

# Rapport d'enquête

Sur les explosions survenues au  
sein du site Air Liquide France  
Industrie situé à Mitry-Mory (77)  
le 25 mars 2022

## **Bordereau documentaire**

Organisme auteur : Bureau d'enquêtes et d'analyses sur les risques industriels (BEA-RI)

Titre du document : Rapport d'enquête technique sur les explosions survenues au sein du site exploité par Air Liquide France Industrie à Mitry-Mory (77) le 25 mars 2022

N° : MTE-BEARI-2022-010

Date du rapport : 02/12/2022

Proposition de mots-clés : explosion, remplissage de bouteilles, test d'étanchéité, facteurs humains et organisationnels, vigilance collective, formation, habilitation, tutorat

## Avertissement

L'enquête technique faisant l'objet du présent rapport est réalisée dans le cadre des articles L. 501-1 à L. 501-19 du Code de l'Environnement.

Cette enquête a pour seul objet de prévenir de futurs accidents. Sans préjudice, le cas échéant, de l'enquête judiciaire qui peut être ouverte, elle consiste à collecter et analyser les informations utiles, à déterminer les circonstances et les causes certaines ou possibles de l'évènement, de l'accident ou de l'incident et, s'il y a lieu, à établir des recommandations de sécurité. Elle ne vise pas à déterminer des responsabilités.

En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

Au titre de ce rapport on entend par :

- Cause de l'accident : toute action ou événement de nature technique ou organisationnelle, volontaire ou involontaire, active ou passive, ayant conduit à la survenance de l'accident. Elle peut être établie par les éléments collectés lors de l'enquête, ou supposée de manière indirecte. Dans ce cas le rapport d'enquête le précise explicitement.
- Facteur contributif : élément qui, sans être déterminant, a pu jouer un rôle dans la survenance ou dans l'aggravation de l'accident.
- Enseignement de sécurité : élément de retour d'expérience tiré de l'analyse de l'évènement. Il peut s'agir de pratiques à développer car de nature à éviter ou limiter les conséquences d'un accident, ou à éviter car pouvant favoriser la survenance de l'accident ou aggraver ses conséquences.
- Recommandation de sécurité : proposition d'amélioration de la sécurité formulée par le BEA-RI, sur la base des informations rassemblées dans le cadre de l'enquête de sécurité, en vue de prévenir des accidents ou des incidents. Cette recommandation est adressée, au moment de la parution du rapport définitif, à une personne physique ou morale qui dispose de deux mois à réception, pour faire part au BEA des suites qu'elle entend y donner. La réponse est publiée sur le site du BEARI.

## Synthèse

Le vendredi 25 mars 2022, vers 9h25, trois explosions successives se produisent sur une installation permettant d'effectuer des tests d'étanchéité sur des bouteilles destinées à contenir des gaz toxiques, au sein de l'atelier entretien bouteilles (AEB) du site industriel exploité par la société Air liquide France Industrie et situé à Mitry-Mory (77).

Ce matin-là, un opérateur réalisait des tests d'étanchéité à l'azote de bouteilles sur le banc « haute pression » permettant d'atteindre une pression de 275 bars. Au moment de l'accident, sont installées sur le banc 6 bouteilles de types différents : 2 bouteilles adaptées à la pression du banc et 4 bouteilles soudées en tôle d'acier, non adaptées à la pression du banc. Après quelques minutes de montée en pression, 3 bouteilles ont explosé et une quatrième s'est déformée. 2 bouteilles ont été projetées à proximité de la rampe et une troisième a traversé la toiture de l'atelier.

Sur le plan humain, 4 opérateurs présents dans le bâtiment ont été légèrement blessés. Sur le plan matériel, le banc de test a été complètement détruit et rendu inutilisable.

Le 29 mars, le directeur du bureau d'enquêtes et d'analyses sur les risques industriels (BEA-RI) a décidé l'ouverture d'une enquête. Les enquêteurs techniques du BEA-RI se sont rendus sur place à trois reprises pour recueillir l'ensemble des informations et témoignages nécessaires à cette enquête. Étant donné les circonstances de l'accident et notamment la présence d'un opérateur seul à son poste de travail alors qu'il était encore en cours de formation, le BEA-RI s'est intéressé aux facteurs humains et organisationnels ayant pu conduire à cet accident et a sollicité l'expertise du service « Facteur humain et gouvernance des risques » de l'INERIS. Le rapport émis par l'INERIS figure en **annexe 1** de ce document.

L'analyse des éléments transmis et les entretiens réalisés indiquent qu'une personne peu formée et non supervisée a été laissée seule pour réaliser une activité considérée comme simple mais qu'elle ne maîtrisait pas. Cette situation a été particulièrement propice à un écart vis-à-vis des pratiques attendues des opérateurs qui disposent de l'encadrement adéquat et l'expérience pour réaliser cette tâche en sécurité.

L'étude de l'accident permet de dégager des enseignements de sécurité sur l'intérêt :

- De mettre à jour régulièrement les procédures et les modes opératoires ;
- De mettre en place des barrières techniques de sécurité comme des systèmes de détrompage ;
- D'être vigilant à l'ergonomie des postes de travail ;
- D'un climat de travail favorable à la vigilance collective ;
- Et de valoriser et encadrer la fonction de tuteur.

Il ressort également de l'analyse réalisée, que l'accident a été favorisé par des situations individuelles, collectives et organisationnelles non optimales, pour lesquelles des actions d'amélioration sont possibles.

**Le BEA-RI recommande à l'exploitant :**

- **De réexaminer ses processus de formation et d'habilitation des opérateurs, en s'interrogeant notamment sur les prérequis nécessaires pour travailler sur le site en matière de connaissance du risque lié à la pression, sur les compétences à acquérir pour chaque habilitation, sur**

**l'opportunité de rédiger des supports de formation pour les tuteurs (en les intégrant dans cette démarche de rédaction), de valoriser et d'encadrer la fonction de tuteur, ainsi que sur la nécessité de valider effectivement les habilitations par un contrôle des connaissances.**

- **Dans le cadre de sa reconstruction, d'améliorer l'ergonomie du banc de test d'étanchéité : affichage des bouteilles pouvant être testées et des pressions à atteindre, séparation du banc du reste de l'atelier par un grillage, dispositif de détrompage ... Le guide d'utilisation de la rampe de test sera mis à jour et complété en parallèle. L'idée de déplacer les tests basse pression dans un autre bâtiment n'utilisant que de la basse pression est également à étudier afin de limiter le risque d'erreur.**
- **De mettre en œuvre un dispositif de suivi des habilitations qui soit lisible et accessible pour tous, couplé à une procédure qui ne permette pas d'inscrire au programme de travail un opérateur non habilité et non accompagné.**
- **D'intégrer l'atelier AEB dans la cartographie des risques du site et d'apporter les mesures de prévention nécessaires.**
- **De réexaminer les méthodes de détermination des scénarios des exercices POI afin de s'assurer qu'ils permettent de tester le fait que les personnels ont bien intégré les actions réflexes adaptées aux situations rencontrées.**
- **D'investiguer les causes profondes des tensions dans l'équipe de l'atelier AEB et de mettre en œuvre les mesures nécessaires pour retrouver une atmosphère de vigilance collective, et de manière plus globale, de faire vivre la politique interne de prévention des risques psychosociaux.**

## Sommaire

I.	Rappel sur l'enquête de sécurité.....	7
II.	Constats immédiats et engagement de l'enquête .....	7
	II.1 Les circonstances de l'accident .....	7
	II.2 Le bilan de l'accident .....	8
	II.3 Les mesures prises après l'accident.....	9
	II.4 L'engagement et l'organisation de l'enquête .....	9
III.	Contextualisation.....	10
	III.1 L'entreprise.....	10
	III.2 Le site de Mitry-Mory.....	10
	III.3 L'atelier .....	10
	III.4 La rampe de test .....	11
	III.5 Guide d'utilisation de la rampe de test.....	12
	III.6 Habilitation du personnel .....	13
IV.	Compte-rendu des investigations menées.....	14
	IV.1 Reconnaissance de terrain .....	14
	IV.2 Analyse des facteurs organisationnels et humains .....	14
V.	Déroulement de l'évènement.....	14
	V.1 Déclenchement de l'évènement.....	14
	V.2 L'intervention des secours publics .....	15
VI.	Conclusions sur le scénario de l'évènement.....	16
	VI.1 Scénario .....	16
	VI.2 Facteurs contributifs.....	17
	VI.2.1 Guide d'utilisation de la rampe de test .....	17
	VI.2.2 Poste de travail.....	18
	VI.2.3 Collectif de travail de l'atelier .....	20
	VI.2.4 Niveau organisationnel .....	20
VII.	Enseignements de sécurité.....	21
	VII.1 Mise à jour des procédures et des modes opératoires.....	21
	VII.2 Ergonomie des postes de travail .....	21
	VII.3 Retour d'expérience .....	21
	VII.4 Valorisation et encadrement de la fonction de tuteur.....	22
	VII.5 Vigilance collective .....	22
VIII.	Recommandations de sécurité à destination de l'exploitant .....	22
IX.	Annexe.....	24
	Annexe 1 Ineris – Rapport d'appui à l'expertise .....	25

# Rapport d'Enquête

## Sur les explosions survenues au sein du site exploité par Air Liquide France Industrie et situé à Mitry-Mory (77) le 25 mars 2022

### I. Rappel sur l'enquête de sécurité

L'enquête technique faisant l'objet du présent rapport est réalisée dans le cadre des articles L. 501-1 à L. 501-19 du Code de l'Environnement. Cette enquête a pour seul objet de prévenir de futurs accidents. Sans préjudice, le cas échéant, de l'enquête judiciaire qui peut être ouverte, elle consiste à collecter et analyser les informations utiles, à déterminer les circonstances et les causes certaines ou possibles de l'évènement, de l'accident ou de l'incident et, s'il y a lieu, à établir des recommandations de sécurité. Elle ne vise pas à déterminer des responsabilités. En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

### II. Constats immédiats et engagement de l'enquête

#### II.1 Les circonstances de l'accident

Le vendredi 25 mars 2022, vers 9h25, trois explosions successives se produisent sur une installation permettant d'effectuer des tests d'étanchéité sur des bouteilles destinées à contenir des gaz toxiques au sein de l'atelier entretien bouteilles (AEB) du site industriel exploité par la société Air liquide France Industrie et situé à Mitry-Mory (77).

Ce matin-là, un opérateur réalisait des tests d'étanchéité à l'azote de bouteilles sur le banc « haute pression » permettant d'atteindre une pression de 275 bars.

Au moment de l'accident, 6 bouteilles de types différents sont installées sur le banc : 2 bouteilles adaptées à la pression du banc et 4 bouteilles soudées en tôle d'acier, dont les pressions maximales de service sont de 22 et 30 bars et donc inadaptées à la pression maximale pouvant être délivrée par le banc.

Une fois le processus de remplissage des bouteilles lancé, l'opérateur s'est éloigné de l'installation pour remplacer les robinets non conformes de deux bouteilles qui n'avaient pu être soumises à l'essai.

Après quelques minutes de montée en pression, 3 des 6 bouteilles ont explosé et une quatrième s'est déformée sans exploser. 2 bouteilles ont été projetées à proximité de la rampe et une troisième a traversé la toiture de l'atelier.

Le POI<sup>1</sup> du site a été déclenché et 60 personnes environ ont été confinées.

---

<sup>1</sup> POI : plan d'opération interne

## II.2 Le bilan de l'accident

Sur le plan humain, 4 opérateurs présents dans le bâtiment, mais heureusement à distance du banc d'essai, ont été légèrement blessés. 3 d'entre eux seront en arrêt de travail pour des durées s'échelonnant de 10 à 17 jours.

Sur le plan matériel, le banc de test a été complètement détruit et rendu inutilisable pour plusieurs mois, le temps de son remplacement.

Certaines cloisons internes, en structure légère, ont été détruites et des vitres ont été brisées, mais les dégâts sont restés limités sur une dizaine de mètres autour du banc de test. Une bouteille a traversé la toiture en fibrociment du bâtiment.

Concernant le risque amiante dans le bâtiment, lié à l'endommagement de la toiture, un nettoyage amiante a été effectué par une société spécialisée, suite à la détection de fibres d'amiante en surface en trois endroits de l'atelier. Toutes les analyses d'air ambiant, réalisées juste après l'accident, ainsi qu'avant et après le nettoyage se sont révélées négatives.

Aucun dégât ni pollution n'ont été relevés à l'extérieur de l'atelier.







*Figures 1, 1 et 3 : dégâts observés au sein de l'atelier AEB (atelier entretien bouteilles)*

### II.3 Les mesures prises après l'accident

Le banc de test et la zone concernée par les dégâts ont été interdits d'accès durant le temps de remise en état de la zone impactée.

Une enquête à chaud de la commission santé, sécurité et conditions de travail (CSSCT) a eu lieu à 13 heures le jour de l'accident. La CSSCT s'est ensuite réunie le vendredi 15 avril. Le BEA-RI a assisté à cette réunion de la commission.

### II.4 L'engagement et l'organisation de l'enquête

Compte-tenu des circonstances et du contexte de l'accident, le directeur du bureau d'enquêtes et d'analyses sur les risques industriels (BEA-RI) a décidé l'ouverture d'une enquête après en avoir informé le directeur général de la prévention des risques, et le préfet de Seine-et-Marne.

Les enquêteurs techniques du BEA-RI se sont rendus sur place une première fois le vendredi 1<sup>er</sup> avril. Ils ont rencontré les représentants de la société Air Liquide France Industrie. En parallèle de la visite sur site, ils ont échangé avec les services d'incendie et de secours et l'inspection des installations classées.

Puis, le 20 avril, les enquêteurs du BEA-RI sont retournés sur le site afin de recueillir les témoignages des différentes personnes impliquées dans l'événement et ainsi tenter de mieux comprendre l'origine de l'accident sous l'angle des facteurs humains et organisationnels. Ils ont également pu échanger avec les membres du CSSCT et les représentants du personnel. Ils étaient accompagnés ce jour-là d'un expert de l'INERIS.

Ils ont eu, consécutivement à ces entretiens et aux réunions techniques organisées par la suite, communication des pièces et documents nécessaires à leur enquête.

### III. Contextualisation

#### III.1 L'entreprise

Le groupe Air Liquide est un leader mondial des gaz, technologies et services pour l'industrie et la santé. Présent dans 75 pays avec 66 400 collaborateurs, le groupe compte plus de 2 millions de clients industriels et accompagne 1,8 millions de patients à travers le monde. Air Liquide est présent en France à travers plusieurs entités qui servent de nombreux domaines d'activité. S'appuyant sur une cinquantaine d'unités de production, Air Liquide France Industrie fournit des gaz, des équipements et des services à une grande variété de clients, de l'artisan à la multinationale.

#### III.2 Le site de Mitry-Mory

Le site Air Liquide France Industrie de Mitry-Mory est une ICPE soumise à autorisation, classée Seveso seuil bas, dont l'activité principale est le conditionnement de gaz spéciaux et de gaz toxiques. Le statut « à autorisation » du site implique la prise en compte globale de la prévention des risques à l'échelle du site même si l'activité de certains ateliers n'est pas classée.

Il se situe dans la zone industrielle de Mitry-Compans en Seine-et-Marne (77). Cette dernière s'étale sur 237 hectares et fait partie de la commune de Mitry-Mory, commune de 20 000 habitants comportant 60 % de terres agricoles qui accueille 6 500 salariés. Elle est située à moins de 3 kilomètres à vol d'oiseau des pistes de l'aéroport de Roissy, étant également bordée par des lignes ferroviaires dont celles du RER B. Cette zone industrielle comporte plus de 200 entreprises dont une soixantaine sont des ICPE. Quatre d'entre elles sont classées Seveso seuil bas et deux seuil haut.

Le site Air liquide France Industrie emploie 90 salariés et occupe une surface d'environ 40 000m<sup>2</sup>. Les bureaux sont ouverts de 7h à 20h, il possède également un espace de formation.

Le site achète du gaz en vrac ou sous forme de bouteilles à des fournisseurs, et, après différents tests et vérifications de pureté, les mélange et les met en bouteilles avant de les expédier chez ses clients. Il possède également un laboratoire accrédité pour les gaz étalons par le COFRAC<sup>2</sup>.

Environ 30 000 bouteilles (pleines et vides) sont stockées sur le site en permanence.

#### III.3 L'atelier

L'accident s'est produit au sein de l'atelier d'entretien des bouteilles de gaz dénommé « Atelier Entretien Bouteilles (AEB) », au sein duquel 11 personnes sont affectées.

Cet atelier reçoit les bouteilles vides, après qu'elles aient été triées dans une zone dédiée, à leur arrivée sur le site. En fonction du besoin, elles peuvent passer à l'atelier peinture, à la gravure, au microbillage, et faire l'objet d'un changement de robinet et d'un test d'étanchéité (pour celles qui sont destinées à contenir au moins un gaz toxique et qui ont fait l'objet d'un changement de robinet). Ces bouteilles sont ensuite dirigées vers un autre atelier pour y être remplies.

Afin de les reconnaître plus facilement, les bouteilles de gaz toxique et/ou corrosifs comportent une ogive jaune, conformément à la réglementation ADR. Les bouteilles sont louées aux clients et identifiées

---

<sup>2</sup> Comité français d'accréditation - <https://www.cofrac.fr/>

par un code barre dont l'intégrité est vérifiée lors de leur passage à l'atelier entretien des bouteilles. Les bouteilles sont des équipements sous pression et sont soumises à la réglementation relative à ces équipements, toutefois le test d'étanchéité ne relève pas d'une obligation réglementaire. Aucune ré-épreuve de bouteille n'est réalisée sur le site de Mitry-Mory mais la périodicité de cette dernière est toutefois vérifiée lorsque les bouteilles arrivent sur le site.

Pour une même bouteille, on peut distinguer les pressions suivantes :

- La pression à laquelle il est prévu qu'elle puisse être utilisée (pression de service) ;
- La pression à laquelle elle a été testée pour s'assurer de son bon état ou de sa bonne résistance (pression d'épreuve correspondant à 1,5 fois la pression de service) ;
- La pression commerciale à laquelle la bouteille va être remplie conformément à la commande du client ;
- La pression de rupture, à partir de laquelle la bouteille éclate.

Entre 60 et 80 bouteilles par jour sont entretenues au sein de l'AEB et une quinzaine font l'objet d'un test d'étanchéité.

### III.4 La rampe de test

La rampe de test d'étanchéité occupe un emplacement d'environ 10m<sup>2</sup>, situé dans un espace ouvert de l'atelier. L'objectif du test d'étanchéité est de vérifier que la bouteille équipée d'un nouveau robinet restera étanche lors d'une utilisation normale avec un gaz toxique et/ou corrosif, et ce avant le remplissage de la bouteille. La réalisation ou non du test et ses modalités sont propres à chaque site du groupe.

À Mitry-Mory, le test d'étanchéité est effectué dans les cas suivants :

- Lorsqu'un robinet neuf est monté sur une bouteille destinée à contenir au moins un gaz toxique quelle que soit sa concentration ;
- Lorsqu'il y a un doute sur la qualité du montage d'un robinet ;
- Sur les bouteilles en retour de clientèle avec Demande d'Expertise Emballage (DEE) pour cause de « bouteille fuyarde » nécessitant un test du robinet.

Deux rampes de test d'étanchéité sont présentes dans l'unité :

- Une rampe « basse pression (BP) », délivrant de l'azote jusqu'à 25 bars, qui est réservée aux tests d'étanchéité sur les bouteilles en acier tôle soudées<sup>3</sup>. La pression maximale de service de ces bouteilles est généralement située entre 22 et 30 bars ;

---

<sup>3</sup> Les bouteilles en acier tôle qui sont de tailles variables, se différencient des bouteilles en acier ou aluminium, car elles sont plus légères. Elles possèdent une ou deux soudures circulaires et pour les grandes une soudure longitudinale. Les bouteilles haute pression sont en acier ou aluminium forgé sans soudure.

- Une rampe « haute pression (HP) », fournissant jusqu'à 275 bars d'azote, réservée aux tests d'étanchéité sur les bouteilles forgées en acier ou en aluminium. La pression maximale de service de ces bouteilles est généralement de 200 bars.

Les rampes sont toutes les deux équipées d'une soupape de sécurité, tarées à 25 bars pour la rampe basse pression et à 250 bars pour la rampe haute pression.

Pour la réalisation du test, après le montage de robinets neufs, les bouteilles sont mises en pression avec de l'hélium puis de l'azote. Une fois la pression d'essai atteinte (l'opération dure entre 5 et 10 minutes) l'opérateur vérifie l'absence de fuite avec un détecteur spécifique pour l'hélium, et en aspergeant le collet du robinet avec de l'eau savonneuse ou un aérosol de recherche de fuite (type 1000 bulles) pour l'azote. L'exploitant nous indiquera au cours de l'enquête que l'Hélium n'était plus utilisé depuis un an.



Figure 6 : bouteilles tôlees de différentes tailles



Figure 7 : bouteille acier

### III.5 Guide d'utilisation de la rampe de test

Un guide d'utilisation de la rampe de test (référéncé MM.F.MO.005) a été rédigé en octobre 2017, au moment de l'installation d'une nouvelle rampe de test au sein de l'AEB. Il s'inscrit dans le système qualité du site comme les procédures mentionnées plus loin dans le rapport. Son objet est de décrire les opérations à réaliser pour vérifier l'étanchéité de l'emballage sur la rampe de test de l'AEB.

Le guide revient sur l'objectif du test et liste les cas dans lesquels il s'effectue. Il liste les équipements de protection individuelle exigés au poste de travail et rappelle les risques et les dangers. Il stipule explicitement l'interdiction de raccorder des bouteilles tôlees sur la rampe haute pression.

Lorsqu'il décrit l'état initial de la rampe de test, le guide précise à nouveau que « les bouteilles tôlees sont réservées pour la rampe basse pression (BP) » et que « les bouteilles en acier et en aluminium sont réservées pour la rampe haute pression (HP) ».

Il précise également la mise en pression en deux temps (hélium, puis azote) et les pressions à ne pas dépasser pour le test :

- La pression en azote à appliquer est de trois fois la pression indiquée sur l'ordre de fabrication sans dépasser une pression maximum de 22 bars pour les bouteilles testées sur la rampe basse pression ;
- Et de 200 bars pour les bouteilles contrôlées sur la rampe haute pression.

En parallèle, une photographie montre deux bouteilles tâlées sur la rampe basse pression, et alerte ainsi le lecteur sur leur spécificité.

### III.6 Habilitation du personnel

Sur le site de Mitry-Mory, deux procédures traitent de l'habilitation du personnel : une procédure « groupe » et sa déclinaison locale, référencée MM.N.P.009. L'objet de cette dernière procédure est que les fonctions exigeant une habilitation soient identifiées et que les employés chargés d'assumer ces fonctions soient formés et habilités afin de les effectuer en toute sécurité.

La procédure définit les rôles du responsable d'unité, directeur de l'établissement, ou son délégataire et de l'évaluateur. Le responsable d'unité est responsable de la formation et de l'habilitation du personnel d'exploitation. Il valide chacune des habilitations métier de son personnel. L'évaluateur est responsable de l'évaluation des connaissances acquises et de la réalisation des opérations au poste de travail.

La procédure décrit les 6 étapes qui composent le parcours d'habilitation et les enregistrements associés à chacune des étapes.

À titre d'exemple, l'étape 2 (formation d'orientation) prévoit la formation de l'opérateur sur les aspects sécurité liés à l'unité dans laquelle il est affecté et le poste sur lequel il va travailler.

L'étape 3, prévoit la nomination du tuteur par le responsable de service. Pendant cette étape, l'opérateur étudie et apprend les procédures opératoires liées à sa future fonction avec son tuteur sans exécuter les tâches qu'il est en train d'apprendre.

C'est à l'étape 4, qu'est dispensée par le tuteur, la formation pratique au poste. Quand le tuteur juge l'employé apte, il le fait évaluer par l'évaluateur. Ce n'est qu'une fois cette évaluation terminée avec succès que l'employé pourra exécuter sans supervision directe la fonction pour laquelle il aura été évalué (étape 5).

L'étape 6 est l'habilitation de l'employé par le responsable d'unité, directeur de l'établissement.

La procédure définit également les critères auxquels doit répondre un employé pour assurer la mission de tuteur :

- Être titulaire (un intérimaire ne peut être tuteur) ;
- Avoir plus d'un an d'expérience dans la fonction exigeant une habilitation ;
- Posséder un historique de sécurité et de comportement satisfaisant ;
- Être un professionnel reconnu (les critères pour répondre à ce point ne sont pas définis plus précisément).

La procédure précise également qu'une grille sur laquelle tous les opérateurs et leurs habilitations figurent est tenue à jour par chaque responsable d'atelier. Cette grille doit être affichée visiblement

dans les ateliers concernés (cet affichage n'a pas été constaté par les enquêteurs lors de leur visite sur place).

## IV. Compte-rendu des investigations menées

### IV.1 Reconnaissance de terrain

Les inspecteurs du BEA-RI se sont rendus sur le site à trois reprises. Le vendredi 1<sup>er</sup> avril 2022, ils ont procédé aux premiers constats en présence des personnels de la société Air Liquide France Industrie. Le 15 avril, ils ont assisté au CSSCT, puis le 20 avril, ils ont procédé au recueil des témoignages des personnes qu'ils n'avaient pas pu rencontrer lors de leurs premières visites. En parallèle de ces visites sur site, ils ont échangé avec les représentants du SDIS, l'inspection des installations classées et les représentants du personnel du site.

### IV.2 Analyse des facteurs organisationnels et humains

Étant donné les circonstances de l'accident et notamment la présence d'un opérateur seul à son poste de travail alors qu'il était encore en cours de formation, le BEA-RI a approfondi le volet facteurs humains et organisationnels et a sollicité l'expertise du service « Facteur humain et gouvernance des risques » de l'INERIS, sur l'identification et la formalisation des facteurs organisationnels et humains qui ont contribué à cet accident au niveau du poste de travail, de l'atelier, de l'organisation du travail et des activités du site. L'expert de l'INERIS a accompagné les enquêteurs du BEA-RI sur site lors de leur déplacement du 20 avril.

Le rapport de l'INERIS issu de cette mission d'appui figure en **annexe 1** de ce document.

## V. Déroulement de l'évènement

### V.1 Déclenchement de l'évènement

Le 25 mars, 3 explosions ont lieu au sein de l'atelier d'entretien des bouteilles, lors d'un test d'étanchéité. Ce matin-là, l'opérateur affecté à ce poste de travail a connecté 6 bouteilles sur la rampe haute pression puis s'est éloigné de l'installation avec deux bouteilles munies de 2 robinets non conformes à l'ordre de fabrication et qui devaient donc être changés avant le test.

Au bout de quelques minutes, l'une des bouteilles branchées sur la rampe de test explose. Le POI du site est déclenché, occasionnant le confinement du personnel présent. Malgré ce déclenchement, plusieurs personnels du site et de l'atelier concerné se sont déplacés vers le lieu de l'explosion afin de vérifier la mise en sécurité du banc d'essai, dans l'idée d'aider, au lieu de se confiner et de se mettre à l'abri.

Quelques secondes plus tard, alors que le personnel de l'atelier est encore en cours d'évacuation pour se rendre en zone de confinement, une seconde explosion se produit, puis une dernière dans les instants suivants.

Deux bouteilles ont été projetées à proximité de la rampe et une troisième a traversé la toiture de l'atelier. Une quatrième bouteille s'est déformée sans exploser.



*Figures 8, 9, 10, 11 : bouteilles éclatées ou déformées lors de l'accident*

## V.2 L'intervention des secours publics

Les sapeurs-pompiers seront prévenus à 9h19 le 25 mars 2022 pour 3 détonations sur une installation de remplissage de bouteilles d'azote associé à de l'hélium. Le premier moyen se présentera sur site à 9h30. Ils prendront en charge 4 victimes et s'assureront de la mise en sécurité du site.

## VI. Conclusions sur le scénario de l'événement

### VI.1 Scénario

L'accident a eu lieu le vendredi 25 mars au sein de l'atelier AEB. Le chef d'équipe, également tuteur de l'opérateur en cours de formation, était absent, en arrêt de travail depuis le début de la semaine. Ce jour-là, l'animateur d'îlot, ayant pour mission de seconder le chef d'équipe, était absent également (en congés). Le point d'équipe du matin n'avait ainsi pas eu lieu. L'opérateur, bien que non habilité, était affecté seul sur le poste de test d'étanchéité.

Son processus de formation et d'habilitation à ce poste avait débuté mais n'était pas terminé. Il n'avait pas fait l'objet des évaluations nécessaires lui permettant d'être affecté de manière autonome sur ce poste. Le guide d'utilisation de la rampe de test ne lui avait pas encore été présenté. Il avait connaissance des différents types de bouteilles pouvant transiter par l'atelier, de par son expérience antérieure sur d'autres postes, mais n'avait pas vu de bouteilles tôlees depuis le début de sa formation sur ce poste de travail. En effet, la présence de bouteilles tôlees au sein de l'AEB est rare et c'était la première fois de l'année que le site en réceptionnait. Seul le fonctionnement de la rampe haute pression lui avait été montré et on ne lui avait pas expliqué la différence entre les deux rampes.

L'opérateur a donc installé toutes les bouteilles qu'il devait tester sur le seul banc de test qu'il connaissait et qu'il avait utilisé jusqu'ici : le banc haute pression conçu pour les bouteilles acier ou alu et permettant de tester ces dernières jusqu'à une pression maximale de service de 200 bars. Puis, il a lancé le test, et s'est dirigé vers une autre partie de l'atelier avec deux autres bouteilles dont l'ordre de fabrication (OF) indiquait que les bouteilles devaient être équipées de robinets C160 inox, ce qui n'était pas le cas.

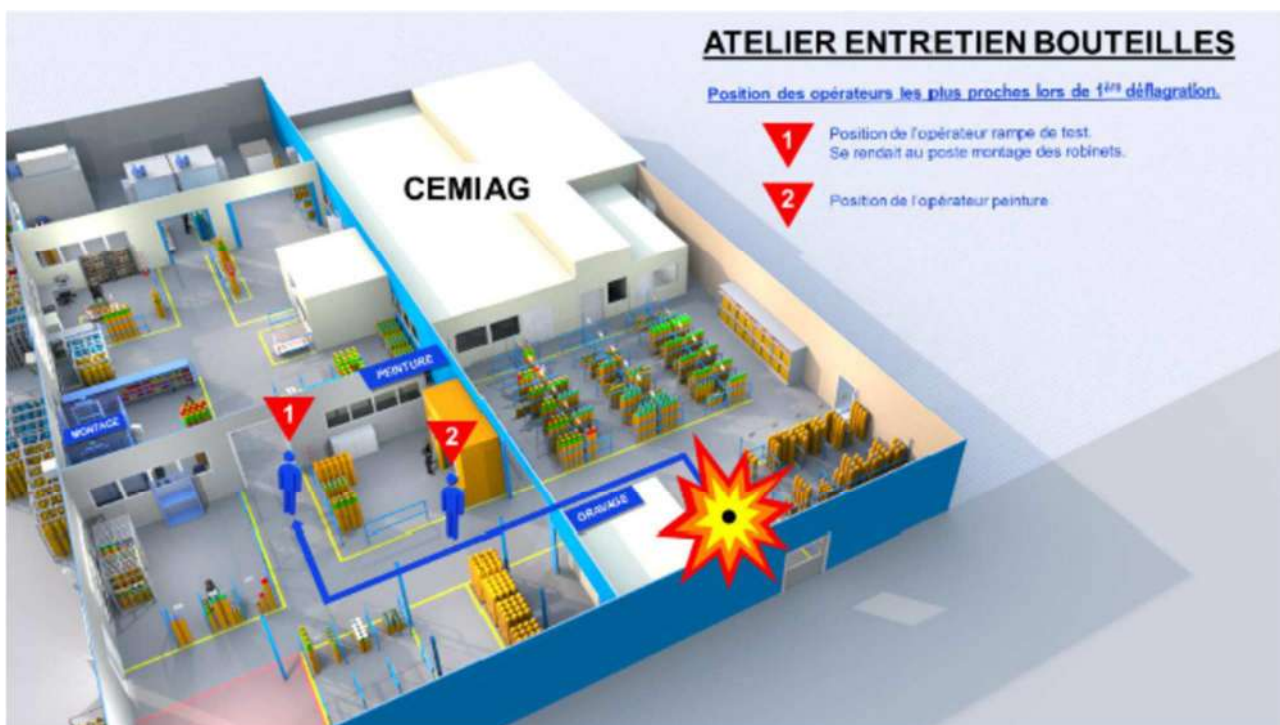


Figure 12 : positionnement de l'opérateur au sein de l'atelier au moment de l'accident (crédit : représentants du personnel CGT de Mitry-Mory)

Pendant ce temps, la pression est montée dans les bouteilles, et au bout de quelques minutes :

- 3 bouteilles tôlees ont explosé successivement ;



- 1 bouteille tôle s'est déformée ;
- Les 2 bouteilles acier n'ont pas subi de déformation.

L'une des bouteilles tôlees a perforé la toiture de l'atelier et s'est retrouvée sur le toit. Les autres ont été retrouvées dans l'atelier. L'explosion des 3 bouteilles tôlees s'explique par le fait qu'elles ont été soumises à des pressions largement supérieures à leur pression de rupture. Les pressions d'épreuves des bouteilles qui ont explosé étaient de 33 et 45 bars et la rampe haute pression pouvait délivrer une pression maximum de 275 bars.

## VI.2 Facteurs contributifs

Les éléments qui ont joué un rôle dans la survenance de l'accident sont multiples. Sur le plan technique, la cause des explosions est le fait que 4 bouteilles ont été soumises à une pression bien supérieure à celle pour laquelle elles avaient été conçues. Mais un ensemble de facteurs techniques et non techniques explique comment les bouteilles ont pu être installées sur la mauvaise rampe.

En cohérence avec le rapport d'expertise de l'INERIS figurant en **annexe 1** de ce rapport, ces facteurs ont été regroupés en quatre grands niveaux d'explications qui sont en interrelation :

- Le niveau **guide d'utilisation de la rampe de test**,
- Le niveau **poste de travail** (relatif à l'opérateur et à son poste de travail),
- Le niveau **collectif de travail** (s'intéressant à l'environnement physique et social de l'atelier, et aux relations interpersonnelles dans l'atelier),
- Et le **niveau organisationnel** (correspondant à l'environnement managérial de la situation de travail).

### VI.2.1 Guide d'utilisation de la rampe de test

#### *Imprécisions du guide d'utilisation de la rampe de test*

Le guide précise de manière didactique les différents types de bouteilles, et les deux types de rampe. Il stipule également à deux reprises l'interdiction de raccorder les bouteilles tôlees sur la rampe haute pression. Par contre, l'explication de comment choisir la pression à laquelle tester la bouteille n'est pas claire, alors qu'elle est importante pour la bonne réalisation de ces tests. Quelques exemples de comment déterminer la pression de test à partir de la donnée lue sur l'ordre de fabrication seraient utiles. La coexistence des tests à l'hélium et à l'azote complexifie également la procédure. Il n'est pas précisé non plus que la montée en pression doit être contrôlée puis stoppée par l'opérateur (certains opérateurs utilisent la soupape de sécurité présente sur la rampe pour stopper la montée en pression).

#### *Appropriation du guide par le personnel*

Au cours des entretiens qui ont été menés, le personnel interrogé a indiqué connaître cette procédure. Il semble habituel toutefois, qu'elle ne soit présentée aux nouveaux opérateurs sur le poste qu'une fois la formation terminée. Et de manière pratique, les employés n'avaient pas mémoire qu'une version papier du document soit présente à proximité du poste de travail. En parallèle, les pratiques des différents opérateurs rencontrés ayant déjà occupé le poste, en matière de test à l'hélium, de pression

à appliquer lors du test et de surveillance de la montée en pression ne sont ni homogènes ni conformes à ce qui est préconisé par le guide.

### ***Absence de mise à jour du guide***

Lors des entretiens avec le personnel, certains opérateurs ont indiqué que le test à l'hélium ne se pratiquait plus depuis longtemps, sans savoir expliquer pourquoi, alors que le rack de bouteilles d'hélium était toujours présent à l'extérieur du bâtiment et que la procédure prévoyait toujours sa réalisation. D'autres ont indiqué que ce test était toujours d'actualité. En fin d'enquête, l'exploitant a indiqué que l'hélium n'était plus utilisé depuis plus d'un an. Il semblerait que les difficultés d'approvisionnement de l'hélium et le coût du test aient conduit à l'abandon de cette phase de test au fil du temps, sans pour autant que les procédures soient mises à jour. Pourtant, le test à l'Hélium permet de détecter de toutes petites fuites.

Le guide d'utilisation de la rampe de test, d'octobre 2017, n'avait pas fait l'objet d'un audit de procédure récemment. Il n'avait pas fait l'objet non plus de la revue documentaire, prévue pour tous les documents du système qualité tous les cinq ans.

## VI.2.2 Poste de travail

### ***Affichages et rappels au niveau du poste de travail***

Aucun élément de signalisation ne permet de distinguer clairement et rapidement les deux bancs situés côte à côte. Le manomètre du banc basse pression comporte une indication « BP », mais ce n'est pas le cas pour le manomètre du banc haute pression. Il n'y a pas, au niveau du poste de travail, de rappel sur les bouteilles qui peuvent être testées sur chaque banc et sur les pressions maximales à appliquer. Le guide d'utilisation de la rampe de test est présent physiquement dans le pupitre au poste de travail, mais les opérateurs semblent en ignorer l'existence.



Figures 13 et 14 : rampe Basse Pression



Figures 15 et 16 : rampe Haute Pression

### ***Systemes de détrompage***

Il n'y a pas de système de détrompage pour les bouteilles tôlees de cette taille. Le système de détrompage (alvéoles qui empêchent le positionnement des grandes bouteilles tôlees sur la rampe haute pression) est efficace pour les grandes bouteilles tôlees (B84) mais pas pour les petites (B14). Les robinets des bouteilles et les raccords au banc de test sont identiques sur les deux bancs. Par exemple, les plateformes d'accueil n'empêchent pas le positionnement des bouteilles tôlees sur la rampe haute pression.

Il convient de souligner que la rampe de test avait été entièrement renouvelée en 2017 avec pour ambition d'améliorer la sécurité, en prenant en compte les améliorations proposées par les utilisateurs. En effet, l'ancien modèle était plus rudimentaire que celui sur lequel l'accident a eu lieu et un risque d'erreur avait déjà été identifié à l'époque.

### ***Opérateur seul au poste***

Le jour de l'accident, l'opérateur, qui travaille dans cet atelier depuis plusieurs années mais qui est en formation (non terminée) sur ce nouveau poste depuis plus de 3 semaines, est seul à son poste de travail. Il n'a pas reçu de consigne de son chef d'équipe (qui est aussi son tuteur) ou du chef d'ilot car les deux personnes étaient absentes ce jour-là. Les opérateurs qui sont passés à proximité de son poste de travail ce matin-là ne l'ont pas interpellé sur le fait qu'il soit seul, ou ne lui ont pas proposé d'aide.

### ***Positionnement du poste de travail***

Au sein de l'atelier, les rampes de test sont positionnées à proximité de la porte principale et de voies de passage. Elles ne sont séparées de ces dernières que par des barrières et des chainettes. Ces dispositifs n'ont pas permis d'arrêter les bouteilles propulsées, qui auraient pu atteindre des opérateurs

travaillant à d'autres postes ou se déplaçant dans l'atelier. Une séparation grillagée aurait pu éviter que des bouteilles ne soient accidentellement projetées hors du poste de travail.

### VI.2.3 Collectif de travail de l'atelier

#### ***Difficulté à former des tuteurs***

Le chef d'équipe qui est aussi le tuteur de l'opérateur en formation, est régulièrement absent pour raisons personnelles. Cette situation porte préjudice à la formation de l'opérateur mais il semble très difficile de trouver un autre tuteur au sein de l'atelier. Les volontaires à cette fonction sont rares, et ce, pour différentes raisons : tensions relationnelles dans l'équipe, fonction pas assez valorisée, crainte de perdre son statut de sachant.

#### ***Historique du collectif de l'atelier***

L'historique du collectif de cet atelier est marqué par des conflits internes qui compliquent les relations de travail. De nombreux mouvements de personnel ont eu lieu dans les mois qui ont précédé l'accident, des réorganisations internes n'ont pas été bien expliquées ou comprises. Certains personnels ont perdu en motivation à l'approche de la retraite. Ces conditions de travail dégradées ne sont pas propices au recrutement de nouveaux opérateurs, à la coopération entre les membres de l'équipe qui permet pourtant de renforcer les pratiques sûres via les échanges et les conversations à propos du travail, de ses risques et de leur prévention. Ce constat, fait sur l'atelier AEB, n'est pas à généraliser sur l'ensemble du site, qui n'a pas été examiné par les enquêteurs.

### VI.2.4 Niveau organisationnel

#### ***Suivi RH du personnel***

Les absences de personnel dans les équipes sont simplement enregistrées par un agent administratif, qui est également en charge de l'accueil au niveau du site, mais ne font pas l'objet d'une analyse plus fine à ce niveau pour réorganiser le travail si besoin. La semaine de l'accident, le planning de travail préparé par le chef d'équipe avant son absence n'avait pas été revu alors qu'il n'était pas présent. Un opérateur s'est ainsi retrouvé à utiliser un outil de travail sans avoir été formé en intégralité et sans posséder les compétences nécessaires. Un autre opérateur formé était pourtant présent ce jour-là dans l'atelier et aurait peut-être pu le superviser mais il a indiqué ne pas savoir que son collègue affecté à la rampe de test n'était pas formé et habilité.

L'absence de briefing du matin et de communication entre les opérateurs, ou encore de l'affichage du planning des personnels habilités ont certainement contribué à l'accident.

#### ***Changements organisationnels***

Plusieurs changements de personnels ou mutations avaient eu lieu dans les mois qui ont précédé l'accident. Certaines de ces mutations avaient cherché à répondre à un climat compliqué dans l'atelier. Deux nouvelles personnes étaient arrivées dans l'équipe, l'animateur d'équipe et le chef d'équipe, ce dernier ayant déjà occupé le poste pendant plusieurs années et étant considéré comme expert sur cette thématique. L'opérateur faisait partie de l'équipe depuis 5 ans. Mais les changements opérés avaient amené d'autres difficultés, notamment avec l'arrivée de personnel non formé dans l'équipe.

### ***Organigramme***

Du point de vue de l'organisation interne, la répartition des tâches en matière de management et d'organisation du travail de l'équipe au sein de l'atelier AEB repose sur trois personnes : le chef d'équipe, l'animateur d'îlot et le coordinateur de production. Pourtant, leurs prérogatives ne sont clairement définies et semblent se chevaucher.

Sur un autre aspect, les missions du chef d'établissement sont très larges et ne paraissent pas redondées. Le fait qu'il n'ait pas d'adjoint et que le responsable DRH ne soit présent sur le site qu'un jour par semaine explique qu'il soit très sollicité.

### ***Formation***

Les processus de formation et d'habilitation des agents sont bien formalisés. Toutefois, dans la mesure où le site est composé de différents ateliers où le risque (présence de gaz toxiques notamment) et la technicité des opérations réalisées sont plus importants qu'au niveau de l'AEB, ce dernier atelier est réputé sans risque important et la formation des opérateurs y est moins organisée, formalisée et tracée. Les prérequis pour le poste et la liste des compétences à acquérir ne sont pas détaillés.

L'absence de scénarii pédagogiques permettant d'uniformiser les formations dispensées, ou encore de guides du formateur et de l'apprenant a été notée. Les tuteurs ne sont pas accompagnés ou guidés dans l'accomplissement de leur tâche de formation.

## **VII. Enseignements de sécurité**

### **VII.1 Mise à jour des procédures et des modes opératoires**

Les opérateurs en charge de leur mise en œuvre doivent participer à l'élaboration des procédures et des modes opératoires. Ces documents doivent être mis à l'épreuve et faire l'objet d'un suivi dans le temps pour ne pas risquer de ne plus être appliqués.

### **VII.2 Ergonomie des postes de travail**

Les barrières physiques ou systèmes de détrompage lorsqu'ils peuvent être mis en œuvre permettent de pallier certaines dérives. En parallèle, les affichages au poste de travail complètent utilement la formation et les modes opératoires.

### **VII.3 Retour d'expérience**

Le site Air Liquide France industrie de Mitry-Mory a mis en œuvre rapidement après l'accident des outils pour réaliser le retour d'expérience de l'accident et ainsi éviter qu'il ne se reproduise : élaboration d'un arbre des causes, communication transparente sur l'accident vis-à-vis des autres sites du groupe et des administrations, organisation d'un CSSCT, mise en place de plusieurs groupes de travail. Le retour d'expérience participe à l'amélioration de l'efficacité de la prévention et de la maîtrise des risques. Il

contribue à ce que les accidents soient aussi des occasions de rapprocher les acteurs et de progresser ensemble.

#### VII.4 Valorisation et encadrement de la fonction de tuteur

De manière générale, le compagnonnage est souvent difficile à mettre en œuvre dans l'industrie. Au premier abord, le rôle de tuteur semble valorisant, mais les salariés peuvent considérer la valorisation proposée par l'organisation comme insuffisante par rapport au risque d'être concurrencés dans leur statut d'opérateur expérimenté. Les compétences, accumulées avec l'expérience, font l'identité d'un travailleur. En parallèle, la formation d'un collègue, même pour un employé expérimenté n'est pas toujours intuitive. La fonction de tuteur doit donc être valorisée et faire l'objet d'un accompagnement (formation et suivi).

#### VII.5 Vigilance collective

Un climat et des relations de travail agréables au sein d'une équipe sont propices à la qualité de la coopération, de la coordination et de la communication entre les membres de cette dernière et renforcent les pratiques sûres : interprétation collective des procédures, attention portée à l'activité des autres employés, échanges à propos du travail... Ce sont des ingrédients importants de la sécurité des activités.

### VIII. Recommandations de sécurité à destination de l'exploitant

Il ressort également de l'analyse réalisée que l'accident a été favorisé par des situations individuelles, collectives et organisationnelles non optimales, pour lesquelles des actions d'amélioration sont possibles.

Le BEA-RI recommande à l'exploitant :

- De réexaminer ses processus de formation et d'habilitation des opérateurs, en s'interrogeant notamment sur les prérequis nécessaires en matière de connaissance du risque pression pour travailler sur le site, sur les compétences à acquérir pour chaque habilitation, sur l'opportunité de rédiger des supports de formation pour les tuteurs (en les intégrant dans cette démarche de rédaction), de valoriser et d'encadrer la fonction de tuteur, ainsi que sur la nécessité de valider effectivement les habilitations par un contrôle des connaissances.
- Dans le cadre de sa reconstruction, d'améliorer l'ergonomie du banc de test d'étanchéité : affichage des bouteilles pouvant être testées et des pressions à atteindre, séparation du banc du reste de l'atelier par un grillage, dispositif de détrompage... Le guide d'utilisation de la rampe de test sera mis à jour et complété en parallèle. L'idée de déplacer les tests basse pression dans un autre bâtiment n'utilisant que de la basse pression est également à étudier afin de limiter le risque d'erreur.
- De mettre en œuvre un dispositif de suivi des habilitations qui soit lisible et accessible pour tous, couplé à un système qui ne permette pas d'inscrire au programme de travail un opérateur non habilité et non accompagné.

- D'intégrer l'atelier AEB dans la cartographie des risques du site et d'apporter les mesures de prévention nécessaires.
- De réexaminer les méthodes de détermination des scénarios des exercices POI afin de s'assurer qu'ils permettent bien de tester le fait que les personnels ont bien intégré les actions réflexes adaptées aux situations rencontrées.
- D'investiguer les causes profondes des tensions dans l'équipe de l'atelier AEB et de mettre en œuvre les mesures nécessaires pour retrouver une atmosphère de vigilance collective, et de manière plus globale, de faire vivre la politique interne de prévention des risques psychosociaux.

## **IX. Annexe**

Annexe 1 Ineris – Rapport d'appui à l'expertise .....	25
---	----



## Annexe 1 Ineris – Rapport d'appui à l'expertise



Ineris - 208731 - 2743943 – v3.0

18/11/2022

**Appui à l'expertise dans le cadre de  
l'enquête ouverte par le BEA sur le site  
industriel d'Air Liquide de Mitry-Mory (77)**

BEA-RI

## **PRÉAMBULE**

Le présent document a été réalisé au titre de la mission d'appui aux pouvoirs publics confiée à l'Ineris, en vertu des dispositions de l'article R131-36 du Code de l'environnement.

La responsabilité de l'Ineris ne peut pas être engagée, directement ou indirectement, du fait d'inexactitudes, d'omissions ou d'erreurs ou tous faits équivalents relatifs aux informations utilisées.

L'exactitude de ce document doit être appréciée en fonction des connaissances disponibles et objectives et, le cas échéant, de la réglementation en vigueur à la date d'établissement du document. Par conséquent, l'Ineris ne peut pas être tenu responsable en raison de l'évolution de ces éléments postérieurement à cette date. La mission ne comporte aucune obligation pour l'Ineris d'actualiser ce document après cette date.

Au vu de ses missions qui lui incombent, l'Ineris, n'est pas décideur. Les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient proposés par l'Ineris dans le cadre des missions qui lui sont confiées, ont uniquement pour objectif de conseiller le décideur dans sa prise de décision. Par conséquent, la responsabilité de l'Ineris ne peut pas se substituer à celle du décideur qui est donc notamment seul responsable des interprétations qu'il pourrait réaliser sur la base de ce document. Tout destinataire du document utilisera les résultats qui y sont inclus intégralement ou sinon de manière objective. L'utilisation du document sous forme d'extraits ou de notes de synthèse s'effectuera également sous la seule et entière responsabilité de ce destinataire. Il en est de même pour toute autre modification qui y serait apportée. L'Ineris dégage également toute responsabilité pour chaque utilisation du document en dehors de l'objet de la mission.

Nom de la Direction en charge du rapport : Direction Site et Territoire

Rédaction : MOULIN LUDOVIC

Vérification : CHAUMETTE SYLVAIN

Approbation : Document approuvé le 18/11/2022 par DUPLANTIER STEPHANE

Liste des personnes ayant participé à l'étude : -

## Table des matières

1	Glossaire .....	5
2	Introduction .....	6
2.1	Déontologie.....	6
2.2	Contexte .....	6
2.3	Documents de référence, visite et réunions d'échanges.....	6
3	Présentation de l'installation objet de l'événement et informations sur l'événement.....	7
3.1	Description générale du site .....	7
3.2	Description de l'installation et du procédé .....	7
4	Description succincte de l'événement .....	8
4.1	Chronologie .....	8
4.2	Relevé des dégâts .....	8
5	Facteurs contributifs en jeu dans l'accident dans un système d'interaction .....	11
5.1	Analyse de la procédure d'utilisation de la rampe de test .....	11
5.2	Le niveau poste de travail.....	12
5.3	Le niveau « collectif de travail » .....	13
5.4	Le niveau organisationnel.....	14
5.5	Formalisation graphique des résultats.....	16
6	Conclusion.....	19
7	Annexes.....	20

## Résumé

Ce rapport a pour objet de répondre à une sollicitation du BEA-RI faite à l'Ineris. Celui-ci concerne l'enquête sur l'explosion de trois bouteilles tôlees par surpression générée lors d'un test d'étanchéité sur le site d'Air Liquide à Mitry Mory.

L'objet de ce rapport consiste à identifier et formaliser les facteurs organisationnels et humains qui ont contribué à cet accident :

- Au niveau du poste de travail ;
- Au niveau de l'atelier ;
- Au niveau de l'organisation du travail et des activités du site.

Les conclusions invitent Air Liquide ou tout autre exploitant désireux de prendre en compte ce retour d'expérience à questionner les causes profondes de l'accident, au-delà du simple constat de l'erreur d'un opérateur.

# 1 Glossaire

AEB	Atelier Entretien Bouteilles
BEA-RI	Bureau d'enquêtes et d'analyses - Risques industriels
BP	Basse pression
CSSCT	Commissions santé, sécurité et conditions de travail
FOH	Facteurs Organisationnels et Humains
GPL	Gaz de pétrole liquéfié
HP	Haute pression
Ineris	Institut national de l'environnement industriel et des risques
NH3	Ammoniac
POI	Plan d'opération interne

## 2 Introduction

### 2.1 Déontologie

L'équipe de l'Ineris en charge de l'appui à l'analyse de l'accident n'a jamais réalisé d'étude de quelque nature que ce soit avec le site d'Air Liquide de Mitry-Mory où est survenu l'accident le 25 mars 2022, objet de ce rapport.

Elle n'a, de plus, pas réalisé de travaux pour le groupe Air Liquide depuis 2013.

### 2.2 Contexte

Le 25 mars 2022, vers 9h20, 3 explosions sont entendues et localisées au niveau de la rampe de test d'étanchéité de l'atelier appelé AEB (Atelier Entretien Bouteilles). Cet atelier reconditionne des bouteilles de différents types avant leur remise en service.

Ces trois explosions sont dues à l'éclatement de 3 bouteilles tôlées (type GPL, NH3) qui, au lieu d'être branchées sur la rampe basse pression (BP : 25 bar), ont été branchées sur la rampe HP (275 bar) pour un test d'étanchéité.

Les bouteilles étaient conformes d'un point de vue réglementaire.

L'alarme confinement est déclenchée et le POI est activé. Les alimentations Azote et Hélium de l'atelier sont coupées. Les pompiers sont sur place dans les 5 minutes (équipe risque chimique et équipe médicale). Les pompiers prennent en charge trois personnes choquées et une personne s'étant tordue la cheville en évacuant.

Le confinement est levé à 10h30 et une communication générale est faite au personnel par le directeur du site et le Lieutenant des pompiers.

L'enquête à chaud est réalisée avec la CSSCT vers 13h.

Une cellule de soutien psychologique est mise en place en début d'après-midi pour l'ensemble du personnel et leurs proches.

A la suite d'une première visite (le 1<sup>er</sup> avril 2022), le BEA RI sollicite l'Ineris pour une seconde visite sur site le 20 avril 2022. Selon les premiers éléments de l'enquête, plusieurs facteurs humains et organisationnels semblent avoir contribué à cet accident.

Le 24 mai 2022, le BEA RI missionne l'Ineris (annexe 1) pour identifier précisément et formaliser les facteurs organisationnels et humains de cet accident, afin de permettre au BEA RI de proposer des pistes d'amélioration.

### 2.3 Documents de référence, visite et réunions d'échanges

Les éléments ayant permis de rédiger ce rapport sont listés en Annexe 2. Ils ont été transmis par le BEA-RI.

L'intervenant de l'Ineris a participé à deux réunions de travail avec le BEA RI et à une visite sur site incluant des entretiens avec différents acteurs et des observations sur le terrain.

## 3 Présentation de l'installation objet de l'événement et informations sur l'événement

### 3.1 Description générale du site

#### Le site Air Liquide de Mitry Mory

L'entreprise AIR LIQUIDE FRANCE INDUSTRIE a actuellement domicilié son établissement principal à PARIS 7 (siège social de l'entreprise). C'est l'établissement où sont centralisées l'administration et la direction effective de l'entreprise.

L'établissement, situé RUE GAY LUSSAC à MITRY-MORY (77290), est un établissement secondaire de l'entreprise AIR LIQUIDE FRANCE INDUSTRIE. Exploité par Air Liquide depuis 1975, l'activité du site est le conditionnement de gaz spéciaux et mélanges.

### 3.2 Description de l'installation et du procédé

Comme mentionné dans le paragraphe 2.2, l'accident s'est produit dans l'atelier AEB qui regroupe plusieurs activités autour de l'entretien et de la remise en service de bouteilles de gaz. Ces activités sont réparties dans l'atelier selon le plan ci-dessous. Les explosions ont eu lieu sur la rampe de test, à côté d'une entrée de l'atelier et du service de gravure (voir photos présentées au paragraphe 3.3.2).

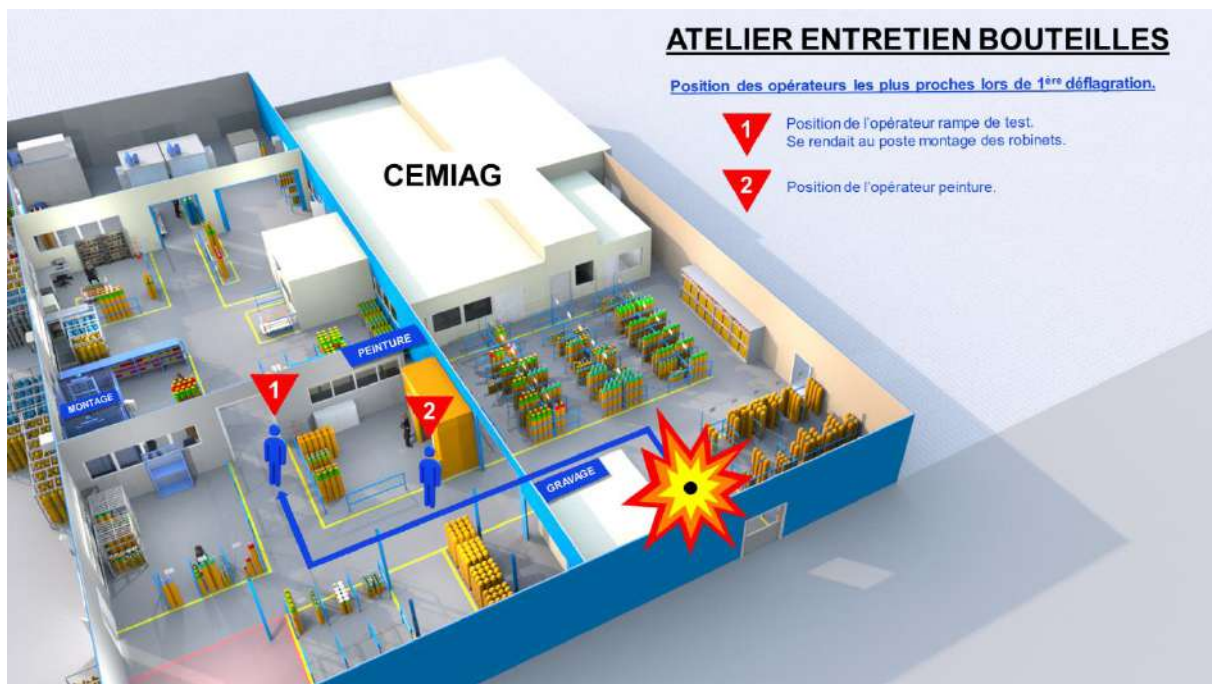


Figure 1 : Schéma du lieu des explosions dans l'AEB issu d'un document de la CGT

Le poste sur lequel s'est produit l'accident sert à tester l'étanchéité des bouteilles après montage des robinets. Il est constitué de deux rampes distinctes :

- Une rampe basse pression azote 25 bars pour les bouteilles acier tôlées ;
- Une rampe haute pression azote 275 bars pour les bouteilles alu et acier.

Le test est effectué en aspergeant un liquide savonneux sur le collet de la bouteille sous pression ou bien par détection d'Hélium introduit au tout début de la mise sous pression des bouteilles avec de l'azote, ou bien en aspergeant de liquide savonneux.



## 4 Description succincte de l'événement

### 4.1 Chronologie

Une description précise de l'événement a été réalisée par le BEA-RI. Ce paragraphe se contente de faire ressortir les points importants de l'événement afin de mieux comprendre l'analyse de l'événement proposée dans ce rapport.

Les instants clés de l'événement sont les suivants :

- Les explosions se sont déroulées au sein de l'atelier d'entretien des bouteilles de gaz et ont eu lieu lors d'un test d'étanchéité.
- Ce matin-là, l'opérateur affecté au poste de travail a connecté 6 bouteilles de natures différentes au banc sur la rampe haute pression :
  - 2 bouteilles acier et alu adaptées aux capacités de la rampe.
  - 4 bouteilles soudées en tôle d'acier, avec une pression de service de 22 à 30 bars suivant les modèles, non adaptées aux capacités de la rampe HP.
- L'opérateur s'est ensuite éloigné de l'installation afin de remplacer 2 robinets non conformes de deux autres bouteilles qui n'avaient pu être installées, de ce fait, pour l'essai.
- Au bout de quelques minutes, une première bouteille a explosé et le POI du site a été déclenché, occasionnant le confinement du personnel présent.
- Quelques secondes plus tard, une deuxième explosion s'est produite lorsque le personnel de l'atelier évacuait pour se rendre en zone de confinement,
- Enfin, une troisième et dernière explosion a eu lieu dans les instants suivants.
- Une quatrième bouteille s'est déformée sans exploser.
- 2 bouteilles ont été projetées à proximité de la rampe, et une troisième a traversé la toiture de l'atelier.

### 4.2 Relevé des dégâts

Il est à noter qu'il n'y a eu aucune victime. Par chance personne n'était présent sur le passage devant la rampe au moment des explosions.

Les dégâts sont matériels :

- Endommagement de la rampe et de son environnement, dont l'atelier de gravure.
- 3 bouteilles éclatées.
- Le plafond perforé
- Vitres cassées.



Figure 2 : rampes de test BP et HP après l'explosion



*Figure 3 : Vue du banc de test avec l'atelier de gravure en arrière-plan*



*Figure 4 : Deux bouteilles éclatées*



*Figure 5 : Plafond perforé*



*Figure 6 : Entrée AEB coté banc de test*

## 5 Facteurs contributifs en jeu dans l'accident dans un système d'interaction

Du point de vue technique, les causes de l'explosion sont claires : des bouteilles tôlees, conçues pour supporter une pression de service de 22 à 30 bars, ont été exposées à une pression bien supérieure sur la rampe de test haute pression. Il s'agit donc d'un écart, ou d'une erreur, par rapport à ce qui est attendu.

Pour expliquer comment ces bouteilles ont pu être installées sur la mauvaise rampe, et mises sous pression jusqu'à explosion, nous avons identifié un ensemble de facteurs non techniques (ressources internes et externes de l'opérateur, conception du poste de travail, rapport à la procédure au niveau de l'opérateur, du collectif et de l'organisation, la supervision, les interactions dans le collectif, l'encadrement...).

Les facteurs non techniques ont été identifiés grâce aux données recueillies par le BEA RI lors de sa première visite, et grâce à la seconde visite sur site effectuée avec l'Ineris.

Cette seconde visite s'est déroulée sur une journée et a consisté en 2 réunions en salle avec l'équipe managériale (directeur de site, responsable sécurité, un chef d'équipe), un entretien avec les membres du CSSCT et une visite de l'atelier au cours de laquelle des discussions ont pu avoir lieu avec les opérateurs présents (4 au total).

Les éléments d'explication identifiés n'ont pas fait l'objet d'approfondissement et de vérifications plus poussées. Ils nous semblent cependant suffisants pour permettre à Air Liquide de s'interroger sur les causes profondes de cet accident, au-delà du simple constat de l'erreur humaine. Ce constat est pour nous le point de départ de l'analyse et non un résultat final. Nous partons du principe qu'un événement de ce type est le produit d'une organisation du travail sur une période donnée. L'analyse cherche à mieux cerner ces conditions organisationnelles qui ont été propices à l'événement.

En effet, tout concourt, sur la base de nos observations et entretiens, à penser qu'une personne peu formée, et non supervisée a été laissée à elle-même pour réaliser une activité dont la mise en œuvre était considérée comme suffisamment maîtrisée. Cette situation a été particulièrement propice à un écart par rapport aux pratiques attendues ou plus expertes mises en œuvre par des opérateurs aguerris, qui disposent de l'encadrement adéquat et des années d'expériences pour réaliser cette tâche en sécurité. Le contexte de travail, collectif et organisationnel a été favorable à l'occurrence de cet incident, et est plus explicatif qu'une analyse centrée sur l'opérateur seul. C'est ce qui est maintenant analysé de manière plus détaillée.

Les facteurs non techniques identifiés sont catégorisés ci-après selon 3 grands niveaux d'explications, en interrelation :

- Le niveau « poste de travail » : on se concentre ici sur l'opérateur de première ligne, en charge des tests, et des caractéristiques de son poste de travail, de ses outils, de ses ressources matérielles, de ses connaissances etc...
- Le niveau « collectif de travail » : les objets d'attention sont ici l'environnement physique et social de l'atelier AEB, les relations interpersonnelles dans l'atelier, les ressources de l'atelier...
- Le niveau organisationnel qui interroge l'environnement managérial de la situation de travail : historique de l'organisation du site, gestion de la sécurité sur le site et dans l'atelier, gestion des ressources humaines etc...

### 5.1 Analyse de la procédure d'utilisation de la rampe de test

Avant de décliner l'analyse sur les 3 niveaux cités plus avant, nous procédons à l'analyse de la procédure du test d'étanchéité sur les rampes Haute pression et Basse pression de l'AEB. Les éléments qui composent l'analyse de cette procédure concernent les 3 niveaux : l'usage qui en est fait localement, la compréhension dont elle fait l'objet par le collectif, et sa conception par les responsables de l'organisation du travail.

Un guide d'utilisation de la rampe de test a été rédigé en octobre 2017. Ce guide décrit les éléments techniques de la rampe basse pression et haute pression, et le mode opératoire requis pour leur utilisation.

L'analyse de ce document nous amène à relever les éléments suivants :

1. Les points négatifs :
  - Les opérateurs en charge de la mise en œuvre de cette procédure ne semblent pas avoir participé à la définition du mode opératoire, car ce profil ne figure pas dans la liste des rédacteurs, des vérificateurs, et approbateurs.
  - Le document ne fait pas mention d'une mise à l'épreuve de la procédure et d'un suivi de sa mise en œuvre dans le temps.
  - Les modalités du test indiquent de manière peu saillante :
    - Que les tests se font avec 3 fois la pression indiquée sur l'OF ;
    - Que la pression de test maximum est de 22 bars pour les bouteilles testées sur la rampe BP ;
    - Que la pression de test maximum est de 200 bars pour les bouteilles testées sur la rampe HP.
  - Il n'est pas fait mention de la nécessité de surveiller la montée en pression des bouteilles.
2. Les points positifs :
  - L'interdiction de raccorder les bouteilles tôlees sur la rampe HP est mentionnée de manière très visible dès la deuxième page, et rappelée sur la troisième page de la procédure.
  - Des photos de la rampe BP et de la rampe HP et de deux types de bouteilles aident à la compréhension de la procédure de manière très didactique.
3. Mode opératoire de la procédure versus les pratiques de terrains (entretiens) :
  - Le test d'étanchéité requis est double : test avec le snoop et test avec détection d'hélium alors que la pratique sur le terrain semble, au dire des personnes interrogées, avoir abandonné le test à l'hélium.
  - Il n'est pas fait mention de procéder de manière progressive en jouant sur les robinets d'alimentation en azote contrairement à ce qu'ont fait certains opérateurs qui ont occupé ce poste.

## 5.2 Le niveau poste de travail

Les éléments qui suivent cherchent à expliquer comment l'opérateur a pu commettre l'erreur de mettre des bouteilles tôlees sur la rampe HP, sans surveillance particulière de sa part. Les ressources internes et externes, la conception du poste de travail et la procédure de tests sur la rampe sont passés en revue.

1. Les ressources externes de l'opérateur
  - Les caractéristiques marquantes concernant l'ergonomie du poste :
    - Pas de signalisation au poste des différences entre les deux rampes.
    - Signalisation peu saillante au poste de travail : étiquette « BP » au centre du cadran du manomètre de la rampe basse pression, mais pas « HP » sur l'autre (voir figure 7).
    - Pas d'information des pressions maximum admises sur les deux rampes, et des types de bouteilles à tester sur les deux rampes.
    - Pas de détrompeur efficace : rien n'empêche ou n'alerte en cas d'installation de bouteille BP sur la rampe HP
    - Poste non protégé notamment vis-à-vis de la zone de passage
  - L'opérateur en cours de formation est seul à son poste :
    - Son manager et tuteur de formation est en arrêt de travail depuis le début de la semaine.
    - Le responsable d'ilot est absent ce vendredi.
    - Aucun opérateur ne vient lui prêter main forte, ou simplement lui signaler de ne pas effectuer les tests seuls.
  - Pas de cahier de formation avec le rappel de la procédure à consulter en cas de doute.
  - Pas de rappel ou d'accès simple à la procédure sur le poste de travail : la procédure est présente dans le pupitre du poste de travail, fait qui semble inconnu des personnes interrogées.



Figure 7 : Signalisation au poste de travail

2. Les ressources internes en jeu du côté de l'opérateur :
  - Opérateur en cours de formation : il ne sait pas qu'il y a une rampe « basse pression » pour les bouteilles tôlees. Cet aspect n'a pas encore été vu lors de sa formation.
  - Pas de prise de conscience de la spécificité des bouteilles tôlees le jour de l'accident : c'est la première fois qu'il a à tester des bouteilles basse pression. A noter que la fréquence de test de ce type de bouteille a beaucoup baissé depuis quelques années selon les personnes interrogées.
  - Ouverture des robinets (mise sous pression en azote) sans surveillance de la montée en pression (mais cette surveillance n'est pas requise par la procédure). Une procédure de surveillance, qui reste à définir, pourrait peut-être permettre de détecter une erreur de connexion des bouteilles. Dans le cas présent, le départ de l'opérateur de son poste de travail lui a sans doute sauvé la vie.
  - L'analyse du poste de travail et de la formation de l'opérateur fournissent des éléments explicatifs pour mieux appréhender l'« erreur » ou l'écart constaté a posteriori. En l'absence de connaissance suffisante par manque de formation à ce moment-là de son parcours, en présence d'une procédure partiellement appliquée au quotidien par les équipes (différente version des personnes interrogées concernant le test à l'hélium) et d'une conception non prévue pour limiter les risques de mauvaise manipulation (détrompeur), les conditions étaient réunies pour augmenter les probabilités de cet événement.

### 5.3 Le niveau « collectif de travail »

Les éléments présentés ici cherchent à expliquer comment l'opérateur en formation se retrouve seul à son poste de travail, sans supervision de son encadrement ou de collègues expérimentés, avec des ressources locales limitées (absence de « vigilance collective »). Nous abordons dans cette partie la question de la supervision, de la qualité des interactions dans et entre les équipes.

1. Le chef d'équipe et tuteur de l'opérateur est souvent absent (causes personnelles). Il est néanmoins le tuteur de sa formation parce qu'il manque des volontaires pour faire du compagnonnage. Ce manque s'explique, selon les entretiens menés sur le site, par les éléments suivants :
  - Tension dans l'équipe : les tuteurs potentiels ne veulent pas former « n'importe qui ».
  - Cette fonction n'est pas assez valorisée socialement et financièrement, ou alors cette valorisation est perçue comme « non égalitaire ».

De manière générale, le compagnonnage dans l'industrie est souvent difficile à mettre en œuvre. En effet, la valorisation salariale ou symbolique proposée par l'organisation est souvent jugée par les salariés comme insuffisante en comparaison avec le risque perçu par les tuteurs potentiels de transférer leurs compétences à d'autres opérateurs. Les compétences font l'identité d'un travailleur, accumulées avec l'expérience, et sont un moyen de se valoriser, de garder l'image d'un professionnel reconnu, indispensable au bon déroulement du travail. Ces démarches de compagnonnage rencontrent donc très souvent des difficultés pour ces raisons de préservation pour les salariés de ce qui fait leur spécificité et qualité professionnelles. Dans un contexte à risque, une prise en compte de ces difficultés est essentielle pour la transmission des pratiques de sécurité attendues.

2. L'historique du collectif de l'atelier est marqué par des conflits interpersonnels qui ont brouillé ou compliqué les relations :
  - Chef d'équipe et responsable d'îlot sont nouveaux, mutés dans le cadre d'une réorganisation des ressources. L'un des objectifs est d'assainir les relations dans l'atelier.
  - Des aléas administratifs conduisent la direction à refuser d'attribuer des postes à des opérateurs expérimentés car l'habilitation n'est pas en règle. Cette situation crée de la frustration et de l'incompréhension, voire des conflits entre opérateurs au moment de l'affectation des postes.
  - Tous les témoignages vont dans le sens d'une ambiance dégradée dans l'équipe : tensions, difficultés à communiquer.
  - 1 mise à pied quelques semaines précédant l'accident pour insulte d'un collègue.
  - Ambiance délétère entre les équipes (pas de communication, rejet de certains individus).
  - Pas ou peu d'entraide.
  - Pas ou peu de vigilance collective.
3. Une connaissance et une interprétation variées de la procédure de test sur la rampe HP :
  - Selon les interlocuteurs, le mode opératoire à mettre en œuvre varie :
    - On ouvre et on attend sans surveiller.
    - On ouvre et on observe la montée en pression jusque 200 bars.
    - On ouvre progressivement et on se fie à la capacité max de la bouteille.
    - On ouvre jusque 3 fois l'OF.
    - On test à l'hélium ou non...
  - Ces différentes pratiques s'expliquent par
    - Des imprécisions dans la procédure ;
    - Le fait qu'elle n'ait pas été remise à jour depuis 2017 ;
    - Le fait qu'elle ne soit pas mobilisée par les opérateurs lors des opérations ou comme support de formation.

Les éléments dont nous disposons pour prendre en compte cette dimension du collectif laisse penser que le climat et les relations sociales au sein des équipes présentent des caractéristiques de tensions et de conditions dégradées. Cette situation n'est pas propice à la qualité de la coopération, de la coordination et de communication entre les membres des équipes qui renforcent pourtant les pratiques sûres, par exemple autour de l'interprétation de la procédure de test. En effet, l'attention portée aux activités, aux échanges et aux conversations à propos du travail, de ses risques et de leur prévention sont des ingrédients importants de la sécurité des activités.

## 5.4 Le niveau organisationnel

Les éléments présentés ici cherchent à indiquer le contexte organisationnel du site où les activités de remplissage des bouteilles sont réalisées, en intégrant quelques éléments historiques récents, qui peuvent expliquer en partie les constats réalisés au niveau du poste de travail et du collectif. Nous mettons en avant quatre points d'analyse qui nous semblent importants et concernent l'encadrement du site, à savoir la direction du site, les ressources humaines et le service sécurité. Nous indiquons également des changements organisationnels récents. Ces points sont soulevés à partir d'une enquête restreinte, mais dont les résultats renvoient à de nombreuses situations constatées dans d'autres organisations.

1. La charge de travail très élevée d'un directeur au carrefour de toutes les décisions :
  - Lors de notre visite, nous avons constaté une disponibilité permanente du directeur pour tout type de question venant de son personnel, mais aussi son manque de support (pas de directeur adjoint, pas de DRH à plein temps, responsable HSE très récent...).
  - A la lecture de l'organigramme, plusieurs constats vont dans le sens d'une problématique de la forte sollicitation du directeur sur un site à risque
    - Pas d'adjoint au directeur ;
    - Pas d'information sur d'éventuelles délégations sur certains sujets ou en cas d'absence.
  - Le site est composé d'ateliers où le risque est beaucoup plus prégnant et pour lesquels l'attention du directeur doit être très sollicitée. L'AEB est réputé sans risque.
  
2. La politique RH en place ne permet pas de suivre les aléas en ressources et le relationnel dans l'atelier. Notamment, les absences dans les équipes sont notées par un agent administratif (accueil), mais ne font pas l'objet d'une analyse pour le cas échéant, réorganiser le travail.
  - La DRH est présente à Mitry Mory seulement 1 jour par semaine ;
  - A notre connaissance, il n'y a pas de politique de prévention des risques psychosociaux : l'employeur doit évaluer les **risques** pour la santé et la sécurité des travailleurs, les **Risques Psycho-Sociaux** faisant partie intégrante des **risques** que l'employeur doit évaluer et définir une politique de prévention.
    - Selon l'INRS, Prévenir les RPS, c'est avant tout mettre en place des modes d'organisation qui soient favorables à la santé physique et mentale des salariés : travail en équipe, utilisation des compétences des salariés, marges de manœuvre suffisantes, participation des salariés aux décisions les concernant...
    - Des dispositifs de prévention des RPS peuvent permettre de mieux gérer les difficultés de management et les situations conflictuelles dans l'atelier et participe au maintien d'une coopération au sein des collectifs, indispensable à la sécurité.
  - Une politique de formation perçue comme floue et peu outillée. Une meilleure formalisation de la formation, aurait pu par exemple, souligner la spécificité des bouteilles tôleées, et ainsi sensibiliser l'opérateur malgré la raréfaction des tests pour ce type de bouteilles :
    - La formation que suivait l'opérateur ne fait pas l'objet d'une objectivation tracée.
    - Pas de cahier de suivi des tutorats.
    - Pas de référentiel clair quant aux étapes, référentiels, objectifs pédagogiques...
    - Pas d'information auprès du collectif de travail sur l'état d'avancement des formations des collègues.
  
3. Des changements organisationnels récents :
  - Nouveaux chefs d'équipe ou responsable d'îlot : ces mutations auraient cherché notamment à répondre à certaines difficultés managériales (nombreuses absences, conflits interpersonnels dans l'atelier). Mais aucune aide particulière n'a été mentionnée pour permettre à ces nouveaux responsables de mener à bien leur mission dans un climat social dégradé au sein des équipes. Tout semble se passer comme si le simple changement de responsable dans l'atelier allait de facto améliorer la situation.
  - L'arrivée d'une nouvelle Responsable HSE.

#### 4. La politique HSE du groupe et du site :

Le poste de test sous pression n'est pas identifié comme un poste à risque, ni dans les analyses de risque, ni dans le document unique (sa date de dernière mise à jour n'a pas été demandée lors de l'enquête). Il n'est donc pas identifié comme une priorité, ou même une préoccupation.

En conséquence, pas de suivi de la pertinence ou du respect de la procédure de test sur les rampes HP et BP au cours du temps. Mise en place en 2017, la procédure, sa bonne transmission, sa pertinence avec l'évolution des activités, ne semblent jamais avoir été questionnées.

A noter que la nouvelle responsable HSE est en poste depuis moins de 4 mois au moment de l'accident, et sans avoir pu bénéficier d'un relais avec le prédécesseur parti 6 mois avant sa prise de poste. Cette prise de poste et le délai (moins de 4 mois depuis la prise de poste) semblent incompatibles avec la possibilité d'identifier des problématiques de sécurité sur cette rampe : pas de trace documentaire d'un tel risque, pas de retour d'expérience (jamais eu d'accident depuis sa mise en place en 2017).



Les changements de responsables d'îlots sans accompagnement particulier, la charge de travail du directeur du site, la présence limitée des ressources humaines, l'arrivée d'une nouvelle responsable sécurité sans recouvrement indiquent des aspects d'encadrement des activités à prendre en compte pour comprendre ce qui s'est joué dans cet accident, à savoir les conditions de poste et de collectifs de travail décrites. Ces conditions semblent concourir à une situation propice à la survenue de cet événement.

Remarque : nous avons noté la volonté forte du site et du siège d'Air Liquide de faire toute la lumière sur cet événement, avec une forte réactivité (CSSCT convoqué rapidement et ouvert au BEA RI, organisation de groupes de travail etc.).

## 5.5 Formalisation graphique des résultats

Afin de faciliter la mise en relation des différents niveaux d'explication des facteurs non techniques contributifs à l'accident, nous proposons de mobiliser le modèle Swiss Cheese de James Reason<sup>1</sup>, relativement bien connu dans le domaine industriel. Il permet de décrire de manière claire les relations entre les différents niveaux d'acteurs dans une entreprise. Ce formalisme très générique, est cohérent avec la nature et la quantité des données récoltées lors de cette enquête.

Nous aurions pu mobiliser d'autres formalismes graphiques. Mais contrairement au Swiss Cheese, les autres formalismes graphiques comme l'Accimap (Rasmussen 1997<sup>2</sup>) ou le Modèle systémique et dynamique de la construction de la sécurité (Le-Coze 2016<sup>3</sup>) :

- Nécessitent des données plus approfondies pour mieux expliciter les dynamiques et les interactions entre les différents niveaux d'explication,
- Sont davantage adaptés à l'analyse d'accidents plus complexes pour lesquels se posent des questions sur la qualité des inspections, des audits, les grands choix stratégiques, le contexte économique, la pression réglementaire, etc., autant de questions qui n'ont pas été adressées dans le cadre de cette enquête.

Ainsi l'utilisation du Swiss Cheese permet de rester sur une vue d'ensemble plus globale, sans catégorisation fine des données, avec une narration simple, mais permettant tout de même une démonstration formelle des liens et du caractère dynamique qui caractérise tout accident industriel.

Pour plus de lisibilité, nous présentons ce formalisme graphique de manière progressive dans la suite du document.

Sur ce premier graphique nous représentons les 3 grands niveaux d'explication qui concernent donc trois types d'acteurs différents pour comprendre les caractéristiques de la situation de travail : -

- L'opérateur de première ligne,
- L'équipe de travail et son management,
- L'organisation générale du site.

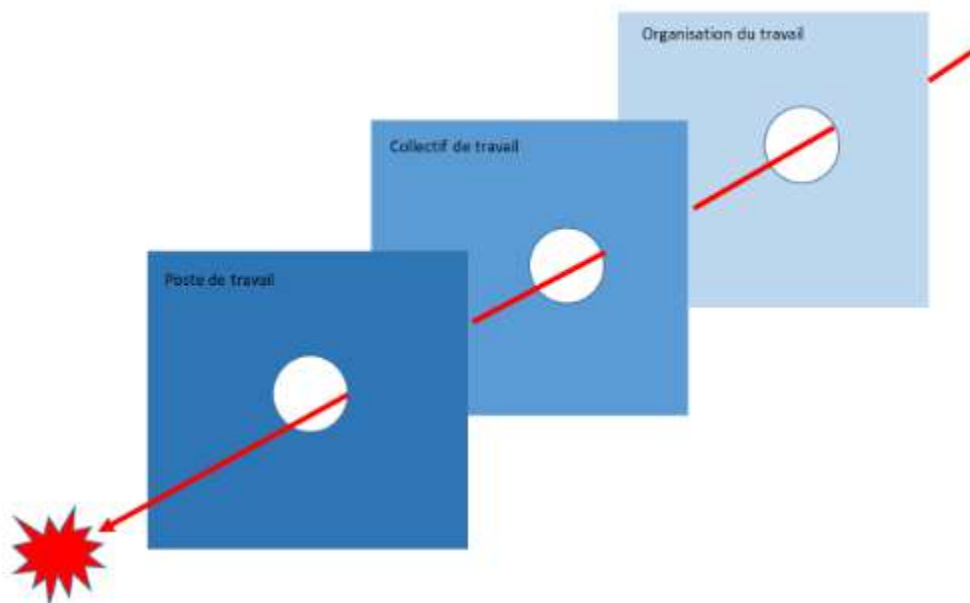
Ce premier schéma se lit comme suit : chaque acteur de l'entreprise contribue à la performance sécurité en produisant à la fois des défenses et des défaillances vis-à-vis des risques. Ces défaillances sont symbolisées par des trous dans les différentes plaques qui représentent les différents niveaux de lecture de l'entreprise et types d'acteurs (opérateur de première ligne à son poste de travail, le collectif de l'atelier et son management, l'organisation avec ses différentes directions). Quand ses défaillances s'alignent ou entrent en résonance (c'est-à-dire qu'elles ne sont pas identifiées ou traitées), un accident peut se produire.

---

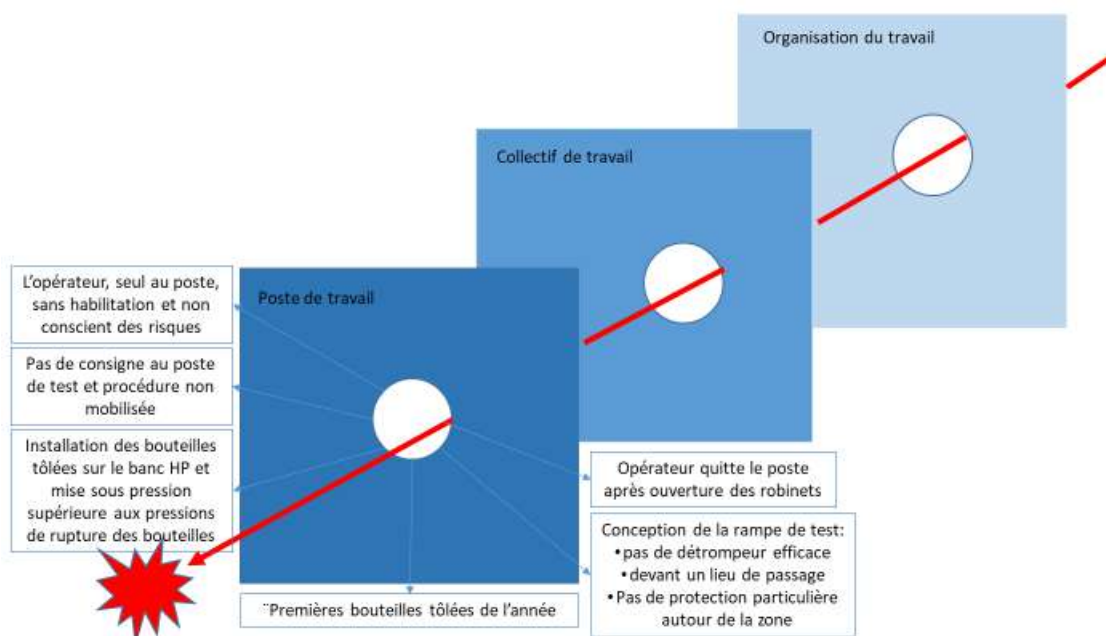
<sup>1</sup> James Reason, « The Contribution of Latent Human Failures to the Breakdown of Complex Systems », *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, vol. 327, n° 1241, 12 avril 1990, p. 475–484 (DOI 10.1098/rstb.1990.0090) (read online: [JSTOR \[archive\]](#))

<sup>2</sup> Rasmussen, Jens (1997). "Risk management in a dynamic society: A modelling problem". *Safety Science*. 27 (2–3): 183–213. doi:10.1016/S0925-7535(97)00052-0.

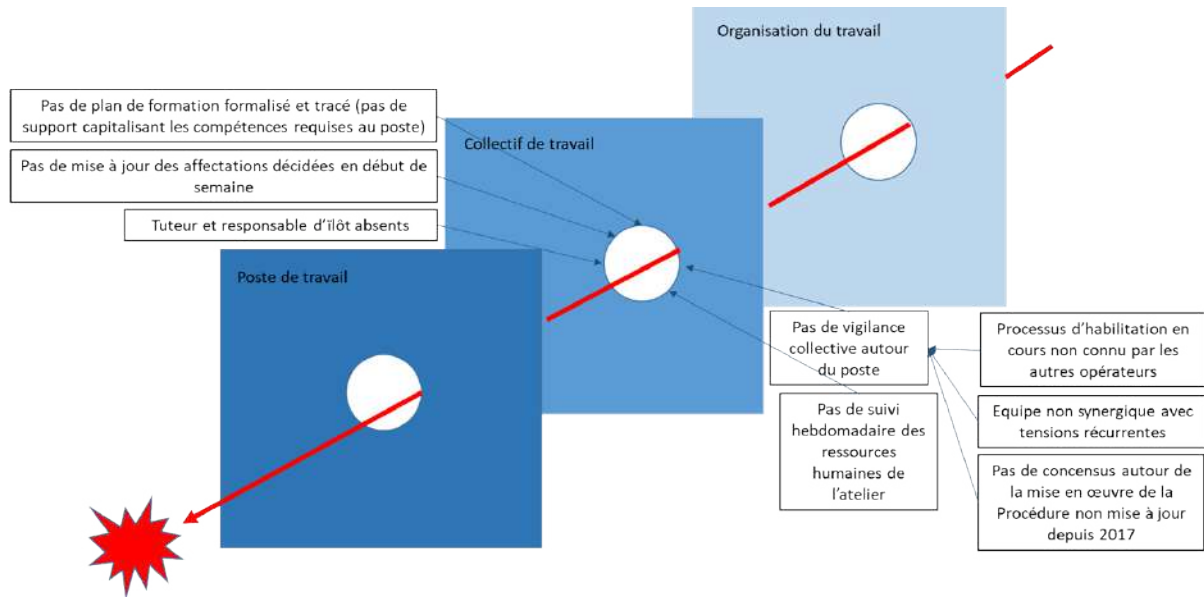
<sup>3</sup> [Le Coze JC \(2016\) Trente ans d'accidents - Le nouveau visage des risques sociotechnologiques. Octares. ISBN : 978-2-36630-049-9](#)



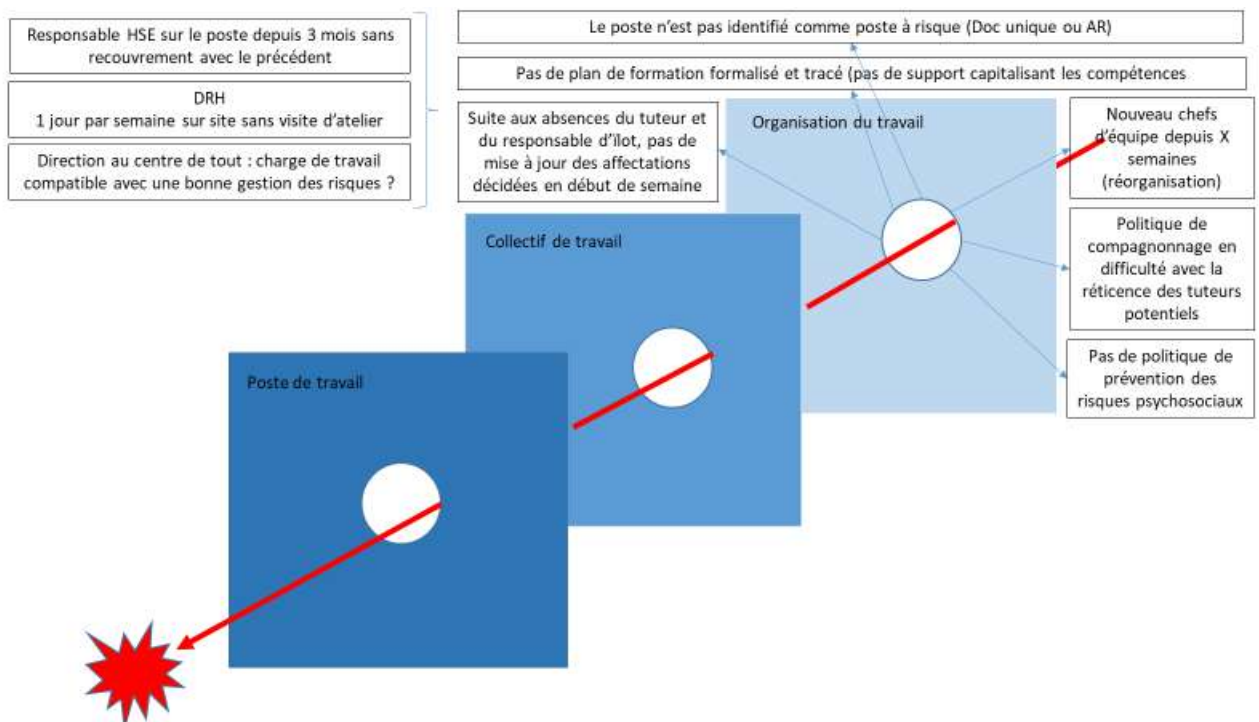
La prochaine étape va consister à décrire l'écart de l'opérateur de première ligne à son poste de travail en mobilisant les éléments déjà mentionnés plus haut dans ce rapport :



Ensuite, nous procédons à la même logique avec le niveau du collectif de travail de l'atelier, qui a produit les conditions favorables à l'écart de l'opérateur de première ligne à son poste de travail :



Le prochain graphique décrit les conditions organisationnelles qui ont concouru à l'accident en impactant le collectif de travail, et donc la situation de travail de l'opérateur de première ligne :



Le formalisme complet, mais peut être plus difficilement lisible est proposé en annexe.

## 6 Conclusion

A la demande du BEA-RI, l'Ineris a procédé à l'identification et à l'analyse des facteurs organisationnels et humains qui ont contribué à l'accident survenu sur le site d'Air Liquide de Mitry Mory.

La formalisation de ces facteurs non techniques met en relation différents niveaux d'explication pour comprendre la situation de travail dans son contexte matériel, social (dont les collectifs de travail) et organisationnel (supervision, encadrement) :

- Le niveau « poste de travail »
- Le niveau « collectif de travail »
- Le niveau « organisationnel »

Il ressort de cette analyse que l'accident peut s'expliquer par des situations individuelles, collectives et organisationnelles générant des moyens d'actions pour chacun des acteurs dans leur situation de travail. Ces moyens d'action conditionnent la réalisation d'une activité à risque par un opérateur insuffisamment formé et supervisé, menant à une probabilité plus forte d'accident. Ainsi, les moyens suivants semblent problématiques :

- Moyens pour le directeur de site pour faire face à toutes ses responsabilités de manière adaptée aux enjeux et avec la garantie d'une charge de travail compatible avec une bonne maîtrise de la sécurité. Ainsi la question qui se pose en lien avec l'accident est celle des moyens de délégation, notamment pour la gestion des problématiques RH et HSE.
- Moyens pour mener une politique RH incluant les préventions des risques, la gestion des absences et leur impact sur le travail dans les ateliers, la formalisation et la valorisation des processus de formation interne garantissant la capitalisation des compétences liées à la sécurité. Ainsi la question du management au quotidien des ressources humaines pour pouvoir travailler en sécurité est posée.
- Moyens pour la mise en œuvre d'une politique HSE plus complète, permettant une prise de poste plus rapide (anticipation des départs de postes clés comme le responsable sécurité), incluant les RPS, la bonne identification des postes à risques, le questionnement des procédures et des pratiques de terrain sur les postes à risques. Ainsi, c'est la politique de management de la sécurité du groupe et par conséquent du site qui est posée.

## 7 Annexes

Liste des annexes :

- Annexe 1 : Courriel de demande du BEA-RI – 10 mars 2021
- Annexe 2 : Liste des documents utilisés pour la réalisation de l'expertise
- Annexe 3 : Synthèse graphique des facteurs non techniques contributifs de l'accident

Annexe 1 : Lettre de demande du BEA-RI – 10 mars 2021



Conseil général de l'environnement  
et du développement durable  
Bureau d'Enquêtes et d'Analyses  
sur les risques industriels



**Objet: demande d'appui de l'Ineris dans le cadre de l'enquête ouverte par le BEA-RI au sein du site industriel Air Liquide situé à Mitry-Mory (77)**

Le 29 mars 2022, le BEA-RI a décidé d'ouvrir une enquête sur l'évènement survenu le 25 mars au sein de l'entreprise Air Liquide, site classé Seveso seuil bas situé à Mitry-Mory (77).









Deux enquêteurs du BEA-RI se sont rendus sur le site accompagnés d'un agent de votre institut. Selon les premiers éléments de l'enquête, plusieurs facteurs humains et organisationnels semblent avoir contribué à cet accident. Dans la continuité des constats conjoints dressés lors de cette visite, nous souhaiterions mobiliser l'expertise de l'Ineris, dans le cadre de sa coopération avec le BEA-RI, pour identifier et formaliser les facteurs organisationnels et humains qui ont contribué à l'accident et de proposer des pistes d'amélioration.

Nous souhaiterions pouvoir disposer de vos conclusions au travers d'un rapport (au format .pdf), selon un calendrier qui sera défini entre vos équipes et les enquêteurs en charge de l'affaire.

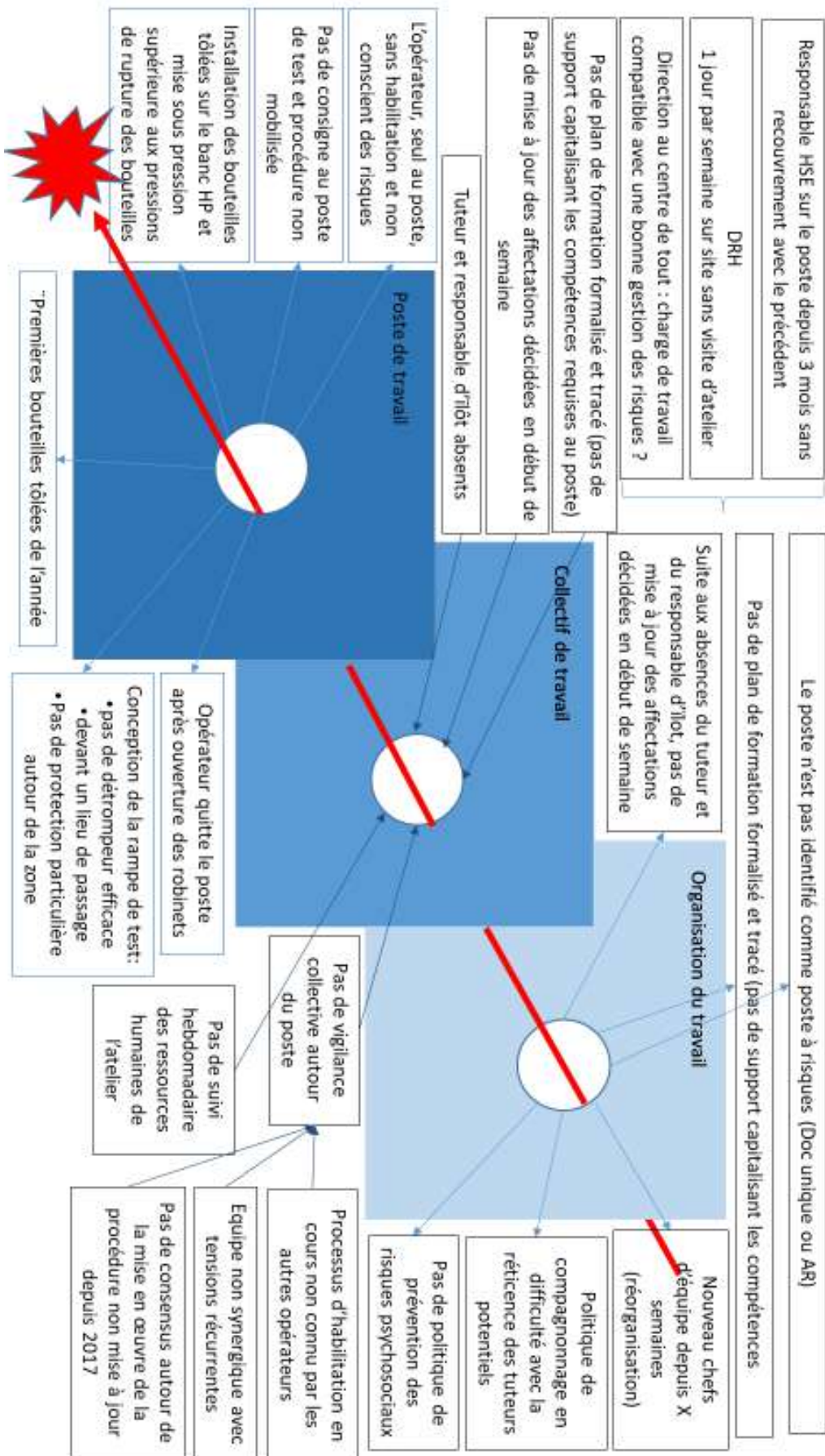
Fait à la Défense, le 24 mai 2022

Jérôme GOELLNER

## Annexe 2 : Liste des documents utilisés pour la réalisation de l'expertise

-  1 Arbre des causes CGT Triple explosions El Mitry-Mory (2).pdf
-  20.04.2022 - Rapport d'enquête à froid CGT triple explosion de bouteilles sous pression.pdf
-  30 03.2022 2- Enquêtes CGT triple explosion de bouteilles sous pression à l'AEB de Mitry-Mory (3).pdf
-  2022 AAA ISPTG REACT 33362 Eclatement de 3 bouteilles tôlees suite à surpression.pdf
-  CR CSSCT extraordinaire du 15 avril 2022 - GoogleDocs.pdf
-  MM.F.MO.005 rev0 AEB\_Guide d'utilisation de la rampe de test (1).pdf
-  OF 6 bouteilles tôlees.pdf
-  Organigramme Mitry-Mory - au 1er Janvier 2022 valide au 25 mars 2022.pdf

Annexe 3 : Synthèse graphique des facteurs non techniques contributifs de l'accident









**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



## **Bureau d'enquêtes et d'Analyses sur les Risques Industriels**

MTE / IGEDD / BEA-RI  
Tour Séquoïa  
92055 La Défense Cedex

+33 1 40 81 21 22  
bea-ri.igedd@developpement-durable.gouv.fr

<https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/le-bureau-d-enquetes-et-d-analyses-sur-les-risques-a3081.html>