

Explosion d'un nuage de poussière provoquée par l'électricité statique.



Auteur:

Mike O'Brien, Responsable du marketing et des ventes chez Newson Gale.

Pour toute question sur les thèmes abordés dans cette étude de cas, vous pouvez directement contacter Mike à l'adresse suivante : mike.obrien@hoerbiger.com

Question > Cliquez ici pour poser une question au sujet d'un produit ou demander un devis.

La dernière série d'articles de Newson Gale, présentant des études de cas sur les incendies et explosions provoqués par l'électricité statique, attire l'attention des lecteurs sur l'ensemble des processus susceptibles de générer des charges électrostatiques s'accumulant sur les équipements, qu'ils soient fixes ou non.

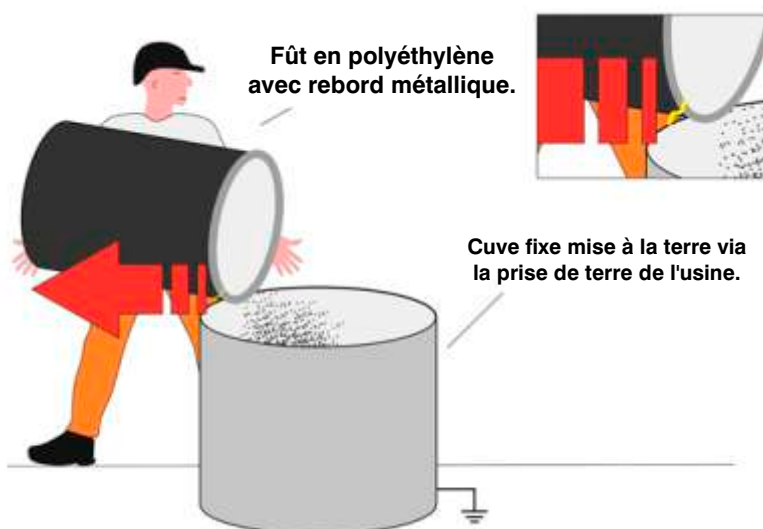
Cette étude de cas porte sur les facteurs expliquant l'explosion d'un nuage combustible pendant une opération manuelle de transformation de poudre. Dans cet exemple, il a été demandé à un opérateur de transvaser environ 18 kg de poudre contenue dans un fût en polyéthylène dans une cuve métallique. Le fût en plastique contenait une poudre à l'énergie minimale d'ignition de 12 millijoules. Le haut du fût en plastique était protégé des chocs liés à une utilisation quotidienne par un rebord métallique placé sur tout le tour.

L'opérateur a versé la poudre dans la cuve, en appuyant le fût sur le bord de la cuve. Une fois le transfert du produit terminé, il a éloigné le fût de la cuve et le nuage de poussière qui s'était formé en haut de celle-ci a explosé.

On a supposé que la charge électrostatique accumulée sur le rebord avait causé la décharge d'une étincelle électrostatique lorsque le fût a été éloigné de la cuve. La cuve était mise à la terre via une connexion fixe à la prise de terre de l'usine.

Afin de vérifier cette théorie, une expérience a été réalisée pour mesurer la charge électrostatique qui aurait pu être générée par le mouvement de la poudre. On a donc versé 18 kg de la même poudre issue d'un fût similaire dans une cage de Faraday sur laquelle la charge électrostatique a été mesurée.

La cage de Faraday ayant reçue la poudre avait accumulé une charge de 3,6 microcoulombs. Dans ce cas, la poudre avait été chargée par la friction exercée par le fût en plastique à mesure qu'elle glissait sur la surface interne de celui-ci. Un mesureur de champ a relevé une valeur de 500 KV/m (valeur maximale qu'il pouvait indiquer) sur une zone isolée du fût qui, par induction, aurait chargé le rebord métallique.



Étant donnée la force de la charge générée par la friction, la charge électrostatique qui aurait pu être transférée sur le rebord aurait été limitée par la surface de celui-ci. Dans le cas étudié, la surface du rebord était d'environ 0,0641 m².

Si la charge électrostatique totale (3,6 microcoulombs) générée par le mouvement de la poudre avait été transférée sur le rebord, la densité maximale de charge que toute surface peut supporter aurait été dépassée. Cette densité maximale est de 27 microcoulombs par mètre carré. Ici, théoriquement, la densité totale de la charge transférée sur le rebord aurait été de 56 microcoulombs par mètre carré.

(I): Densité de la charge (σ) = Charge totale (Q)/surface (A)

$$\text{Densité de la charge } (\sigma) = 3.6 \times 10^{-6} / 0.0641$$

$$\text{Densité de la charge } (\sigma) = 56 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$$

On peut supposer que la densité maximale de la charge, c'est-à-dire la charge totale que le rebord pouvait supporter, a été atteinte simplement par le transfert rapide de la poudre du fût à la cuve. Dans cette étude, la capacité électrique du rebord a été estimée à 71 picofarads. Sur la base de ces valeurs, il est possible d'estimer l'énergie potentielle de l'étincelle électrostatique.

À l'aide de la formule (i), $Q = \sigma A$, on peut calculer la charge maximale accumulée sur le rebord :

$$\Rightarrow 27 \times 10^{-6} \times 0.0641 = 1.7 \times 10^{-6} \text{ C}$$

La charge totale accumulée sur le rebord aurait donc été proche d'1,7 microcoulombs. La tension sur le rebord aurait été de l'ordre de 24 000 volts.

(ii): tension = charge totale/capacité électrique de l'objet chargé

$$V = 1.7 \times 10^{-6} / 71 \times 10^{-12}$$

$$V = 24 \text{ KV}$$

La tension disruptive moyenne de l'air est de 3 000 volts par millimètre. La tension du rebord aurait donc été capable de déclencher une étincelle électrostatique à au moins 8 mm de la cuve de transformation mise à la terre.

L'énergie potentielle accumulée sur le rebord peut être mesurée grâce à l'équation :

$$\text{Énergie potentielle (W),} = Q^2/2C$$

où :

- Q = charge sur le rebord
- C = capacité électrique du rebord

L'énergie potentielle accumulée sur le rebord est donc de :

$$= (1.7 \times 10^{-6})^2 / (71 \times 10^{-12}) \cdot (2)$$

$$= (2.89 \times 10^{-12}) / (142 \times 10^{-12})$$

= 20 millijoules.

Soit plus que l'énergie minimale d'ignition de la poudre, qui était de 12 millijoule.

Étant donné que l'énergie minimale d'ignition de la poudre dispersée dans l'air était de 12 millijoules et que les circonstances de l'opération avaient entraîné l'accumulation d'une forte charge électrostatique sur l'équipement, les autres sources d'ignition ayant par ailleurs été écartées, on peut affirmer que c'est une étincelle électrostatique qui a causé l'explosion du nuage de poussière formé autour de la cuve.

Comment cela aurait-il pu être évité ?

Il y a fort à parier que cette opération s'était déjà déroulée plusieurs fois sans incident visible, car les décharges électrostatiques se sont produites alors que l'atmosphère parcourue par les étincelles ne contenait pas de poussière combustible. C'est une caractéristique commune des opérations durant lesquelles un incendie ou une explosion a fini par se déclencher à cause de l'électricité statique.

Il faut commencer par se demander pourquoi la charge électrostatique a pu s'accumuler sur le rebord du fût. Dans le cas présent, c'est parce que le rebord était électriquement isolé d'une prise de terre vérifiée. S'il avait été connecté à la cuve de transformation mise à la terre, la charge n'aurait pas pu s'y accumuler. Les charges électrostatiques se seraient simplement dissipées dans la terre. Conformément aux directives applicables dans le secteur, telles que les normes NFPA 77 et IEC 60079-32-1, la pièce métallique isolée aurait dû être raccordée à une prise de terre vérifiée (dans le cas présent la cuve) avec une résistance égale ou inférieure à 10 ohms.

Les normes IEC 60079-32-1 (13.4.1) et NFPA 77 (7.4.1.6) & (7.4.1.4) stipulent toutes deux :

« Des connexions temporaires peuvent être réalisées par des boulons, pinces de terre à pression ou autres pinces spéciales. Les pinces à pression doivent assurer une pression suffisante pour pénétrer les revêtements de protection, la rouille ou toute substance déversée pour assurer un contact avec le métal de base, et ce avec une résistance d'interface inférieure à 10 Ω. »

Des dispositifs tels que ceux présentés ci-dessous peuvent être utilisés pour connecter le fût à la cuve mise à la terre. Au moins une pince de mise à la terre agréée FM/ATEX, comme celle de l'image de gauche, doit être employée : elle doit pénétrer à travers tous les inhibiteurs physiques de conduction – peinture, dépôts de produits, rouille – pour garantir une bonne connexion avec la base métallique de l'équipement. L'image de droite représente un dispositif qui permet à l'opérateur de savoir si une connexion d'une résistance égale ou inférieure à 10 ohms est bien établie entre le fût métallique et la cuve de transformation mise à la terre. Grâce à un voyant LED vert clignotant intégré à la pince de mise à la terre, l'opérateur sait s'il peut verser la poudre dans la cuve.



VESX45 – Pince double pour connecter les objets portatifs



Bond-Rite® EZ avec voyant LED vert intégré à la pince, qui clignote lorsque une connexion d'une résistance égale ou inférieure à 10 ohms est établie entre un équipement mis à la terre et un équipement portable conducteur.

Explosion d'un nuage de poussière provoquée par l'électricité statique.



L'utilisation d'un fût en plastique en zone EX/HAZLOC doit aussi être évoquée. On ne peut pas empêcher que des poudres résistives se chargent en électricité statique, à moins d'y apporter des modifications spécifiques pour augmenter leur conductivité électrique. C'est souvent difficile, voire impossible. Cependant, l'utilisation d'un conteneur en plastique fabriqué dans un matériau faiblement conducteur comme le polyéthylène n'est pas recommandée dans les codes de bonnes pratiques professionnelles car la charge générée pendant le transfert s'accumule à la surface du fût, même lorsqu'on essaye de mettre à la terre le fût en plastique. L'utilisation d'équipements en plastique faiblement conducteur risque fortement d'induire la charge d'autres objets en zone EX/HAZLOC. Les équipements et les opérateurs, lorsqu'ils touchent des objets en plastique chargés ou s'en approchent, peuvent à leur tour accumuler de l'électricité statique. Dans l'idéal, il conviendrait d'utiliser un fût en métal connecté à la cuve de transformation mise à la terre afin qu'aucune charge ne puisse s'y accumuler.

Enfin, tous les opérateurs devraient être mis à la terre grâce à des chaussures antistatiques permettant que toutes les charges générées par leurs mouvements pendant des opérations soient efficacement dissipées dans la terre. Ainsi, ils ne risqueraient pas de déclencher des étincelles électrostatiques.

Les codes de bonnes pratiques tels que les normes IEC 60079-32-1 et NFPA 77 soulignent que des mesures proactives peuvent être prises pour minimiser les risques d'incendie ou d'explosion causés par les décharges d'électricité statique. La plupart de ces risques peuvent être contrôlés en installant et en utilisant de manière proactive des dispositifs de mise à la terre. Ces appareils, allant de la simple pince de mise à la terre aux indicateurs de statut avec contacts de sortie permettant de verrouiller les équipements opérationnels, peuvent être utilisés pour des processus très divers.

Pour toute question concernant cette étude de cas, contactez Mike O'Brien à l'adresse mike.obrien@hoerbiger.com.

Cette étude de cas est tirée d'une source tierce et ne reflète en aucun cas les activités des clients de Newson Gale.

United States
Newson Gale Inc
460 Faraday Avenue
Bldg C
Jackson, NJ 08527
USA
+1 732 961 7610
groundit@newson-gale.com

United Kingdom
Newson Gale Ltd
Omega House
Private Road 8
Colwick, Nottingham
NG4 2JX, UK
+44 (0)115 940 7500
groundit@newson-gale.co.uk

Deutschland
Newson Gale GmbH
Ruhrallee 185
45136 Essen
Deutschland
+49 (0)201 89 45 245
erdung@newson-gale.de

South East Asia
Newson Gale S.E.A. Pte Ltd
136 Joo Seng Road, #03-01
Singapore
368360
+65 6704 9461
ngsea@newson-gale.com



www.newson-gale.fr