressant pour l'homme. Cet effet de stress s'accompagne d'une sécrétion accrue des catécholamines (adrénaline et noradrénaline) et des hormones cortico-surréaliennes, lesquelles ont une action directe sur diverses fonctions (circulatoire, respiratoire, digestive, immunitaire, nerveuse centrale,...). Ces effets hormonaux du bruit sont variables en fonction de l'activité de la personne, des particularités du travail effectué et des autres facteurs physiques et psychosociaux de contrainte.

- *Effets sur le sommeil* : l'exposition au bruit pendant le travail a des conséquences négatives sur la qualité du sommeil et les fonctions physiologiques. Ainsi, l'exposition diurne de 12 heures à des bruits industriels de 85 dB(A) provoque une réduction du nombre et de la durée des cycles de sommeil. Le bruit a donc des effets négatifs sur la santé et le bien-être. Il augmente le temps d'endormissement, éveille le sujet endormi ou l'empêche de se rendormir, affecte la durée relative et le pattern des stades de sommeil, donc la qualité de celui-ci. Les effets secondaires du bruit sur le sommeil s'observent pendant l'état de veille qui suit le sommeil; ils peuvent s'exprimer par des changements d'humeur, des évaluations subjectives négatives sur la qualité du sommeil et des modifications de performances dans des tâches cognitives. Ainsi, la performance dans les tâches de mémoire diminue et le temps de réaction au triple choix augmente. Toutefois, il est difficile d'estimer les répercussions à long terme du sommeil perturbé sur la personne et son efficacité au travail.

4^{ème} phase : augmentation de la tension artérielle (effets cardiovasculaires).

Les troubles cardiovasculaires (hypertension essentiellement) semblent plus fréquents chez les personnes exposés au bruit. Des études épidémiologiques font état de troubles cardiovasculaires, notamment d'élévations de pression sanguine, attribués au bruit sur le lieu de travail. De même le taux d'hypertendus est plus élevé chez les travailleurs exposés à un bruit supérieur à 85 dB(A) que chez ceux qui travaillent dans une ambiance sonore inférieure à 80 dB(A). Néanmoins, il est impossible d'établir une relation causale claire entre l'exposition au bruit et l'hypertension. Sans exclure le rôle du bruit intense et prolongé dans l'apparition des troubles cardiovasculaires, il semble que ces troubles dépendent également de la réactivité globale du sujet, du caractère prévisible ou non du bruit, du type d'activité exercée pendant le bruit et d'autres facteurs de stress.

3.1.2. Relation dose-réponse

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande des valeurs guides en fonction du type de population touchée et de son environnement. Ces valeurs guides sont résumées dans le tableau ci-dessous avec, surlignées en jaune, celles qui nous intéressent compte tenu de l'environnement du projet.

Environnement	Effet critique pour la santé	LAeq (dB(a))	Base de temps (heures)
<i>Espaces extérieurs</i>	Nuisance	50-55	16
<i>Intérieur des locaux d'habitation</i>	Intelligibilité de la parole	35	16
<i>Chambre à coucher</i>	Troubles du sommeil	30	8
<i>Salles de classe</i>	Perturbation de la communication	35	Pendant les cours
<i>Zones industrielles et commerciales et aires de circulation</i>	Déficits auditifs	70	24
<i>Musique par écouteurs</i>	Déficits auditifs	85	1
<i>Fêtes et loisirs</i>	Déficits auditifs	100	4

3.1.3. Évaluation des expositions

Des mesures ponctuelles de bruit ont été réalisées à proximité immédiate du poste TSM 28 projeté sur le site du PUISET.

Au niveau des trémies d'alimentation des granulats et du point de chargement des camions, le niveau sonore mesuré évolue entre 70 et 80 dB.

3.1.4. Caractérisation du risque et rappel des mesures mises en place

Les effets dus aux nuisances sonores sont des effets directs et temporaires. Il n'y a pas d'effets permanent, ni d'effets indirect.

En ce qui concerne les populations situées au plus près du projet, elles subissent de manière continue le bruit généré par le trafic sur l'autoroute A 11. De plus, elles sont sous les vents dominants de secteur S/SW.

Néanmoins, il convient de rappeler que sur le site :

- ⇒ En ce qui concerne les engins de chantier :
 - ↳ De manière général, ceux-ci respecteront les prescriptions de la directive n°92/27/CE du 29 juin 1995 qui fixe les règles relatives à la limitation sonore;
 - ↳ Les engins auront un moteur muni d'un pot d'échappement homologué et donc conforme aux normes légales d'émission de bruit, c'est-à-dire inférieur à 82/85 dB (A).

- ⇒ L'usage de tout appareil de communication par voie acoustique (sirènes, avertisseurs, haut-parleurs, etc....) gênants pour le voisinage est interdit, sauf si leur emploi sera réservé :
 - ↳ À la prévention d'accident (utilisation de l'avertisseur lors des manœuvres de recul et lors des tirs de mines) ou au signalement d'incidents graves ou d'accident ;
 - ↳ À la sécurité des personnes.

- ⇒ Le fonctionnement des installations, ainsi que le chargement des camions se feront majoritairement en période de jour et intermédiaire, et uniquement les jours ouvrables. La réalisation des travaux d'entretien des zones d'échangeurs ou d'aires de services se fera de nuit, occasionnant quelques nuits de fonctionnement.

3.2. La lumière

3.2.1. Analyse des effets

D'une manière générale, les risques principaux engendrés par la lumière artificielle en période de nuit peuvent aller des gênes visuels (éblouissements,...) à des troubles du sommeil.

Certaines études américaines récentes tendraient à montrer que les effets d'une exposition prolongée et répétée à la lumière artificielle en période de nuit seraient plus nuisibles qu'on pourrait le penser. La présence continue de cette lumière pendant une longue période nocturne ralentirait la synthèse de la mélatonine, hormone produite par l'épiphyse (petite glande située dans le cerveau) durant la nuit. Cette hormone joue un rôle très important notamment dans l'antivieillesse, le ralentissement du développement de tumeur, la stabilisation de la tension.

Il semble raisonnable de penser que dans le cas du site du PUISET, les risques se limitent à une gêne, un éblouissement temporaire.

3.2.2. Rappel des mesures mises en place

Le matériel d'éclairage mis en place constitue un équipement qui, hors de l'aspect sécurisant qu'il apporte, crée sur le site une lumière d'ambiance, ni agressive, ni éblouissante.

Compte tenu de la distance entre le site et les premières habitations ainsi que des aménagements qui sont faits et conservés ou encore des horaires durant lesquels ces lumières seront en marche, les effets sur la santé engendré par la présence de lumière sur le site de la centrale peuvent être considérés comme quasiment nuls sur le voisinage.

3.3. Le trafic routier et ses vibrations

Ce phénomène regroupe à lui seul les effets précédents auxquels vient se greffer celui de l'exposition au risque d'accidents corporels.

La présence de cette activité et l'évolution du secteur n'apporteront pas une augmentation du trafic.

Les règles de Code de la Route sont applicables pour tout ce qui concerne la circulation routière en général.