

Émissions d'éthylène à l'atmosphère

Le 21 juillet 2005 et le 21 septembre 2005

Saint-Avold – [Moselle]

France

Pétrochimie
Polyéthylène
Éthylène
Disque de rupture
Encrassement /
colmatage
Défaillance matérielle
Organisation / défaut
de maintenance

LES INSTALLATIONS CONCERNÉES

Le site :

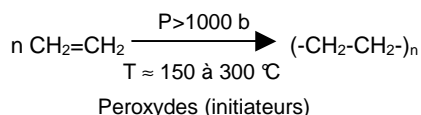
L'établissement, implanté à SAINT-AVOLD en Moselle, est intégré au sein d'une vaste plate-forme industrielle de plus de 340 hectares, créée en 1954 et regroupant diverses activités liées aux secteurs de la chimie et de la pétrochimie. L'activité pétrochimique de cet établissement a été développée au cours des années 60 avec notamment en 1969 le démarrage d'un premier vapocraqueur et d'un atelier de fabrication de polyéthylène.

Avec 900 salariés en 2006, ses activités s'étendent aujourd'hui des produits pétrochimiques de base (éthylène, propylène, benzène, styrène) aux plastiques de grande consommation (polyéthylène et polystyrène).

Cet établissement intègre de nombreuses installations soumises à autorisation avec servitude. Il est classé « SEVESO » seuil haut en raison des quantités de substances dangereuses fabriquées et mises en œuvre (substances inflammables et / ou toxiques).

L'unité impliquée :

L'unité impliquée est une unité de fabrication en continu de polyéthylène basse densité (PEbd). Elle est constituée de 3 lignes de fabrication pour une capacité totale de 765 tonnes de PEbd par jour. Le procédé mis en œuvre est un procédé de polymérisation radicalaire de l'éthylène sous haute pression :



Compte-tenu du caractère exothermique de cette réaction et du fait de l'extrême inflammabilité de l'éthylène, cette unité constitue un potentiel de danger particulièrement important.

Le déroulement simplifié de la réaction est le suivant (cf. figure 1) : la polymérisation de l'éthylène s'effectue dans un réacteur sous une pression constante comprise entre 1 000 et 2 200 bar et à des températures comprises entre 150 et 300 °C. La régulation de la pression est réalisée par une vanne située à la sortie du réacteur ; cette vanne assure également l'extraction du mélange réactifs / polyéthylène. Ce mélange entre ensuite dans le séparateur du circuit Retour Moyenne Pression (RMP) où il y a séparation en deux phases (environ 20 % de polymères et 80 % d'éthylène car le taux de conversion de la réaction est de l'ordre de 20 %). Le polyéthylène soutiré à la partie inférieure est envoyé vers la trémie haute puis basse pression. De l'éthylène est aussi entraîné avec la phase polymère.

La fraction la plus importante, l'éthylène qui sort en partie supérieure, est recyclée après refroidissement par le circuit RMP à l'aspiration du compresseur secondaire.

Les bas polymères (graisses) sont extraits lors du refroidissement de l'éthylène recyclé dans les retours moyenne pression. Ces polymères sont piégés dans des capacités (bouteilles à graisse) qui sont purgées les unes après les autres vers la trémie à graisse. Les graisses peuvent ensuite être soutirées ou réinjectées vers la trémie basse pression.

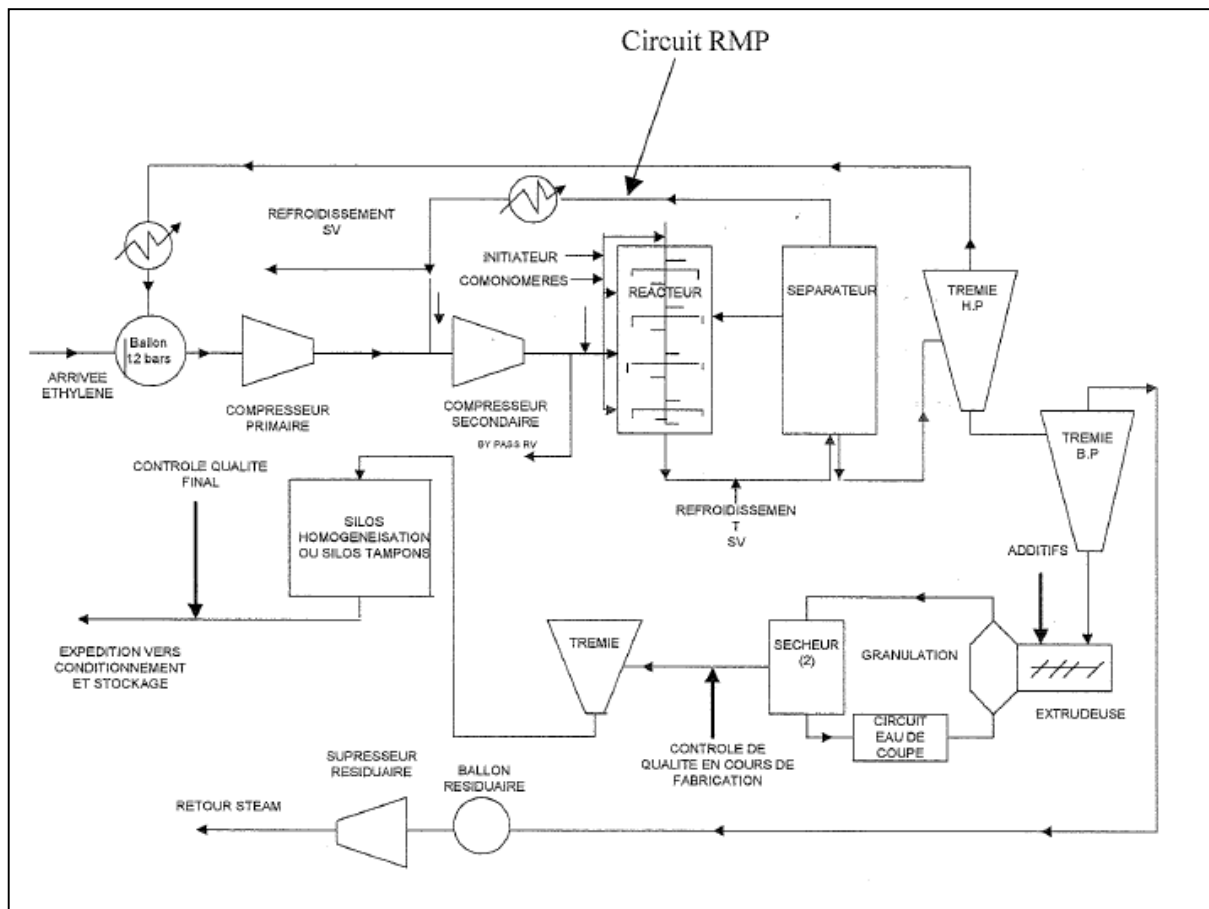


Figure 1 : Schéma simplifié du procédé

LES ACCIDENTS, LEUR DÉROULEMENT, LEURS EFFETS ET LEURS CONSÉQUENCES

21 juillet 2005 : rupture d'un disque conduisant à l'émission de 3,2 t d'éthylène à l'atmosphère

L'accident :

Le 10 juillet 2005, une fuite est détectée sur la vanne de soutirage d'une bouteille à graisse du circuit RMP de la ligne 42 de l'atelier ; la bouteille est mise sous froid et n'est plus utilisée dans l'attente de l'intervention des équipes d'exploitation et de maintenance. La réparation a lieu le 20 juillet : la ligne est arrêtée à 4h pour réaliser ces travaux puis redémarrée le jour même vers 18 h.

Le 21 juillet, le compresseur primaire déclenche à deux reprises à la suite d'un défaut détecté sur le circuit de lubrification du compresseur. Peu après le redémarrage de la ligne après le second déclenchement du compresseur, la mesure de pression à l'entrée du compresseur secondaire indique une valeur supérieure à 300 bar alors qu'une soupape au refoulement du compresseur primaire aurait dû s'ouvrir à partir de 284 bar. De plus la mise en repli automatique du compresseur primaire prévue à partir de 270 bar, ne s'effectue pas. Constatant une montée anormale en pression, l'opérateur passe en mode manuel pour la réduire. Mais il est trop tard : la pression monte rapidement jusqu'à 310 bar entraînant la rupture du disque qui protège cette partie d'installation (RMP) et l'émission de 3,2 tonnes d'éthylène à l'atmosphère.

Les conséquences :

Cet événement n'a pas eu d'impact sur les personnes ou sur l'environnement. En effet, le disque de rupture est collecté vers une cheminée de 20 mètres de hauteur. Le nuage s'est donc rapidement dispersé. Les modélisations de dispersion réalisées par l'exploitant montrent d'une part que le nuage ne retombe pas au sol, et d'autre part que ses limites d'inflammabilité s'éloignent de quelques mètres de la cheminée ; concernant les risques d'explosion du nuage, les

simulations montrent que la masse explosive dans le nuage d'éthylène est trop faible (6 à 7 kg) pour engendrer une explosion dans un milieu non confiné.

Echelle européenne des accidents industriels :

En utilisant les règles de cotation des 18 paramètres de l'échelle officialisée en février 1994 par le Comité des Autorités Compétentes des Etats membres pour l'application de la directive 'SEVESO', l'accident peut être caractérisé par les 4 indices suivants, compte-tenu des informations disponibles.

Matières dangereuses relâchées		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences humaines et sociales		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences environnementales		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences économiques		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Les paramètres composant ces indices et le mode de cotation correspondant sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.aria.ecologie.gouv.fr>.

La quantité d'éthylène émise à l'atmosphère a été évaluée à 3,2 tonnes. Le seuil de classement haut associé aux gaz extrêmement inflammables est fixé à 50 tonnes. Le paramètre Q1 est donc coté à 3 ($3,2 \times 100/50=6,4\%$).

L'incident n'a entraîné aucune conséquence humaine, sociale ou environnementale. Les conséquences économiques étaient inférieures au seuil de classement.

21 septembre 2005 : rupture d'un disque conduisant à l'émission de 1,4 t d'éthylène à l'atmosphère

L'accident :

Le 21 septembre 2005 à 6h15, la ligne 41 de l'unité Polyéthylène est arrêtée pour des travaux de maintenance programmés dans la journée. Selon la procédure d'arrêt en vigueur, le réacteur est rincé selon une séquence automatique consistant à le purger trois fois. Chaque purge (ou balayage) est réalisée en deux phases :

- gonflage du réacteur à l'éthylène à 600 bar avec le compresseur secondaire,
- dégonflage vers le circuit RMP.

Lors du dégonflage du premier balayage, un disque de rupture s'ouvre sur la bouteille à graisse du circuit RMP, conduisant à l'émission de 1,4 tonne d'éthylène à l'atmosphère.

Les conséquences :

Comme pour l'évènement du 21 juillet, cet accident n'a pas généré d'impact sur l'environnement ni sur les personnes (dispersion rapide en hauteur et quantité relâchée inférieure à celle du 21/07).

Echelle européenne des accidents industriels :

L'accident peut être caractérisé par les 4 indices suivants :

Matières dangereuses relâchées		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences humaines et sociales		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences environnementales		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences économiques		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

La quantité d'éthylène émise à l'atmosphère a été évaluée à 1,4 tonne. Le seuil de classement haut associé aux gaz extrêmement inflammables est fixé à 50 tonnes. Le paramètre Q1 est donc coté à 3 ($1,4 \times 100/50=2,8\%$).

L'incident n'a entraîné aucune conséquence humaine, sociale ou environnementale. Les conséquences économiques sont inférieures au seuil de classement.

L'ORIGINE, LES CAUSES ET LES CIRCONSTANCES DES ACCIDENTS

21 juillet 2005 : rupture d'un disque conduisant à l'émission de 3,2 t d'éthylène à l'atmosphère

Les diverses investigations menées ont montré que deux dysfonctionnements ont été nécessaires et suffisants pour que la montée en pression au refoulement du compresseur primaire dépasse 310 bars et conduise à la rupture du disque protégeant cette section :

- La mise en repli du compresseur primaire prévue à 270 bar n'a pas fonctionné. En effet, la jauge de régulation de la montée en pression était partiellement bouchée conduisant ainsi à une mesure prise en compte par le régulateur inférieure à la pression réelle. L'opérateur, constatant une montée anormale de la pression dans l'unité, bascule la conduite du compresseur primaire en mode manuel afin de réduire la pression. Ce passage en mode manuel rend la mise en repli automatique du compresseur inactive.
- La soupape théoriquement tarée à 284 bar ne s'est pas ouverte à cette pression. Ce dysfonctionnement fait suite à une intervention de maintenance durant laquelle la procédure de remplacement des soupapes n'a pas été respectée, conduisant à la mise en place d'une soupape non conforme (pression de tarage > 310 bar).

A ces deux dysfonctionnements s'ajoute un facteur aggravant de la cinétique de montée en pression. En effet, les analyses effectuées tendent à démontrer que la montée en pression a été aggravée par un encrassement anormalement élevé de la section RMP dû à plusieurs jours de fonctionnement sans purge des graisses.

Il convient de noter que le disque de rupture a joué efficacement son rôle de protection de l'équipement.

21 septembre 2005 : rupture d'un disque conduisant à l'émission de 1,4 t d'éthylène à l'atmosphère

Le lâcher de disque est survenu à la suite d'une montée en pression dans le circuit RMP lors d'une phase de rinçage du réacteur à la suite d'un arrêt programmé pour maintenance. Le démontage des équipements en vue du remplacement du disque de rupture qui s'est rompu a révélé que les clapets anti-retour du circuit RMP étaient colmatés avec des graisses. En effet, lors de l'arrêt de la production puis lors du rinçage, les variations de pression et de débit dans le circuit RMP ont déplacé des graisses qui se sont accumulées sur les clapets anti-retour jusqu'à les boucher.

La présence d'une quantité plus importante de graisses que la normale est liée, pour cette ligne 41 à l'introduction de comonomères, nécessaire à l'obtention de certaines qualités de polyéthylène fabriqué.

LES SUITES DONNÉES

21 juillet 2005 : rupture d'un disque conduisant à l'émission de 3,2 t d'éthylène à l'atmosphère

Plusieurs dispositions ont été imposées à l'exploitant par voie d'arrêté préfectoral complémentaire :

- modification des conditions de mise en repli du compresseur primaire pour que cette mise en repli soit active tant en mode automatique qu'en mode manuel,
- redondance de la mesure de pression déclenchant la mise en repli,
- intégration de la procédure de changement des soupapes dans le processus de formation et d'habilitation,
- formalisation des règles d'utilisation des bouteilles à graisse pour d'éviter l'encrassement des lignes. Par ailleurs, il a été demandé à l'exploitant de compléter son étude de dangers par l'analyse des causes et conséquences de l'encrassement des sections RMP.

21 septembre 2005 : rupture d'un disque conduisant à l'émission de 1,4 t d'éthylène à l'atmosphère

Une réflexion sur la technologie des clapets anti-retour utilisés a été nécessaire pour réduire la probabilité d'accumulation des graisses au niveau de ces équipements. Cette étude a conduit à la suppression de ces équipements à la suite d'une analyse des risques démontrant que leur enlèvement n'entraîne aucune dégradation du niveau de sécurité. Ces clapets anti-retour avaient initialement été mis en place pour assurer une fonction de sécurité.

Par ailleurs, le bon ramonage de l'installation ayant un impact sur la sécurité, une formalisation de la nature et de la périodicité des ramonages à réaliser a été effectuée. Ces opérations sont désormais contrôlées et enregistrées. Des indicateurs de performance ont été définis pour vérifier l'efficacité des ramonages.

Ces dispositions ont été actées par arrêté préfectoral complémentaire.

LES ENSEIGNEMENTS TIRÉS

Le premier incident a été un signal précurseur du risque lié à l'encrassement des lignes par les graisses. Le second survenu peu après n'a fait que confirmer ce risque en mettant également en exergue que des équipements initialement mis en place pour assurer une fonction de sécurité, peuvent aussi être à l'origine d'incidents. Ces deux événements montrent la nécessité de mener une analyse des risques, y compris pour l'installation d'équipements dits de sécurité afin que ces derniers n'apportent pas des risques supplémentaires plus importants que ceux contre lesquels ils sont censés prévenir.

La mise en place de dispositifs de sécurité doit donc être réfléchie et faire l'objet d'analyses de sécurité comme toute modification apportée à une installation dangereuse, notamment pour celles classées SEVESO Haut.

Par ailleurs, ces deux incidents illustrent :

- que le passage en mode manuel d'une action automatisée peut conduire à inactiver une mise en sécurité automatique.
- que le remplacement d'organes de sécurité « ultime » du type soupape ou disque de rupture doit faire l'objet d'une application rigoureuse de consignes claires et pragmatiques.