

Travaux souterrains



© Studio Viart - Modane

Prévention des risques liés au dégagement d'ammoniac (NH_3)
lors de l'utilisation d'émulsions pompées
(dénommées aussi « explosifs pompables »)

**CETTE NOTE TECHNIQUE CONCERNE UNIQUEMENT LES ÉMULSIONS POMPÉES
RENDUES EXPLOSIVES APRÈS MÉLANGE, INJECTION ET CHARGEMENT DANS LES TRAVAUX
L'OBJECTIF DE CETTE NOTE EST DE FAIRE LE POINT SUR LES RISQUES LIÉS AU DÉGAGEMENT D'AMMONIAC**

Nota : ce document a été élaboré en tenant compte des connaissances

1 Généralités

1.1 Le contexte

Depuis 2006, l'utilisation d'émulsions pompées se développe quasi-systématiquement dans tous les chantiers de travaux souterrains ayant vu le jour dans la région Rhône-Alpes. Ce développement a été rendu possible grâce aux nombreux avantages énumérés ci-après.

Le Service Prévention des risques professionnels de la Carsat Rhône-Alpes a suivi un certain nombre d'ouvrages souterrains avec usage d'émulsions pompées. À cette occasion, des campagnes de prélèvements atmosphériques ont été effectuées.

1.2 Le procédé

L'utilisation d'émulsions pompées se caractérise par la mise en œuvre :

- d'une matrice contenant notamment une solution aqueuse nitratée,
- d'un réactif n°1 permettant de corriger l'acidité du mélange et la vitesse de gazéification,
- d'un réactif n°2 gazéifiant,
- d'eau pour la lubrification des canules et le nettoyage final.

Chacune de ces matières premières est non explosive, puisque stockée individuellement dans l'UMFE. Elles le deviennent après chargement dans le trou de mine.

1.3 Les avantages

Le principal avantage de ce procédé est de fabriquer le produit explosif directement au front de taille. Le mélange et l'homogénéisation des réactifs chimiques sont réalisés dans un mélangeur statique situé à l'extrémité de la canule de chargement. La maîtrise de la cinétique de la gazéification permet de passer d'un produit comburant à un produit explosible au bout de quelques minutes alors que le produit est déjà chargé dans le trou de mine.

Ce procédé présente également les avantages, en terme de sécurité, de manipuler un produit 1000 fois moins sensible au choc que la dynamite, d'éviter le transport et le stockage d'explosifs, de limiter les vols d'explosifs sur les chantiers (donc de réduire les études de sûreté obligatoires).

1.4 Les inconvénients

L'utilisation des émulsions pompées comme technique d'excavation peut générer des dégagements importants d'ammoniac (NH₃) pendant la phase de chargement de la matrice, au moment du tir et pendant la phase de marinage :

- Pendant la phase de chargement, ce dégagement est lié à la réaction chimique qui intervient entre le nitrate d'ammonium et la chaux contenue dans le béton projeté et/ou dans le terrain.
- Pendant le tir, des gaz sont générés contenant notamment, en proportions très variables, mais difficilement maîtrisables, de l'ammoniac.
- Pendant les opérations de marinage, des dégagements importants d'ammoniac sont liés à la réaction des produits imbrûlés avec les constituants des déblais (terrains, bétons...) et les gaz de tir emprisonnés dans le marin.

L'ammoniac possède des valeurs limites réglementaires contraignantes :

- Valeur Limite à Court Terme (VLCT) mesurée sur 15 minutes : 20 ppm⁽¹⁾ ou 14 mg/m³
- Valeur Limite de Moyenne d'Exposition (VME) mesurée sur 8 heures : 10 ppm ou 7 mg/m³

(1) partie par million

**POMPÉES (APPELÉES USUELLEMENT ET IMPROPREMENT « EXPLOSIFS POMPABLES »),
TROUS DE MINES, DEPUIS UNE UNITÉ MOBILE DE FABRICATION D'EXPLOSIF (UMFE).
RISQUE D'AMMONIAC LORS DE L'UTILISATION D'ÉMULSIONS POMPÉES ET DE PROPOSER DES MESURES DE PRÉVENTION.**

actuelles du domaine concerné. Il pourra être complété ultérieurement.

2 Risques liés à l'ammoniac gazeux (NH₃)

La présence d'ammoniac gazeux génère les principaux risques suivants :

- toxicité par inhalation, ingestion, voie cutanée,
- inflammabilité,
- brûlures.

Nota : l'ammoniac (gazeux ou liquide) peut également avoir une action corrosive en présence d'humidité.

3 Démarches de prévention

3.1 Tableau de synthèse suite aux prélèvements de la Carsat Rhône-Alpes

Le tableau suivant synthétise l'ensemble des résultats des mesures réalisées sur divers chantiers de travaux souterrains en Rhône-Alpes mettant en œuvre des émulsions pompées (descenderies de Lapraz/Modane et tunnel des Grands Goulets). Il introduit les mesures de prévention minimales à mettre en œuvre.

PHASE DE TRAVAIL	NIVEAU D'EXPOSITION MESURÉ POUR LES MINEURS AU FRONT (unité : ppm)	
	SANS PRÉCAUTION PARTICULIÈRE	AVEC MESURES ADAPTÉES (voir paragraphe 3.2 de ce document)
Chargement de l'émulsion dans les trous de mines	21 (avec des pics d'exposition à 34)	6 (avec des pics d'exposition à 12)
Marinage après tir	16 (avec des pics d'exposition à 26)	11 (avec système de ventilation seul) 5 (avec ventilation et dispositifs de brumisation)

Les niveaux d'exposition mesurés pour les mineurs reflètent une exposition moyenne sur la durée du poste de travail et sont par conséquent à comparer avec la VME de l'ammoniac (10 ppm) alors que les pics d'exposition sont à comparer à la VLCT mesurée sur 15 minutes (20 ppm).

3.2 Mesures de prévention minimales à mettre en œuvre

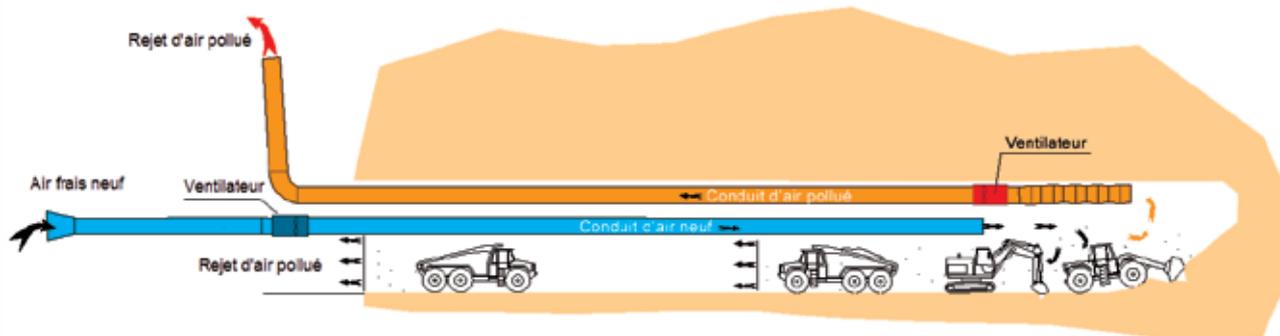
Nota : Ce document SP 1145 vient en complément de la recommandation R352 de la Cnamts.

Afin de limiter les niveaux de concentration du gaz ammoniac dans la zone du front et dans la galerie, il est conseillé de respecter scrupuleusement les conditions suivantes :

- Effectuer des prélèvements et des analyses d'air en permanence (au même titre que d'autres gaz) en galerie, dans la zone de chargement de l'émulsion (à proximité des postes de travail), dans la chargeuse (pendant le marinage) et autres installations de chantiers exposées, afin d'évaluer les mesures prises et de respecter les VLCT et VME. En cas de dépassement de ces valeurs, les travaux notamment de marinage seront momentanément arrêtés.
- Éviter, pendant le chargement, les débordements intempestifs d'émulsion à l'extérieur des trous de mine. Le cas échéant prévoir un arrosage abondant des zones à débordements.
- Réaliser, après le tir et avant le marinage, un lavage à l'eau des parois de la galerie soumises au tir, en particulier dans la zone du front.
- Effectuer une brumisation et un arrosage importants à l'eau de l'ensemble du tas de marin et du front de taille (l'ammoniac est très soluble dans l'eau), avant et pendant le marinage. Cette opération présente également l'avantage d'éviter la remise en suspension de poussières.
- Donner la priorité au dispositif de ventilation de type « aspirante et soufflante » en convenant :
 - d'amener le canar aspirant le plus près possible du front (maxi 5logS selon R352),
 - de respecter une distance minimale de 35 mètres entre le canar de soufflage et le canar aspirant afin de ne pas envoyer la pollution générée au front dans la galerie.



Schéma de principe d'une ventilation aspirante et soufflante (source GT27 AFTES)

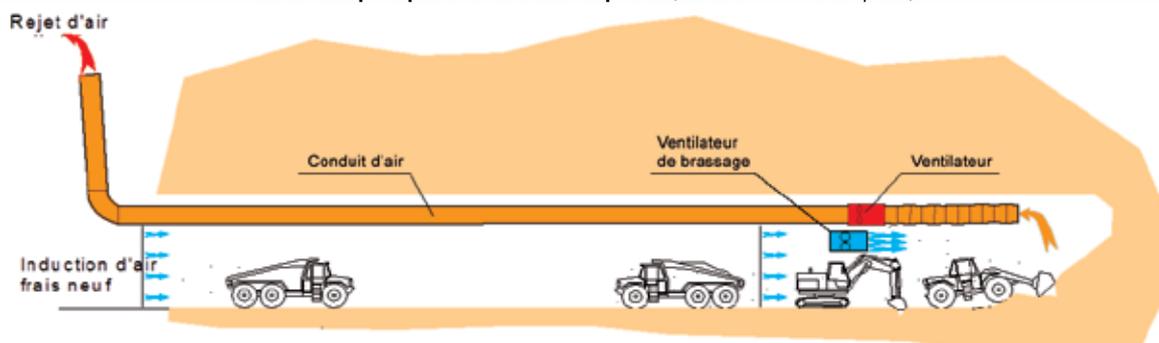


- Dans le cas de l'impossibilité technique après évaluation des risques professionnels de mettre en oeuvre une ventilation soufflante et aspirante :

- Installer, pour une ventilation de type « aspirante », un ventilateur de brassage muni d'un dispositif de brumisation dans la zone du front, afin d'éviter la formation de zones mortes où les gaz pourraient s'accumuler et générer des expositions significatives pour les opérateurs affectés au chargement du marin. Ce dispositif de brumisation pourra également compléter les dispositions prises dans le cadre d'une ventilation « aspirante – soufflante » si les mesures prises sont insuffisantes.

Nota : Lors de présence de gaz explosifs (ex : CH₄, H₂S...), une étude particulière sera effectuée concernant le risque ATEX en particulier pour la ventilation aspirante.

Schéma de principe d'une ventilation aspirante (source GT27 AFTES-complétée)



- Équiper les engins (chargeuse, dumper...) affectés au marinage de systèmes de filtration adaptés aux polluants rencontrés (poussière et gaz dont ammoniac).
- Éviter le contact de l'ammoniac en phase aqueuse (suite au pompage des eaux d'arrosage notamment) avec certains métaux (exemple : cuivre, zinc), certains plastiques, caoutchouc et revêtements, afin d'éviter une corrosion accélérée (avec risques de rupture de conduites, de fuites d'eau chargées en NH₃...). Cette préconisation sera à prendre en compte lors du choix des matériaux du réseau de pompage et de stockage des eaux chargées en ammoniac.
- Mettre à disposition au poste de travail des vêtements et Equipements de Protection Individuelle adaptés (par exemple protection respiratoire de type P3K1). Le port de ces protections est obligatoire pour certaines phases de travail notamment les phases d'arrosage/brumisation, avant marinage, du radier, de la voûte et des parois.
- Prévoir la présence d'un lave œil (et son entretien) à proximité du front de taille. En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un médecin spécialiste.

Pour en savoir plus

- Ammoniac. Fiche toxicologique INRS FT16.
- Travaux de creusement en souterrain de galeries, de puits ou de grandes excavations. Mise en oeuvre de dispositifs de ventilation mécanique. Recommandation Cnamts R352 (Caisse Nationale d'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés).

Contacts

- **Florent Vial** - Technicien Conseil laboratoire du Pôle Chimie - Tél. 04 78 43 20 88 - fvial@carsat-ra.fr
- **Pascal Sergi** - Ingénieur Conseil BTP - Tél. 04 79 70 76 06 - psergi@carsat-ra.fr - Pilote Action Régionale «travaux souterrains»

Carsat Rhône-Alpes

Direction des Risques Professionnels et de la Santé au Travail

26, rue d'Aubigny - 69436 Lyon cedex 03 - Tél. 04 72 91 96 96 - Fax 04 72 91 97 09

E-mail : preventionrp@carsat-ra.fr - site internet : www.carsat-ra.fr