

# Fuite de CVM gazeux

## 13 décembre 2018

### Saint-Fons (RHÔNE)

### France

Chimie lourde  
Rejet gazeux  
Polymérisation  
Alarmes  
Ergonomie

## LES INSTALLATIONS CONCERNÉES

### Le site :

Le site industriel concerné est spécialisé dans la fabrication de matières plastiques vinyliques, telles que le polychlorure de vinyle (PVC), et d'autres produits de la chimie tels que l'eau de javel et l'acide chlorhydrique. Il est classé Seveso seuil haut pour le stockage de chlore, d'eau de javel et de chlorure de vinyle monomère.

Le site se compose :

- d'un atelier de fabrication de polychlorure de vinyle (PVC) ;
- d'un atelier PVC surchloré ;
- de bâtiments tiers (laboratoires dont le laboratoire d'applications plastiques (LAP), direction, services techniques, HSE, business ...).

Le chlorure de vinyle monomère (CVM) est utilisé sous forme liquéfiée (sous pression, à température ambiante) et gazeuse par la société comme matière première pour fabriquer du polychlorure de vinyle (PVC) par polymérisation dans des réacteurs (prépolymériseurs et autoclaves).

### L'unité impliquée :

L'unité impliquée est l'atelier de fabrication du PVC.

Elle comprend notamment, pour ce qui intéresse l'événement étudié :

- une zone réactionnelle avec des réacteurs de prépolymérisations et des autoclaves dans les ateliers Poly 3 et Poly 4 ;
- un circuit de dégazage et de condensation du CVM.

Schéma simplifié des éléments concernés par l'événement dans l'unité impliquée : en bleu, les étapes du process en jeu dans l'événement, en jaune les éléments qui ont été ciblés dans l'événement :

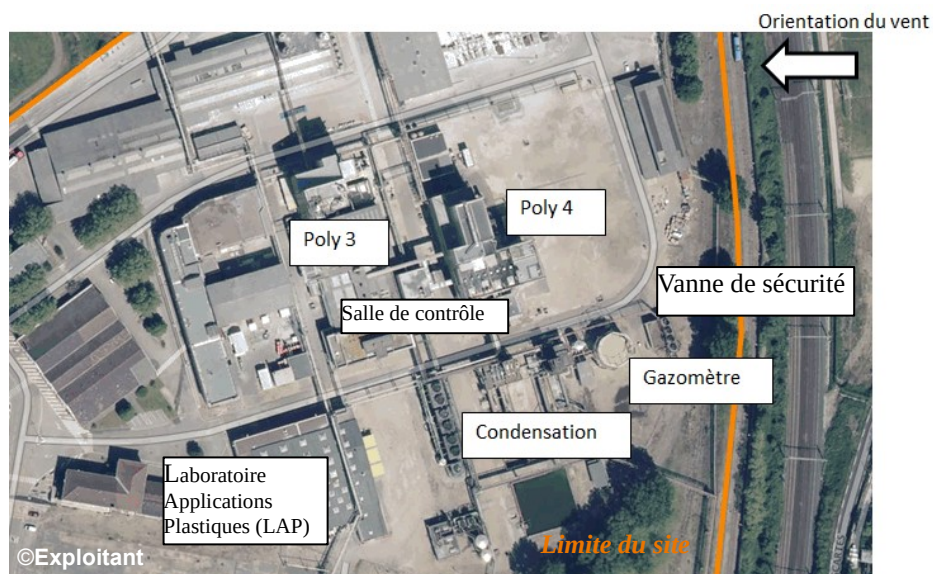
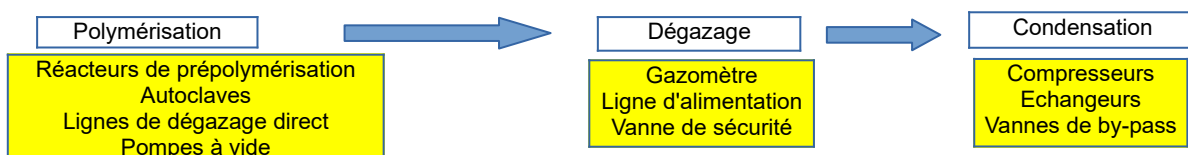


Figure 1 : Vue aérienne du site

Au cours du processus de fabrication du PVC, en fin de réaction de polymérisation, les autoclaves sont dégazés pour évacuer le CVM qui n'a pas été transformé. Un premier dégazage direct se fait par la mise en équilibre entre les autoclaves et les échangeurs de l'unité de condensation. Le CVM gazeux restant dans les autoclaves est stocké de manière temporaire dans un gazomètre. Après un deuxième dégazage par mise en équilibre des autoclaves avec le gazomètre, des pompes à vide aspirent le contenu restant dans les autoclaves vers le gazomètre via une ligne d'alimentation. Cette ligne dispose d'un système de sécurité (asservissement) qui ferme les vannes à l'aspiration des pompes à vide et la vanne en amont du gazomètre, et ouvre une vanne de sécurité. L'ouverture de cette vanne entraîne, à faible débit, un rejet de 0,33 kg de CVM à l'atmosphère, correspondant à la purge de la ligne d'alimentation. Ce système se déclenche si une des conditions suivantes est atteinte :

- la concentration en oxygène dans la conduite d'alimentation du gazomètre est supérieure à 6 % ;
- si le niveau haut ou très haut est atteint dans le gazomètre ;
- si la pression est haute dans le gazomètre.

Le gazomètre est un réservoir tampon de CVM qui sera envoyé par des compresseurs sur les échangeurs de l'unité de condensation. Son remplissage en gaz fait monter la cloche, sa vidange la fait descendre. On parle donc de niveau de gaz dans le gazomètre, mesuré par la hauteur de la cloche. Le niveau du gazomètre est régulé par les vannes de by-pass des compresseurs. Lorsque le niveau monte, les compresseurs débitent par fermeture des vannes de by-pass pour envoi du CVM sur l'unité de condensation. Les vannes de by-pass s'ouvrent quand le niveau du gazomètre descend en dessous de 20 %. Les compresseurs peuvent alors rester en fonctionnement, le CVM tourne en boucle via les vannes de by-pass et le niveau du gazomètre cesse de baisser. Par sécurité, si le niveau atteint 15 %, les compresseurs s'arrêtent.

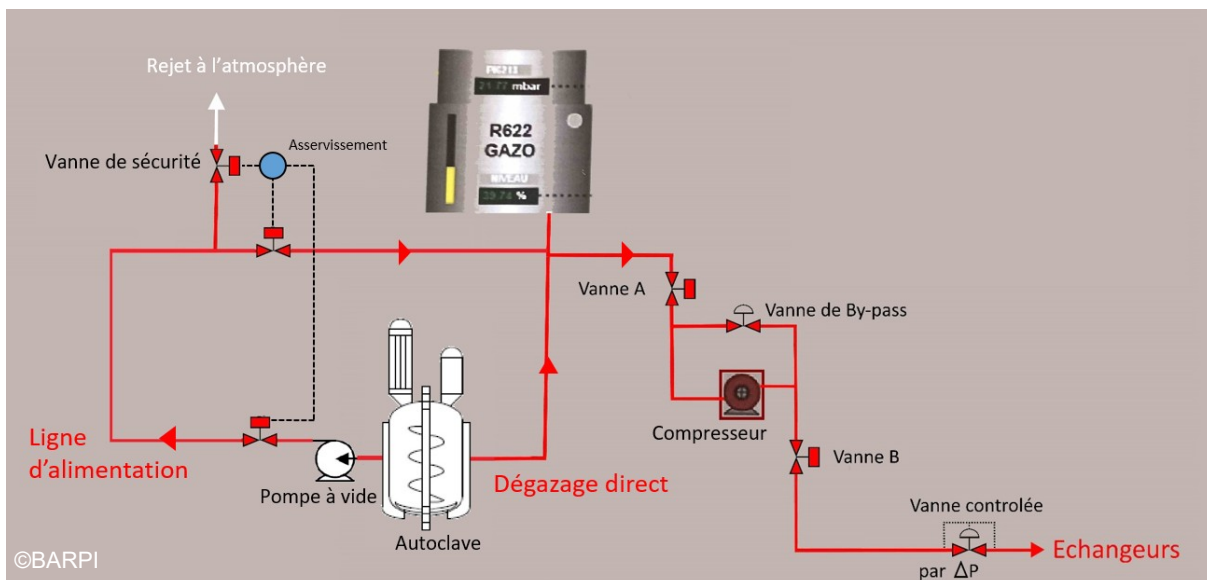


Figure 2 : schéma simplifié du dégazage vers le gazomètre et envoi vers la condensation

## L'ACCIDENT, SON DÉROULEMENT, SES EFFETS ET SES CONSÉQUENCES

### L'accident :

#### Le phénomène dangereux :

Entre 2h25 et 9 h, une émission de chlorure de vinyle monomère (CVM) se produit au niveau de la vanne de sécurité du circuit de dégazage de CVM sans que les opérateurs ne puissent la mettre en évidence.

#### Chronologie des faits :

A 2h25, la vanne de sécurité de la ligne d'aspiration du circuit de dégazage s'ouvre laissant s'échapper du CVM pendant 6,5 heures. Les opérateurs ne l'identifient pas : il n'y a pas d'alarme sur cette ouverture de vanne, elle est indiquée en position « ouverte », de couleur verte, sur le synoptique. Aucune des conditions d'ouverture de cette vanne, décrites précédemment, n'est observée en salle de contrôle. L'information de l'état de la vanne est disponible sur un synoptique qui n'est pas affiché de manière permanente en salle de contrôle.

A 2h45, l'équipe en poste observe une diminution du niveau de CVM dans le gazomètre. A 3h07, 4h36 et 4h45, l'alarme de niveau bas du gazomètre (15 %) se déclenche entraînant l'arrêt des compresseurs d'envoi du CVM gaz vers la condensation, comme prévu dans le processus expliqué ci-dessus. Les opérateurs en poste suspectent un dysfonctionnement des vannes de by-pass. A l'atteinte du niveau 20 %, elles ne se seraient pas ouvertes complètement tel que prévu.

Les compresseurs auraient continué à soutirer le CVM du gazomètre jusqu'à leur arrêt quand le niveau atteint 15 %. Le dégazage direct (DEG 2) étant en cours, le niveau du gazomètre remonte automatiquement et les compresseurs redémarrent.

L'équipe en poste identifie le problème et fait une demande d'intervention non urgente car il n'y a pas de risque de rejet de CVM, comme prévu dans la fiche alarme "niveau bas gazomètre". L'équipe de maintenance prend connaissance de la demande à 7h30 et recherche les causes de la défaillance du niveau du gazomètre.

À partir de 3h23, les dégazages des autoclaves, par les pompes à vide, commencent.

Quelques minutes plus tard, des mesures de CVM de 3 détecteurs chromatographiques (analyseurs en continu) à l'étage de l'atelier où se situent les autoclaves, présentent des concentrations supérieures à 5 ppm (la valeur limite d'exposition des travailleurs est de 1 ppm pour une durée d'exposition de 8 heures). Les alarmes de ces détecteurs sonnent en salle de contrôle. A 4h26, 2 autres détecteurs de l'atelier, situés au rez-de-chaussée, déclenchent l'alarme de 5 ppm puis à 4h46, les 3 détecteurs de l'étage sonnent à nouveau jusqu'à atteindre 10 ppm. Comme prévu par la procédure "recherche de fuite", les opérateurs s'équipent, se rendent dans l'atelier et effectuent une recherche de fuite à l'aide d'un analyseur portable. Ils constatent que les vannes de 2 équipements sont fuyardes, avec suspicion d'une fuite importante qui expliquerait, selon eux, les différentes détections. L'équipe de maintenance de premier niveau resserre les vannes et le chef de poste remplit une demande d'intervention auprès de la maintenance générale.

Vers 5 h, des détecteurs commencent à capter du CVM sur les toits des ateliers et du laboratoire. Comme prévu par la procédure "recherche de fuite", les opérateurs s'équipent et se rendent sur le toit pour identifier l'origine de la fuite.

A 6h40, un prépolymériseur est dégazé pour permettre l'intervention de la maintenance sur les vannes fuyardes.

Vers 8 h, un pic de CVM à 12 ppm est détecté au niveau du toit du LAP. A 8h14, la salle de contrôle est confinée (passage en mode sous-marin) suivant la procédure. A 8h42, les opérateurs arrêtent les dégazages suspectant qu'ils soient finalement à l'origine de la fuite. L'équipe du matin recherche l'origine de la fuite et l'hypothèse d'une fuite au niveau de la vanne de sécurité de la ligne d'aspiration du gazomètre est émise. Des opérateurs se rendent sur place et constatent des volutes au-dessus de la section de dégazage, ce qui confirme l'hypothèse. L'équipe en poste ferme manuellement vers 9 h la vanne de sécurité qui s'est ouverte de façon intempestive. Le rejet de CVM est stoppé.

Après quantification et analyse de l'orientation du vent, l'exploitant conclut que le rejet par cette vanne est bien à l'origine des différentes détections de CVM dans l'atelier et sur le toit.

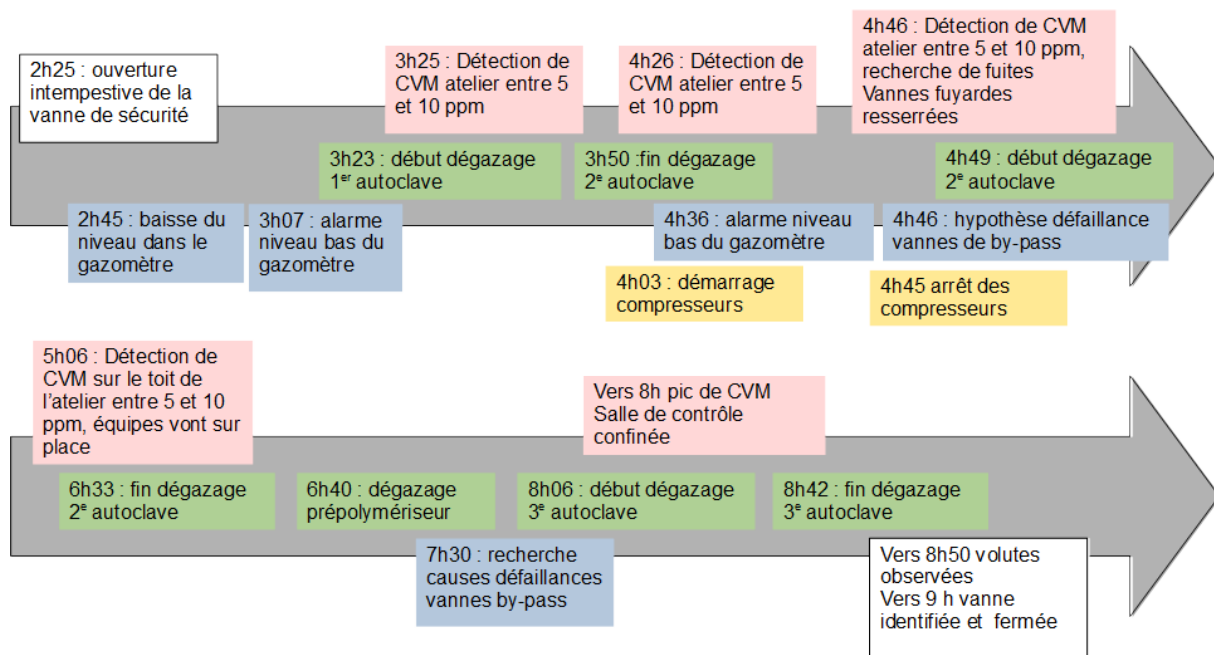


Figure 3 : Chronologie de l'événement

### Les conséquences :

La fuite de CVM gazeux sur 6,5 h est estimée à 3,4 t. Compte tenu de l'orientation du vent (d'Est en Ouest), le panache de CVM s'est dirigé vers l'intérieur du site. Il n'y a pas d'impact à l'extérieur du site.

### Échelle 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' et compte tenu des informations disponibles, l'accident peut être caractérisé par les 4 indices suivants :



La substance impliquée, le monochlorure de vinyle (gaz inflammable et cancérigène), peut être classé dans 2 rubriques Seveso différentes suivant s'il est sous sa forme gazeuse (4310, seuil Seveso haut à 50 t) ou sous sa forme liquéfiée (4718, seuil Seveso haut à 200 t). Dans les secteurs concernés par l'accident (atelier PVC, dégazage et condensation), il est sous forme gazeuse et rejeté ainsi à l'atmosphère. Il convient donc d'utiliser, pour le calcul de l'indice matière de l'échelle européenne le seuil Seveso haut de la rubrique 4310, c'est-à-dire 50 t.

La quantité relâchée est de 3,4 t (soit 7 % du seuil). L'indice relatif aux matières dangereuses relâchées est donc de 3 (cf. paramètre Q1).

Une étude sanitaire a démontré que le rejet n'a pas eu d'impact sur les populations avoisinantes. Aucune conséquence humaine et sociale n'est observée, les conséquences environnementales ne sont pas de nature à rentrer dans l'échelle. Les conséquences économiques n'ont pas été portées à la connaissance de l'administration.

Les paramètres de ces indices et leur mode de cotation sont disponibles à l'adresse : <http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr>.

## **L'ORIGINE, LES CAUSES ET LES CIRCONSTANCES DE L'ACCIDENT**

### L'origine du rejet :

L'ouverture intempestive de la vanne de sécurité du circuit de dégazage par manque d'air est à l'origine de l'événement. Le choix du mode d'ouverture (OMA) est basé sur une analyse de risques historique. L'exploitant ne dispose pas de REX interne d'ouverture intempestive, formalisé dans les relevés d'incident. L'ouverture de cette vanne est liée principalement à un risque de présence d'une teneur importante en oxygène sur la ligne l'alimentation du gazomètre. Elle occasionne un rejet de 0,33 kg. Cet événement n'était pas suivi car la vanne n'était pas identifiée comme un point de rejet mais comme un équipement de sécurité.

Après expertise, il s'avère que l'actionneur fonctionne correctement. L'hypothèse de manque d'air retenue par l'exploitant serait la formation d'une congestion dans le système de distribution de la vanne, due à la fois :

- à la présence d'humidité dans l'air industriel, produit et séché sur le site, et alimentant la vanne en bout de ligne ;
- à une température de - 3 °C, limitant alors le passage de l'air, un bouchon de glace se serait alors formé.

### Le risque non identifié :

L'exploitant n'avait pas identifié que la vanne de sécurité de la ligne de dégazage pouvait être à l'origine d'un rejet atmosphérique de CVM, sauf lorsqu'elle remplit sa fonction de sécurité. Il n'avait pas repéré le risque de formation de congestion pouvant perturber le système d'alimentation de la vanne alors que l'asservissement fonctionne normalement. Le scénario de rejet de CVM sur ouverture intempestive de cette vanne n'est donc pas analysé dans l'étude de dangers.

Par conséquent, il n'y a pas d'alarme de discordance sur cette vanne (différence entre ordre et état réel). Elle était affichée comme « ouverte », couleur verte, sans que l'ordre d'ouverture ne puisse être identifié et alors qu'elle aurait du être en position fermée, couleur rouge. De plus, son échappement ne dispose pas de mesure de CVM à sa sortie. Une étude de 2014 démontrait que l'installation d'un détecteur de CVM à cet endroit n'était pas possible étant donné la présence d'humidité.

Par soucis d'ergonomie, le synoptique montrant la vanne n'est pas la vue principale affichée en salle de contrôle. Les synoptiques de conduite des autoclaves sont les vues les plus regardées par les opérateurs pour remplir leur mission.

### L'effet tunnel :

Le rejet a duré 6,5 h, car la vanne en cause n'a pas été identifiée dans l'immédiat. Des difficultés techniques n'ont pas facilité la recherche de fuite : l'équipe en poste était sur la piste de la défaillance des vannes de by-pass et sur des vannes fuyardes dans l'atelier.

Concernant le niveau bas du gazomètre, l'équipe d'exploitation a supposé une défaillance des vannes de by-pass des compresseurs pour expliquer ce niveau. La courbe de tendance de fonctionnement du gazomètre n'est pas disponible en salle de contrôle. Les opérateurs doivent attendre l'analyse de la part de l'équipe de maintenance qui a accès, quant à elle, à une vue standardisée du process qui permet d'identifier rapidement les défaillances possibles. De plus la fiche alarme du gazomètre est incomplète. Elle indique uniquement que la « mauvaise régulation des compresseurs » peut-être due à la défaillance des vannes de by-pass. Selon l'expérience, ce défaut est déjà survenu. L'attention des opérateurs est restée focalisée sur ce point. C'est ce qui s'apparente à un effet dit "tunnel cognitif".

Concernant les fuites au niveau des vannes des 2 autoclaves, l'équipe en poste a supposé que ces fuites étaient à l'origine des détections de CVM dans l'atelier.

L'équipe a focalisé son attention sur ces fuites suivant la procédure prévue dans ce cas. Les détections de CVM ont continué malgré le resserrage des vannes fuyardes. L'équipe en poste, particulièrement sensibilisée au risque d'exposition professionnelle, a poursuivi la recherche de fuite mais sans pouvoir s'orienter vers la vanne en cause. Elle n'était, comme précisé précédemment, pas identifiée comme pouvant être à l'origine d'un rejet de CVM. L'effet de "tunnel cognitif" est là aussi en cause.

De plus, l'astreinte du site n'a pas été immédiatement informée de l'événement en cours. La fiche alarme décrivant la conduite à tenir pour le mode sous-marin de la salle de contrôle, précise les points de recherche de fuite à vérifier. Il n'y a pas de consignes spécifiques pour l'appel de l'astreinte en cas de détection de CVM sur le toit du laboratoire, là où se situe la prise d'air de ventilation de la salle de contrôle.

*Voir modélisation des causes en annexe.*

## LES SUITES DONNÉES

---

L'inspection des installations classées s'est rendue 2 fois sur le site. La première visite a conduit l'inspection à proposer de mettre en demeure l'exploitant de fournir une évaluation des conséquences environnementales et sanitaires de l'événement.

La deuxième visite s'est déroulée avec le BARPI dans le but de rechercher les causes profondes de l'événement. Au cours de cette visite, l'inspection et le BARPI ont pu constater que l'exploitant avait déjà bien avancé sur cette recherche, mais certains points restaient à approfondir. Les réponses de l'exploitant à la suite de cette inspection concluent notamment sur l'expertise technique de la vanne : l'expertise du fournisseur a confirmé que l'actionneur ne présentait pas de défaillance. De même, l'exploitant a révisé l'HAZOP (Hazard and operability analysis, analyse de risques et de sécurité de fonctionnement) sur l'ensemble des éléments pouvant conduire à un rejet intempestif de CVM. Les actions supplémentaires décidées à la suite de cette révision sont présentées ci-après.

## LES ENSEIGNEMENTS TIRÉS

---

L'exploitant réalise l'arbre des causes de l'événement. Une des premières actions menées à la suite de cet accident est de sensibiliser l'ensemble des équipes d'exploitation à ce qui s'était passé, par un partage à chaud puis dans les tournées de sécurité. Pour élargir le REX, une attention particulière est portée sur les presqu'accidents, dans lesquels sont intégrés les rejets furtifs ou intempestifs, en rédigeant pour ce type d'événements des comptes rendus (CRE).

L'exploitant mène la revue des équipements « sensibles », c'est-à-dire pouvant conduire à un rejet de CVM à l'atmosphère. Des HAZOP sont réalisés pour les systèmes dans lesquels ils sont intégrés. Un suivi spécifique de ces équipements est mis en place et l'ouverture d'un CRE en cas de dysfonctionnements sur ces équipements est demandé de manière plus systématique. Des actions complémentaires ont été identifiées à l'issue des HAZOP :

- des modifications de fonctionnement ou de système, par exemple, la remontée des fins de courses de vannes au niveau du système de conduite ;
- des recommandations pour étudier des améliorations, par exemple, étudier la possibilité de fermeture par manque d'air sur la vanne de sécurité incriminée.

L'exploitant a changé le fluide d'alimentation de la vanne par l'azote.

Après cet événement, l'exploitant a vérifié que les équipements dont la défaillance est étudiée dans les études de dangers sont utilisés dans les conditions conformes aux préconisations des fournisseurs.

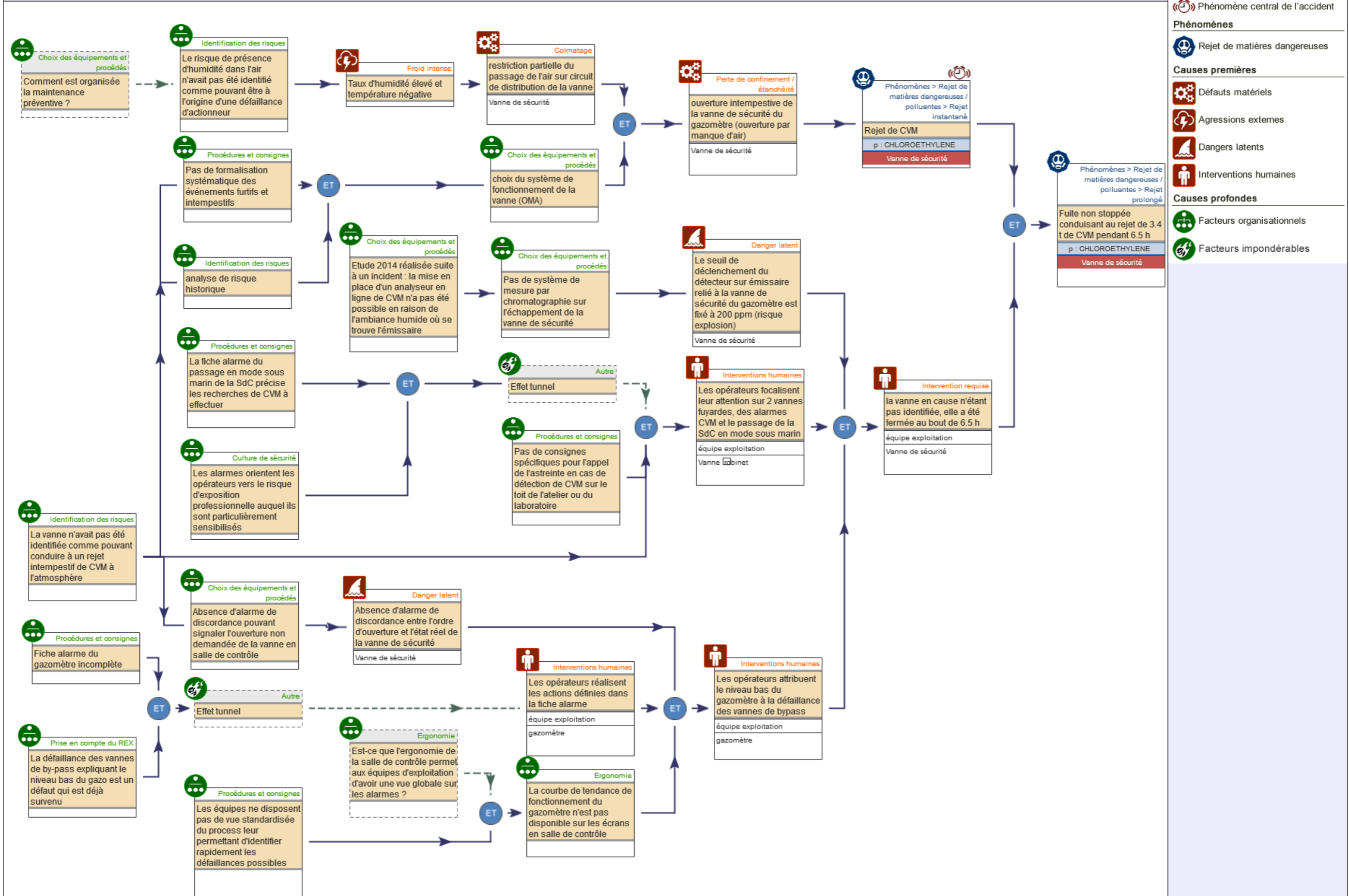
L'exploitant a également mené les actions suivantes :

- étude de la possibilité de mettre en place un système de détection de CVM à proximité du rejet de la vanne de sécurité de la ligne d'aspiration de CVM sur le circuit de dégazage, avec alarme en salle de contrôle et intervention d'un opérateur ;
- ajout d'alarmes sur les vannes pouvant être à l'origine d'un rejet de CVM. En conséquence, différentes « fiche alarme » ont été revues ou créées ;
- standardisation des vues du logiciel de suivi du process afin d'identifier plus aisément des défaillances possibles ;
- ajout d'informations sur les vues du synoptique de conduite du gazomètre et sur les écrans en salle de contrôle et révision du module de formation ad hoc ;
- mise à jour de la procédure d'appel de l'astreinte du site.

Des tournées sécurité ont été organisées pour présenter ces différentes modifications. L'ensemble des acteurs est impliqué pour la mise en place de ces changements. Un compagnonnage permet de garder l'historique des installations.

L'enjeu de l'exploitant est de pérenniser dans le temps le REX de cet événement afin d'éviter qu'il ne se reproduise. Il a à ce titre, formalisé par écrit les causes de l'événement et sensibilisé à nouveau les équipes d'exploitation, au deuxième semestre 2019, sur l'importance de la prise de recul, les conséquences environnementales et les actions réalisées. Il apparaît nécessaire, pour ce type d'événement, de garder la mémoire, partager l'expérience de ceux qui ont vécu l'accident et maintenir les connaissances des uns et des autres sur la vie de l'installation...

ARIA 52784 - Fuite de CVM gazeux dans une usine chimique



- Bloc ou lien supprimé
- ☹ Phénomène central de l'accident
- Phénomènes**
- ☠ Rejet de matières dangereuses
- Causes premières**
- ⚙ Défauts matériels
- ⚡ Agressions externes
- ⚠ Dangers latents
- 👤 Interventions humaines
- Causes profondes**
- 🏢 Facteurs organisationnels
- 🌀 Facteurs impondérables