

## RETOUR D'EXPÉRIENCE

# Chantier silo de ciment

*Vidage manuelle d'un silo de ciment*

<b>Auteur :</b> XXXXXX		<b>Entreprise de travaux :</b> E.EXT.	
		<b>Entreprise de nettoyage (camion aspirateur) :</b> NETNET	
<b>Durée :</b> 8 semaines	<b>Lieu :</b> XXXXXXX	<b>Type de site :</b> Cimenterie	<b>Mission :</b> Vidage manuel d'un silo de ciment
<b>Outillage :</b> - Outils à main (racle, croc à bêcher, pioche) - Camion aspirateur (NETNET)		<b>Nombre de personnes (E.EXT.) :</b> 3  <b>Nombre de personnes (NETNET) :</b> 2	<b>Dimensions silo :</b> ± 25 m de haut ± 8 m de diamètre

## DÉROULÉ DU CHANTIER

### ► PHASE 1 (3 semaines) :

*NIVEAU initial de ciment dans le silo = ± 10 m*

*TONNAGE évacué : < 200 tonnes*

*NETNET :* - Création d'une cheminée au travers de la matière par aspiration du ciment depuis une trappe inférieure.

*E.EXT. :*

- Accès sur cordes par trou d'homme haut.
- Évacuation par treuil depuis le même trou d'homme.
- Travail de plain-pied sur la matière en veillant à toujours supprimer le mou de cordes (cordes pré-tendues)
- Écrêtage / nivellement de la matière.
- **Puis déplacement de la matière vers la cheminée créée par NETNET.**
- **Aspiration de la matière depuis le fond de la cheminée (par le dessous).**

### ► PHASE 2 (4 semaines) :

*NIVEAU initial de ciment dans le silo = ± 8 m*

*TONNAGE évacué : 670 tonnes*

*NETNET :* - Gestion camion aspiration

*E.EXT. :*

- Accès sur cordes par trou d'homme haut.
- Évacuation par treuil depuis le même trou d'homme.
- Travail de plain-pied sur la matière en veillant à toujours supprimer le mou de cordes (cordes pré-tendues)
- Écrêtage / nivellement de la matière.
- **Aspiration de la matière depuis l'intérieur du silo (par le dessus).**

► **PHASE 3** (1 semaine) :

NIVEAU initial de ciment dans le silo = < 3 m

TONNAGE évacué : 80 tonnes

NETNET : - Gestion camion aspiration

- E.EXT. :
- Accès sur cordes par trou d'homme haut.
  - **Évacuation depuis la trappe inférieure dégagée et sécurisée**
  - Travail de plain-pied sur la matière en veillant à toujours supprimer le mou de cordes (cordes pré-tendues).
  - Écrêtage / nivellement de la matière.
  - Aspiration de la matière depuis l'intérieur du silo (**par le dessus**).

► **PHASE 4** ( ? semaines) :

NIVEAU initial de ciment dans le silo = < 2 m

TONNAGE évacué : ? tonnes

- NETNET : - Gestion camion aspiration
- Accès piéton (sol du silo dégagé sur les 2/3)
  - Aspiration du reste de matière depuis le fond du silo

## ANALYSE

### **1/ Enlissement / ensevelissement**

- Manque d'information et de formation spécifique.
- Aspiration depuis le dessous de la matière lors de la phase 1 :
  - a/** risque de création de poches de vide sous la matière puis risque d'effondrement des voûtes ainsi formées au-dessus des poches ;
  - b/** risque d'éboulement autour de la cheminée.
- Risque de présence de poches de vides créées par le début de colmatage du silo couplé à la poursuite du désilage lors de l'exploitation du silo précédant le lancement du chantier.

### **2/ système d'évacuation en cas d'enlissement**

- Test d'extraction d'une personne enlisée jusqu'au dessus des genoux = patinage du treuil (voir en pièce jointe les forces exercées en cas d'enlissement / ensevelissement).

### **3/ Protections contre les chutes de hauteur inefficaces face aux risques d'enlissement et d'ensevelissement**

- Anti-chute : l'ASAP (Petzl) ne se déclenche qu'en cas de mouvement rapide le long de la corde. En cas d'ensevelissement lent, ce matériel peut s'avérer inefficace.
- Cordes semi-statiques EN1891-A : Ces cordes présentent un pourcentage d'allongement pouvant aller jusqu'à 5 % en cas d'utilisation normale (150kg). En cas d'enlissement / ensevelissement les forces exercées sur la victime deviennent très importantes. En cas d'ensevelissement (enlissement total) c'est un minimum de 300kg qui est ajouté au poids de la victime (test dans un silo à grain – voir pièce jointe). Dans ce cas, les cordes EN1891-A peuvent s'allonger jusqu'à 20 % sans rompre. Sur 20m de cordes (hauteur du silo n°8, la victime peut être enseveli de 4m avant d'être réellement retenue par les cordes.

#### **4/ moyen de communication**

Usure rapide des radios (talkie-walkie) dû à l'exposition aux poussières de ciment : il nous est arrivé de manquer de radios fonctionnelles.

#### **5/ brûlure chimique par le ciment**

Au cours du chantier de nouvelles combinaisons nous été fournis (combi bleu BIZTEX). Nous avons immédiatement eu des débuts de brûlures au niveau du cou et des poignets. Après retrait des combinaisons, nous nous sommes aperçu que nos bras et nos jambes étaient couverts de ciment. Après vérification, ces combinaisons ne présentaient aucun indice de protection.

À l'inverse, les autres combinaisons utilisées tout au long du chantier (combi blanches TYVEK) nous ont parfaitement protégé. Celle-ci présentaient un niveau de protection « T5 » pour la poussière.

#### **6/ Électrisation**

Durant toute une phase du chantier, une lampe 220 volt branchée sur secteur était utilisée à l'intérieur du silo. En cas d'endommagement, la structure du silo peut se trouver mise au potentiel et ainsi causer une électrisation des techniciens.

## **MESURES CORRECTIVES**

### **1/ Enlissement / ensevelissement**

- Le personnel doit être formé aux risques généraux liés aux espaces confinés (ex. : formation CATEC, ou autre formation espaces confinés).

- Informer et former le personnel sur les risques d'enlissement et d'ensevelissement.

- Privilégier systématiquement une aspiration depuis l'intérieur (par le dessus de la matière). À ce sujet, le responsable *NETNET* nous a confirmé que le fait de faire monter la manche d'aspiration jusqu'au trou d'homme haut pour ensuite redescendre à l'intérieur au niveau des cordistes, aurait tout à fait été possible et n'aurait présenté aucun problème technique (pas de perte d'aspiration). Selon lui, il aurait seulement fallu prévoir un embout muni d'un croisillon empêchant le passage de gros blocs, et donc le risque d'avoir un bouchon en plein milieu de la grande longueur de manche ainsi déployée.

À noter, qu'en plus de présenter une plus grande sécurité (pas de création de poche de vide sous la matière), cette manière de procéder offre des rendements beaucoup plus élevés (voir différences de tonnages entre les phases 1 et 2 du chantier).

- **PROBLÈME NON RÉSOVABLE** : Risque de présence de poches de vides créées par le début de colmatage du silo couplé à la poursuite du désilage lors de l'exploitation du silo précédant le lancement du chantier.

### **ÉQUIPEMENT (pistes d'améliorations) :**

**a/** L'opérateur qui descend est directement assujettis aux cordes en nouant les cordes sur les pontets et c'est le surveillant du poste haut qui le fait descendre ou remonter (au treuil). Ainsi le surveillant gère la tension des cordes sans que l'opérateur du bas n'ait à s'en soucier. Cela demande un peu plus de temps lors des changements de position tout en restant suffisamment ergonomique.

**b/** Utilisation de cordes avec le moins d'élasticité possible, donc potentiellement des cordes type B ou non normée EN1891. (Attention à vérifier la compatibilité des cordes avec les autres EPI (treuil, descendeur, antichute, etc...)).

Par exemple :

- [BEAL - Raider 11mm avec gaine Aramide](#) :  
2,7 % d'allongement statique EN 1891 type B
- [BEAL - Rescue VLS 11,3mm de Cordes](#) :  
0,8 % d'allongement statique Normée CE, mais non-normée EN 1891.

**c/** Assujettissement par câble acier (treuils à câble EPI, stop chute avec fonction d'évacuation vers le haut,...). Solution efficace mais lourde et encombrante.

## 2/ Système d'évacuation en cas d'enlèvement

Lorsque l'enlèvement / ensevelissement se produit, il est déjà presque trop tard...

À savoir que dans de tels cas et lorsque c'est possible, les secours favorisent le fait de créer des ouvertures en parois du silo pour évacuer rapidement la matière :  
<https://youtu.be/Ao44tbSBMKo>

Lorsque que ce n'est pas le possible (structure béton), un secours prend alors de nombreuses heures... Dans l'exemple ci-après, les secours ont mis 10h pour évacuer le corps d'une victime : <https://youtu.be/z4uQ5mj0lf0>

### EN AMONT :

La meilleure des préventions est donc à réaliser en amont en appliquant les principes généraux de prévention tels que définis par l'arrêté du 24 mai 1956 relatif à la prévention des accidents susceptibles d'être provoqués par des accumulateurs de matières (silo) :  
<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/LEGITEXT000006072450/>

**a/** Autoriser la descente dans un silo uniquement lorsque les systèmes de désilages sont totalement bloqués, et après épuisement de toutes les autres solutions techniques permettant le rétablissement de l'écoulement de la matière (AIRCHOC, GIRONET, ...).

**b /** Verrouiller à l'arrêt tous les dispositifs destinés à faciliter l'écoulement de la matière (trappes fermées, désilage à l'arrêt, pas d'aspiration par le bas).

**c /** Purger toutes matières en plafond puis descendre progressivement afin de toujours se maintenir au dessus du niveau le plus élevé de la matière.

**d/** Ne pas faire reposer le poids de son corps sur la matière. À savoir que cette mesure est parfaitement inapplicable si le travail est de manier des outils à main pour briser la matière (absence d'appui, balancement, mauvaise posture, fatigue accrue, risque de blessure).

**Une réflexion est à mener sur ce sujet.**

### ÉQUIPEMENT (pistes d'amélioration) :

Systématiser l'utilisation d'un treuil. L'opérateur travaille en permanence en étant relié au treuil. C'est le surveillant du poste haut qui gère le mou des cordes (ou câble + corde).

Ainsi en cas de problème, l'évacuation par le haut est amorcée sans délais contrairement à toutes les autres solutions d'évacuation sans treuil (connexion de la victime au système d'évacuation, mise en place et utilisation d'un mouflage, ...).

Attention aux risques de blessures en cas d'extraction d'une personne enlisée dans la matière (genoux, hanches). Il peut être conseillé de faciliter l'extraction en pelletant autour de la personne enlisée.

## EN PRÉVENTION :

Dans le cas où toutes ces mesures n'empêcheraient pas la survenue d'un accident :

- Il existe différents systèmes d'étalement pour réussir à dégager une victime en cas d'enlèvement /ensevelissement. Des exemples ci-dessous :
  - <https://www.firstoutrescue.com/great-wall-of-rescue-grain-rescue.html>
  - [https://www.grainsystems.com/en\\_US/products/storage/res-q-tube.html](https://www.grainsystems.com/en_US/products/storage/res-q-tube.html)
- Maintenir un tel dispositif à proximité du trou d'homme et prêt à être descendu auprès de la victime.

### **3/ Protections contre les chutes de hauteur inefficaces face aux risques d'enlèvement et d'ensevelissement**

- Anti-chute : l'ASAP LOCK (Petzl) à une fonction de blocage qui peut permettre de palier à ce risque. Mais ce système est très sensible à la poussière. L'antichute MONITOR (BEAL) pourrait répondre à ce problème : <https://equipeur.fr/fr/antichute-mobile/1271-antichute-monitor-beal-1271.html>
- Cordes semi-statiques EN1891-A : Étudier la possibilité d'utiliser des cordes présentant un coefficient d'élasticité moins important, ou assujettissement par câble.

### **4/ moyen de communication**

Trouver un modèle de radio plus résistant aux poussières, ou en prévoir plusieurs de rechange. Piste aussi des systèmes radio laryngophone ou par conduction osseuse qui peuvent être utilisés tout en restant protégés sous les vêtements de protection.

### **5/ brûlure chimique par le ciment**

- Toujours prévoir des combinaisons présentant le bon niveau de protection face aux risques en présence (poussières, liquides, chimique,...).
- Indiquer dans le mode opératoire la manière prévue pour retirer la combinaison permettant de ne pas mettre les poussières ou liquides au contact de la peau, notamment lors du retrait des gants ou de la capuche.

### **6/ Électrification**

Pour tout travail dans un espace confiné, prévoir un éclairage très basse tension (<24 volt). Les lampes à led sur batterie étant la solution la plus simple.