



Accidentologie des convoyeurs, élévateurs, transporteurs

Les enseignements de la base ARIA

- Septembre 2019 -



Sommaire

Introduction	2
Présentation des transporteurs les plus couramment rencontrés	2
Les convoyeurs horizontaux (à bande, à chaîne ou à vis)	2
Les transporteurs verticaux ou élévateurs	3
Les systèmes d'aspiration.....	4
Les chiffres issus de l'accidentologie.....	5
Une accidentologie à la hausse.....	5
Un secteur céréalier particulièrement concerné par ces accidents	6
Les conséquences observées	6
Quels sont les risques associés aux transporteurs ?.....	7
Les risques liés à l'équipement et à son fonctionnement	7
Les risques liés à la matière transportée	8
Les risques liés à l'environnement d'implantation	8
Les risques liés à sa fonction de transport.....	9
Un équipement soumis aux agressions externes	9
Quelles sont les mesures de prévention et protection ?.....	10
Les barrières techniques	10
Les barrières organisationnelles	12
Quelles sont les causes de ces accidents ?.....	15
Les principales perturbations identifiées.....	15
Derrière les perturbations, quid des causes profondes ?	16
Des départs de feu liés aux installations électriques ou à l'électricité statique.....	18
Quels enseignements tirer ?.....	20
Une maintenance adaptée, contre la fatalité.....	20
Formation et consignes d'exploitations à mener de front	20
Choix des équipements tourné vers une production en sécurité	21
Utiliser des bandes auto-extinguibles.....	21
Mise en conformité des installations électriques et des équipotentialités.....	21
Les permis de feu, une procédure à ne pas négliger !	21

Introduction

Les convoyeurs ou élévateurs sont utilisés dans de nombreuses activités agricoles et industrielles. L'analyse des accidents enregistrés dans la base de données ARIA du BARPI révèle que ces équipements participent régulièrement à l'apparition ou à la propagation d'incendies ou d'explosions. En avril 2019, 270 accidents de ce type (hors mines et carrières) étaient enregistrés dans ARIA.

Les convoyeurs, lorsqu'ils sont « à bandes » sont constitués de matériaux combustibles (caoutchoucs ou textiles). Par ailleurs, dans les industries qui les utilisent, les convoyeurs servent souvent au transport de matières combustibles comme les céréales, le bois, les déchets, les matières végétales,...

Le risque d'incendie provient à la fois de la présence de ces matières combustibles mais également de leur mise en mouvement avec des risques d'échauffement.

Parfois ce sont les bandes transporteuses qui sont soumises à des risques liés aux activités exercées à proximité (déchets, copeaux ou sciures de bois, céréales, métal en fusion...).

Cette synthèse a pour objectif de présenter les risques associés à ces équipements, les facteurs relevés dans l'accidentologie contribuant à l'apparition d'accidents et les mesures de prévention ou de protection mises à place pour éviter leur survenue. Elle se base sur l'analyse de l'échantillon enregistré dans la base ARIA en avril 2019.

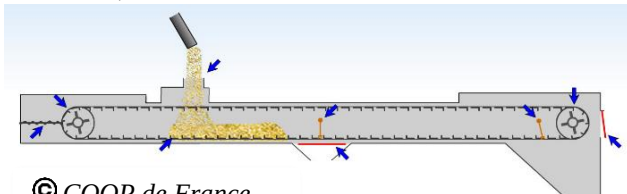
Présentation des transporteurs les plus couramment rencontrés

Dans l'industrie, il existe de nombreux type de transporteurs, convoyeurs, élévateurs. Ils permettent de transporter de la matière verticalement ou horizontalement depuis un poste de commande.

Voici quelques exemples des équipements les plus couramment rencontrés :

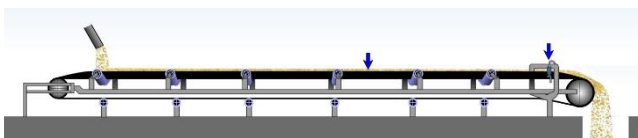
Les convoyeurs horizontaux (à bande, à chaîne ou à vis)

Ce type de convoyeur permet de transporter des matériaux combustibles ou non, en galerie ou en extérieur, entre deux installations.



© COOP de France
Transporteur à chaîne

Les convoyeurs à chaînes sont parfois appelés redler ou TC, tandis que les convoyeurs à bande sont également appelés tapis. Ils sont constitués d'une bande ou d'un tapis. Ces bandes sont souvent en caoutchouc.



© COOP de France
Transporteur à bande

Lorsque les matériaux transportés sont des matières combustibles, le revêtement doit répondre à des qualités auto-extinguibles pour éviter la génération et la propagation d'incendie.



Tapis aérien capoté - ARIA 24768

Sous les bandes/tapis se trouvent des rouleaux qui les soutiennent en produisant un mouvement. Le moteur se situe en général à une des extrémités du convoyeur.

Les convoyeurs sont souvent capotés pour éviter la dispersion de la matière et de la poussière.



© DREAL NA

Convoyeur à bande - ARIA 41202

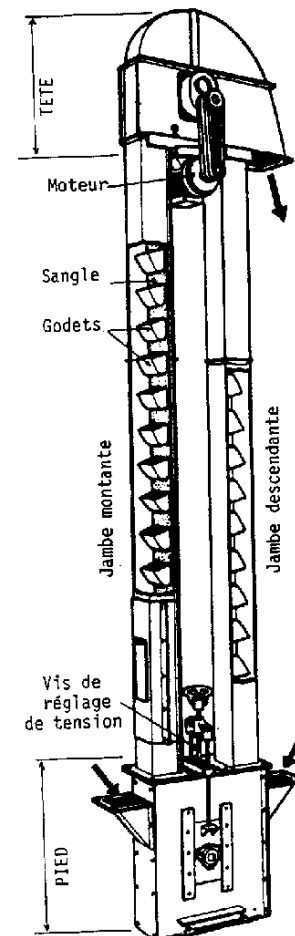
Les transporteurs verticaux ou élévateurs

Ils servent à transporter des matériaux verticalement. Ils peuvent être situés dans des tours de manutention ou en extérieur.

Les matériaux sont transportés depuis le pied de l'élévateur jusqu'à la tête de l'élévateur à l'aide de godets fixés sur une sangle.

Le moteur de l'élévateur se situe en tête d'élévateur. Il est en général capoté avec une trappe qui permet la réalisation des tâches de maintenance courante.

Le réglage de la tension de la sangle est un facteur d'usure de celle-ci. La fréquence de maintenance doit s'adapter à cet état d'usure.



© DRIRE

Tête d'élévateur à godet - ARIA 31062

Les systèmes d'aspiration

Des systèmes d'aspiration sont présent sur les convoyeurs et élévateurs. Ces aspirations peuvent être positionnées au-dessus des zones de déversements des convoyeurs dans les trémies ou en tête d'élévateur par exemple.

Ils permettent d'aspirer les poussières mises en suspension mais nécessitent d'être régulièrement nettoyés pour éviter une accumulation de poussières sur leurs parois. Les poussières aspirées sont en général collectées et envoyées vers le dépoussiéreur du site. Il arrive également, notamment dans les silos portuaires, que certains systèmes d'aspiration soient indépendants du système centralisé. Les poussières sont alors ré-injectées dans le process.



Aspiration de poussières en tête d'élévateur



Aspiration de poussières centralisée sur un convoyeur



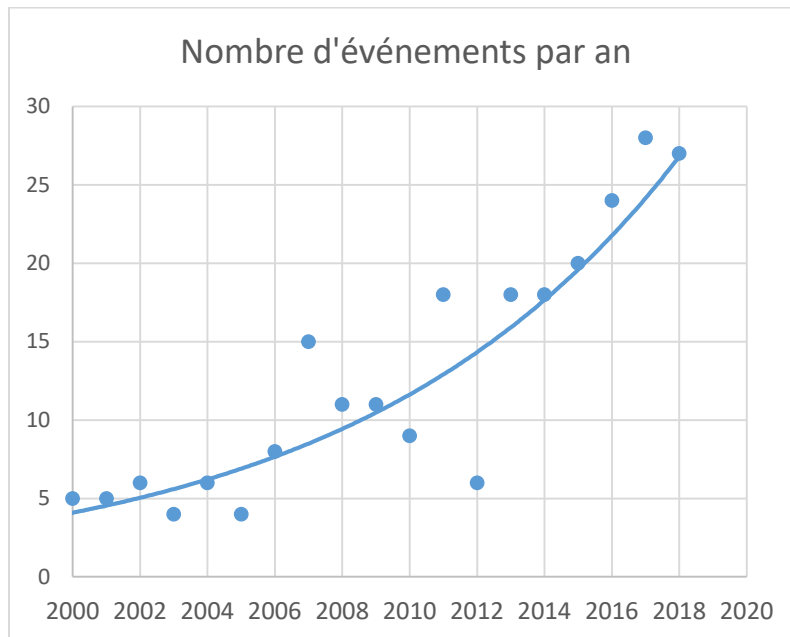
Dans le cas des silos de céréales ou d'autres matières organiques soumises à autorisation pour la rubrique 2160 de la nomenclature des installations classées, l'arrêté ministériel du 29/03/2004 précise dans son article 15 :

« les installations de manutention sont asservies au système d'aspiration avec un double asservissement : elles ne démarrent que si le système d'aspiration est en fonctionnement, et, en cas d'arrêt du système d'aspiration, le circuit doit immédiatement passer en phase de vidange et s'arrêter une fois la vidange terminée, ou s'arrêter en cas d'arrêt du système d'aspiration, après une éventuelle temporisation adaptée à l'exploitation. »

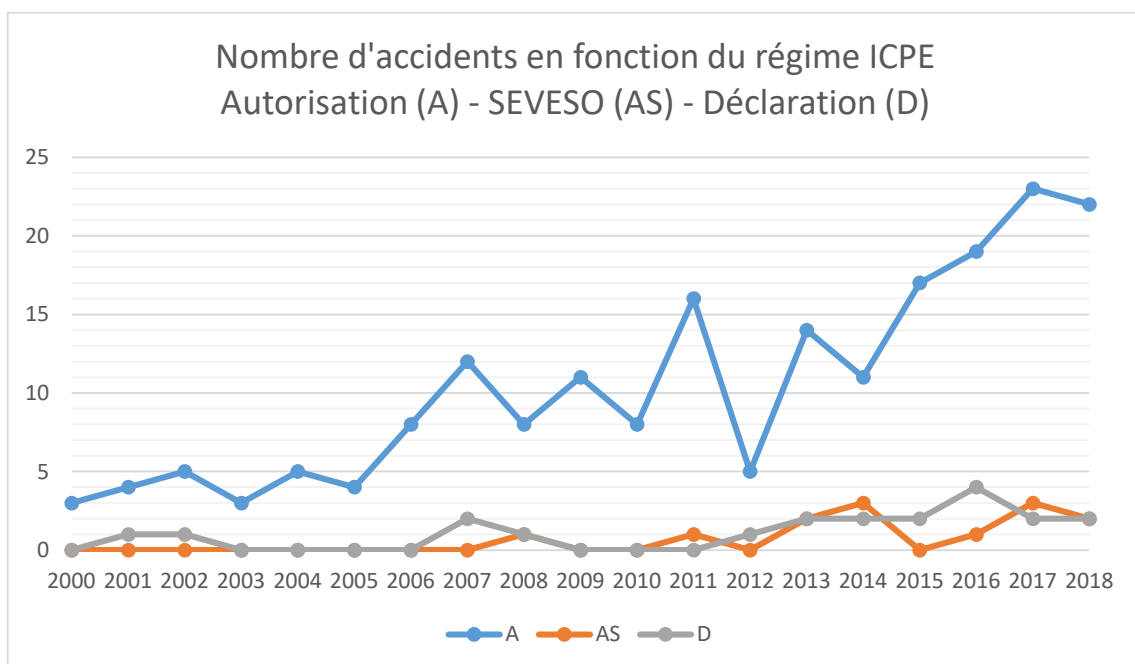
Les chiffres issus de l'accidentologie

Une accidentologie à la hausse

Le graphique ci-dessous représente le nombre d'incendies ou explosions impliquant des convoyeurs depuis les années 2000. L'augmentation du nombre de ce type d'accidents, tous secteurs confondus, apparaît exponentielle.



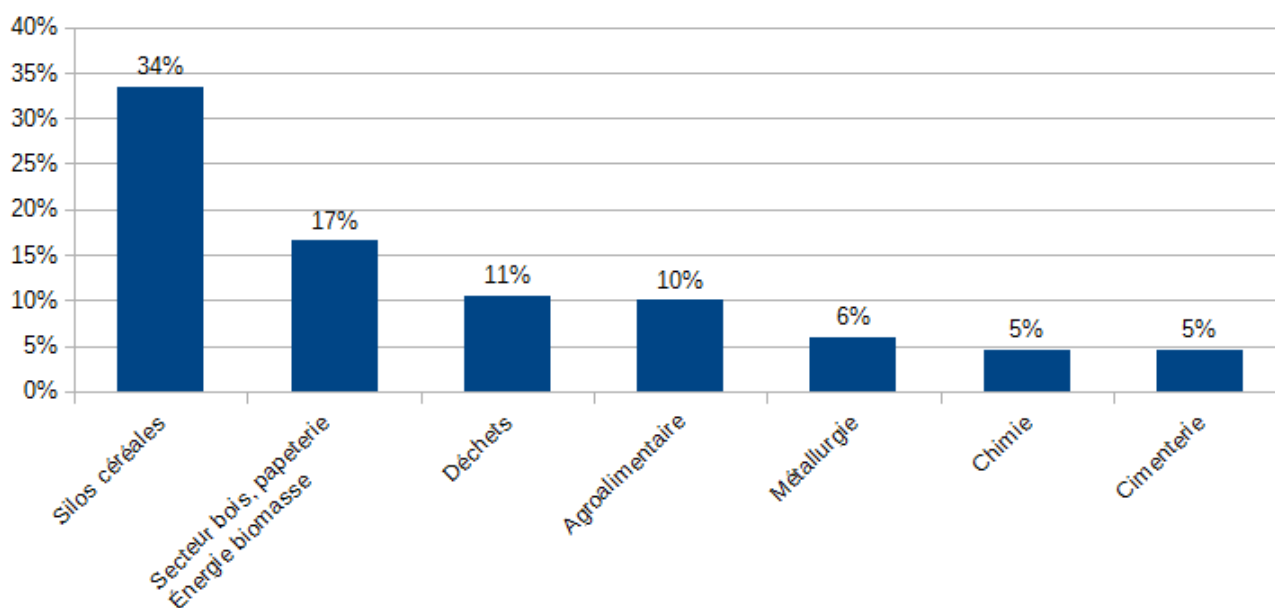
Si l'on regarde la répartition annuelle des accidents de notre échantillon en fonction du régime de classement des sites, on remarque que l'augmentation du nombre d'accident concerne principalement les sites soumis à autorisation :



Un secteur céréalier particulièrement concerné par ces accidents

Le secteur du commerce de céréales (silos céréaliers) est le principal secteur concerné par les accidents impliquant des convoyeurs. Il représente à lui seul plus d'un tiers des incendies et explosions générés ou propagés par des convoyeurs. Le secteur du bois est également particulièrement concerné par ces accidents impliquant des convoyeurs.

Incendies et explosions liés à des convoyeurs répartis par secteurs d'activité



Les conséquences observées

Les accidents impliquant des convoyeurs ne sont pas forcément les plus impressionnants lorsqu'ils sont maîtrisés suffisamment tôt. Toutefois, dans certains cas ils peuvent servir de vecteurs d'incendie ou d'explosions et être à l'origine de dégâts matériels, économiques et humains importants.

Les incendies ou explosions impliquant des convoyeurs ou élévateurs ont généré des blessés dans 11 % des accidents enregistrés dans la base ARIA depuis 20 ans. Deux accidents ont conduit à des décès et 3 à des blessés graves.

Les accidents impliquant des convoyeurs peuvent être à l'origine de pollutions atmosphériques du fait de dégagement de fumées issues de la combustion des matières organiques et des bandes transporteuses. Parfois, des pollutions des eaux sont signalées notamment lorsque les eaux d'extinction ne sont pas collectées.

Plus d'un accident sur deux aura nécessité l'intervention des pompiers avec une moyenne de 35 pompiers par intervention.

Quels sont les risques associés aux transporteurs ?

Les risques liés à l'équipement et à son fonctionnement

Risque d'échauffement : les éléments mécaniques

La principale source d'ignition générant des départs de feu sur les convoyeurs et élévateurs est d'origine mécanique :

- blocage des rouleaux ;
- encrassement des moteurs ;
- casse mécanique ;
- patinage de la bande ;
- déport de bande ;
- frottement de la sangle sur la carcasse.

Ces dysfonctionnements génèrent des échauffements dans des zones où se trouvent de la matière combustible transportée sous forme plus ou moins pulvérulente mais également la bande ou la sangle en caoutchouc.

Constitué de matière combustible : la sangle, la bande ou le tapis

Les bandes transporteuses, sont de nature combustibles. Compte tenu des risques d'échauffement liés aux défaillances mécaniques et de la nature combustible des produits convoyés, le risque de combustion de la bande demeure très important. La réglementation pour les activités de stockage de matières organiques dans des silos impose l'utilisation de bandes transporteuses non propagatrices de flammes. Ces bandes doivent respecter la norme NF EN ISO 340, version avril 2005 ou les normes NF EN 12881-1, version juillet 2008 et NF EN 12881-2, version juin 2008.

Un zoom sur les bandes transporteuses est intégré en annexe de la présente synthèse.

Electricité statique : éléments mécaniques en mouvement et bande en caoutchouc

Les bandes transporteuses présentent également des risques de formation d'électricité statique, généré entre la bande et les rouleaux, si ceux-ci ne sont pas mis à la terre.

Risque lié à la partie électrique des équipements

Les installations électriques défectueuses peuvent être à l'origine de débuts d'incendie notamment si elles ne sont pas protégées des poussières ou des intempéries (pluie, gel).

Incendie du transporteur à bande d'un silo de granulés de bois

ARIA 49714 – 25/05/2017 - 19 - EGLETONS

Un feu se déclare sur une bande transporteuse d'un silo à granulés sur une exploitation de travail du bois.

L'incendie provient de l'échauffement du roulement de la bande transporteuse du fait d'une usure anormale. Les particules de bois et de graisses sur la bande transporteuse se sont ensuite enflammées. D'après l'exploitant, la détérioration du roulement est due soit à une fréquence de contrôle et/ou graissage insuffisante, soit à un sous-dimensionnement du roulement par le fabricant. Il faisait l'objet d'un entretien planifié dans la GMAO avec une fréquence trimestrielle.

Après l'accident, l'exploitant met en place un protocole de graissage planifié des roulements tous les mois. Il étudie la possibilité de mettre en place une mesure infrarouge de la température des roulements. Le redimensionnement de certaines parties de l'appareil est également étudié.

Les éléments mécaniques et électriques non conformes à la norme ATEX risquent de générer des étincelles ou des points chauds susceptibles de provoquer un incendie ou une explosion compte tenu de la présence de poussières combustibles (zone ATEX).

Les risques liés à la matière transportée

Matière combustible : produits transportés

Nous avons vu dans le chapitre précédent que les convoyeurs sont principalement utilisés dans les silos de céréales ou les installations de travail du bois. Ces deux types de produits transportés (céréales et bois) sont combustibles. D'autres produits transportés comme les déchets, le charbon, la coke sont également sensible.

Parfois la présence de corps étrangers peut constituer de la matière combustible ou inflammable, notamment dans le secteur des déchets.

Les risques liés à l'environnement d'implantation

Présence d'ATEX : dispersion de poussières lors du transport

En transportant des matières combustibles de petites tailles, les convoyeurs génèrent de la poussière. La présence de ces poussières constitue une Atmosphère Explosive (ATEX). Ces ATEX sont présentes à l'intérieur des convoyeurs et au niveau des jetées de bandes.

Les systèmes d'aspiration au niveau des convoyeurs ont vocation à réduire la quantité de poussière présente. En général ces systèmes sont reliés au système d'aspiration centralisé de l'installation. Mais dans certains silos portuaires, il existe des dépoussiéreurs autonomes au niveau des convoyeurs qui aspirent la poussière, en font des agglomérats et les réinjectent dans le process. Lorsque les convoyeurs fonctionnent à vide, notamment entre deux chargements, ces dépoussiéreurs qui continuent à aspirer la poussière, ont plus de mal à créer des agglomérats et génèrent une mise en suspension de poussière.

Explosion dans les installations de manutention d'un silo portuaire.

ARIA 44686 – 02/01/2014 - 64 - BOUCAU

Une explosion de poussières se produit dans les élévateurs et transporteurs à bande d'un silo portuaire. L'ouverture des événements sur le circuit de dépoussiérage permet de limiter la surpression. Les dégâts matériels dans la tour de manutention se répartissent en fonction de l'empoussièremement des zones. L'opérateur dans la salle de commande, est blessé.

La première explosion serait due à un empoussièremement excessif des appareils de manutention et à un échauffement par frottement de particules accumulées dans les jambes d'élévateurs sans que les systèmes ne détectent de défaut. L'accrochage de ces particules serait dû à la manutention de maïs humide lors de la campagne de séchage. La concentration de poussières au niveau des élévateurs a été estimée à 200 g/m³, soit 3 fois la limite inférieure d'inflammabilité du maïs. Cette concentration a permis de générer la deuxième explosion dans cette installation.

Les risques liés à sa fonction de transport

Propagation du phénomène dangereux : transport de braises ou passage des fronts de flammes

Une des missions des convoyeurs est de transporter des matières horizontalement ou verticalement. Lorsqu'un point chaud arrive en amont d'un transporteur, il sera transporté en aval. Le convoyeur participe alors à la propagation de ce point chaud. Un effet « cheminée » peut également se créer à l'intérieur des convoyeurs capotés.

De la même manière, en cas d'explosion dans un espace en relation avec un convoyeur, celle-ci pourra se propager rapidement à travers le convoyeur en absence de système de découplage. L'atmosphère empoussiérée de ces convoyeurs en font des vecteurs privilégiés. La cinétique de propagation de l'explosion est très rapide.

Un équipement soumis aux agressions externes

Risque d'inflammation ou d'explosion : les travaux par points chauds

Les travaux par points chauds réalisés à proximité d'un convoyeur sont générateurs de risques pour l'équipement du fait de la présence de matière combustible au niveau du convoyeur (bandes, sangles, tapis ou matière transportée).

La présence d'un point chaud peut facilement se propager au niveau du convoyeur pendant ou après les travaux.

Présence de sources de chaleur à proximité

Dans les domaines de la sidérurgie par exemple, il arrive que les convoyeurs se trouvent à proximité de zones où de la matière en fusion est manipulée. Ces activités constituent des risques d'inflammation pour le convoyeur.

Incendie dans une installation sidérurgique

ARIA 50005 – 17/07/2017 - 30 - LAUDUN-L'ARDOISE

Un feu se déclare vers 20h40 dans une usine sidérurgique lors de la coulée d'un four. Lors de l'ouverture d'un four, des gerbes de métal en fusion et de laitier sont sorties en direction d'un tapis. Le tapis s'est enflammé ainsi qu'une gaine contenant des câbles électriques. L'incendie est lié au fait que le tapis était mal protégé des projections. Par ailleurs, des stockages de matières combustibles et un mauvais emplacement de câble ont favorisé la propagation du sinistre. L'extinction a tardé du fait du manque de visibilité (fumée importante) et du fait des difficultés de mise en œuvre du matériel incendie.

Risques issus des phénomènes météorologiques

Les convoyeurs sont soumis à divers phénomènes météorologiques et notamment :

- la foudre qui génère des dégâts matériels (surtensions, arcs électriques...);
- le gel qui occasionne des défaillances de matériels.

Quelles sont les mesures de prévention et protection ?

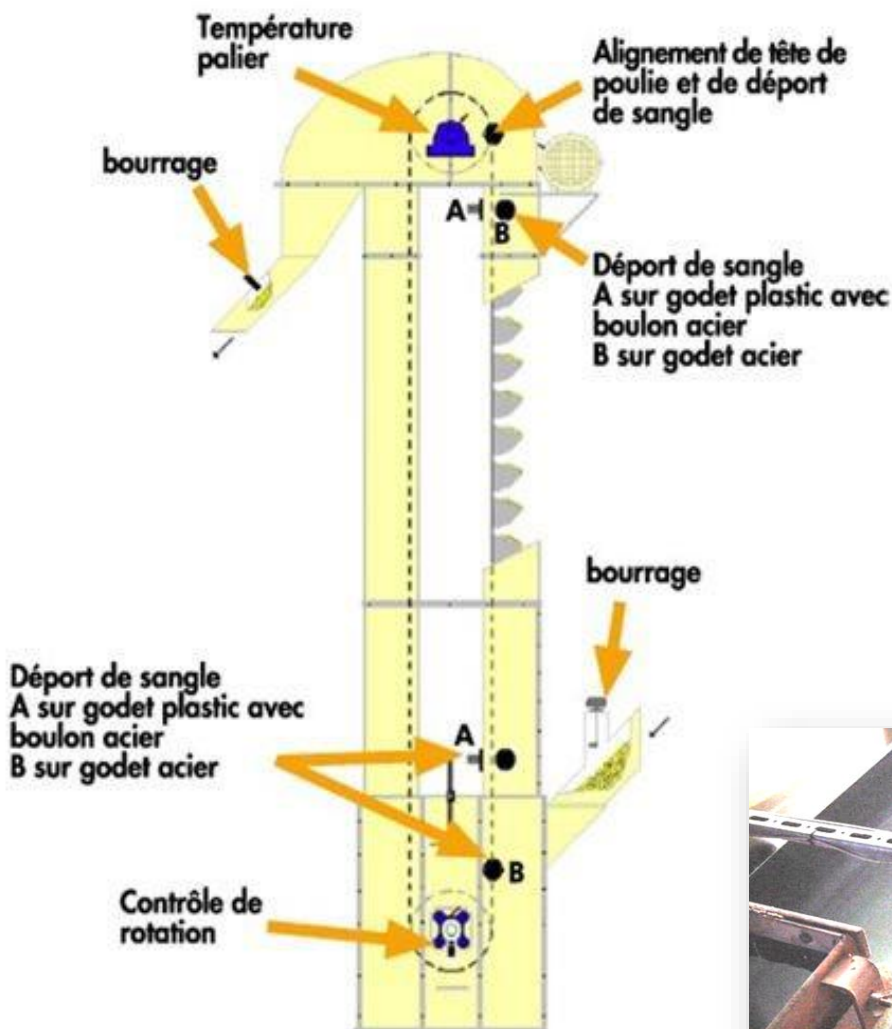
Pour prévenir les risques décrits précédemment diverses barrières techniques et organisationnelles peuvent être mises en place.

Les barrières techniques

Système de contrôle de dérives du process ou de défaillance des équipements

Sur les éléments de convoyage, plusieurs équipements de sécurité permettent d'informer d'une défaillance de l'équipement ou dans le process.

Le schéma suivant montre l'emplacement sur un élévateur de ces systèmes de contrôle : contrôle de température du palier, détecteurs de bourrage, détecteurs de déport de bande, détecteurs de rotation, détecteurs d'alignement de tête de poulie.



Détecteur de déport de bande

Système de limitation des poussières

Le capotage des équipements de manutention permet d'éviter la dispersion de poussières autour des équipements de convoyage.

Les systèmes de jetées de bandes en douceur et capotées permettent de limiter la dispersion de poussière lors de la jetée de matière.

Des points d'aspiration au niveau des convoyeurs et des jetées de bandes permettent de limiter l'empoussièrment.



Découplage et capotage

Système de limitation des effets d'une explosion

La limitation des effets d'une explosion peut se faire par la combinaison d'une cloison de séparation assez résistante (découplage) pour permettre d'isoler le volume et d'une surface soufflable ou d'un événement suffisamment dimensionné(e) pour évacuer le souffle d'une explosion se produisant dans ce volume.

Ce découplage doit résister à la surpression d'explosion induite par l'explosion primaire considérée. Il doit donc être dimensionné en conséquence.

Les événements permettent de limiter la surpression et donc de conserver l'intégrité des structures et d'éviter les projections. Le dimensionnement de ces événements répond également à des normes.

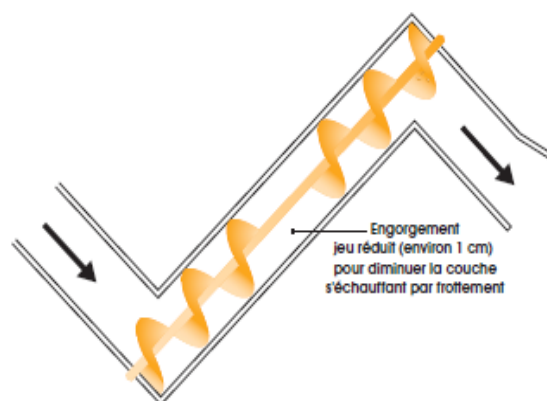
Le guide de l'état de l'art des silos (version 3) consacre un paragraphe (p. 52 à 54) sur le choix des normes pour le dimensionnement des événements et des surfaces soufflables.

D'autres systèmes de protection contre les explosions existent :

Les suppresseurs d'explosions, qui permettent d'étouffer celles-ci, sont parfois utilisés pour la protection des élévateurs. Le système est constitué d'une détection de surpression et d'un dispositif d'extinction ultra-rapide du front de flamme. Ils sont utilisés pour protéger des alimentations/canalisations et non des volumes entiers ; leur efficacité dépend des configurations de l'installation.

On rencontre également dans certaines installations notamment de travail du bois, des écluses alvéolaires ou des vannes à fermeture rapide, ou encore des convoyeurs à vis d'Archimède interrompue en son milieu. Plusieurs systèmes de ce type sont décrits dans le document de l'INRS de 2006 : ED944 : « les mélanges explosifs – 2. Poussières combustibles ».

Le choix du positionnement de ces équipements est important, leur protection contre le gel et leur entretien sont nécessaires à leur bon fonctionnement.

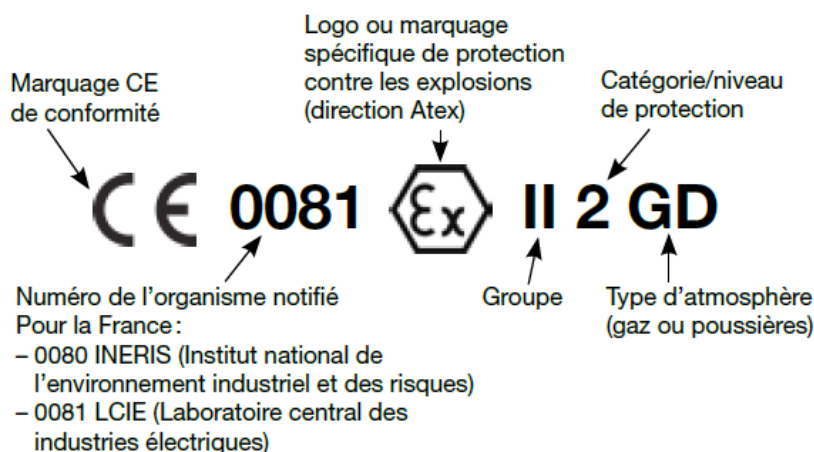


© INRS
Vis Archimède interrompue – ED944

Conformité du matériel aux zones ATEX



Les équipements électriques et mécaniques des convoyeurs se trouvent en général en zone ATEX. Après la définition du zonage ATEX des installations, l'ensemble des équipements mécaniques et électriques devra être mis en conformité avec le zonage et répondre aux normes ATEX. Le marquage doit être en adéquation avec la zone ATEX définie dans le plan de zonage du site.



Les barrières organisationnelles

Maintenance préventive

Les défauts de maintenance sont souvent à l'origine de défaillances matérielles. Une attention particulière doit être portée sur la fréquence et la qualité de cette maintenance notamment lors des pics d'activité. Les problèmes d'ergonomie qui compliquent les contrôles ou les opérations de maintenance doivent être identifiés et réglés avant la survenue de l'accident.

Le nettoyage des installations doit faire partie des priorités en termes de maintenance compte tenu de l'accidentologie enregistrée pour ce type d'installation.

Contrôles électriques

La mise à la terre de toutes les pièces métalliques des convoyeurs transportant des matières organiques doit être réalisée. Les installations électriques sont à contrôler régulièrement et a minima tous les ans. Ce contrôle doit intégrer les risques liés à la formation d'électricité statique et de courants vagabonds et notamment la mesure de la prise de terre, la vérification de la continuité du conducteur de protection ainsi que l'interconnexion équipotentielle des masses métalliques.

Une étude foudre et les préconisations devront être réalisées (AM 04/10/10).

Choix du matériel (jetées de bandes, normes des bandes, conformité du matériel aux normes ATEX..)

Tous les matériels mis en place au niveau de l'installation devront faire l'objet d'une analyse pour s'assurer qu'ils répondent bien à l'ensemble des exigences de sécurité de l'installation où ils seront intégrés notamment en termes de normes. Les risques induits par ces équipements devront être analysés : création de poussière, risque de bourrage matière...

Formation (conduite à tenir en cas de déclenchement d'alarme...)

La formation des opérateurs est primordiale dans la gestion du risque de l'installation. La formalisation des exigences en termes de compétence et de connaissances à acquérir est utile. La formation doit intégrer les volets relatifs aux exigences de production, de qualité mais aussi de sécurité avec des modules spécifiques sur les risques encourus et les conduites à tenir lors de la conduite du process, lors de travaux, lors des opérations de maintenance, en cas de dysfonctionnement sur les installations...

Un volet sur les risques ATEX doit être intégré.

Le retour d'expérience sur l'accidentologie peut utilement être intégré à ces formations.

L'exploitant doit s'assurer du niveau de formation de ses opérateurs.

Des exercices réguliers permettent de tester et remettre à jour les compétences acquises.

Les sous-traitants ou personnels intérimaires doivent être soumis aux mêmes exigences de compétence et qualification que le personnel du site.

La formation s'accompagne de procédures et consignes.

Procédures et consignes

Les procédures et consignes permettent de formaliser les exigences attendues en termes de production, de qualité et de sécurité. Elles doivent évidemment être mise à jour régulièrement et notamment en cas d'évolution des pratiques ou après des incidents. L'exploitant doit s'assurer qu'elles sont bien adaptées aux pratiques réelles sur le site et des mises à jour seront réalisées le cas échéant.

Elles permettent de compléter la formation des opérateurs.

Les travaux par points chauds

Tous travaux par points chauds doivent faire l'objet d'un permis de feu. La démarche de permis de feu comprend différentes étapes :

L'étape en amont dite de préparation de l'opération. Elle nécessite une analyse des risques liée à l'intervention programmée et aux activités et installations en place au moment de l'intervention. L'analyse doit intégrer les risques liés à d'éventuelles co-activités.

Penser à informer **TOUS** les opérateurs des zones concernés par des travaux

Cette phase d'analyse de risque conduit en général à définir des mesures de prévention telles que :

- le nettoyage de la zone d'intervention avec le déplacement de matières/produits combustibles ou inflammables ;
- la mise en place de systèmes de protection comme les bâches ignifugées ;
- le colmatage des ouvertures et interstices à proximité des travaux ;
- la mise en place des moyens de lutte incendie ;
- le balisage de la zone...

Pendant les travaux, une surveillance doit être mise en place avec des contrôles réguliers. Des moyens d'extinction doivent être présents pour permettre une intervention rapide.

La phase après travaux est très importante notamment pour vérifier l'absence de feux couvants. La nature et la durée des contrôles après travaux devront être définies lors de la rédaction du permis de feu.

L'analyse des accidents de la base ARIA montrent que les pratiques ne suivent pas toujours ces règles. Plusieurs types de défaillances peuvent être observés : absence de rédaction de permis de feu, analyse des risques insuffisante, mesures de protection ou contrôles pendant et après travaux insuffisants... :

Incendie dans un centre de tri de déchets

ARIA 45124 – 31/03/2014 - 18 - Bourges

Vers 14h30, une opération de maintenance (soudure) est en cours dans un centre de tri de papiers usagés quand une étincelle tombe dans la fosse du convoyeur d'alimentation mécanique. Des fines de papiers et de cartons s'enflamment. Les employés présents à proximité éteignent le foyer avec une lance à eau, les pompiers sont appelés par précaution.

L'opération de maintenance avait fait l'objet d'un permis de feu et d'un plan de prévention, mais l'inspection et le nettoyage préalable de la fosse du convoyeur avaient été oubliés. L'exploitant complète la procédure de contrôle et de nettoyage avant maintenance.

Incendie dans une sucrerie

ARIA 50208 – 22/08/-2017 - 59 - Escaudoeuvres

Vers 15 h, un feu se déclare sur une bande transporteuse de betteraves d'une sucrerie. Une équipe d'une entreprise extérieure fixait des cornières par soudure en bout de tapis. Après la soudure d'une première cornière, les ouvriers font une pause. Quelques minutes plus tard, les opérateurs de l'usine constatent un départ de feu à l'arrivée du tapis et tentent de l'éteindre au moyen d'extincteurs sans y parvenir. La combustion de la bande en caoutchouc sur 6 m produit une épaisse fumée noire. Les pompiers sont appelés et éteignent l'incendie. L'exploitant tire les enseignements suivants de l'accident :

- application stricte du permis de feu, notamment surveillance pendant et après les travaux. Si besoin, mouillage des matériaux à proximité ;
- analyse des risques avant toute intervention ;
- vigilance accrue lors de travaux par points chauds réalisés à proximité de matériaux inflammables.

Quelles sont les causes de ces accidents ?

Les perturbations à l'origine des accidents impliquant des convoyeurs peuvent être externes ou internes à l'équipement. L'identification de ces perturbations puis des causes profondes de l'accident sont des étapes essentielles pour bénéficier des enseignements que ces accidents peuvent apporter.

Les principales perturbations identifiées

L'analyse des accidents de ces 5 dernières années permet de lister les principales perturbations relevées dans les accidents ayant fait l'objet d'un rapport d'accident :

Défauts matériels	67%
Interventions humaines	28%
Pertes de contrôle de procédé	19%
Dangers latents	17%
Agressions naturelles ou anthropiques	4%
Malveillance	2%

Les défauts matériels : une fatalité ?

La principale source d'ignition à l'origine de départ de feu sur les convoyeurs est d'origine mécanique. On relève plusieurs types de dysfonctionnements matériels comme l'usure des paliers, le blocage des rouleaux, le patinage de la bande, l'encrassement des moteurs, des défaillances électriques. Ces dysfonctionnements génèrent des échauffements dans des zones où se trouvent de la poussière et des matières combustibles comme la bande caoutchouc notamment.



Trace d'échauffement sur carter d'élévateur – ARIA 36292

Les interventions humaines



Meuleuse sur lieu de l'accident – ARIA 20340

Parmi les interventions humaines à l'origine d'accidents on retrouve principalement des interventions inappropriées lors de travaux par points chauds. Les dérives dans la conduite des installations sont également observées. En effet, les opérateurs sont les garants du maintien de la sécurité sur le site en évitant l'accumulation de poussière, en assurant la surveillance des installations pendant leur fonctionnement notamment le contrôle des alarmes et les levées de doute en cas de déclenchement, en effectuant la maintenance des installations... Lorsque ces missions ne sont pas correctement effectuées elles peuvent conduire à l'accident.

Les pertes de contrôle de procédés

Les pertes de contrôles de procédés sont liées à divers phénomènes : le bourrage ou le colmatage de matière, ou encore des phénomènes d'échauffement générant un point chaud pouvant être transportés par les convoyeurs.

Les dangers latents

Les dangers latents concernent principalement les taux d'empoussièremement excessifs des installations. Cela peut être également des taux d'humidité importants ou la présence de corps étrangers dans les produits transportés (notamment dans les déchets ou le bois).

On observe également des bandes de convoyeurs non conformes aux normes de non-propagation de l'incendie.

Les agressions extérieures

Parmi les agressions naturelles et anthropiques, on relève principalement des phénomènes météo : dysfonctionnement de détecteurs d'étincelles liés au gel, vent attisant un incendie.

Les actes de malveillance restent rares pour ce type d'accidents.

Derrière les perturbations, quid des causes profondes ?

Le tableau suivant fait état des principales causes identifiées sur la base des accidents ayant fait l'objet d'une analyse des causes ces 5 dernières années :

Organisation des contrôles	43%
Choix des équipements et procédés	40%
Identification des risques	23%
Formation et qualification des personnels	21%
Procédures et consignes	17%
Organisation du travail et encadrement	13%

Contrôle et maintenance des équipements

La fréquence et la qualité de la maintenance préventive (graissage, réglage, dépoussiérage) des transporteurs est régulièrement mise en cause dans les accidents de la base ARIA. Ils sont à l'origine de la plupart des pannes ou des dysfonctionnements matériels relevés dans les accidents.



© Exploitant

Empoussièremement important – ARIA 46639



© DRIRE

Bande transporteuse consommée – ARIA 24768

Les insuffisances de contrôles sont également observées lors des travaux et notamment ceux par points chauds. Ces contrôles sont pourtant indispensables pour s'assurer de l'absence de points chauds résiduels toujours possible du fait de la présence de matières combustibles dans les installations.

Des défauts de contrôle sont également observés à la suite de déclenchement d'alarme comme les détecteurs de dépôts de bande, les contrôles de température ou autre. Ces contrôles sont pourtant le seul moyen, dans la majorité des cas, d'analyser la situation en cours et d'avoir un comportement adapté permettant d'éviter la survenue d'un accident.

Choix des équipements

Le choix des équipements peut avoir un rôle dans la survenue des accidents notamment en favorisant l'apparition d'une situation dangereuse. Certains choix d'équipements sont propices à l'apparition d'un risque. C'est le cas lorsque les bandes ou sangles des convoyeurs ne respectent pas les normes ou lorsque l'exploitant installe certains équipements non adaptés comme des rideaux en caoutchouc pour cloisonner les installations alors que ceux-ci favoriseront la formation d'électricité statique. Il peut également s'agir de l'apparition d'un risque ATEX avec la formation d'une atmosphère empoussiérée :

- certaines jetées de bandes favorisent la formation de poussières ;
- les dépoussiéreurs autonomes des silos portuaires sont plus propices à la formation de poussières ;
- l'absence de capotage des installations.

D'autres choix d'équipements rendent la fonction de l'appareil inefficace. C'est le cas notamment pour le positionnement des écluses rotatives dans les installations de transit des copeaux de bois. Parfois ils empêchent la réalisation correcte des opérations de maintenance ou la rendent difficile avec le risque que celle-ci ne soit pas réalisée.

Identification des risques

Tous les sites soumis à autorisation ont normalement réalisé des analyses de risques de leurs installations lors de la réalisation des études de danger intégrées à leur dossier de demande d'autorisation d'exploiter. Par la suite, il appartient à chaque exploitant de réévaluer les risques présents sur son installation et d'identifier les mesures de prévention et protection à mettre en œuvre à chaque changement de process, de produits ou d'activité.

Pour les sites soumis à déclaration ces analyses de risques sont de bonnes pratiques permettant d'éviter la survenue des accidents mais qui ne sont pas contraintes par la réglementation.

Pourtant on observe, lorsque des évolutions ont lieu sur une installation, que l'évaluation ou la réévaluation des risques liés à ces changements ne sont pas forcément réalisées. Ce défaut d'identification des nouveaux risques conduit à l'absence de mise en place de mesures de prévention d'éventuels nouveaux risques. Dans un accident de la base ARIA, des défaillances de mesures de préventions ont été relevées, comme l'absence de mise en place de système de criblage pour la réception de copeaux de bois dans des silos prévus initialement pour le stockage de céréales. Dans d'autres accidents, l'absence d'identification des risques suite à une augmentation d'activité n'a pas pu conduire à l'adaptation des fréquences de nettoyage des installations ou à l'adaptation des fréquences de maintenance des installations.

Dans certaines situations, des analyses de risque sont supposées être un préalable, notamment à la délivrance des permis de feu. Toutefois, on observe dans de nombreux accidents qui surviennent pendant

des phases de travaux que ces analyses ne sont pas correctement réalisées. Ce défaut d'identification des risques est souvent couplé à un défaut de formation des opérateurs qui délivrent ces permis.

Même lorsque les sites n'ont pas subi de changement de process ou d'activité, il arrive que des risques présents dès la conception n'aient pas été identifiés. Ce fut le cas notamment dans une usine sidérurgique où un tapis situé à proximité d'une zone où des projections de métal en fusion pouvaient avoir lieu, était mal protégé.

Enfin des défauts d'identification des risques liés à de mauvaises pratiques sont également mis en évidence dans certains accidents de la base ARIA. Ce fut le cas sur un site où le risque d'usure de l'axe du tambour du fait des réglages successifs de la tension de bande n'a pas été identifié. A l'origine de ces dysfonctionnements, d'autres problèmes organisationnels peuvent exister, comme des problèmes de communication qui ne favoriseraient pas les remontées d'information du terrain.

Formation du personnel, consignes d'exploitation à l'origine des comportements inadaptés

Nous avons vu dans le chapitre sur les perturbations que beaucoup d'accidents pointaient du doigt des comportements humains inadaptés. Quelles sont les causes pouvant expliquer ces comportements ?

Parmi celles analysées dans les accidents de la base ARIA on peut noter la formation insuffisante de certains opérateurs sur la conduite des installations et notamment sur celle à tenir en cas de déclenchement d'alarmes : absence de levée de doute, shunt des alarmes.

On relève également un manque de formalisation des consignes sur les pratiques attendues, ce qui est propice aux dérives sur la conduite et la maintenance des installations : durée de stockage non respectées, fréquence et type de maintenance inadaptés, contrôle visuel des installations mal réalisés.

La formation nécessaire à la rédaction des permis de feu apparaît également défaillante dans de nombreux accidents. L'absence d'analyse de risque et de visites des installations au préalable de la délivrance de ces permis conduit notamment à :

- des mesures de protection insuffisantes ou inexistantes ;
- des défauts de contrôle pendant et après les travaux. Plusieurs accidents font état de feux couvants qui se déclarent plusieurs heures après le chantier. Une attention particulière doit être portée si des conduites notamment d'aspiration sont présentes à proximité du chantier. Des étincelles peuvent être aspirées et générer un feu dans des équipements éloignés de la zone de travaux.

Organisation du travail et encadrement

Les défauts d'organisation du travail et d'encadrement peuvent conduire à la réalisation de tâches incompatibles en même temps : nettoyage des installations et travaux par points chauds par exemple. Ces défauts peuvent également conduire à des dérives dans la conduite du process : contrôles non réalisés, nettoyage des installations défaillant, durée de stockage dans les silos trop importants,...

Des départs de feu liés aux installations électriques ou à l'électricité statique

Les bandes transporteuses présentent également des risques de formation d'électricité statique, générée entre la bande et les rouleaux si ceux-ci ne sont pas mis à la terre. Les installations électriques défectueuses peuvent également entraîner des débuts d'incendie notamment si elles ne sont pas protégées vis-à-vis des poussières ou des intempéries (pluie, gel).

La mise à la terre de toutes les pièces conductrices des convoyeurs transportant des matières organiques doit être réalisée. Pour les atmosphères explosibles, les bandes choisies seront antistatiques. Les installations électriques devront avoir des indices de protection correspondant aux caractéristiques des matériaux transportés et au milieu ambiant.

Quels enseignements tirer ?

Une maintenance adaptée, contre la fatalité

L'analyse des accidents de la base ARIA met en évidence des perturbations récurrentes à l'origine des accidents de convoyeurs. La principale perturbation relevée est la défaillance matérielle. Ce type de défaillance n'est pas une fatalité. Des mesures organisationnelles peuvent être mises en place sur les sites pour s'en prémunir. Dans de nombreux accidents issus d'une défaillance matérielle, la fréquence de maintenance est en cause. Définir une fréquence de maintenance nécessite d'intégrer les recommandations fournisseurs et de les adapter aux conditions d'utilisation du matériel (fréquence d'utilisation, contrainte d'exploitation particulière). Cette rigueur dans l'organisation de la maintenance est nécessaire pour éviter les nombreux événements qui surviennent chaque année.

Formation et consignes d'exploitations à mener de front

En complément d'une organisation de la maintenance adaptée au fonctionnement de l'installation, il est nécessaire de donner les moyens aux agents chargés de cette maintenance de la réaliser correctement. La qualité de l'opération attendue (graissage, nettoyage, boulonnage,...) requiert des qualifications et donc une formation adaptée des opérateurs, saisonniers ou sous-traitants. Quel que soit le statut de l'intervenant, l'exploitant se doit de s'assurer que celui-ci est correctement formé à l'opération dont il a la tâche.

- Quelle formation a-t-il suivi ?
- Les outils à disposition pour réaliser les opérations dont il a la tâche sont-ils adaptés aux conditions de travail spécifiques au site ?
- Quels sont les contrôles mis en place pour vérifier que les tâches sont correctement effectuées ?

En dehors de la maintenance préventive des équipements qui permet de réduire ou de prévenir des défaillances matérielles, les exploitants peuvent s'appuyer sur des équipements de sécurité ou des mesures organisationnelles pour identifier rapidement ces défaillances matérielles. Voici quelques exemples d'équipements de sécurité et mesures organisationnelles qui sont généralement mis en œuvre sur les convoyeurs :

- les contrôles visuels ;
- les contrôleurs de déport de bande ;
- les contrôleurs de rotation ;
- les détecteurs de température de palliers ;
- les détecteurs de bourrage.

Si ces mesures ont pour but d'identifier rapidement une dérive, elles ne peuvent pas empêcher le développement du sinistre sans une intervention appropriée des opérateurs.

Ainsi, pour que ces mesures soient efficaces, il faut qu'elles soient correctement positionnées, en nombre suffisants et accompagnées de consignes et d'une formation des opérateurs et des saisonniers notamment sur la conduite à tenir en cas de déclenchement des alarmes. Le retour d'expérience lié à l'accidentologie peut utilement être utilisé lors de ces formations pour sensibiliser les opérateurs aux risques issus de ces dérives de process.

Par ailleurs les tâches courantes comme le nettoyage des installations ne doivent pas être négligées notamment sur les installations nécessitant le convoyage de matières combustibles génératrices de poussières inflammables. Là encore, les consignes d'exploitation doivent permettre d'assurer un fonctionnement des installations en sécurité. Des contrôles doivent être régulièrement réalisés pour s'en assurer.

L'analyse des accidents met également en cause les dérives dans la conduite des installations avec des installations empoussiérées, des taux d'humidité des matières excessifs, des bourrages de matières,...

Pour prévenir ces dérives, la définition de consignes d'exploitation et la formation des opérateurs et des saisonniers apparaissent primordiaux notamment sur les aspects suivants : mise en œuvre d'un nettoyage adapté des installations, contrôle du taux d'humidité des matières organiques, identification et contrôle des zones propices au bourrage...

Choix des équipements tourné vers une production en sécurité

La conception des équipements, parfois relativement ancienne peut également être revue pour faciliter l'exploitation et limiter les risques :

- pentes douces entre les éléments de manutention pour limiter la formation de poussières dans les zones de déversement ;
- capotage et systèmes de dépoussiérage étudiés pour éviter l'empoussièremement des installations ;
- systèmes de contrôle des équipements (bourrage, rotation, déport de bande, température de pa-liers) ;
- l'utilisation de bandes auto-extinguibles.

Utiliser des bandes auto-extinguibles

Les feux de bandes transporteuses participent aussi aux sinistres liés aux convoyeurs. Pourtant il existe des bandes qui possèdent des caractéristiques auto-extinguibles et qui permettent donc de se prémunir contre ce paramètre supplémentaire de risque. Certains secteurs sont d'ailleurs soumis à une réglementation à ce sujet. Malgré tout, des feux de bandes continuent toujours et de plus en plus à générer des incendies sur des installations. Plusieurs bonnes questions peuvent être posées pour s'assurer de maîtriser ce risque :

- La bande transporteuse dispose-t-elle d'un certificat de conformité à la norme NF EN ISO 340 (juin 2013), NF EN 12881-1 ou NF EN 12881-2 ?
- Quel est le fabricant de la bande ? (A norme équivalente, la qualité peut différer)
- Quand a-t-elle été installée sur le site ?
- Quelle est la durée de vie préconisée par le fabricant ?
- Demander les copies des résultats des rapports d'essais de conformité aux normes.

Mise en conformité des installations électriques et des équipotentialités

Le risque de défaut électrique générant un court-circuit ou le risque de création d'électricité statique par la mise en mouvement d'une bande et d'éléments métalliques est présent au niveau des convoyeurs. La mise à la terre de toutes les pièces conductrices des convoyeurs transportant des matières organiques n'est pas toujours réalisée. Souvent situé en zone ATEX, le matériel électrique devra répondre au marquage ATEX en lien avec la zone dans laquelle il se trouve. Une attention particulière devra être portée sur la mise en conformité des installations selon les recommandations issues du rapport de contrôle annuel des installations électriques. La mise à la terre et l'équipotentialité des équipements devront également faire l'objet d'un contrôle régulier.

Les permis de feu, une procédure à ne pas négliger !

Les incendies ou explosions peuvent provenir d'une source d'inflammation extérieure, notamment des travaux par points chauds.

Tous travaux par points chauds doivent faire l'objet d'un permis de feu. La démarche de permis de feu comprend différentes étapes :

L'étape en amont dite de préparation de l'opération. Elle nécessite une analyse des risques liée à l'intervention programmée et aux activités et installations en place au moment de l'intervention. L'analyse doit intégrer les risques liés à d'éventuelles co-activités.

Penser à informer **TOUS** les opérateurs des zones concernées par des travaux

Cette phase d'analyse de risque conduit en général à définir des mesures de prévention telles que :

- le nettoyage de la zone d'intervention avec le déplacement de matières/produits combustibles ou inflammables ;
- la mise en place de systèmes de protection comme les bâches ignifugées ;
- le colmatage des ouvertures et interstices à proximité des travaux ;
- la mise en place des moyens de lutte incendie,
- le balisage de la zone...

Pendant les travaux, une surveillance doit être mise en place avec des contrôles réguliers. Des moyens d'extinction doivent être présents pour permettre une intervention rapide.

La phase après travaux est très importante notamment pour vérifier l'absence de feux couvants. La nature et la durée des contrôles après travaux devront être définies lors de la rédaction du permis de feu.

Par ailleurs, lorsque les installations sont en phase de maintenance et que plusieurs opérations de maintenance sont réalisées le même jour, il est fondamental d'effectuer une analyse de risque liée à la co-activité afin de vérifier que les travaux des uns n'auront pas d'impact sur les travaux des autres et de définir des règles et mesures de prévention le cas échéant. Toutes les entreprises doivent être informées de la nature des travaux qui ont lieu dans la même installation le même jour.

.....

Les résumés des événements présentés sont disponibles sur le site : www.aria.developpement-durable.gouv.fr

Pour toute remarque / suggestion, pour signaler un accident ou pour obtenir l'autorisation d'utiliser ces données en vue d'une publication :

barpi@developpement-durable.gouv.fr

Bureau d'analyse des risques et pollutions industriels
5 place Jules Ferry
69006 Lyon
Téléphone : 04 26 28 62 00

