



# TRAVAUX SOUTERRAINS

autres que galeries linéaires



RISQUES PROFESSIONNELS

VOTRE INTERLOCUTEUR EN RÉGION :



# **TRAVAUX SOUTERRAINS**

## **(autres que galeries linéaires)**

Dispositions à prendre concernant :

- la pollution de l'air
- le bruit
- l'éclairage

### **Recommandations Cramif n° 17 cdu 624.19**

Approuvées par le Comité Technique Régional n° 2  
le 8 novembre 1995

Adoptées par le Conseil d'Administration de la Cramif  
le 23 novembre 1995

# SOMMAIRE

	Pages
<b>PREAMBULE</b> .....	1
Définitions .....	2
Références .....	2
<b>1. NATURE DES RISQUES</b>	
1.1 Pollution de l'air.....	3
1.2 Bruit.....	6
1.3 Eclairage .....	6
<b>2. MESURES PREVENTIVES</b>	
2.1 Pollution .....	7
2.2 Bruit.....	11
2.3 Eclairage .....	12
2.4 Appareils de protection individuelle .....	12
<b>3. CONTROLE</b>	
3.1 Pollution .....	13
3.2 Bruit.....	14
3.3 Eclairage .....	14
3.4 Registres.....	14
<b>ANNEXES</b>	
Annexe 1 - Tableau récapitulatif des prélèvements de particules de carbone	
Annexe 2 - Tableau des nuisances chimiques en travaux souterrains et valeurs limites d'exposition	
Annexe 3 - Points à intégrer au registre d'hygiène et de sécurité et à référencer par le coordonnateur dans le registre-journal de la coordination	

# PREAMBULE

Les travaux souterrains (autres que galeries linéaires) tels que les chantiers de parkings en sous-sol sur plusieurs niveaux sous immeubles existants ou sous structure ou les chantiers d'excavation ou de multigaleries à formes complexes présentent des configurations différentes des cas traités par la recommandation R 352 de la Caisse nationale de l'Assurance Maladie (Cnam) : "Travaux de creusement en souterrain de galeries de puits ou de grandes excavations. Mise en oeuvre de dispositifs de ventilation mécanique".

- Ainsi, les chantiers de parkings en sous-sol sont réalisés en excavation sous une dalle comportant de faibles ouvertures, au-dessus de laquelle des travaux de superstructure peuvent être réalisés simultanément. Les configurations de ces excavations évoluent en fonction de l'avancement des travaux des différents niveaux, les planchers supérieurs peuvent être posés alors que du terrassement est en cours au niveau le plus bas.

- La maîtrise des risques sur ces chantiers est particulièrement délicate en ce qui concerne :

- la pollution de l'air,
- le niveau sonore,
- le niveau d'éclairage.

- Les risques varient selon les postes de travail, d'un niveau à l'autre mais aussi sur un même niveau, en fonction :

- des tâches effectuées au poste et aux postes voisins,
- de la diffusion des polluants due aux mouvements d'air,
- de la réverbération du bruit liée au confinement du chantier.

La prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles nécessite la mise en place de mesures adaptées aux configurations particulières, non seulement dans le cadre de l'exécution de ces travaux, mais encore, et en priorité, dès le stade de l'organisation du chantier.

## DEFINITIONS

**Travaux souterrains (autre que galeries linéaires)** : Dans ce texte, on appelle "travaux souterrains (autres que galeries linéaires)", les travaux exécutés dans des chantiers réalisés en dessous de la surface du sol, dans des excavations dont la configuration complexe et évolutive, ne peut être assimilée à une galerie linéaire. L'exemple le plus caractéristique est celui des chantiers de parking en sous-sol, réalisés sous une dalle ou sous un immeuble existant.

**Aldéhydes** : Composés chimiques organiques oxygénés dont l'exemple le plus connu est le formol (= aldéhyde formique).

**V.M.E.** : Valeur limite de moyenne d'exposition à un polluant destinée à protéger les travailleurs des effets à **long terme**, mesurée ou estimée sur la durée d'un poste de travail de **8 heures**.

**V.L.E.** : Valeur limite d'exposition à court terme, dont le respect permet d'éviter les risques toxiques immédiats ou à court terme. La VLE est une valeur plafond mesurée sur une durée maximale de 15 minutes.

Les valeurs limites sont exprimées en poids ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) ou en volume (ppm).

**ppm** : partie par million, unité utilisée pour exprimer en volume, une concentration de gaz dans l'air.

**Mesurage** : Le mesurage est l'action de mesurer par un procédé direct et concret. Le mot a été retenu par l'AFNOR pour distinguer par exemple "prendre une mesure" (au sens d'appliquer une décision) et "réaliser un mesurage".

**M.P. n°...** : Maladie professionnelle définie par le tableau n°... du Code de la Sécurité Sociale.

## REFERENCES

### - Note Documentaire INRS ND 1945-153-93

"Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France".

### - Norme européenne EN 481 (X43-276)

"Atmosphères des lieux de travail. Définition des fractions de taille pour le mesurage des particules en suspension dans l'air".

### - Note Documentaire INRS 1704-133-88

"Moteurs diesel et pollution atmosphérique en espace confiné".

### - Guide de ventilation INRS N° 8

"Ventilation des espaces confinés".

### - Recommandation R 352 de la Caisse nationale de l'Assurance Maladie

"Travaux de creusement en souterrain de galeries de puits ou de grandes excavations. Mise en oeuvre de ventilation mécanique".

### - Bruit : références réglementaires

. **Décret n° 88-405 du 21 Avril 1988** portant modification du Code du Travail et relatif à la protection des travailleurs contre le bruit (articles R.232-8 à R.232-8-7 et R.233-104-1 du Code du Travail).

. **Circulaire du 6 Mai 1988** relative à l'application du décret n° 88-405 du 21 Avril 1988 ; commente les principaux points du décret.

# 1 - NATURE DES RISQUES

## 1.1 - La pollution de l'air

Les fumées et gaz d'échappement des engins, les poussières émises lors des travaux de creusement et de terrassement, les aérosols produits par la projection de béton augmentent la pollution de l'air et peuvent provoquer des atteintes à la santé.

Ces atteintes soit se manifestent rapidement au moment même de l'exposition, ou quelques heures après (intoxications aiguës à certains gaz, asthmes dus à des poussières allergisantes), soit au contraire, se développent, après des années d'exposition, et se révèlent tardivement (silicose, bronchite chronique...).

**1.1.1 - Les gaz d'échappement** contiennent des substances toxiques : oxyde de carbone (CO), oxydes d'azote (NO, NO<sub>2</sub>), dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), hydrocarbures imbrûlés, aldéhydes...

Ils sont irritants et provoquent des troubles respiratoires (toux, bronchite, etc.) ou des malaises.

La détection olfactive n'est pas un élément de sécurité, certains gaz (CO, NO) étant inodores.

Les "suies" des fumées d'échappement sont suspectées d'entraîner une augmentation du nombre de cancers, en particulier pulmonaires.

### Commentaires 1.1.1

*Les émissions DIESEL sont constituées de gaz et de suies.*

*La combustion d'un kilogramme de gazole (un peu plus d'un litre) produit 14 m<sup>3</sup> de gaz contenant des produits toxiques.*

*Cette pollution affecte aussi bien les conducteurs ou utilisateurs de ces machines, que ceux qui séjournent ou circulent dans les atmosphères polluées, soit au niveau des travaux d'excavation, soit même à d'autres niveaux, l'air pollué pouvant diffuser dans toute l'excavation.*

#### • Toxicité de la phase gazeuse :

*La toxicité des différents gaz est connue pour chaque composant, mais il peut y avoir, en cas de mélange, SYNERGIE ou POTENTIALISATION : se référer aux seules valeurs limites d'exposition de chaque gaz pris isolément, ou additionner leurs effets n'est donc pas satisfaisant.*

*- Le monoxyde de carbone (CO) incolore, inodore, peut être responsable d'une intoxication aiguë (malaise, maux de tête, vertiges, perte de connaissance et décès) si le seuil de danger est dépassé.*

*A plus faibles doses, l'intoxication chronique se traduit par des troubles digestifs, maux de tête, fatigabilité anormale.*

*Par ailleurs, plusieurs études épidémiologiques ont démontré le rôle de l'oxyde de carbone dans l'apparition ou/et l'aggravation des maladies cardio-vasculaires (angor, infarctus, troubles du rythme).*

*- Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) n'est pas représentatif de la toxicité des gaz d'échappement (faible toxicité).*

*- Les oxydes d'azote provoquent des troubles respiratoires dont la gravité dépend de la concentration dans l'air (irritation, bronchites à répétition, oedème aigu du poumon).*

*- Les hydrocarbures imbrûlés (CxHy), liés à l'effet de pyrolyse sont aliphatiques ou aromatiques. Parmi ces derniers, certains polycycliques présentent une toxicité largement démontrée (cancérogène et mutagène...).*

*- Le dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>, d'odeur très piquante (décelable à 3 ppm) est irritant pour les yeux, la gorge et les voies respiratoires (rhino-pharyngite, trachéite, bronchite à répétition) ; à plus forte dose il entraîne des troubles respiratoires aigus (oedème du poumon).*

*- Les aldéhydes sont irritants (formaldéhyde, acroléine ou furfuraldéhyde).*

### • Toxicité de la phase particulaire (les suies)

Composées de particules de carbone solides respirables (0,2 à 0,3 µm de diamètre), les suies, sur lesquelles sont condensées diverses substances (dont les hydrocarbures polycycliques aromatiques) sont suspectées d'être cancérogènes.

Leur rôle dans l'apparition de tumeurs pulmonaires chez l'animal inhalant des fumées de DIESEL a été mis en évidence dans plusieurs études expérimentales. Des études épidémiologiques chez les sujets professionnellement exposés aux fumées de gaz d'échappement DIESEL ont montré un excès de risque pour certains cancers (en particulier cancer pulmonaire).

Le Centre International de Recherche sur le Cancer (C.I.R.C.) a classé les fumées DIESEL en catégorie 2A (cancérogène pour l'animal et cancérogène probable pour l'homme).

L'INRS en accord avec ses partenaires européens (Allemagne, Grande-Bretagne, Suisse et Belgique) a considéré que le meilleur marqueur actuellement utilisable était le carbone (carbone « élémentaire » essentiellement) constitutif de la particule diesel. Une méthode d'analyse de ce carbone dans la fraction alvéolaire de l'aérosol diesel est disponible et mis en oeuvre à l'INRS.

Pour l'interprétation des concentrations atmosphériques de carbone « élémentaire » mesurées en milieu professionnel à l'aide de cette méthode, il n'existe actuellement pas de valeur limite française de sorte qu'il faut utiliser à titre de référence le système de valeurs « guides » (T.R.K.) établi par la « Commission pour les substances dangereuses » du Ministère Fédéral du Travail et Affaires Sociales Allemande, qui sont respectivement :

- 0,3 mg/m<sup>3</sup> en carbone « élémentaire » pour les travaux souterrains et miniers (à l'exception des mines de charbon) ;
- 0,1 mg/m<sup>3</sup> en carbone « élémentaire » pour les autres travaux.

Voir annexe 1 : Tableaux récapitulatifs des prélèvements de particules de carbone

**1.1.2 - Les poussières émises lors des travaux** de creusement, de terrassement, de perforation peuvent entraîner des maladies pulmonaires.

Ce sont les plus fines d'entre-elles, celles qu'on ne voit pas, qui atteignent le poumon profond et, si elles contiennent de la silice, peuvent provoquer une silicose.

#### Commentaires 1.1.2

La pénétration et la déposition des poussières au niveau de l'appareil respiratoire dépend de leur diamètre, et la pathologie qu'elles entraînent, de leur nature.

#### • Diamètre des poussières

On désigne sous l'appellation :

- "poussières inhalables", la fraction des particules solides de diamètre aérodynamique inférieur à 100 µm, pouvant être inhalées par le nez ou la bouche.
- "poussières alvéolaires", la fraction des poussières inhalables susceptibles d'atteindre la région alvéolaire de l'appareil respiratoire où ont lieu les échanges gazeux. Ces poussières alvéolaires ont un diamètre inférieur à 10 µm.

La note documentaire INRS ND 1945-153-93 donne les courbes conventionnelles des fractions numériquement définies dans la norme EN 481.

#### • Nature des poussières

- Poussières sans effet spécifique : "inertes". Elles s'accumulent dans les poumons, provoquant des surcharges qui modifient à la longue le bon fonctionnement du système respiratoire.

La VME de ces poussières inertes est fixée à 10 mg/m<sup>3</sup> pour les poussières inhalables et 5 mg/m<sup>3</sup> pour les alvéolaires.

- *Poussières minérales renfermant de la silice libre. Le décret n° 97-331 du 10 avril 1997 fixe la concentration moyenne en silice libre de poussières alvéolaires de l'atmosphère inhalée par un travailleur pendant une journée de travail à 0,1 mg/m<sup>3</sup> pour le quartz et 0,05 mg/m<sup>3</sup> pour la cristobalite.*

*Lorsque les poussières alvéolaires contiennent de la silice cristalline et d'autres poussières alvéolaires, la valeur limite d'exposition correspondant au mélange est fixé par la valeur suivante :*

$$\frac{C_{ns}}{V_{ns}} + \frac{C_q}{0,1} + \frac{C_c}{0,05} + \frac{C_t}{0,05} \leq 1$$

où *Cns* = Concentration en poussières alvéolaires non silicogènes en mg/m<sup>3</sup>.

*Vns* = Valeur limite moyenne de concentration en poussières alvéolaires non silicogènes en mg/m<sup>3</sup>.

*Cq* = Concentration en quartz en mg/m<sup>3</sup>.

*Cc* = Concentration en cristobalite en mg/m<sup>3</sup>.

*Ct* = Concentration en tridynite en mg/m<sup>3</sup>.

*Depuis octobre 1996, le classement par le C.I.R.C. de la silice cristalline, inhalée sous forme de quartz ou de cristobalite lors de l'activité professionnelle est :*

« groupe 1 » (cancérogène certain chez l'homme)

### **1.1.3 - Les aérosols produits par la projection de béton :**

La mise en oeuvre de béton projeté expose à une pollution caractérisée par :

- **Son intensité** : les concentrations de poussières inhalables et/ou alvéolaires sont telles que même pour des poussières inertes, des effets pulmonaires sont à craindre.
- **Sa nature** : outre les poussières inertes, la présence possible de poussières spécifiques (silice cristalline, chrome, nickel, cobalt) augmente la toxicité (silicose, asthme, etc.).
- **Son caractère basique** lié au ciment lui-même et à certains adjuvants (accélérateurs, raidisseur, retardateurs au pH très élevé). Les risques de brûlures caustiques cutanées oculaires ou respiratoires sont importants.

### **1.1.4 - Les gaz et poussières dus à l'utilisation d'explosifs**

Les gaz produits par les tirs sont essentiellement des vapeurs nitreuses et de l'oxyde de carbone.

Le bouchon de gaz et de poussières juste après le tir peut s'étendre sur une trentaine de mètres et ne se dissipe que très lentement.

### **1.1.5 - Les aérosols d'huiles dus à l'utilisation d'air comprimé**

Il s'agit des huiles de compresseurs et de lubrification des matériels pneumatiques.

**1.1.6 - La présence possible de gaz tels que méthane, sulfure d'hydrogène, gaz carbonique...** expose à des risques tels que :

- intoxication,
- asphyxie par manque d'oxygène,
- incendie ou explosion.

#### **Commentaires 1.1.6**

*La dégradation de la qualité de l'atmosphère peut également être liée à des gaz de fermentation de matières organiques (animales ou végétales) tel que le méthane (CH<sub>4</sub>), le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>), l'hydrogène sulfuré (H<sub>2</sub>S).*

*H<sub>2</sub>S est un gaz toxique d'autant plus redoutable qu'il provoque des effets inhibiteurs sur l'odorat et que les sujets peuvent être exposés à des concentrations mortelles sans le savoir.*

*Ces émanations peuvent également provoquer des asphyxies par abaissement de la teneur en oxygène de l'air respiré : l'air contient environ 21% d'oxygène et en deçà d'une teneur de l'ordre de 17%, le risque de perte de connaissance brutale est à craindre.*

*Enfin, la présence de ces gaz inflammables (CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S) peut rendre l'atmosphère explosive.*

## Mesurage des expositions aux poussières

Synthèse des résultats de l'étude réalisée par le Service Prévention de la Cramif sur 10 chantiers de travaux souterrains autres que galeries linéaires

Les résultats concernent les mesurages de poussières inhalables et alvéolaires. Ils sont exprimés par rapport à la VME à ne pas dépasser sur 8 heures.

Pour chaque poste de travail, sont indiqués successivement :

- la fourchette dans laquelle sont compris les mesurages : concentration la plus basse et concentration la plus haute.
- le nombre total de prélèvements effectués sur ce type de poste
- le nombre de prélèvements supérieurs à la VME = n > VME

POSTES	INHALABLES				ALVEOLAIRES			
	Résultats*		Nombre total	n > VME	Résultats*		Nombre total	n > VME
	plus haut	plus bas			plus haut	plus bas		
Projection béton	6,74	0,62	5	3	17,27	0,88	4	3
Mineur	2,88	0,52	3	2	10		1	1
Marteau piqueur	4,38	0,3	3	2	9,09	3,51	2	2
Puisatier	2,66	0,83	5	3	6,63	0,5	4	3
Coffreur	1,33	0,05	10	1	4,21		1	1
Conducteur engin	1,96	0,03	13	2	2	0,64	7	6
Injection béton	2,96	2,83	2	2	1,42	1,19	2	2
Finisseur	0,5		1	0	1,25		1	1
Reprise avec boucharde					1,01		1	1
Ferrailleurs	0,39	0,06	4	0	0,8		1	1
Circulation	1,53	0,18	12	1	0,54	0,36	3	0
Taloche béton	4,9		1	1				
Cuvelage	1,5		1	1				
Menuisier	1,1	0,22	3	2				
Magasinier électricien	0,53		1	0				
Chef d'équipe	0,81		1	0				

\* Les résultats sont exprimés en multiple de la VME : par exemple "6,74" signifie que le résultat est de 6,74 fois la VME.

### 1.2 - Le bruit

Le confinement et la réverbération des parois amplifient les bruits et aggravent leurs conséquences :

- fatigue auditive, réversible dans un premier temps, puis surdité, irréversible,
- troubles du sommeil, fatigabilité, trouble de la vigilance, facteurs importants d'accidentabilité.

A titre d'exemple, sont indiqués quelques niveaux d'intensité de bruit relevés aux postes de travail :

Engin de terrassement	85 à 95 dB(A)
Perforatrice, marteau piqueur	100 à 110 dB (A)
Brise-béton hydraulique	100 à 115 dB(A)
Pompe à béton	90 à 93 dB(A)
Projection de béton	97 dB(A)

#### Commentaires 1.2

L'étude technique effectuée par le Service de Prévention de la Cramif sur ces chantiers a montré que 60% des salariés étaient exposés à un niveau sonore  $\geq 85$  dB(A), et 47% à un niveau sonore  $\geq 90$  dB(A).

### 1.3 - L'éclairage

Des études sur les accidents de travail ont montré qu'un niveau d'éclairage insuffisant ou inadapté était un des facteurs de risque, dans 10% des cas.

On peut penser que dans les chantiers de travaux souterrains, ce facteur de risque est fréquemment rencontré.

#### Commentaires 1.3

L'étude technique réalisée par le Service Prévention de la Cramif sur les chantiers de travaux souterrains a montré que 50% des salariés travaillaient sous un éclairage < 100 lux.

## 2 - MESURES PREVENTIVES

- La prévention des risques est fondée sur les principes suivants :
  - . éviter le risque,
  - . évaluer les risques qui ne peuvent pas être évités,
  - . combattre les risques à la source,
  - . tenir compte de l'état d'évolution de la technique,
  - . remplacer ce qui est dangereux par ce qui n'est pas dangereux ou ce qui est moins dangereux,
  - . planifier la prévention en y intégrant la technique, l'organisation du travail, les conditions de travail, les relations sociales et l'influence des facteurs ambiants,
  - . prendre des mesures de protections collectives en leur donnant la priorité sur les mesures de protections individuelles.
- La détection et l'évaluation des différentes nuisances, dès la phase d'élaboration du projet et pendant la réalisation de l'ouvrage est liée à l'analyse détaillée des procédés de travail et modes opératoires retenus.
- Cette analyse permet de définir les risques prévisibles, et de choisir les mesures préventives techniques ou organisationnelles nécessaires.

### 2.1 - Pollution de l'air

#### 2.1.1 - Principe :

- Interdire les moteurs à essence,
- diminuer au maximum la production des polluants (produits d'échappement, poussières, aérosols),
- évacuer les polluants après captage au plus près du point d'émission,
- mettre en oeuvre les dispositifs de ventilation générale de façon que toutes les zones de travail et de circulation soient balayées par un courant d'air neuf continu et que le personnel soit toujours à l'amont du point d'émission,
- adapter l'installation de la ventilation à la progression des excavations et des postes de travail.

#### 2.1.2 - Ventilation

2.1.2.1 - Evacuer l'air de préférence par extracteurs mécaniques placés au plus près des sources de pollution.

L'apport d'air de compensation se fait naturellement ou mécaniquement.

La position des points d'amenée de l'air neuf et des points d'extraction est étudiée en fonction des conditions d'avancement du chantier et des phases de travail.

L'amenée mécanique de l'air neuf se fait par des gaines conçues de façon à pouvoir effectuer des branchements au fur et à mesure de l'avancement des travaux afin de ventiler, si nécessaire, tous les niveaux.

Eviter le recyclage dans toutes les configurations. Capter l'air insufflé dans une zone éloignée de tout rejet d'autres ventilations, de gaz d'échappement, etc.

2.1.2.2 - Lors d'utilisation de marteaux-piqueurs, capter à la source en utilisant, par exemple, des outils équipés de captage intégré ou rapporté, dont le débit d'aspiration nominal doit être de 250 m<sup>3</sup>/h par poste.

2.1.2.3 - Equiper les bouches d'extraction mécanique d'un pavillon de façon à augmenter leur zone d'influence. Afin de limiter le dépôt des poussières dans les canalisations, une vitesse minimale de l'air de 20 m/s doit y être respectée. Une grille évite l'entrée de corps étrangers légers et volumineux dans l'installation d'aspiration.

2.1.2.4 - Ajuster aux postes de travail la position de l'amenée d'air neuf par rapport à l'extraction de façon à :

- ♦ éviter l'existence de zones "mortes" entre l'amenée d'air neuf et l'extraction,
- ♦ balayer par de l'air neuf les emplacements de travail. (Aucun opérateur ne devrait stationner entre une source de pollution et les bouches d'aspiration).

2.1.2.5 - Ne pas souffler trop près des zones de pollution pour ne pas disperser par brassage la pollution dans tout le chantier ; prévoir à cet effet, si possible, une distance minimale de 20 m entre un dispositif de soufflage et un dispositif d'extraction.

2.1.2.6 - Eviter les rebonds de l'air soufflé sur des écrans rigides situés à proximité des points de soufflage tels que parois verticales, coffrages ou planchers.

2.1.2.7 - En pratique, l'utilisation de fumigène permet de repérer les zones sous-ventilées ("bouchons") ainsi que les zones de turbulences et d'optimiser les emplacements et l'orientation des bouches de ventilation.

### Commentaires 2.1.2

*A titre indicatif, la recommandation R 352 de la Cnam précise qu'en cas d'utilisation d'engins mobiles diesel, on assure la dilution des gaz d'échappement en établissant un courant d'air de compensation de 250 m<sup>3</sup>/heure par kW (kilowatt) soit de 180 m<sup>3</sup>/heure par CV (Cheval-Vapeur) effectivement développé.*

### **2.1.3 - Produits d'échappement :**

Appliquer les principes de prévention énoncés par la note documentaire ND 1704-133-88 de l'INRS traitant de la pollution par les gaz d'échappement des moteurs diesel.

2.1.3.1 - Dès l'étude, limiter la présence d'engins à moteur thermique en souterrain :

- en équipant de moteurs électriques le matériel fixe et semi-mobile tel que compresseur, pompe à béton... ou en plaçant ce matériel en surface ou à l'écart des zones de travail,
- en utilisant de préférence pour l'extraction et le marinage, des installations équipées de moteurs électriques telles que transporteurs à bande ou portiques d'évacuation ou des engins tels que des pelles hydrauliques.

2.1.3.2 - En cas de nécessité d'emploi de diesel :

- a) choisir les engins les moins polluants (la Note Documentaire INRS 1704.133.88 indique que les moteurs à injection indirecte polluent moins).
- b) assurer un bon état d'entretien et de réglage des moteurs,
- c) utiliser un fuel dont le taux de soufre est inférieur à 0,05 %,
- d) utiliser des engins équipés de pots catalytiques filtrants (les suies sont retenues par l'épurateur) et d'un système permettant le nettoyage des filtres,
- e) capter à la source les fumées et gaz d'échappement sur les matériels fixes ou semi-mobiles et les évacuer vers l'extérieur,
- f) diluer les polluants résiduels par ventilation mécanique, selon les spécifications énoncées au § 2.1.2, afin que leur concentration soit nettement inférieure aux valeurs limites (VLE ou VME) réglementaires ou admissibles.

### **2.1.4 - Poussières**

2.1.4.1 - Réduire l'émission des poussières par le choix des matériels et techniques à mettre en oeuvre.

- privilégier l'utilisation de perforatrices et foreuses permettant de travailler en voie humide,
- humidifier les déblais en évitant de produire du brouillard ou de la boue qui rendraient difficiles les circulations.

#### 2.1.4.2 - Capturer les poussières :

- utiliser de préférence des matériels (marteaux piqueurs, brise-béton, perforatrices, etc.) comportant des systèmes de captage à la source,
- mettre en place une canalisation aspirante au plus près de la source de pollution, et faire en sorte qu'aucun poste de travail ne soit situé entre le point d'émission et la bouche d'aspiration ; rejeter l'air pollué vers l'extérieur.

2.1.4.3 - Munir les salariés de protections respiratoires individuelles efficaces dès que le niveau de pollution de l'air auquel ils sont exposés atteint 30% des valeurs moyennes d'exposition (VME).

- a) Utiliser une cagoule à adduction d'air ou un appareil à ventilation assistée équipé de filtre de classe P2 pour les travaux où la concentration de poussières est supérieure à la VME,
- b) Utiliser, dans les autres cas, un appareil de protection respiratoire filtrant de classe P2.

#### Commentaires 2.1.4.3

##### **Choix de la protection individuelle des voies respiratoires**

*Les appareils filtrants contre les particules (poussières, fumées) sont destinés à filtrer les poussières avec des niveaux d'efficacité croissante en fonction des classes P1, P2, P3.*

*Les filtres de classe P2 (marqués P2 ou FFP2) sont à utiliser contre les aérosols solides ou liquides (mention indiquée sur le filtre) dangereux ou irritants tels que silice, chrome, carbonate de soude etc.*

*Ces classes sont l'objet d'essais rigoureux et normalisés tenant compte à la fois des fuites totales (par défaut d'étanchéité ou à travers le média filtrant), des tests de pénétration des media filtrants, de l'efficacité, des tests de résistance respiratoire, et de colmatage.*

*Notamment :*

- l'efficacité minimale de filtration doit être de 99,95 % pour un filtre de classe P3, de 94 % pour la classe P2 et de 80 % pour la classe P1,
- la fuite ne doit pas dépasser 2 % pour un demi-masque, 0,05 % pour un masque complet.

#### **2.1.5 - Aérosols de béton**

Supprimer la production d'aérosols de béton en utilisant les techniques de construction les moins polluantes telles que parois moulées, coffrage, etc. ou réduire l'exposition, par exemple par l'usage d'un bras support de lance de projection commandé à distance.

##### 2.1.5.1 - Organisation du poste

Limiter le nombre de personnes exposées, en évitant d'avoir d'autres postes de travail dans la zone de projection. Délimiter et baliser une zone à l'intérieur de laquelle les mesures spécifiques prévues au § 2.1.4.3 doivent être appliquées. Interdire l'accès de cette zone à tout personnel non autorisé. Les limites de cette zone sont établies en fonction de la configuration du chantier, des installations de ventilation localisées et générales, des résultats de mesures de la pollution atmosphérique tels que prévus au § 3.1.

##### 2.1.5.2 - Emploi des adjuvants

- s'assurer de l'absence de pression avant toute intervention sur les circuits,
- supprimer ou réduire le risque dû aux produits corrosifs ou irritants en choisissant des produits dont le pH soit sensiblement neutre,

##### 2.1.5.3 - Zone de projection de béton

- désigner nommément le personnel pour toute opération à effectuer sur cette zone (projection, aide à la projection, approvisionnement et entretien du matériel, etc.),
- le former et l'informer des risques liés aux opérations à réaliser et aux produits à mettre en oeuvre et des mesures à prendre pour les premiers secours,
- le munir de la protection individuelle adéquate conformément au § 2.1.5.4,

- à proximité de la zone, organiser les secours de première urgence :
  - a) permettre un lavage immédiat en disposant d'une douche de sécurité facilement et rapidement repérable et ne nécessitant aucun branchement ou débranchement pour son utilisation,
  - b) afficher la conduite à tenir en cas d'accident, en particulier en cas de projection de produit sur le corps ou dans les yeux, en fonction de la nature des produits mis en oeuvre.

#### 2.1.5.4 - Protections individuelles

Munir les salariés de :

- combinaison étanche, en matériau résistant au produit utilisé et comportant des serrages aux poignets et chevilles,
- gants à manchette,
- bottes de sécurité (le bas de la combinaison doit recouvrir la partie verticale de la botte),

et

a) lors d'interventions sur les installations de transport d'adjuvants :

- de casque avec écran facial

b) lors de la projection de béton :

- de cagoule à adduction d'air ou casque à ventilation assistée qui doit assurer la protection mécanique et une visibilité permanente, par exemple écran facial à film pelable.

#### 2.1.6 - Aérosols d'huile

- Utiliser une huile sans plomb.
- Utiliser un dispositif de déshuilage.

#### 2.1.7 - Bouchons de tir

Pour faciliter l'extraction du bouchon, s'inspirer des principes de ventilation énoncés par la recommandation R 352 de la Cnam.

#### 2.1.8 - Présence possible de gaz : méthane, hydrogène sulfuré, gaz carbonique...

(cf. Commentaires 1.1.6)

- Procéder à des contrôles du terrain, de la nappe phréatique et de l'atmosphère.
- Mettre en oeuvre une procédure d'intervention (consignation, assainissement, équipements de protection individuelle).

#### 2.1.9 - Information et formation :

Informar les salariés sur :

- les risques liés aux gaz, poussières, etc. auxquels ils sont exposés,
- la façon de les repérer,
- les dispositions prises pour les éviter (mesures de prévention collective et de protection individuelle) et la façon de les mettre en oeuvre efficacement.

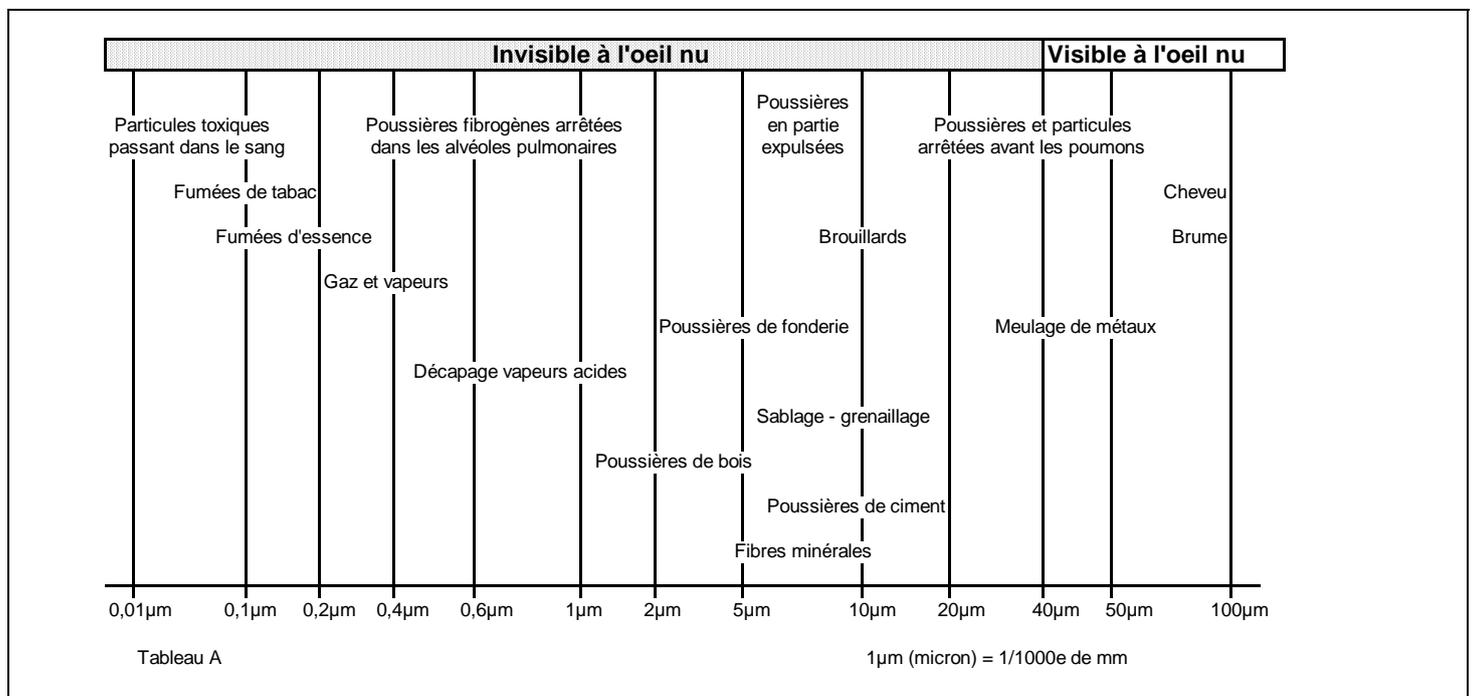
##### Commentaires 2.1.9

*Lors de l'information et la formation des salariés sur le risque respiratoire lié à la pollution de l'air, il sera utile de développer notamment les points suivants :*

- *bon nombre de polluants atmosphériques sont invisibles. Une bonne connaissance des contaminants, liés à l'activité réalisée, permet d'assurer une meilleure protection.*
- *les poussières se forment lorsque des matériaux solides sont broyés. Plus la poussière est fine, plus elle reste en suspension dans l'air, augmentant ainsi les risques d'inhalation.*

- les fumées se dégagent de corps en combustion ou portés à haute température. Ceci crée de fines particules dans l'atmosphère (ex : fumées de soudure, fumées des échappements d'engins, etc.).
- les gaz généralement invisibles et souvent sans odeur se déplacent vite et loin de leur source d'émission,
- les aérosols (très fines particules solides ou liquides en suspension dans l'air) et les brouillards, sont causés par des opérations telles que pulvérisation, projection, etc.
- la détection olfactive des substances chimiques doit faire l'objet d'une information particulière : en effet, selon les substances toxiques, la détection olfactive **est ou n'est pas** un élément de sécurité vis à vis d'une situation à risque.  
Ainsi, dans le cas de l'oxyde de carbone, inodore, des concentrations mortelles peuvent être atteintes sans aucune alerte olfactive.  
A l'opposé, pour le dioxyde d'azote, le seuil de détection olfactive est très bas (0,19 ppm), inférieur à la valeur limite d'exposition (VLE = 3 ppm) et les salariés le "sentent" donc à une très faible concentration.
- l'hypoxie se produit dans les zones confinées, lorsque la teneur en oxygène est trop basse. L'INRS indique, dans le guide de ventilation n° 8, que si la teneur en oxygène est inférieure à 20,5 %, la pénétration dans l'espace confiné ne devra s'effectuer qu'avec un équipement de protection respiratoire isolant.

### Principaux polluants pouvant pénétrer par la voie respiratoire



(Extrait du guide pratique "Risque chimique dans le BTP" de l'Organisme Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics)

## 2.2 - Bruit

### 2.2.1 - Détermination des niveaux d'exposition :

Evaluer et si besoin mesurer, selon le § 3.2, le niveau d'exposition des salariés au bruit afin d'identifier les postes à risques et de faire surveiller médicalement les salariés exposés ;

Signaler les lieux et postes de travail où l'exposition quotidienne est susceptible de dépasser 90 dB(A) ou 140 dB de pression acoustique de crête.

### 2.2.2 - Prévention technique collective :

- Utiliser des machines (engins de chantiers, marteaux-piqueurs, groupes électrogènes, etc.) équipées de dispositifs d'insonorisation (capotages, silencieux d'échappement etc.),
- assurer un bon entretien des machines et des installations (supprimer les fuites d'air, etc.),
- utiliser des engins équipés de cabines insonorisées, climatisées et pressurisées,
- organiser les travaux de façon à limiter le nombre de personnes exposées,
- placer les installations fixes (ventilateurs, compresseurs, pompes, etc.) suffisamment loin des postes de travail, si possible à l'extérieur,
- éloigner les cantonnements.

### 2.2.3 - Protection individuelle

Si les mesures de prévention technique collective ne permettent pas d'obtenir des résultats suffisants, mettre à disposition des protecteurs individuels.

La protection individuelle contre le bruit peut être assurée par des coquilles associées aux casques et/ou des bouchons d'oreilles.

Choisir les protections les mieux adaptées à la situation, en prenant l'avis des utilisateurs et du médecin du travail.

### 2.2.4 - Information et formation :

Dispenser aux salariés dont l'exposition sonore quotidienne dépasse 85 dB(A) une formation portant sur :

- les effets physiologiques du bruit,
- les moyens de prévention collective et de protection individuelle mis en oeuvre,
- le port et les modalités d'utilisation des protecteurs individuels,
- le rôle de la surveillance médicale et audiométrique.

Cette formation doit être assurée par l'employeur, avec le concours du médecin du travail.

## 2.3 - Eclairage

Facteur de sécurité et de qualité du travail, l'éclairage doit :

- assurer un niveau d'éclairement correspondant à la situation ou à la nature de la tâche et de l'activité,
- éviter les éblouissements et les contrastes trop élevés. A niveau d'éclairement égal, utiliser plusieurs projecteurs bien répartis et bien orientés, plutôt qu'une source lumineuse unique.
- être régulièrement vérifié, adapté et entretenu.

### Commentaires 2.3

*- En ce qui concerne les niveaux d'éclairement, ces travaux sont assimilables aux travaux en "excavations" ou en "fouilles" pour lesquels la valeur minimale de 40 lux peut être admise.*

*Il va de soi que des valeurs supérieures sont nécessaires dans certaines zones ou aux postes de travail pour adapter l'éclairage à la nature et à la précision des travaux à exécuter.*

*On distingue les zones d'ambiance et de circulation des postes de travail. Les valeurs d'éclairement respectives suivantes sont recommandées :*

- . zone d'ambiance et de circulation : entre 40 et 60 lux,
- . poste de travail : 100 lux.

*- Les installations d'éclairage des chantiers sont toujours classés dans la catégorie AG3 (chocs mécaniques importants) selon la nomenclature de la norme NF C 15100*

## 2.4 - Appareils de protection individuelle

S'assurer que le stock de matériel consommable est toujours suffisant.

Veiller à ce que les appareils soient nettoyés et entretenus aussi souvent que nécessaire pour maintenir leur bon état de fonctionnement.

## 3 - CONTROLE

### 3.1 - Pollution (gaz et poussières)

#### 3.1.1 - Contrôle de pollution de l'air :

3.1.1.1 - Etalonner les appareils de mesure.

3.1.1.2 - Effectuer périodiquement des analyses pour déterminer les concentrations en gaz d'échappement en différents points, en particulier aux postes de travail (les suies et/ou l'oxyde de carbone et le peroxyde d'azote).

3.1.1.3 - Procéder à des prélèvements et analyse pour déterminer la concentration des poussières dans l'air et le pourcentage en silice en différents points, en particulier aux postes de travail. Effectuer ces prélèvements au moins au début du chantier et chaque fois qu'il y a changement de nature du terrain (par exemple par injection pour consolidation de produits siliceux), de procédé de creusement, etc.

- Veiller à ce que les prélèvements et analyses soient réalisés conformément aux méthodes reconnues dans ce domaine :

- . mesurage de la poussière inhalable,
- . mesurage de la poussière alvéolaire,
- . dosage des différentes variétés de silice cristallisée par diffraction aux rayons X sur la fraction des poussières alvéolaires,

- Privilégier les prélèvements individuels.

#### Commentaires 3.1.1.3

*La valeur limite d'un polluant représente la concentration dans l'air que peut respirer pendant un temps déterminé une personne, sans risque d'altération de sa santé, même si des modifications physiologiques réversibles sont parfois tolérées.*

*Ces valeurs limites visent à protéger de certains effets dangereux (irritants, toxiques...) à court terme et à long terme.*

*En revanche, ces valeurs limites ne peuvent que très partiellement prendre en compte les effets cancérogènes et/ou les effets allergisants.*

*De plus, elles ne prennent pas en compte :*

- les autres voies de pénétration (voie digestive, voie cutanée)
  - la potentialisation ou la synergie des effets toxiques, si plusieurs substances sont présentes simultanément.
  - l'intensité de l'effort physique qui peut augmenter dans des proportions très importantes la ventilation pulmonaire.
- Pour ces différentes raisons, les valeurs limites doivent être considérées comme des objectifs minimaux et les **niveaux d'action** retenus pour initier une démarche corrective sont plus bas :*

- des mesurages > à 30% de la VME nécessitent une analyse détaillée de la situation afin de définir les mesures préventives à prendre.

#### 3.1.2 - Installations de ventilation

3.1.2.1 - Faire figurer aux **Plans Particuliers de Sécurité et de Protection de la Santé** l'installation de ventilation en fonction des différentes phases de réalisation du chantier en particulier :

- l'étude,
- les schémas des différentes phases,

- les caractéristiques des divers ouvrages et composants de l'installation (avec calculs justificatifs),
- les valeurs de références prévues pour le contrôle de l'installation (débits, etc.),
- si nécessaire, les mesures prises pour éliminer la gêne du voisinage.

3.1.2.2 - Vérifier régulièrement le fonctionnement de l'installation (conformité aux valeurs de référence)

### 3.2 - Bruit

Recenser les salariés pour lesquels l'exposition sonore quotidienne atteint ou dépasse 85 dB(A).

Effectuer les mesures conformément à la norme NF S 31084.

### 3.3 - Eclairage

Effectuer les mesures d'éclairage horizontalement à 0,85 m du sol, conformément à l'arrêté du 23 octobre 1984 relatif aux relevés photométriques sur les lieux de travail.

### 3.4 - Registres

- Inscrire au registre d'hygiène et de sécurité que les contrôles ci-dessus mentionnés ont été effectués pour les phases significatives du chantier, et que les résultats sont conservés au siège de ou des entreprises concernées. Les tenir à disposition des agents d'organismes de prévention,
- transmettre les informations au coordonnateur qui les référence dans le registre-journal de la coordination.

#### Commentaires 3.4

*A titre indicatif, on trouvera ci-après (en annexe 3) les renseignements qu'il est souhaitable de faire figurer au registre :*

#### **a) Mesures de ventilation :**

- schéma côté montrant la configuration du chantier lors du mesurage avec position de points de soufflage et d'extraction, diamètres des canalisations de soufflage et d'extraction, débits prévus par point de soufflage, débits prévus par point d'extraction, position et caractéristiques des sources de pollution en précisant notamment la puissance des engins utilisés.
- débits mesurés aux points de soufflage ainsi qu'aux points d'extraction (par exemple, par exploration du champ de vitesse aux bouches).

#### **b) Pollution atmosphérique :**

- gaz d'échappement :  
*Schéma indiquant les sources de pollution, les postes de travail et les points de mesure et tableau de concentrations mesurées en particules de carbone, CO, CO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> avec comparaison aux valeurs limites indicatives."*
- Poussières et aérosols de béton :  
*Schéma indiquant les sources de pollution, les postes de travail et les points de mesure et tableau de concentrations mesurées en poussières inhalées, alvéolaires, % en silice et comparaison aux valeurs limites réglementaires et indicatives.*
- *Eventuellement autres contrôles pour des problèmes spécifiques du chantier (bouchons de tir, aérosols d'huiles, gaz de décomposition).*

#### **c) Mesures de bruit**

- indication des principales sources de bruit en service avec si possible leurs caractéristiques,
- tableau des valeurs de niveaux de bruit relevées (avec indication sur un schéma des points de mesure)

#### **d) Mesures d'éclairage :**

- indication des sources d'éclairage existant lors du mesurage avec si possible leurs caractéristiques,
- tableau des valeurs d'éclairage relevées (avec indication sur un schéma des points de mesure).

Type de PLV *	Référence du PLV	Poste de travail	Durée en min	Particules diesel, carbone élémentaire en µg/m <sup>3</sup> (val lim all 300µg/m <sup>3</sup> )	Particules diesel, carbone organique en µg/m <sup>3</sup>	Particules diesel, carbone total en µg/m <sup>3</sup> (val lim twa 150 µg/m <sup>3</sup> )	Oxyde de carbone en ppm	Température en °c	Ventilation générale (naturelle, mécanique avec extractions et/ou introduction d'air)			
<b>Exposition aux gaz d'échappement dans un parking</b>												
AMB	1	Garage : entre deux sas de déchargement	137	89	88	176	de 0 à 2	29	Ext.			
AMB	4	Garage : entre deux sas de déchargement	135	107	69	176		29				
AMB	5	Garage : à l'intérieur du sas poids lourd	130	75	125	200		29				
AMB	6	Cafétaria/garage : à proximité du distributeur de boissons	129	38	81	119		29				
AMB	7	Garage : sous le climatiseur	140	33	37	70		29				
<b>Exposition aux gaz d'échappement dans des chantiers de travaux souterrains</b>												
AMB	5	Niveau (- 5) : sur le marche pied d'un engin à l'arrêt	256	259	242	501	de 0 à 20	10	Ext.			
AMB	8	Niveau (- 5) : à hauteur des voies respiratoires à proximité des remblais	253	140	147	287		10				
AMB	9	Niveau (- 4) : sur la rampe d'escalier (2), au-dessus de la zone de terrassement de l'engin	246	205	187	392		10				
AMB	1	Tunnel grande section : à l'intérieur de la cabine ouverte de la pelle mécanique ; 2 engins en fonction	150	393	355	748	de 0 à 20	38	Ext. + Intr.			
AMB	3	Tunnel grande section : à l'intérieur de la cabine ouverte du chargeur ; 2 engins en fonction	143	263	195	458		38				
AMB	4	Tunnel grande section : à 40m des 2 engins en fonction	131	415	313	728		38				
AMB	13	Tunnel petite section : à l'intérieur de la cabine ouverte de la pelle mécanique ; 2 engins en fonction	176	893	388	1281		38				
AMB	14	Tunnel petite section : à l'intérieur de la cabine ouverte du chargeur ; 2 engins en fonction	176	705	260	965		38				
IND	1	Chargeur Komastu 53	165	136	293	429	#	#	Nat			
IND	2	Chargeur bobcat	285	143	139	282						
AMB	3	Milieu parking	265	94	105	199						
AMB	4	Près tranchée	260	112	143	255						
IND	5	Chargeur Komastu 53	227	132	287	419						
IND	6	Chargeur Komastu 53	150	133	155	288						
IND	7	Chargeur bobcat	225	138	123	261						
AMB	8	Milieu chantier	390	132	148	280						
AMB	9	Feuillage tranchée	390	83	86	169						
IND	10	Chargeur Komastu 53	200	57	70	127						
AMB	11	ambiance	190	55	50	105						
AMB	12	Ambiance	190	63	84	147						
IND	1	Pelle poclairn outil BRH	370	139,6	99,4	239				#	#	#

Type de PLV *	Référence du PLV	Poste de travail	Durée en min	Particules diesel, carbone élémentaire en µg/m <sup>3</sup> (val lim all 300µg/m <sup>3</sup> )	Particules diesel, carbone organique en µg/m <sup>3</sup>	Particules diesel, carbone total en µg/m <sup>3</sup> (val lim twa 150 µg/m <sup>3</sup> )	Oxyde de carbone en ppm	Température en °c	Ventilation générale (naturelle, mécanique avec extracation et/ou introduction d'air)
IND	2	Pelle normet DO6	350	96,7	147	243,8			
IND	3	Chargeur bobcat 943 chargeur	261	128,9	89,3	218,2			
IND	4	Pelle normet DO7 engin à déblai	270	34,2	48,1	82,3			
IND	5	Chargeur bobcat 943 (tunnel central)	227	87,5	113	200,5			
IND	6	Chargeur SKL 851	361	87,6	108	195,1			
IND	7	Pelle normet DO7	340	104,2	118	222,1			
IND	8	Pelle normet DO6	300	96,8	140	236,9			
IND	9	Pelle CASE POCLAIN	145	91,9	139	230,6			
IND	10	Ambiance	158	382,8	208	590,7			
IND	11	Pelle normet DO7	313	68,5	89,6	158,2			
IND	12	Chargeur bobcat 943 (tunnel central)	300	98,4	106	204,7			
IND	13	Chargeur caterpillar 910	264	105,5	167	272,7			
IND	14	Chargeur bobcat 943	279	102,5	68,3	170,2			
AMB	15	Passage piétonnier	251	381,4	171	552,6			
IND	16	Chargeur SKL 851 (tunnel sud)	208	235,,1	205	439,6			
IND	17	Passage piétonnier	203	402,3	255	657,4			
IND	18	Pelle normet DO8 (tunnel sud)	195	382,9	324	707			
IND	19	Chargeur bobcat 943	181	507,8	362	869,5			

\* AMB : prélèvement d'ambiance

IND : prélèvement individuel

## TABLEAU DES NUISANCES CHIMIQUES DANS LES TRAVAUX SOUTERRAINS ET VALEURS LIMITES D'EXPOSITION

Polluants	Atteinte à la santé	Inscription au tableau Maladie Professionnelle N°	Valeur limite d'exposition	
			VME	VLE
<b>ECHAPPEMENT DIESEL</b> <b>Gaz :</b> - CO - NO - NO <sub>2</sub> - SO <sub>2</sub> - CO <sub>2</sub> - Hydrocarbures imbrûlés : dont benzo-a pyrène - Aldéhydes dont formaldéhyde acroleïne furfuraldéhyde  <b>Particules :</b> - Suies	Intoxication aiguë et chronique Intoxication aiguë et chronique Intoxication aiguë et chronique Intoxication aiguë et chronique (2)  Cancérogène Irritant Irritant Irritant  Cancérogène (pulmonaire)	MP n° 64 pour le syndrome aigu           (5)	50 ppm (1) 25 ppm (1) - 2 5000 ppm (3)  150 nanog/m <sup>3</sup> (4) 0,5 ppm - -	- - 3 ppm 5 ppm 9000 ppm (2)      1 ppm 0,1 ppm 2 ppm
<b>POUSSIÈRES</b> <b>Inertes :</b> - Inhalables - Alvéolaires  <b>Silicogène alvéolaire</b>	Surcharge pulmonaire Surcharge pulmonaire  Silicose	- -  MP n° 25	0,1 mg/m <sup>3</sup> pour le quartz 0,05 mg/m <sup>3</sup> pour la cristobalite (7)	
<b>AEROSOLS BETON</b> - Poussières alvéolaires silicogènes - Aérosol basique - Chromate alcalin	Silicose Risque corrosif Altération nasale, rhinite, asthme...	MP n° 25 - MP n° 10 (5)	0,05 mg/m <sup>3</sup> en chr	0,1 → 5 mg/m <sup>3</sup> (1)
<b>GAZ DE FERMENTATION</b> - H <sub>2</sub> S - CH <sub>4</sub> - CO <sub>2</sub>	Intoxication aiguë (2) (2)	- - -	5 ppm (8) - 5000 ppm	10 ppm - 9000 ppm

(1) - La fiche de sécurité de l'OPPBTP D4F0183 (ND 401) établie avec l'Association Française des Travaux Souterrains recommande : CO = 20 ppm et NOx (NO + NO<sub>2</sub>) = 10 ppm en cas d'association avec d'autres gaz.

(2) - Faible toxicité, dangereux à haute concentration par réduction de l'oxygène.

(3) - Directive européenne 91/332/CEE.

(4) - Valeur recommandée par la CNAMTS.

(5) - La loi n° 93-121 du 27 Janvier 1993 a institué un système complémentaire de reconnaissance de MP qui permet la reconnaissance, dans certains cas, de maladies non citées dans les tableaux

(6) - Indicateur d'exposition pour le risque « Emission Diesel » : carbone élémentaire dans la fraction alvéolaire de l'aérosol diesel. En Allemagne dans les mines et travaux souterrains, la valeur moyenne limite d'exposition est de 0,3 mg/m<sup>3</sup> en carbone élémentaire.

(7) - La valeur limite varie selon la teneur en silice et est donnée par la formule  $\frac{C_{ns}}{V_{ns}} + \frac{C_q}{0,1} + \frac{C_c}{0,05} + \frac{C_t}{0,05} \leq 1$  mg/m<sup>3</sup> (cf. Commentaires 1.1.2).

(8) - L'objectif à terme est de 2 ppm.

**Pas de seuil de danger détectable par l'odorat : certains gaz toxiques (CO, NO, ...) sont inodores et H<sub>2</sub>S (gaz de fermentation très toxique) anesthésie l'odorat**

**POINTS A INTEGRER AU REGISTRE D'HYGIENE ET DE SECURITE ET A REFERENCER  
PAR LE COORDONNATEUR DANS LE REGISTRE-JOURNAL DE LA COORDINATION**

**Chantier :**

**Phase en cours :**

## 1 - POLLUTION ATMOSPHERIQUE

**1.1 - Gaz d'échappement (CO/CO<sub>2</sub>/NOX/SO<sub>2</sub>/Particules) :**

**1.1.1 - Eviter les risques**

Interdire les moteurs à essence, limiter la présence de moteurs thermiques en souterrain.

Lister les engins fixes ou semi mobiles	Type moteur (électrique/diesel/ essence)	Situation de l'engin (à l'extérieur/à l'intérieur)

**Commentaires :**

**Mesures à prendre :**

Lister les engins d'extraction et de marinage	Type moteur (électrique/diesel/ essence)	Situation de l'engin (à l'extérieur/à l'intérieur)

**Commentaires :**

**Mesures à prendre :**

### 1.1.2 - Evaluer et combattre à la source (engins à moteurs Diesel)

Mettre en oeuvre des dispositions de nature à réduire la pollution.

Engin	kW/C.V.	Injection (directe/ indirecte)	Entretien réglage	Pot catalytique (oui/non)	Filtre à suies (oui/non)	Fuel (% S)	Captage (oui/non)

**Commentaires :**

**Mesures à prendre :**

### 1.2 - Poussières :

Mettre en oeuvre des dispositions de nature à réduire la pollution et l'exposition des salariés.

Points d'émission	Voie humide	Captage	Aspiration	Protections respiratoires (type/classe)	Suivi médical spécial

**Commentaires :**

**Mesures à prendre :**

### 1.3 - Aérosols de béton

Mesures de prévention	Commentaire
Organisation du chantier : - bras support de lance, - délimitation et balisage de la zone de projection, - coactivité	
- pH de l'adjuvant	
- Organisation des secours de première urgence	
- Protections individuelles	

**Mesures à prendre :**

### 1.4 - Autres polluants éventuels (bouchons de tir, aérosols d'huile, gaz de décomposition)

**Mesures à prendre :**

## 1.5 - Ventilation générale

Fournir un schéma et une note de calcul indiquant les débits à mettre en oeuvre.

*Mesures à prendre :*

## 1.6 - Information et formation

*Mesures à prendre :*

## 1.7 - Contrôles

### 1.7.1 - Ventilation

**1.7.1.1** - Faire figurer aux Plans Particuliers de Sécurité et de Protection de la Santé, l'installation de ventilation en fonction des différentes phases de réalisation du chantier en particulier :

- l'étude,
- les schémas des différentes phases,
- les caractéristiques des divers ouvrages et composants de l'installation (avec calculs justificatifs),
- les valeurs de référence prévues pour le contrôle de l'installation (débits, etc.),
- si nécessaire, les mesures prises pour éliminer la gêne du voisinage.

**1.7.1.2** - Vérifier régulièrement le fonctionnement de l'installation (conformité aux valeurs de référence) :

- a) Contrôle visuel (installation, prise d'air neuf, points de sortie, état des gaines, orientation des bouches d'extraction ou de soufflage, sens de rotation des ventilateurs).
- b) Contrôle au fumigène (périodicité, zones de "bouchon", zones de turbulence).
- c) Vérifier régulièrement la conformité aux valeurs de référence.

Poste de d'extraction ou de soufflage	Débit de référence	Date	Débit mesuré

**Commentaires :**

**Mesures à prendre :**

### 1.7.2 - Gaz d'échappement

Point de mesure	Date	CE ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )*	CO (ppm) VME = 50 ppm**	CO <sub>2</sub> (ppm) VME = 5000 ppm	NO (ppm) VME = 25 ppm**	NO <sub>2</sub> (ppm) VLE = 3 ppm	SO <sub>2</sub> (ppm) VME = 2 ppm VLE = 5 ppm

\* En Allemagne, dans les travaux souterrains, la V.M.E. en C.E. (carbone élémentaire) est de 300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  d'air

\*\* Recommandation OPPBTP en travaux souterrains : VME CO = 20 ppm - VME NO = 10 ppm

**Commentaires :**

**Mesures à prendre :**

### 1.7.3 - Poussières et aérosols de béton

Poste de travail	Inertes inhalables VME = 10 $\text{mg}/\text{m}^3$	Inertes alvéolaires VME = 5 $\text{mg}/\text{m}^3$	Silicogènes alvéolaires VME* ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

\* VME à déterminer au cas par cas en fonction de la teneur en silice cristalline.

**Commentaires :**

**Mesures à prendre :**

## 2 - BRUIT

### 2.1 - Lister les engins bruyants et mettre en oeuvre des mesures de réduction de l'exposition au bruit

*Exposition sonore quotidienne*  $\geq 85$  dB (A) : premier seuil.  
 $\geq 90$  dB (A) : deuxième seuil.

Engins bruyants	Insonorisation	Entretien	Implantation	Niveau de bruit dB (A)

**Commentaires :**

**Mesures à prendre :**

### 2.2 - Autres mesures à mettre en oeuvre

Autres mesures	Commentaires
Eloignement des cantonnements	
Signalisation des zones bruyantes	
Liste des personnes exposées/ Surveillance médicale	
Protections individuelles	
Information et formation	

**Commentaires :**

**Mesures à prendre :**

### 3 - ECLAIRAGE

Evaluer les niveaux et conditions d'éclairage aux postes de travail

Postes de travail	Niveau recommandé 100 Lux	Eblouissement, contraste	Entretien

Zone d'ambiance et de circulation	Niveau recommandé 40 à 60 Lux	Eblouissement, contraste	Entretien

**Commentaires :**

**Mesures à prendre :**

### 4 - CONCLUSION

Date

Nom

Signature

# La Cramif et la gestion des risques professionnels des entreprises

## Direction Régionale des Risques Professionnels

**Prévention** : conseille les entreprises pour les aider à préserver la santé des salariés et à assurer leur sécurité.

En fonction du lieu d'implantation de votre établissement ou de votre chantier, prenez contact avec l'Antenne de votre département.

### 75 - PARIS

☎ 01 40 05 38 16 - Fax 01 40 05 38 13  
✉ [prevention75.cramif@assurance-maladie.fr](mailto:prevention75.cramif@assurance-maladie.fr)

### 77 - SEINE-ET-MARNE

☎ 01 64 87 02 60 - Fax 01 64 37 12 34  
✉ [prevention77.cramif@assurance-maladie.fr](mailto:prevention77.cramif@assurance-maladie.fr)

### 78 - YVELINES

☎ 01 44 65 79 40 - Fax 01 44 65 79 56  
✉ [prevention78.cramif@assurance-maladie.fr](mailto:prevention78.cramif@assurance-maladie.fr)

### 91 - ESSONNE

☎ 01 60 77 60 00 - Fax 01 60 77 10 05  
✉ [prevention91.cramif@assurance-maladie.fr](mailto:prevention91.cramif@assurance-maladie.fr)

### 92 - HAUTS-DE-SEINE

☎ 01 47 21 76 63 - Fax 01 46 95 01 94  
✉ [prevention92.cramif@assurance-maladie.fr](mailto:prevention92.cramif@assurance-maladie.fr)

### 93 - SEINE-SAINT-DENIS

☎ 01 44 65 54 50 - Fax 01 44 65 77 63  
✉ [prevention93.cramif@assurance-maladie.fr](mailto:prevention93.cramif@assurance-maladie.fr)

### 94 - VAL-DE-MARNE

☎ 01 44 65 75 55 - Fax 01 44 65 78 59  
✉ [prevention94.cramif@assurance-maladie.fr](mailto:prevention94.cramif@assurance-maladie.fr)

### 95 - VAL-D'OISE

☎ 01 30 30 32 45 - Fax 01 34 24 13 15  
✉ [prevention95.cramif@assurance-maladie.fr](mailto:prevention95.cramif@assurance-maladie.fr)

**Service formation** : ☎ 01 40 05 29 54 / ✉ [prevformation.cramif@assurance-maladie.fr](mailto:prevformation.cramif@assurance-maladie.fr)

**Médiathèque** : ☎ 01 40 05 38 19 / ✉ [prevmediatheque.cramif@assurance-maladie.fr](mailto:prevmediatheque.cramif@assurance-maladie.fr)

**Tarification** : calcule et notifie le taux de cotisation des accidents du travail et des maladies professionnelles des entreprises.

☎ 01 44 65 74 54 / ✉ [tarification.atmp.cramif@assurance-maladie.fr](mailto:tarification.atmp.cramif@assurance-maladie.fr)

**Reconnaissance** : contribue à la reconnaissance des victimes de pathologies professionnelles.

☎ 01 40 05 47 76 / ✉ [reconnaissance.cramif@assurance-maladie.fr](mailto:reconnaissance.cramif@assurance-maladie.fr)