

www.ineris.fr/badoris

www.ineris.fr/badoris www.ineris.fr/badoris www.ineris.fr/badoris www.ineris.fr/badoris

www.ineris.fr/badoris



Base de données sur les Barrières Techniques de Sécurité

BADORIS – Document de synthèse relatif à une Barrière Technique de Sécurité (B.T.S.)

Dispositifs de non propagation d'explosion (barrière d'extinction, transporteur à vis, cheminée de décharge, vanne à fermeture ultra-rapide, écluse alvéolaire, ...)

Octobre 2005



maîtriser le risque |
pour un développement durable |

TABLE DES MATIERES

1. PRESENTATION TECHNIQUE DES DISPOSITIFS.....	2
1.1 Vanne Ventex.....	2
1.1.1 Principe de fonctionnement	2
1.1.2 Limites d'utilisation.....	4
1.2 Vannes à fermeture ultra rapide	5
1.2.1 Principe de fonctionnement	5
1.2.2 Limites d'utilisation.....	5
1.3 Vannes rotatives (ou écluses alvéolaires).....	7
1.4 Barrières d'extinction (barrières chimiques – barrières à eau)	8
1.4.1 Principe de fonctionnement	8
1.4.2 Limites d'utilisation.....	12
1.5 Cheminées de décharge	12
1.5.1 Principe de fonctionnement	12
1.5.2 Limites d'utilisation.....	13
1.6 Transporteurs à vis	14
2. EXIGENCES TECHNIQUES	14
3. PRINCIPAUX CONSTRUCTEURS	15
4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	16

1. PRESENTATION TECHNIQUE DES DISPOSITIFS

Le principe de ces dispositifs est d'éviter qu'une explosion démarrant dans un équipement ne se propage au reste de l'installation ou à des autres équipements via le réseau de tuyauterie. Une explosion cheminant dans une tuyauterie voit sa vitesse et sa pression augmenter fortement la rendant très rapidement incontrôlable.

On peut utiliser un dispositif d'isolement d'explosion ou de découplage afin de stopper ou minimiser les conséquences de cette explosion.

1.1 VANNE VENTEX

1.1.1 Principe de fonctionnement

La vanne VENTEX empêche la propagation d'une explosion de poussières en agissant comme une vanne d'isolement qui stoppe mécaniquement le passage de la flamme comme de l'onde de pression. Elle agit de façon autonome se fermant sous l'effet de l'onde de pression qui précède le front de flammes.

La vanne VENTEX est constituée d'une boule d'obturation, montée sur une tige rigide et maintenue en position par des ressorts (cf. figure 1 et photo 1). Sous l'effet d'une explosion, la boule est poussée contre un siège et maintenue en position fermée par un système de verrouillage mécanique. Le dispositif génère un minimum de perte de charge. La vitesse de l'air dans la vanne, ne doit pas excéder 25 m/s.

Différents types de vannes VENTEX existent. Elles peuvent être soit :

- unidirectionnelle,
- bidirectionnelle (l'explosion provenant des deux directions),
- normalement fermée (s'ouvrant sous l'effet du flux d'air)
- normalement ouverte
- pilotée par un capteur de pression (cf. photo 2 et photo 3)

Les principaux domaines d'application de ce dispositif sont :

- Les installations de dépoussiérage (isolement en amont et en aval du filtre)
- Les entrées d'air de broyeurs, cyclones, lits d'air fluidisé, etc.
- Les installations de séchage pour protection du cyclone, du ventilateur et des filtres.

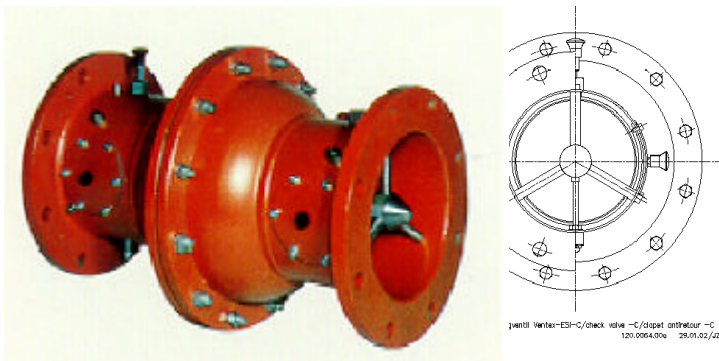


figure 1 : Vanne VENTEX non pilotée [06]

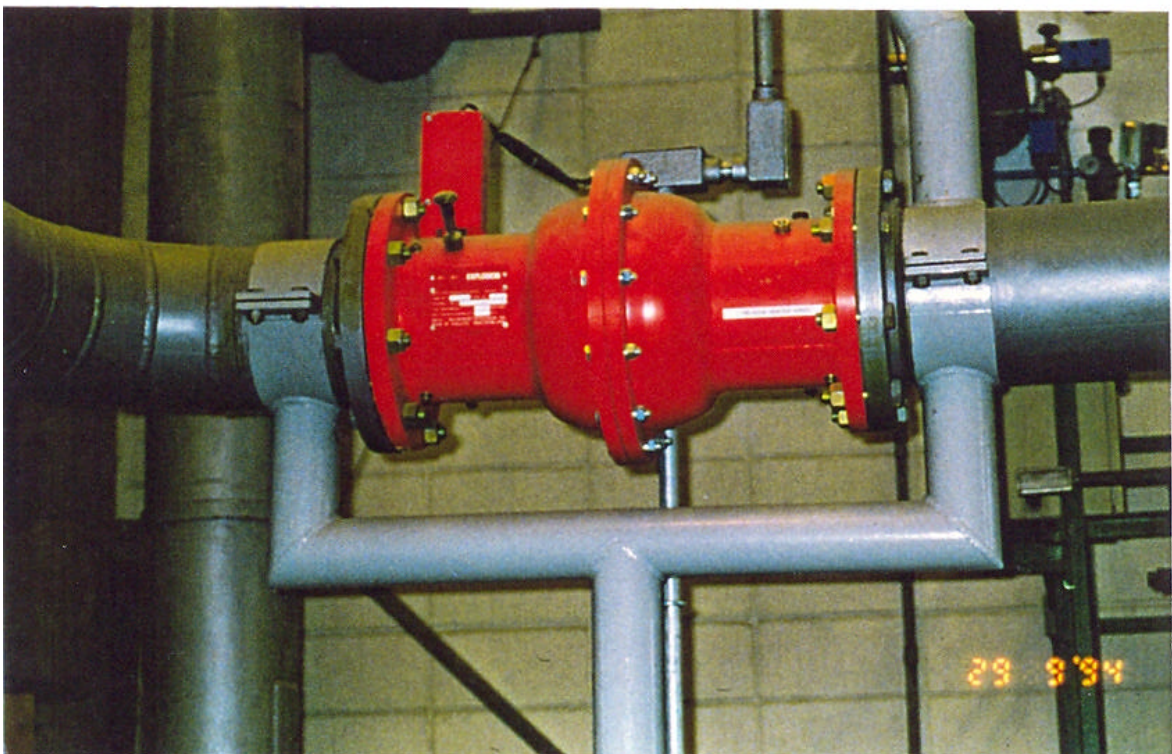


photo 1 : Exemple d'installation d'une vanne Ventex auto pilotée sur une ligne de ventilation [02]



photo 2 : Vanne VENTEX pilotée [06]

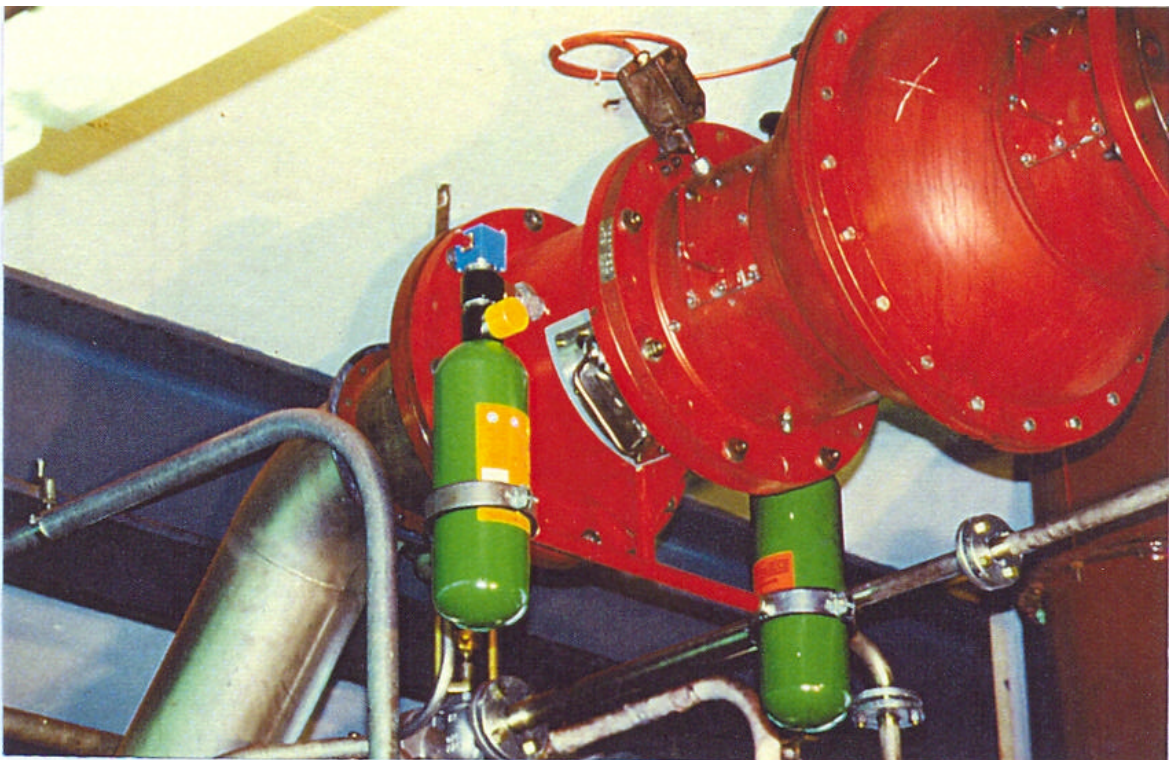


photo 3 : Exemple d'installation d'une vanne Ventex pilotée sur une ligne de ventilation [02]

1.1.2 Limites d'utilisation

La vanne VENTEX accepte un taux d'empoussièrement de maximum 50 g/m^3 . Elle ne peut donc pas être utilisée sur du transport pneumatique ou de l'aspiration centralisée. Les limites de K_{st}^1 sont de 300 bar.m/s pour les explosions de poussières (la vanne pilotée peut accepter un K_{st} de 500 bar.m/s). La vanne VENTEX doit être implantée entre 3 mètres et 12 mètres de la source d'ignition et à plus d'un mètre d'un coude rayonné en 3D.

¹ Le K_{ST} est défini comme étant la pression maximale atteinte dans une capacité de 1 m^3 . Cette pression est généralement calculée à partir de mesures faites dans de plus petites capacités.

1.2 VANNES A FERMETURE ULTRA RAPIDE

1.2.1 Principe de fonctionnement

Les vannes à fermeture ultra rapide sont la plupart du temps des vannes guillotine pilotées qui obturent une canalisation en quelques dizaines de millisecondes (20 à 30 millisecondes), suite à la détection d'une explosion par un capteur de pression ou infrarouge (cf. figure 2 et photo 4).

L'utilisation d'un capteur de pression dynamique plutôt que statique peut permettre de détecter l'explosion plus tôt et de différencier une variation de pression liée à une explosion d'une variation de pression liée au procédé. On peut ainsi éviter les déclenchements intempestifs.

Les dispositifs d'activation des vannes peuvent encore être pyrotechniques (détonateurs). Ce type de dispositif entraîne des contraintes d'utilisation d'explosifs sur un site industriel. On peut donc préférer un système de déclenchement par générateur de gaz. Certains fabricants proposent également des dispositifs équipés d'une capacité d'air comprimé à 6 bars utilisant le réseau d'air comprimé de l'usine. Cette technique peut permettre de redémarrer immédiatement l'installation sans avoir à remplacer le système de mise à feu.

Certaines vannes proposées peuvent être opérées en mode ultra rapide autant de fois que souhaité sans subir aucun dommages alors que d'autres dispositifs doivent être démontés, inspectés et des pièces changées après chaque mise à feu. D'autre part, ces dispositifs bénéficient chez certains fabricants de fonctions d'ouverture/fermeture en mode lent permettant de vérifier en ligne le bon fonctionnement de la vanne et de pouvoir également l'utiliser comme vanne procédé.

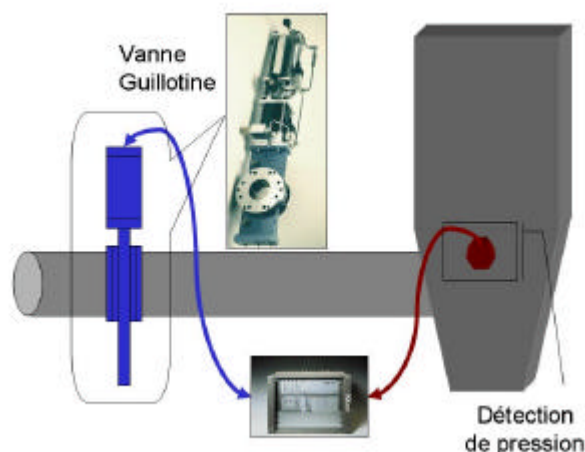


figure 2 : Exemple d'isolation d'explosion par vanne à fermeture ultra rapide [06]

1.2.2 Limites d'utilisation

Des limites de Kst et de positionnement propres à chaque fabricant sont à prendre en compte pour l'installation de ces vannes.

Par ailleurs, ces vannes doivent être conçues pour résister à la pression pouvant être générée par une explosion de poussières au sein de la canalisation qu'elles protègent.

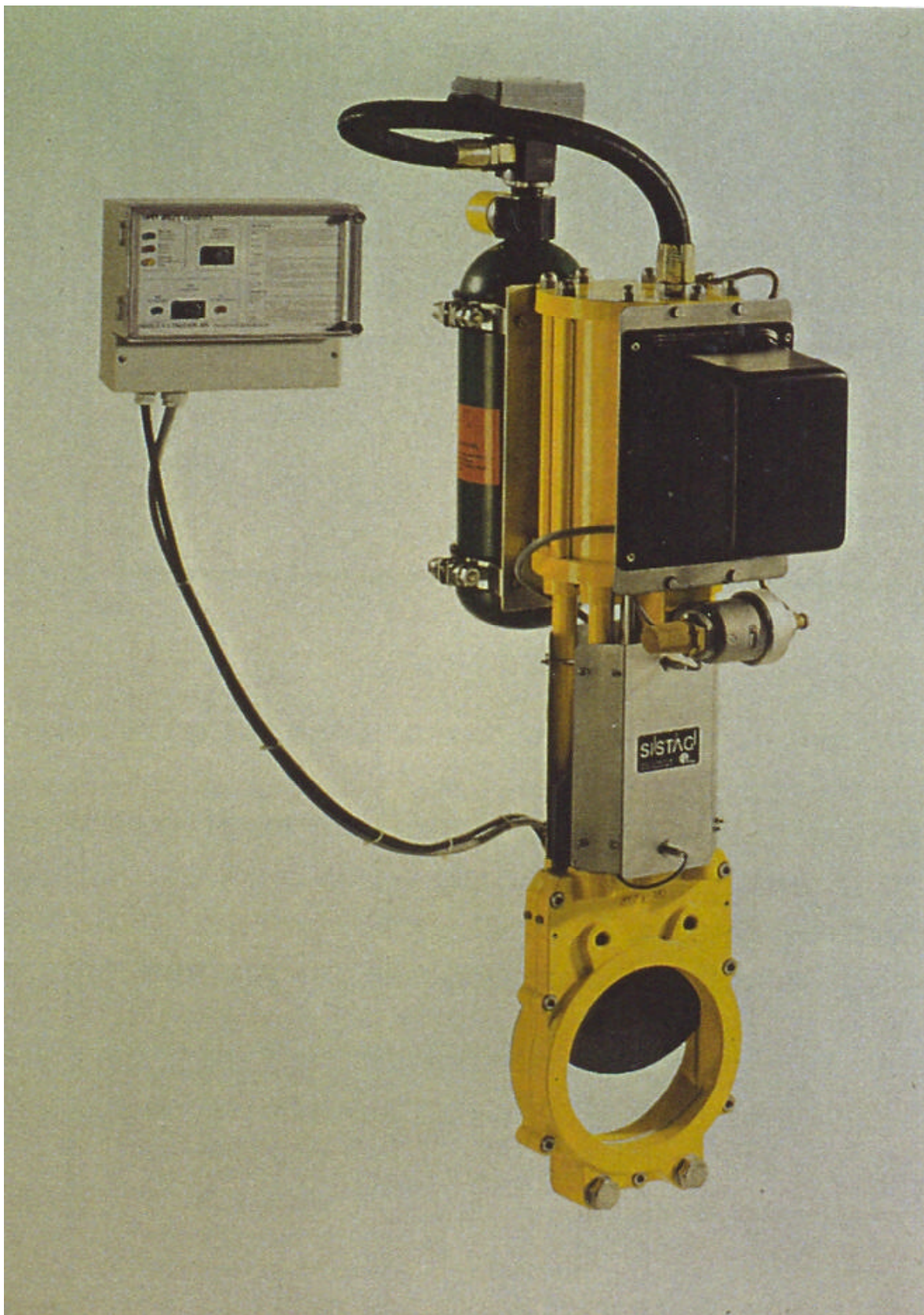


photo 4 : Exemple de protection contre l'explosion par une vanne guillotine WEY de Type SLX-SISTAG (le boîtier situé à gauche permet de tester le temps de fermeture de la vanne, il est associé à un contrôle pneumatique du blocage de la vanne) [02] [09]

1.3 VANNES ROTATIVES (OU ECLUSES ALVEOLAIRES)

Les arrête flammes mécaniques utilisés pour isoler une explosion de gaz inflammable ou de vapeur de solvant sont très sensibles à la poussière. Ils ne sont donc pas utilisables, à l'exception des vannes rotatives (cf. figure 3 et photo 5), sur des canalisations qui véhiculent de la poussière. Le principe de fonctionnement des vannes rotatives est basé sur l'extinction de la flamme lorsqu'elle traverse d'étroits passages. Ce dispositif est donc principalement utilisé aux points de chargement et déchargement des produits. Ces dispositifs peuvent être utilisés comme systèmes d'isolement d'explosion à condition qu'ils aient subi les tests qui prouvent leur efficacité pour arrêter une explosion.

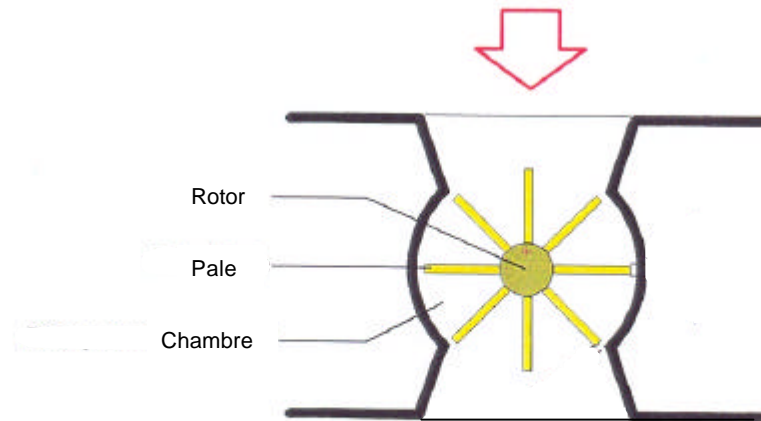


figure 3 : Représentation schématique d'une vanne rotative [02]

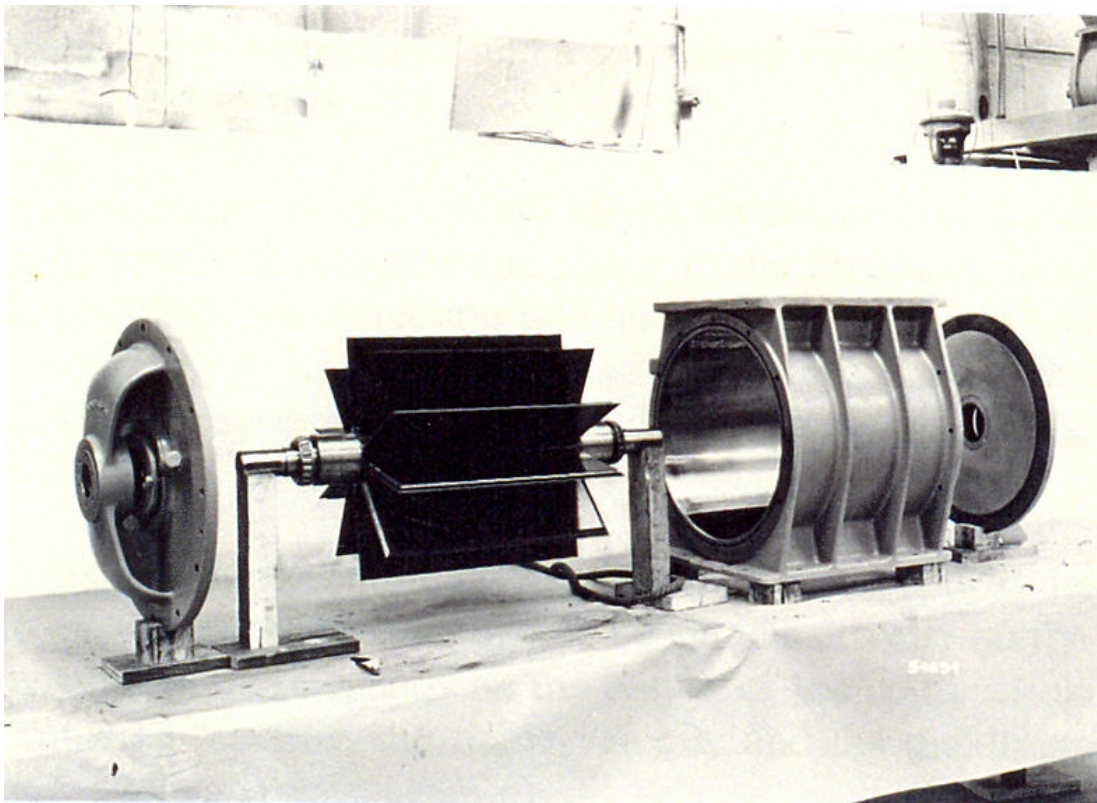


photo 5 : Exemple de vannes rotative[02] [08]

1.4 BARRIERES D'EXTINCTION (BARRIERES CHIMIQUES – BARRIERES A EAU)

1.4.1 Principe de fonctionnement

Une barrière chimique permet de stopper la propagation d'une explosion en rendant inerte une partie de la conduite par l'injection d'une poudre ou d'eau micronisée en amont d'une explosion.

Pour être efficace, ces dispositifs doivent être déclenchés en quelques dizaines de millisecondes. L'utilisation de capteurs de pression dynamiques et de détonateurs (avec les contraintes propres à ces dispositifs) ou générateurs de gaz pour le déclenchement est essentiel.

Les technologies sont très différentes d'un fabricant à un autre. Certains utilisent le générateur de gaz pour déclencher et pressuriser les bouteilles. D'autres utilisent des bouteilles déjà pressurisées, le générateur de gaz étant utilisé pour déclencher soit un disque de rupture, soit une vanne. L'utilisation d'une vanne à clapet présente l'avantage de pouvoir disposer d'un verrouillage mécanique sur la bouteille, essentiel lors des opérations de maintenance lorsque la bouteille est pressurisée (cf. photo 6).



photo 6 : Barrière à poudre pressurisé avec système de verrouillage mécanique [06]

L'injection de l'agent extincteur empêche la propagation de la flamme de l'explosion en :

- absorbant la chaleur/l'énergie produite par l'explosion,
- jouant le rôle d'inhibiteur à la réaction de combustion,
- diminuant la concentration de produit/comburant ou de l'oxydant afin de passer en dessous de la concentration minimale d'inflammation.

Ces systèmes sont en général placés au niveau des tuyauteries de connexions du procédé comme le montre la figure 4 suivante :

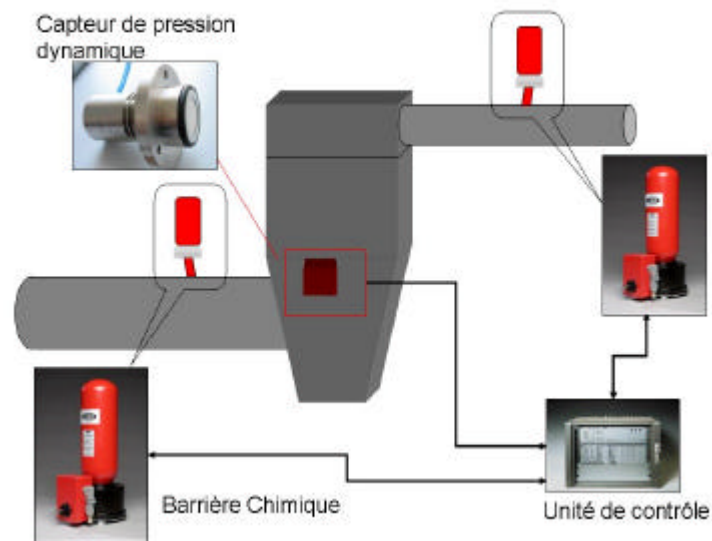


figure 4 : Principe d'utilisation de la barrière chimique [06]



photo 7 : Exemple d'installation de trois barrières chimiques sur canalisations [02]

Dans le cas de la photo 7, la canalisation de droite est équipée de trois suppresseurs d'explosion (dont deux sont visibles sur la photo) et les deux autres canalisations sont équipées de deux suppresseurs d'explosion.

Comme le montrent la photo 8, la photo 9 et la photo 10 prises lors d'essais sur une canalisation de DN1000, l'utilisation de barrières d'extinction n'est pas limitée aux canalisations de section inférieures à DN700.

Bref descriptif des conditions d'essais:

- Canalisation de DN1000
- Longueur de la canalisation : 20 mètres
- Poussières de classes ST1 et ST2²
- Détecteur de flammes placé à 5 mètres
- Barrière coupe-feu placée à 15 mètres
- $P_s = 60$ bars
- Diamètre de sortie des suppresseurs : 76 mm
- Quantités de produit suppressant : respectivement 4 kg puis 16 kg



photo 8 : Explosion de poussière dans une canalisation de DN1000 sans barrière d'extinction [02]

² Les différentes classes de poussières (déterminées grâce à des séries de tests) sont indiquées dans le tableau suivant :

Classe	K_{ST} correspondant	Degré de l'explosion envisagée
ST0	-	Poussière non explosible
ST1	$K_{ST} < 200$	Explosion lente pouvant être très destructrice 80% des poussières explosibles appartiennent à cette classe
ST2	$200 < K_{ST} = 300$	Explosion de vitesse moyenne
ST3	$K_{ST} > 300$	Explosion très rapide Cette classe comprend essentiellement les poussières de métaux

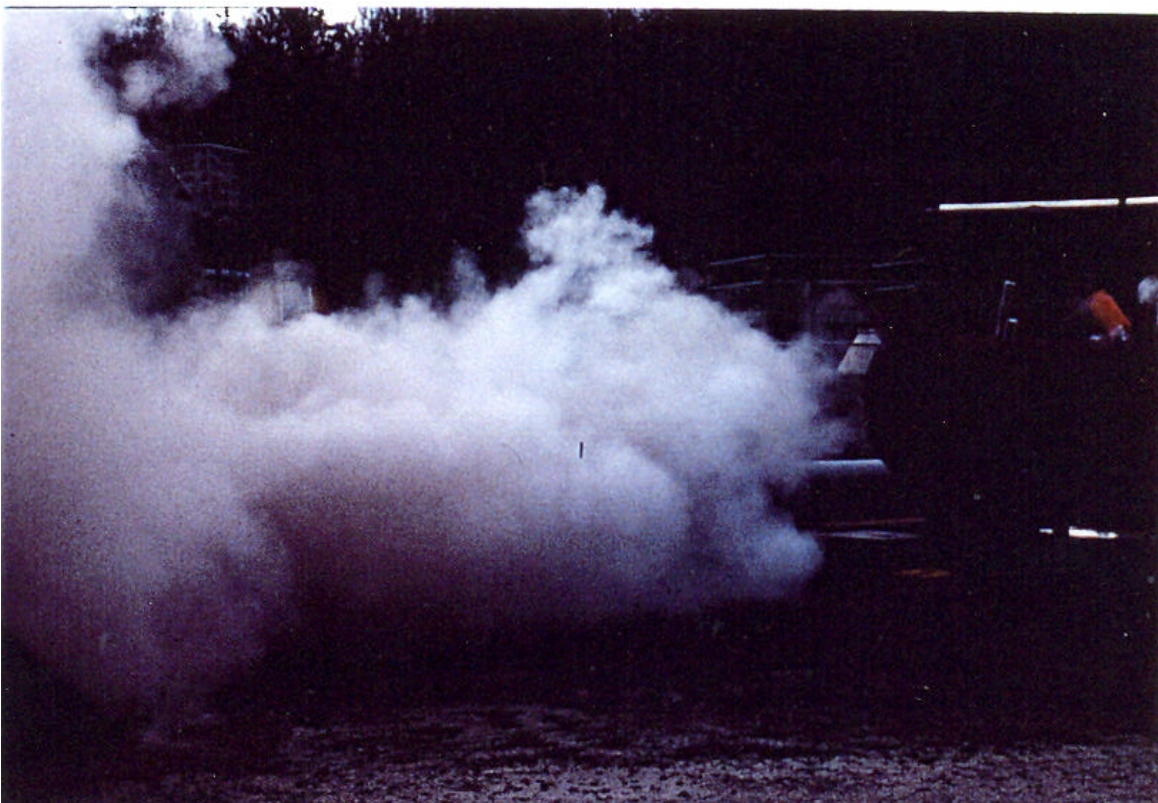


photo 9 : Explosion de poussière dans une canalisation de DN1000 équipée d'une barrière d'extinction d'une capacité de 5 l soit 4 kg de produit suppressant [02]

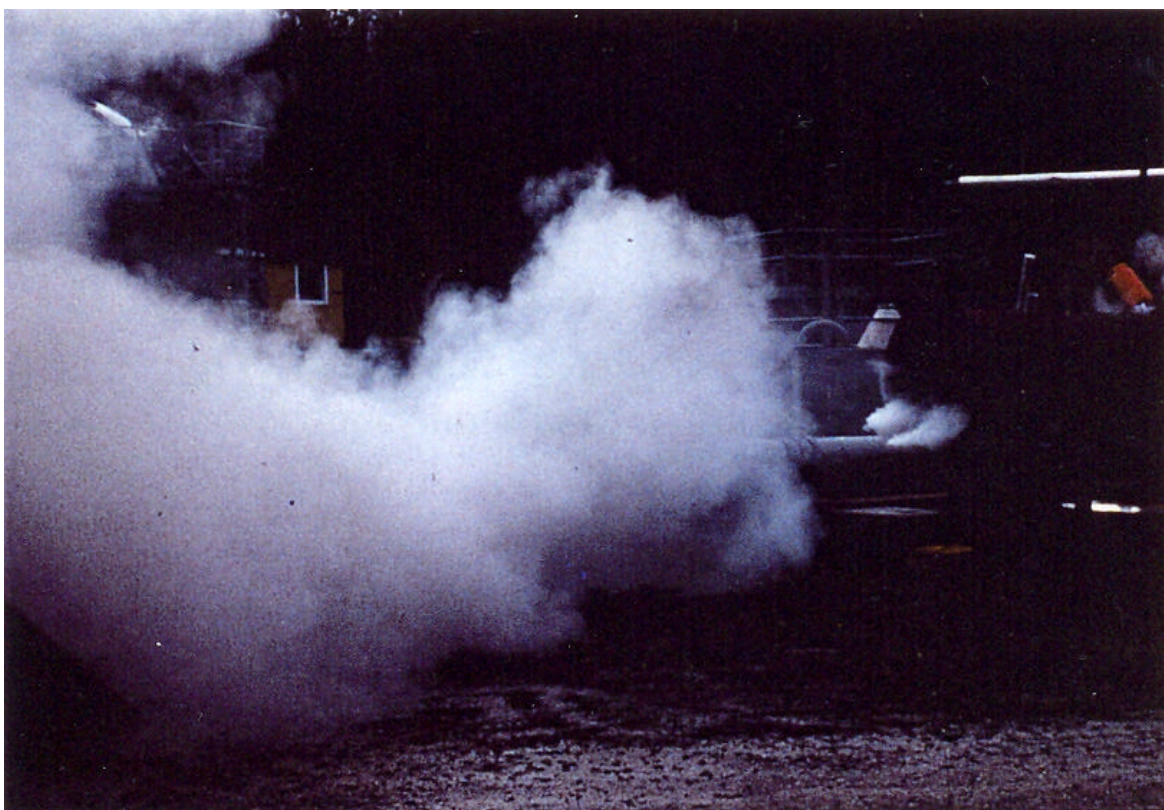


photo 10 : Explosion de poussière dans une canalisation de DN1000 équipée d'une barrière d'extinction d'une capacité de 20 l soit 16 kg de produit suppressant [02]

1.4.2 Limites d'utilisation

Les limitations d'utilisation des barrières d'extinction sont variables en fonction des constructeurs, elles sont liées aux K_{st} des produits.

Ces dispositifs **ne sont pas bien adaptés** aux explosions hybrides gaz/poussières.

1.5 CHEMINEES DE DECHARGE

1.5.1 Principe de fonctionnement

La « cheminée de décharge » ou « diverter » est un dispositif permettant de réduire la pression d'une explosion cheminant dans une conduite en l'évacuant vers l'extérieur de l'appareil (cf. figure 5).

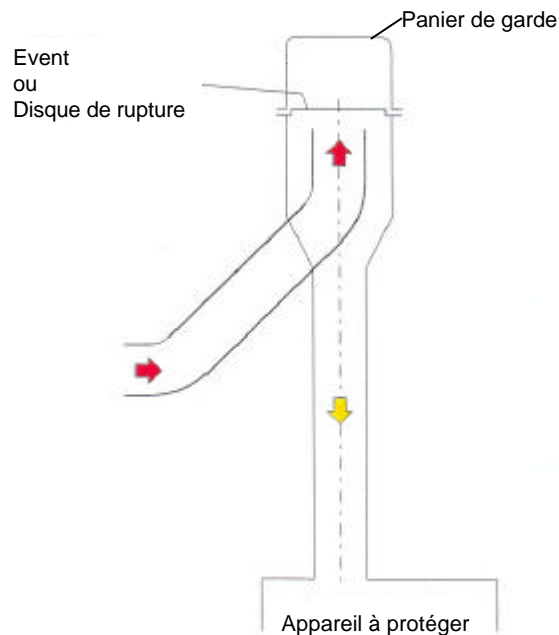


figure 5 : Représentation schématique d'une cheminée de décharge [02] [10]

Une cheminée de décharge d'explosion n'est pas un système d'isolement d'explosion car des étincelles et des flammes peuvent traverser cette barrière et ré-initier une explosion de l'autre côté.

Une cheminée de découplage est utilisée pour limiter l'effet de la pression d'une explosion, cheminant dans une conduite, avant de pénétrer dans l'appareil à protéger. Cet appareil devra donc être muni de protections contre les explosions.

On peut trouver des dispositifs à clapets refermables (cf. photo 11) ou à membrane. Dans tous les cas l'explosion devra être déchargée à l'extérieur du bâtiment dans une zone sûre c'est-à-dire loin du personnel ou d'autres installations qui pourraient être endommagées ou détruites par le souffle ou la flamme générés.



photo 11 : Cheminée de découplage à clapet [06]

1.5.2 Limites d'utilisation

Ces dispositifs doivent être strictement utilisés comme systèmes de découplage de pression et jamais comme systèmes d'isolement d'explosion car les flammes et les étincelles ne sont pas arrêtées par ce dispositif.

1.6 TRANSPORTEURS A VIS

Un autre type d'isolement peut être obtenu en choisissant judicieusement l'équipement qui transporte le produit pulvérulent [07].

Deux types de conceptions différentes sont représentées sur la figure 6 ci-dessous.

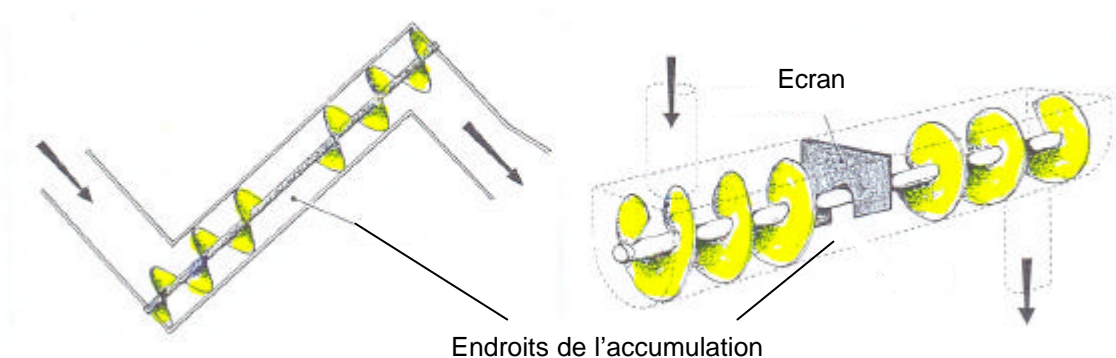


figure 6 : Représentation schématique de convoyeurs à vis qui génèrent une accumulation de pulvérulents [11]

Ces dispositifs engendrent une accumulation de pulvérulent qui peut empêcher la propagation de poussières enflammées d'un bout à l'autre de l'installation.

Le mouvement de la vis permet de s'assurer que le bouchon formé reste toujours présent dans le transporteur.

Des essais ont été réalisés sur des réservoirs de farine de riz de 3,5 m³ de capacité et équipés d'un convoyeur à vis. Ces essais ont montré que des explosions de ces poussières de farine de riz étaient évacuées par un évent situé à l'autre extrémité du réservoir. Les nuages de poussières ont été expulsés à l'autre bout des convoyeurs mais sans formation de flammes [07].

2. EXIGENCES TECHNIQUES

Les exigences techniques à définir pour un dispositif sont la déclinaison des exigences techniques de la fonction de sécurité qui lui est associée.

Ces exigences techniques sont indiquées dans le document intitulé « *détermination des fonctions de sécurité et de leurs exigences techniques – identification des barrières techniques de sécurité* ».

Dans le document intitulé « *Présentation de la méthodologie pour l'identification des barrières techniques de sécurité et de leurs exigences techniques* », l'INERIS propose une grille permettant de définir les exigences techniques d'éléments de sécurité. Cette grille est à adapter au dispositif étudié.

3. PRINCIPAUX CONSTRUCTEURS

Le tableau 1 regroupe une liste non exhaustive de constructeurs de systèmes de prévention de la propagation de l'explosion

tableau 1 : constructeurs de systèmes de prévention de la propagation de l'explosion

Nom	Pays d'origine	Contact
ALSATEC	France	www.alsatec.com 03.89.60.05.06 info@alsatec.com
ATEX Explosionsschutz GmbH	Allemagne	www.atex100.com +49/2381/271-480
Copmat (représentant de REMBE)		
Fike EuropeBvha	Belgique	www.fike.com +32/14/210031 01.30.31.31.32
Incom	Suisse	www.hoerbiger.com +41/62-207.10.10 http://www.incom-ag.ch/
RICO	Suisse	www.rico.ch +41 (0) 71 351 10 51 info@rico.ch
Rubitec Ag	Suisse	www.rubitec.ch
Sicli		01.49.39.43.03
Stuvex	Belgique	www.stuvex.com +32/3/4.58.25.52
Thorwesten Vent	Allemagne	+49(0)2521 9391-0 www.thorwesten.com Thorwesten.vent@thorwesten.com
Total Walther	Allemagne	www.westerntydens.co.uk +44/1752/89.13.60

4. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [01]. Comité pour l'industrie chimique - Explosions de poussière - édition 2/87
- [02]. EuropEx - 2nd WORLD SEMINAR on the Explosion Phenomenon and on the Application of Explosion Protection Techniques in Practice (4th, 5th, 6th, 7th and 8th March 1996 Flanders Expo Gent - Belgium)
- [03]. Masson Frédéric - Explosion d'un silo de céréales BLAYE (33) - INERIS - 1998
- [04]. Pineau Jean-Philippe - .Guide d'intervention pour les sapeurs-pompiers en cas d'explosion de poussières et d'incendie de poussières ou de matériaux granulaires – INERIS - décembre 1999
- [05]. Roux Pierre - Guide pour la conception et l'exploitation, de silos de stockage de produits agro-alimentaires vis-à-vis des risques d'explosion et d'incendie - INERIS - Mai 2000
- [06]. Bucher Alain - ALSATEC - 2005
- [07]. Eckhoff, RK : Dust explosions in the process industries. Chapter 6. Oxford : Butterworth-Heinemann 1991.
- [08]. Bühler : Prospektblatt :Explosion Control, BUHLER Ltd. CH-9240 Uzwil.
- [09]. SISTAG. Leaflet : SLX System with the WEY Knife Gate Valve, SISTAG, Absperr technik. CH-6274 Eschenbach, March, 1994.
- [10]. Silo- Thorwestem : Prospektblatt: EXplosionsentlastung : Silo Thorwestem GmbH, DBeckum.
- [11]. Kito : Prospektblatt : Flammendurchschlagsichere KITO-Armaturen für die Lagerung und den Transport brennbarer Flüssigkeiten und Gase, Wilke-Werke AG, Am Alten Bahnhof 15, D-3300 Braunschweig.
- [12]. Loss prevention and safety promotion in the process industries - 19-21 june 2001 - Stockholm-Sweden.