



**l'Assurance
Maladie**

RISQUES PROFESSIONNELS

Caisse régionale
Île-de-France

Recommandation régionale







Travaux souterrains
autres que galeries linéaires

DTE n°282

Recommandation régionale adoptée le 13 janvier 2020 par le Comité Technique Régional n° 2 de la caisse régionale d'assurance maladie d'Ile-de-France en charge des industries du bâtiment et des travaux publics ainsi que des industries du bois, de l'ameublement, du papier-carton, du textile, du vêtement, des cuirs et peaux, des pierres et terres à feu.

L'entrée en application de cette recommandation doit nécessairement s'accompagner d'un déploiement auprès des entreprises et d'une sensibilisation des donneurs d'ordres pour son appropriation, avec le concours des Caisses.

Sommaire

Préambule	4
1. Champ d'application	4
2. Objet de la recommandation	5
3. Implication des donneurs d'ordres	5
4. Mesures de prévention :	
 Qualité de l'air en souterrain	6
 Éclairage de chantier en souterrain	14
 Prévention du risque d'incendie ou d'explosion en souterrain	16
 Cheminements et circulations en souterrain	19
 Bruit	21
 Cantonnements de chantier	23
Annexes	24-26

Préambule

L'urbanisation croissante et la pénurie foncière dans les grandes agglomérations, la densification des constructions et les besoins en infrastructures conduisent les pouvoirs publics et les maîtres d'ouvrage privés à réaliser des projets d'aménagement et de développement en exploitant l'espace souterrain.

Outre les tunnels routiers ou ferroviaires, les galeries souterraines et les réseaux enterrés de fluide ou d'énergie, l'implantation et l'exploitation en sous-sol concernent également des ouvrages connexes et des espaces aménagés, comme par exemple, des parkings, des gares de voyageurs, des locaux d'entreposage et des sites industriels spécifiques ou sensibles (production, recherche, défense, etc.).

Ainsi, nombre de chantiers de BTP relatifs à des ouvrages autres que des galeries linéaires, sont et seront conduits en souterrain.

1. Champ d'application

Le présent texte est applicable à tous les chefs d'entreprise des industries du Bâtiment et des Travaux Publics dont le personnel relève en totalité ou en partie du régime général de la Sécurité Sociale et intervient, même à titre occasionnel, dans des travaux souterrains autres que ceux relatifs aux galeries linéaires.

Dans ce texte, on appelle « travaux souterrains autres que galeries linéaires », les travaux de construction, d'aménagement ou de réhabilitation, exécutés en dessous de la surface du sol, dans des excavations fermées ou partiellement fermées dont la configuration complexe et évolutive ne peut être assimilée à une galerie linéaire. C'est le cas, par exemple, des chantiers de parking en sous-sol sous édifice existant ou de gare souterraine.

Le champ d'application de la recommandation s'étend entre autres aux opérations ayant recours à l'un des procédés de construction suivants :

- travaux en taupe autres que galeries linéaires,
- reprises en sous-œuvre,
- travaux « top and down ».

Certains ouvrages en souterrain (excavation, fosse, tranchée ouverte, puit, etc.), majoritairement de grandes dimensions, fortement encaissés et présentant des ouvertures en surface, peuvent être assujettis, de par leurs caractéristiques, à des insuffisances de ventilation naturelle, d'accessibilité et d'éclairage. L'analyse des risques étayée nécessairement par une étude aéraulique définira le caractère « souterrain » éventuel de l'ouvrage. Si tel est le cas, tous les travaux à effectuer entreront dans le champ d'application de la recommandation.

Les dispositions techniques et organisationnelles relatives à la stabilité des fouilles, à la tenue des structures en construction ou existantes et à la prévention des risques hydrogéologiques, dictées par les règles de l'art et indispensables pour toute intervention en souterrain en sécurité, ne sont pas intégrées dans cette recommandation.

Enfin, le texte ne traite pas des problématiques induites par l'emploi d'explosifs et des mesures de prévention associées.

2. Objet de la recommandation

Les travaux souterrains sont des opérations menées dans des espaces clos ou partiellement clos, voire confinés. Les conditions de travail peuvent s'y avérer difficiles. Ils sont susceptibles de générer des situations dangereuses, impactées de plus par des facteurs aggravants et d'induire des risques qu'il convient de prévenir comme notamment :

- l'intoxication, l'asphyxie ou l'anoxie due à :
 - une ventilation naturelle insuffisante ou inexistante,
 - une accumulation des polluants dans les espaces souterrains avec une augmentation de leur concentration au fur et à mesure de leur émission,
 - une dispersion des polluants dans l'ensemble du volume,
 - une difficulté d'évacuer ces polluants vers l'extérieur,
- les chutes liées aux difficultés d'accès et à l'absence de lumière naturelle,
- l'incendie ou l'explosion avec des problématiques d'évacuation et d'intervention des secours,
- les heurts avec des circulations résultant de :
 - l'exiguïté des espaces souterrains,
 - la co-activité des piétons avec les engins,
- les nuisances sonores amplifiées par le confinement et la réverbération sur les parois.

Cette recommandation a pour objet de prévenir les risques auxquels peuvent être exposés les salariés lors de travaux souterrains autres que galeries linéaires.

La Caisse Régionale d'Assurance Maladie d'Île-de-France préconise, à travers ce texte, des mesures de prévention concernant :

- la qualité de l'air en souterrain,
- l'éclairage de chantier,
- le risque d'incendie ou d'explosion,
- les cheminements et les circulations en souterrain,
- le bruit,
- les cantonnements de chantier.

3. Implication des donneurs d'ordres

La prévention des risques professionnels doit être prise en compte le plus en amont possible et dès la phase de conception d'un projet de construction. Cela s'avère d'autant plus nécessaire qu'il est compliqué d'apporter des actions correctives en cours de travaux dans les chantiers souterrains.

Le maître d'ouvrage assisté du coordonnateur en matière de sécurité et de protection de la santé (quand il est requis) et la maîtrise d'œuvre associée intégreront au mieux, dès la conception, les mesures de prévention de cette recommandation, dans leurs choix constructifs, dans les modes opératoires souhaités et dans les pièces contractuelles constitutives des marchés de travaux.

4. Mesures de prévention

Qualité de l'air en souterrain

1. Mesures générales de prévention

Principes

- Supprimer les sources de pollution, ou à défaut, privilégier les solutions techniques, les dispositions organisationnelles et les matériels les moins émissifs de substances polluantes.
- Assainir l'air afin de maintenir les concentrations de polluants aussi bas que possible et a minima en dessous des valeurs limites d'exposition professionnelles en vigueur (VLEP).
- Assurer le maintien de la concentration en oxygène nécessaire à la respiration humaine.

Évaluation des risques

- Identifier les substances polluantes probables et leurs sources d'émission potentielles :
 - pollution existante des lieux avant les travaux :
 - plomb, amiante, silice cristalline, etc.
 - hydrocarbures, HAP, métaux lourds, etc.
 - H₂S, autres gaz (fermentation, décomposition, etc.).
 - pollution induite par les procédés de construction envisagés :
 - engins et équipements à moteur thermique (particules diesel, CO, CO₂, NO_x, benzène, etc.),
 - méthodes et process (émission de poussières, démolition, soudure, etc.),
 - produits (solvants, gaz, etc.).



**Prendre en compte l'historique du site (activités industrielles, stockage, etc.).
Procéder, en cas de suspicion ou de doute, à des investigations complémentaires (sondages, prélèvements atmosphériques, analyses).**

- Évaluer les risques liés à l'exposition des salariés à ces substances identifiées.

Mesures générales

- Privilégier l'emploi d'engins et de matériels à moteur électrique en souterrain (alimentation par batterie, bande transporteuse, etc.).
- À défaut, en cas de recours à une motorisation thermique induite par une impossibilité technique de substitution :
 - réduire au maximum la présence d'engins et de matériels à moteur thermique dans les espaces souterrains,
 - privilégier les motorisations les moins polluantes,
 - limiter la puissance déployée au réel besoin des tâches,
 - équiper les moteurs Diesel de systèmes de filtre à particules (FAP)¹,
 - maintenir les FAP en parfait état de fonctionnement (contrôle, maintenance ou remplacement périodique, etc.),
 - utiliser des carburants à faible teneur en soufre (GNR).

(1) DTE 222 « Guide pour le choix et l'installation d'un filtre à particules sur les engins de chantier » CRAMIF (2011)



- Utiliser, lorsqu'ils existent, les outils et les matériels équipés d'un système de captage des polluants à la source (ex : foret de perçage aspirant, carter de meuleuse avec aspiration, etc.).
- Doter les engins¹ à conducteur porté, susceptibles d'évoluer dans un environnement significativement pollué ou émissifs de par leur utilisation (démolition, attaque frontale, projection de béton, etc.) de polluants comme notamment des poussières inhalables voire alvéolaires, de cabine²:
 - fermée,
 - sur-pressurisée,
 - munie d'un système d'introduction d'air avec une filtration haute efficacité adaptée à la nature des polluants³.
- Mettre en œuvre, le cas échéant, un ou des dispositifs d'abattage de poussières pour réduire leur dispersion comme notamment :
 - l'injection d'eau (forage, sciage, perçage, etc.),
 - la brumisation⁴ voire la nébulisation⁵ (déconstruction, démolition, rabotage, etc.),
 - l'arrosage avant et pendant le marouflage,
 - l'arrosage régulier des pistes de roulage des engins si elles sont non revêtues,
 - le balayage périodique avec aspiration des surfaces revêtues circulées (dalles, voies bétonnées ou dotées d'un tapis d'enrobés, etc.).
- Privilégier les procédés constructifs qui ne nécessitent pas de rabotage de surface (béton autolissant ou autoplaçant, etc.).
- Choisir⁶ les produits chimiques les moins dangereux :
 - après l'analyse de leur fiche de données de sécurité (FDS),
 - en intégrant le ou les procédés envisagés de mise en œuvre,
 - **en tenant compte d'une utilisation en souterrain.**

2 - Dispositif de ventilation mécanique générale

Le recours à un dispositif de ventilation mécanique générale en espace souterrain (aspiration et/ou soufflage) résulte d'une démarche préalable structurée : identification des polluants, analyse des risques, étude aéraulique, choix et dimensionnement des équipements. Nécessaire dans la plupart des travaux souterrains, **il ne se substitue pas aux mesures générales de prévention mentionnées précédemment mais les complète.**

Avant le chantier

- Réaliser une étude aéraulique relative aux espaces souterrains assujettis aux travaux envisagés, préalablement au dimensionnement du dispositif de ventilation mécanique générale.

(1) Certains engins compacts de catégorie A, comme référencés dans la Recommandation CACES R.482 « Engins de chantier », ne peuvent pas être techniquement équipés de cabine (chargeuse, moto-basculateur et compacteur < 6T). Dans ce cas, il convient d'opter pour un autre matériel ou procédé de construction après analyse des risques.

(2) Aide-mémoire technique ED 6228 « Assainissement de l'air des cabines d'engins mobiles » - INRS (2015).

(3) Filtre H13 et, à minima, H14 en présence de substances CMR comme par exemple la silice cristalline ou des fibres d'amiante.

(4) Gouttelettes < 50 µm.

(5) Gouttelettes < 2,5 µm.

(6) Ce choix se fait par un personnel formé, désigné et compétent.



- Mener ce travail avec un bureau d'ingénierie spécialisé ou un personnel compétent, désigné et exerçant régulièrement cette activité.
- S'assurer que cette étude¹ intègre les différentes phases des travaux et les modifications pouvant impacter l'aéroulque des zones d'intervention et de circulation.



Étudier et dimensionner un dispositif de ventilation mécanique générale sur la base de l'identification des substances polluantes probables, de l'évaluation des risques (cf. paragraphe 1 « Mesures générales de prévention ») et de l'étude aéroulque.

- Concevoir le dispositif de ventilation mécanique générale afin que toutes les zones de travail et de circulation soient balayées, en tout point, par un courant d'air neuf et continu dont la vitesse est supérieure ou égale à 0,3 m/s².
- Considérer le dispositif de ventilation mécanique comme une installation à part entière.
- L'intégrer dans le dimensionnement des gabarits d'excavation et de travail.
- Le doter, le cas échéant, de possibilités de déplacement, de prolongement, de raccordement et/ou de modification.
- Veiller à ce que les flux aéroulques ne génèrent pas de zone d'inconfort (vitesse excessive, effet venturi, émergence de flux au droit de postes de travail statiques, etc.).
- Éviter le recyclage d'air pollué dans les espaces souterrains.
- Ne pas implanter les points de rejet d'air vicié au droit de postes de travail.
- Implanter en extérieur et en surface, dans des zones saines, les prises d'air neuf de compensation de l'air extrait.
- Veiller à ce que ces prises d'air neuf soient distantes d'au moins 8 mètres de tout point de rejet afin d'éviter la reprise de l'air extrait.
- Alimenter les équipements de ventilation mécanique par un réseau électrique indépendant et secouru.
- Privilégier les conduites rigides et lisses³ lorsque c'est techniquement possible.

Voir Annexe 1 « Dispositif de ventilation mécanique générale en espace souterrain : éléments significatifs et constitutifs de l'étude relative à son dimensionnement ».



La mise en service anticipée ou l'emploi du réseau de ventilation mécanique générale définitif peut être une solution alternative dès lors que ses caractéristiques restent en adéquation avec l'opération projetée, répondent au dimensionnement calculé et intègrent les préconisations susvisées.

- (1) Il est à noter le côté parfois imprévisible de certaines situations et la difficulté voire l'impossibilité de tout prévoir avant le commencement des travaux.
- (2) En cas d'impossibilité technique démontrée pour atteindre à minima cette valeur dans une zone souterraine, il convient de mettre en œuvre des mesures spécifiques de prévention afin de prévenir toute exposition de salariés à des substances dangereuses ou le risque d'anoxie (ex : ventilation additionnelle, isolement et condamnation de zone, EPI, etc.).
- (3) L'installation, l'emploi et la maintenance de ce type d'équipement devront faire l'objet d'une analyse des risques préalable avant de valider l'option.



- Définir une stratégie de contrôle de l'efficacité du dispositif de ventilation mécanique générale avec le bureau d'étude aéraulique et/ou le personnel compétent, désigné et exerçant régulièrement cette activité, notamment :
 - les paramètres à surveiller et la fréquence (débit, vitesse de flux, recyclage indésirable, zone « morte », etc.),
 - les équipements de contrôle ou d'alarme et leur positionnement,
 - la formation du personnel en charge du contrôle et les compétences requises,
 - le reporting et la traçabilité.



Il conviendra de mesurer périodiquement la vitesse du courant d'air neuf aux endroits représentatifs des postes de travail et des voies de circulation en souterrain, au droit d'espaces particuliers (croisement, intersection, puit, etc.) et dans les zones nouvellement modifiées (changement significatif dans les dimensions ou dans l'aménagement).

Au démarrage des travaux

- Installer et mettre en service le dispositif de ventilation mécanique générale dès le commencement des travaux.
- Vérifier que ce dispositif correspond en tout point à celui défini dans l'étude préalable.

Pendant les travaux

- Mettre en œuvre la stratégie de contrôle de l'efficacité du dispositif de ventilation mécanique générale préalablement établie avant les travaux (cf. paragraphe « Avant le chantier »).
- Dès lors qu'une zone « morte » est détectée, la condamner afin qu'aucun salarié ne puisse y accéder et la supprimer avant toute intervention.
- Adapter le dispositif de ventilation mécanique générale à la progression des travaux et à l'évolution de la configuration des espaces souterrains.

3 - Dispositifs ponctuels de captage en souterrain

- Mettre en œuvre, **si nécessaire et de façon complémentaire**, un ou des dispositifs ponctuels de captage au plus près d'une source émissive identifiée :
 - de préférence, avec un rejet d'air à l'extérieur (local de charge des batteries, matériel fixe ou semi-mobile à moteur thermique, etc.),
 - ou à défaut, équipé d'un système de filtration et/ou d'épuration, régulièrement contrôlé et entretenu.
- S'assurer, dans ces cas, qu'aucun poste de travail ne se situe entre le point d'émission et la bouche d'aspiration.



4 - Contrôle de la qualité de l'air

De façon périodique

- Contrôler la qualité de l'air en souterrain :
 - établir une stratégie de prélèvements et de mesurages périodiques (substances¹, fréquences, etc.), adaptée à l'environnement et aux situations de travail, en tenant compte de l'évaluation des risques préalablement menée (cf. paragraphe 1 « Mesures générales de prévention »),
 - selon la nature des substances et l'objectif des mesures, réaliser et analyser ces prélèvements soit par un laboratoire accrédité, soit par un bureau de contrôle spécialisé ou soit par un personnel compétent, désigné et exerçant régulièrement cette activité,
 - mettre en œuvre si nécessaire, au regard des résultats, des mesures de prévention complémentaires et assurer une traçabilité.

De façon continue

- Détecter en temps réel la concentration atmosphérique :
 - d'oxygène (O₂),
 - de gaz ou de vapeurs, dont la teneur dans l'air est dangereuse à court terme, notamment le sulfure d'hydrogène (H₂S) et le monoxyde de carbone (CO),
 - de gaz ou vapeurs combustibles par rapport à la limite inférieure d'explosivité (LIE).
- Mettre en place des détecteurs de gaz ou de vapeurs² en nombre suffisant. Trois types d'appareil peuvent être utilisés de façon complémentaire selon la configuration du chantier :
 - portatif et positionné correctement sur le salarié (ex : détecteur 4 gaz : O₂, H₂S, CO, LIE),
 - portable ou transportable, parfois sous forme de balise,
 - fixe et installé à demeure dans un local ou sur un équipement.



Les détecteurs portables ou transportables ainsi que les installations fixes doivent être implantés à des endroits pertinents en lien avec l'objectif de prévention fixé. Il faut éviter de positionner les capteurs dans les courants d'air et dans des zones proches des bouches d'arrivée d'air neuf ou masquées par un obstacle.

L'implantation de ces dispositifs sera modifiée en fonction de l'avancement du chantier.

- Régler les alarmes des détecteurs de gaz ou de vapeurs en fonction de leurs performances métrologiques, des substances présentes ou potentiellement présentes, de leur dangerosité et de la configuration du chantier (distance de sortie, type de cheminement, etc.), avec notamment pour seuils d'alarme :
 - O₂ : l'alarme doit être réglée à 19 % minimum en concentration atmosphérique³ avec pour consigne l'évacuation immédiate en cas de déclenchement.

(1) Il y a lieu d'y intégrer au minimum les poussières de type inhalables et alvéolaires (silice cristalline, etc.).

(2) Guide ED 6088 « Détecteurs portables de gaz et de vapeurs. Guide de bonnes pratiques pour le choix, l'utilisation et la vérification » INRS (2011).

(3) Elle doit être comprise entre 19 % et 21 %.



- gaz ou vapeurs toxiques non combustibles :
 - la première alarme sera associée a minima à la Valeur Limite d'Exposition Professionnelle 8H00 (VLEP)¹, avec la consigne d'un séjour limité dans la zone en cas de déclenchement,
 - la seconde alarme sera associée a minima à la Valeur Limite Court Terme (VLCT)¹, avec pour consigne de base l'évacuation immédiate en cas de déclenchement.
- gaz ou vapeurs combustibles : il est recommandé de fixer le seuil d'alarme à 10 % de la Limite Inférieure d'Explosivité (LIE).



Plus une substance sera dangereuse, plus le seuil d'alarme sera bas.

- Informer et former les salariés intervenant en souterrain, autant de fois qu'il sera nécessaire, à l'usage des détecteurs de gaz ou de vapeurs notamment sous forme d'exercice pratique de simulation in situ.
- Assurer un suivi régulier de chaque détecteur de gaz ou de vapeurs (vérification, calibrage, etc.) selon les préconisations du constructeur et une maintenance adaptée, par un personnel compétent, désigné et exerçant régulièrement cette activité.

5 - Equipements de protection individuelle (EPI)



Rappel : principes généraux de prévention (Code du travail - Article L 4121.2)
 « Prendre des mesures de protections collectives en leur donnant la priorité sur les mesures de protections individuelles ».

- N'envisager le recours aux EPI qu'en complément des autres mesures d'élimination ou de réduction des risques (cf. paragraphes 1 « Mesures générales de prévention » et 2 « Dispositif de ventilation mécanique générale »).
- Autoriser le port d'EPI pour protéger les salariés contre un ou plusieurs risques relatifs à la qualité de l'air en souterrain lorsque les conditions suivantes sont réunies :
 - la ou les protections collectives sont techniquement insuffisantes ou impossibles à mettre en œuvre,
 - l'analyse des risques le prévoit,
 - les EPI utilisés sont :
 - appropriés aux risques à prévenir (type, performance),
 - adaptés aux travailleurs,
 - compatibles avec les travaux à effectuer en souterrain,
 - conformes aux règles techniques de conception (normes, etc.) et aux procédures de certification (marquage CE, etc.).

(1) Ces valeurs de référence sont consignées dans l'aide-mémoire technique ED 984 « Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France » INRS (2016).



- Informer les salariés et les intervenants occasionnels des risques contre lesquels les EPI les protègent.
- Donner les instructions concernant les EPI et leurs conditions d'utilisation.
- Former¹ les salariés au port des EPI (contrôle de l'état, mise en place, ajustement, retrait, etc.).
- Maintenir chaque EPI en état de conformité selon la notice d'instructions élaborée par le fabricant (vérification périodique, etc.).
- Identifier et signaler les espaces en souterrain où le port d'EPI est prescrit (pictogrammes, balisage, etc.).
- Veiller à ce que les EPI soient correctement portés dans les zones concernées.



Guide ED 6077 « Les équipements de protection individuelle (EPI) – Règles d'utilisation » - INRS (2013).



Lorsque la teneur en oxygène est inférieure à 17 % en volume, les salariés intervenants doivent porter un appareil respiratoire isolant (ARI), autonome ou non. Dans ce cas, pour le choix de l'équipement, il convient de tenir compte du guide ED 6106 « Les appareils de protection respiratoire – Choix et utilisation » (2017), et notamment des tableaux 11 et 12.

Il n'existe pas à ce jour d'équipement de protection individuelle respiratoire capable de filtrer le monoxyde de carbone (CO).

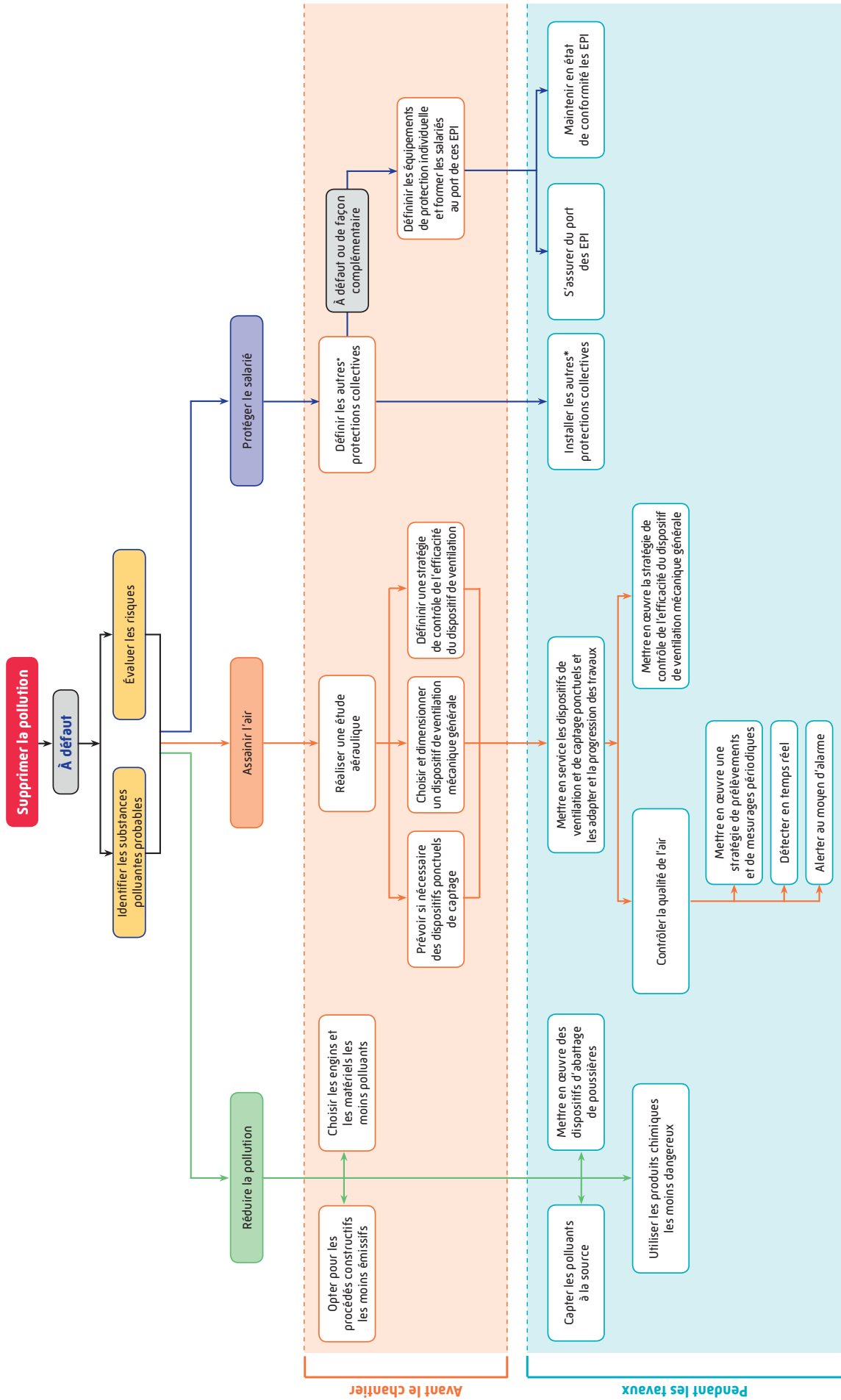
6 - Tableau synoptique

(Voir page suivante)

(1) Ces formations sont renouvelées aussi souvent que nécessaire.



SYNTHÈSE DES BONNES PRATIQUES



(*) Autre que celles déjà identifiées dans les actions « Réduire la pollution » et « Assainir l'air ».



Éclairage de chantier en souterrain

1 - Mesures générales de prévention

- Éclairer, de façon permanente, tous les espaces souterrains accessibles¹ aux salariés intervenants.
- S'assurer d'un niveau d'éclairement supérieur à :
 - 40 lux pour les circulations horizontales,
 - 60 lux pour les circulations avec dénivellation ou emmarchement (rampe, escalier, etc.),
 - 60 lux pour les zones de stockage,
 - 200 lux pour les postes de travail².
- Éviter les situations d'éblouissement³ et les contrastes trop élevés notamment en privilégiant les éclairages indirects et en uniformisant au mieux l'éclairement.
- Veiller à ce que la luminance ne dépasse pas :
 - 3000 Cd/m² pour une source lumineuse,
 - 600 Cd/ m² pour un flux lumineux réfléchissant sur une surface du chantier.
- Proscrire les dispositifs d'éclairage équipés de minuterie ou de détecteur automatique.
- Opter pour des luminaires dont les indices de protection sont au minimum :
 - IP =55 (protection contre les corps solides et liquides),
 - IK=8 (protection contre les chocs mécaniques).
- Veiller à ce que l'éclairage en souterrain soit alimenté par un réseau électrique indépendant et secouru.
- Installer en nombre suffisant des blocs autonomes d'éclairage de sécurité (BAES) qui permettent d'indiquer les cheminements d'évacuation.



Les phares des engins mobiles ne peuvent en aucun cas être considérés comme des dispositifs d'éclairage en souterrain pour les salariés intervenants autres que les conducteurs.

La mise en service anticipée ou l'emploi du réseau d'éclairage définitif peut être une solution alternative dès lors que ses caractéristiques restent en adéquation avec l'opération projetée et intègrent les préconisations susvisées.

(1) Une zone est considérée comme non accessible dès lors que son périmètre et ses accès (porte, escalier, ascenseur, etc.) sont fermés aux salariés intervenants et verrouillés (inaccessibilité effective).

(2) Il s'agit de valeurs minimales. L'analyse des risques peut préconiser des niveaux d'éclairement supérieurs notamment au droit de certains postes de travail, lors de l'utilisation d'outils ou de machines spécifiques ou dans des zones présentant des risques particuliers.

(3) L'usage de ballons lumineux peut s'avérer adapté pour éclairer les espaces souterrains de grande hauteur.



2 - Pose, entretien et maintenance

- Tenir compte, dans l'implantation des luminaires, des équipements à venir pouvant réduire l'efficacité de l'éclairage.
- Choisir les emplacements des éclairages provisoires pour limiter leur déplacement ultérieur autant que possible.
- Installer les câbles d'alimentation électrique en dehors des zones d'évolution des engins.
- Maintenir le fonctionnement de l'éclairage en souterrain tout au long des travaux.
- Planifier et organiser les opérations de vérification et de maintenance de l'éclairage notamment :
 - en intégrant la prévention des risques induits par la co-activité,
 - en prévoyant le cas échéant :
 - un éclairage provisoire complémentaire ou de remplacement,
 - une restriction ou une condamnation de l'espace souterrain concerné,
 - en informant les salariés susceptibles d'intervenir en souterrain et leur encadrement.
- Réaliser les opérations de pose, d'entretien et de dépose par un personnel habilité selon la norme NF C 18-510.



Prévention du risque d'incendie ou d'explosion en souterrain

1 - Mesures générales de prévention

- Évaluer, avant le commencement des travaux, les risques d'inflammabilité relatifs aux produits¹ et aux procédés qui seront mis en œuvre en souterrain.
- Remplacer les produits combustibles par d'autres incombustibles ou moins combustibles.
- Stocker préférentiellement en surface les produits et les matériaux combustibles en attente de mise en œuvre.
- Limiter leur stockage en souterrain aux seules quantités utilisées durant le poste de travail.
- Proscrire l'utilisation et le stockage, en souterrain, de liquide inflammable dont le point d'éclair est inférieur à la température ambiante, notamment :
 - l'essence ($P_E = -40\text{ °C}$),
 - l'acétone ($P_E = -20\text{ °C}$).
- Prévoir un bac de rétention d'une capacité adaptée sous tout contenant d'un liquide combustible.
- Interdire l'emploi de moteur fonctionnant avec un gaz combustible.



N'entreprendre de travaux par points chauds qu'après l'obtention d'un permis de feu².

- Éviter l'emploi de lampes halogènes en souterrain (sources importantes de chaleur et d'inflammation).
- Ne pas fumer.

2 - Prévention des risques associés aux atmosphères explosives [ATEX]

- Évaluer³, avant le commencement des travaux, les risques créés ou susceptibles d'être créés par des atmosphères explosives.
- Mettre en œuvre les dispositions réglementaires relatives aux atmosphères explosives : guide méthodologique ED 945 « Mise en œuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives (ATEX) » - INRS (2011).

Voir Annexe 2 « Atmosphères explosives : synthèse d'une démarche de prévention ».

(1) Bases de données CarAtex - INRS.

(2) Guide ED 6030 « Le permis de feu » - INRS (2008).

(3) Code du travail - Articles R4227-42 à 54.



3 - Moyens de lutte contre l'incendie

- Équiper chaque niveau de souterrain d'extincteurs :
 - adaptés au feu qu'ils sont appelés à combattre,
 - en nombre suffisant, de capacités appropriées et répartis de façon uniforme,
 - accessibles, visibles et signalés,
 - de marque NF,
 - maintenus en bon état de fonctionnement.
- S'assurer que les extincteurs sont installés dans des emplacements protégés des heurts accidentels avec les équipements ou les engins mobiles.
- Compléter éventuellement le dispositif, après analyse des risques, par d'autres moyens de lutte contre l'incendie comme notamment :
 - des bacs à sable,
 - une ou des colonnes sèches,
 - des robinets d'incendie armé (RIA),
 - des sprinklers,
 - un ou plusieurs rideaux d'eau,
 - etc.
- Doter les véhicules, les engins et les matériels fixes ou mobiles, équipés d'un moteur thermique et évoluant dans un espace souterrain de moyens de lutte contre l'incendie.

Voir Annexe 3 « Moyens de lutte contre l'incendie - Véhicules et matériels à moteur thermique ».

- Former l'ensemble du personnel intervenant en souterrain à l'utilisation des extincteurs¹.
- Réaliser, conformément à la réglementation en vigueur, la maintenance périodique des extincteurs par un organisme certifié.



Guide ED 6054 « Les extincteurs portatifs, mobiles et fixes » - INRS (2014).

(1) Il est indispensable que toute personne ait utilisé, une fois au moins, un extincteur sur un feu réel dans le cadre d'exercices ou de séances d'instruction prévues par la réglementation.



4 - Consignes de sécurité

Les consignes de sécurité intègrent les procédures à mettre en œuvre en cas d'incendie ou d'explosion mais également celles pour porter secours à une victime d'un accident du travail.

- Consulter les services de secours¹ territorialement compétents avant le commencement des travaux et toute modification pouvant impacter l'organisation des secours en souterrain.
- Établir les consignes de sécurité (évacuation, procédure d'appel, intervention des secours, etc.).
- Les adapter à l'évolution des travaux et les mettre à jour, notamment sur la base des retours d'expérience des exercices de secours réalisés in situ.
- Afficher les consignes de sécurité dans leur dernière version.
- Informer chaque salarié intervenant :
 - avant la prise du premier poste de travail (accueil),
 - de façon régulière voire périodique,
 - après chaque modification ou mise à jour des consignes de sécurité.
- Réaliser, autant de fois que nécessaire, des exercices d'évacuation des salariés intervenant en souterrain, de préférence avec la collaboration des services de secours compétents. Analyser ces exercices.
- Mettre en œuvre un dispositif de contrôle des entrées et des sorties des agents intervenant dans l'espace souterrain, via des postes d'accueil et/ou des points de filtrage, avec attribution et lecture de badges individuels² afin de pouvoir connaître à tout instant le nombre et l'identité des personnes présentes simultanément en souterrain.

(1) Service départemental d'incendie et de secours (SDIS), Brigade des Sapeurs-Pompiers de Paris, Bataillon des Marins-Pompiers de Marseille, etc.

(2) Ou tout autre moyen d'efficacité équivalente.



Cheminements et circulations en souterrain

1 - Mesures générales de prévention

- Opter pour des solutions techniques et des dispositions organisationnelles qui réduisent au mieux les déplacements piétons et les évolutions de véhicules ou d'engins mobiles, en souterrain.
- Définir les règles de priorité.
- Établir un plan de circulation en souterrain, complet et simple de lecture (pictogrammes, etc.), qui localise notamment :
 - les accès depuis et vers la surface (escalier, ascenseur, rampe, etc.),
 - les cheminements piétons,
 - les voies et les sens de circulation des véhicules et des engins mobiles,
 - les limitations de vitesse,
 - les traversées et les points de croisement,
 - les zones sensibles et celles assujetties à des consignes particulières,
 - etc.
- Veiller à ce que ce plan de circulation reste cohérent et en adéquation avec l'évolution des travaux et l'adapter dès que nécessaire.
- Afficher le plan de circulation en souterrain, dans sa version mise à jour, aux emplacements judicieux et en nombre suffisant.
- Informer le personnel sur le contenu du plan de circulation :
 - avant la prise du premier poste de travail (accueil),
 - après chaque modification.

2 - Cheminements piétons horizontaux

- Séparer physiquement les cheminements piétons des flux de véhicules ou d'engins mobiles.
- Privilégier les dispositifs de séparation qui résistent aux chocs (GBA, muret en béton armé, etc.).
- Veiller à ce que les cheminements piétons en souterrain soient continus, exempts d'obstacle, assainis et praticables, éclairés et avec une pente inférieure à 5 % en tous points.
- Les matérialiser et les doter d'une signalétique spécifique.
- S'assurer que les salariés intervenant en souterrain portent des vêtements de signalisation à haute visibilité.

3 - Cheminements piétons verticaux

- Équiper les espaces souterrains d'ascenseurs de chantier, en plus des escaliers d'accès, dès lors que la profondeur ou la dénivellation d'acheminement dépasse 13,50 m¹.
- Mettre ces équipements à la disposition de l'ensemble des salariés intervenants.
- Dimensionner leurs caractéristiques et leur capacité d'embarquement en adéquation avec les travaux et les effectifs envisagés.

(1) Recommandation R.477 (2015) « Mécanisation du transport vertical des personnes et des charges sur les chantiers (construction, réhabilitation, entretien d'ouvrage) » : §6.4, tableau et nota 2 de l'annexe 4.



4 - Circulation de véhicules ou d'engins mobiles

Voies

- Construire des voies de circulation dimensionnées et adaptées à la nature et à la densité du trafic projeté (gabarit, profil, portance, etc.).
- Réaliser les rampes¹ avec des pentes préférentiellement inférieures à 10 %.
- Privilégier le sens unique ou les voies séparées à double sens.
- Concevoir les voies pour éviter les manœuvres de recul.
- Prévoir le cas échéant des aires ou des dispositifs de retournement.
- Adapter la vitesse de circulation des véhicules et des engins mobiles à l'environnement des travaux en tenant compte de l'analyse des risques.
- Définir les limitations de vitesse et les zones où elles s'appliquent.
- Mettre en place une signalisation routière sur la base des principes du Code de la route.
- Maintenir en bon état les voies de circulation.
- Mettre en œuvre un dispositif de protection en bordure de voie (chasse-roue, merlon, GBA, etc.) d'une hauteur suffisante, dans les zones de circulation présentant un risque de sortie de piste ou de renversement pour les véhicules et les engins mobiles.

Véhicules et engins mobiles

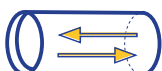
- S'assurer que les véhicules et les engins mobiles évoluent en souterrain avec leurs feux de croisement allumés.
- Veiller, pour chaque véhicule ou engin mobile avec cabine, à ce que l'ensemble des dispositifs contribuant à la visibilité soit, en permanence, en parfait état et correctement ajusté (pare-brise, vitre latérale, rétroviseur, phare, balai d'essuie-glace, etc.).
- Doter les véhicules et les engins mobiles d'un avertisseur visuel et sonore de recul².
- Équiper les engins de chantier³ à conducteur porté de systèmes d'aide et de détection de personnes ou d'obstacles⁴, après une évaluation des risques et lorsque ces dispositifs contribuent à améliorer la prévention des collisions engins-piétons.

(1) Cela ne concerne que les pistes de roulage et non les zones de travail.

(2) Privilégier le dispositif « cri du lynx » afin de diminuer les nuisances sonores.

(3) Les engins compacts de catégorie A, comme référencés dans la Recommandation CACES R.482 « Engins de chantier » ne sont pas concernés par cette mesure.

(4) ED 6083 « Prévenir les collisions engins-piétons. La place des dispositifs de détection et d'aide visuelle » - INRS (2015).



Bruit



Rappel : la prévention des risques liés à l'exposition au bruit se traite nécessairement en agissant sur l'émetteur des ondes sonores (la source), sur leurs modes de transmission et sur les récepteurs (oreilles du salarié).

1 - Réduction du bruit

- Opter pour des techniques et des modes opératoires les moins émissifs de bruit.
- Privilégier des engins, des équipements et des outillages adaptés à l'activité et présentant la plus faible puissance sonore (scie silencieuse avec segment de type sandwich, engin à motorisation électrique, avertisseur sonore de type « cri du lynx », etc.).
- Tenir compte, pour le choix de tout matériel, des caractéristiques acoustiques renseignées sur la fiche technique établie par le constructeur.
- Évaluer l'impact sonore¹ des dispositifs de ventilation au poste de travail.

2 - Actions sur la propagation du bruit

- Installer dès que possible, en surface et en extérieur, les matériels qui génèrent du bruit (compresseur d'air, machine à projeter le béton, etc.).
- Éloigner au maximum les sources sonores des postes de travail.
- Mettre en place des écrans acoustiques en nombre suffisant lorsqu'il convient d'isoler les sources sonores des opérateurs (bâche acoustique ou équivalent).
- Adapter² ces dispositifs en fonction de l'évolution de l'environnement souterrain et de l'avancement des travaux.



L'installation d'écran acoustique peut interférer avec l'aéraulique des lieux et réduire l'efficacité du dispositif de ventilation mécanique générale. Elle peut également impacter le niveau d'éclairage.

- Répartir au mieux les matériels qui sont sources de nuisances sonores ou regrouper les équipements émissifs de bruit dans des encoffrements acoustiques³.

(1) Il doit rester inférieur à 80 dB(A).

(2) La modification géométrique de l'espace souterrain, la création ou l'enlèvement de parois et la construction d'éléments fixes ou provisoires peuvent modifier significativement l'acoustique d'une zone.

(3) ED 107 « Réussir un encoffrement acoustique » - INRS (2003).



3 - Mesures de prévention relatives à la personne

- Limiter au maximum le nombre de personnes exposées au bruit. Pour ce faire :
 - organiser le travail (choix des méthodes, effectif, etc.),
 - planifier les interventions (poste décalé, etc.),
 - réduire au mieux la co-activité avec des postes de travail générant des nuisances sonores.
- Informer les salariés sur les effets du bruit.
- Fournir aux salariés intervenants des équipements adaptés de protection individuelle contre le bruit (PICB).
- Les former au port de ces équipements.
- Identifier et signaler les espaces en souterrain où le port de PICB est prescrit (pictogrammes, balisage, etc.).
- Veiller à ce que les PICB soient correctement portés dans les zones concernées.



Cantonnements de chantier

- Situer les cantonnements de chantier en extérieur et en surface afin de maintenir un apport suffisant d'air neuf et un niveau optimal de lumière naturelle.
- Les implanter préférentiellement au plus près des chantiers et les séparer physiquement des aires de stockage ou de livraison.
- S'assurer qu'ils soient opérationnels dès le premier jour des travaux.
- Veiller à ce que leur capacité d'accueil reste en adéquation avec l'effectif de pointe des intervenants concernés, tout au long des travaux.
- Le cas échéant et en complément des cantonnements de chantier, implanter en souterrain, après une évaluation des risques liés à la circulation, des cabinets d'aisance en nombre suffisant.
- Mettre à la disposition des salariés qui interviennent régulièrement dans des espaces souterrains significativement humides et salissants, des dispositifs individuels ou collectifs de séchage de vêtements de travail avec rejet de l'air vicié à l'extérieur des bâtiments.
- Nettoyer quotidiennement les espaces exploités, autant de fois que nécessaire et en privilégiant l'usage de l'aspirateur.
- Climatiser les réfectoires et les bureaux.





Dispositif de ventilation mécanique générale en espace souterrain : éléments significatifs et constitutifs de l'étude relative à son dimensionnement

- 1 Déterminer les volumes physiques à traiter.
- 2 S'informer des modes de construction.
- 3 Identifier les engins et les matériels motorisés, utilisés en souterrain.
- 4 Déterminer le nombre maximum de personnes intervenant simultanément en souterrain.
- 5 Définir le sens des flux d'air et le mode de type « soufflage » (introduction mécanique d'air neuf) et/ou « extraction ».
- 6 Prendre en considération l'évolution du chantier (profondeur, avancement, modification dimensionnelle, pollution de sol ou liée à un process, etc.).
- 7 Calculer les débits aérauliques à mettre en œuvre en tenant compte des paramètres susvisés.
- 8 Intégrer les dispositifs éventuels de filtration jugés nécessaires.
- 9 Définir les éléments constitutifs du réseau de ventilation (sections des conduits, positionnements et longueurs des gaines, types et implantations des ventilateurs, etc.).
- 10 Établir les différents plans du dispositif de ventilation mécanique générale **en fonction du phasage des travaux**.
- 11 Définir les prises d'air neuf de compensation et les points de rejet d'air vicié ainsi que leur localisation en intégrant les contraintes de l'environnement (vents dominants, obstacles, etc.).
- 12 Tenir compte des pertes de charges.
- 13 Réaliser une analyse des éventuelles contraintes thermiques en tenant compte notamment de la saison (été / hiver).
- 14 Prendre en considération l'impact sonore du dispositif de ventilation mécanique générale.
- 15 Élaborer un dossier de mise en service avec les valeurs de référence.
- 16 Définir les opérations de maintenance préventive.



Atmosphères explosives (ATEX) : synthèse d'une démarche de prévention

- 1 Évaluer, avant le commencement des travaux, les risques créés ou susceptibles d'être créés par des atmosphères explosives.
- 2 Classer en zones¹ les emplacements dangereux et les signaler.
- 3 Afin de permettre un travail en toute sécurité, mettre en œuvre les mesures techniques et organisationnelles **dans l'ordre de priorité suivant** :
 - **empêcher la formation d'atmosphères explosives en souterrain,**
 - à défaut, lorsque l'activité ne le permet pas :
 - éviter le risque d'inflammation (équipement ATEX et matériel antidéflagrant, outillage anti-étincelant, vêtement antistatique, liaison équipotentielle, etc.),
 - réduire les effets d'une explosion sur la santé et la sécurité des salariés,
 - mettre en place un dispositif de surveillance adapté (supervision des interventions, capteur d'humidité et de température, alarme sonore et visuelle, etc.),
 - opter pour des modes opératoires appropriés,
 - former spécifiquement les salariés amenés à intervenir en atmosphère explosive (y compris le personnel de maintenance),
 - sensibiliser au risque d'explosion le reste du personnel évoluant à proximité de zones ATEX.
- 4 **Rédiger** le document relatif à la protection contre les explosions.

(1) Arrêté du 8 juillet 2003 relatif à la protection des travailleurs susceptibles d'être exposés à une atmosphère explosive.



Moyens de lutte contre l'incendie des véhicules et matériels à moteur thermique

Règlement général des industries extractives (RGIE) - Arrêté du 5 août 1987 relatif aux moyens de lutte contre l'incendie associés à l'utilisation de matériels équipés de moteurs thermiques.

- 1 Doter chaque véhicule et chaque matériel fixe ou mobile, équipé d'un moteur thermique et évoluant dans un espace souterrain :
- d'un extincteur à poudre ABC de 2 kg¹ en cabine (si cabine il y a),
 - d'un ou de plusieurs extincteurs ayant une charge totale d'extinction d'au moins 2 kg¹ par tranche de puissance de 25 kW dans la limite de 16 kg¹,
 - d'un système d'extinction complémentaire (suivant les cas), adapté aux classes de feu, fixé à demeure et dont la charge totale d'extinction est reprise dans le tableau suivant :

		Puissance nominale du moteur thermique (en kW)			
		P < 50	50 ≤ P < 150	150 ≤ P < 200	P > 200
Circuit hydraulique de liquides non difficilement inflammables sous pression (autre que les circuits de freinage et d'assistance de la direction)	sans	Pas de système d'extinction complémentaire			
	avec	minimum 15 kg ¹	minimum 25 kg ¹	minimum 40 kg ¹	10 kg ¹ par tranche de 50 kW
		Fonctionnement automatique ²	Fonctionnement automatique ²	Fonctionnement automatique ²	Fonctionnement automatique ²

- 2 Lors de l'utilisation d'un matériel portatif équipé d'un moteur thermique, disposer à proximité d'un ou de plusieurs extincteurs d'une charge totale d'extinction d'au moins 4 kg¹.

(1) Poids en kilogramme d'équivalent de poudre.

(2) Système d'extinction à fonctionnement automatique :

- pouvant être commandé manuellement, d'une part, à partir d'un endroit aisément accessible, d'autre part, dans le cas d'un véhicule, à partir de la cabine du conducteur,
- permettant la projection d'un agent extincteur sur les parties du moteur et de ses accessoires où un incendie peut se déclarer.

Pour en savoir plus, rendez-vous sur
cramif.fr

Recommandation régionale - DTE 282
Cramif – Juin 2020

Cramif - DTE 282 - Juin 2020



**l'Assurance
Maladie**
RISQUES PROFESSIONNELS

Caisse régionale
Île-de-France