

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
Ecole Nationale Polytechnique



Département Maîtrise de Risques Industriels et Environnementaux

Mémoire de projet de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Qualité Hygiène Sécurité
Environnement et Gestion des Risques Industriels (QHSE-GRI)

Etude d'identification et d'évaluation de performance des Eléments
Importants pour la Sécurité et pour l'Environnement (EIPS/EIPE)

BOUHAOUCHINE Hamza

Sous la direction de :

Mr. KERTOUS Aboubakr ENP

Mme. MERZOUGUI Hind CEI HALFAOUI

Mme. BENRABAH Hadjer CEI HALFAOUI

Présenté et soutenu publiquement le (01/07/2024)

Composition du jury :

Président : Dr. BOUBAKEUR Mohamed ENP

Examineurs : Dr. BENMOKHTAR Amin ENP

Dr. SENOUCI-BEREKSI Malik ENP

ENP 2024

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
Ecole Nationale Polytechnique



Département Maîtrise de Risques Industriels et Environnementaux

Mémoire de projet de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Qualité Hygiène Sécurité
Environnement et Gestion des Risques Industriels (QHSE-GRI)

Etude d'identification et d'évaluation de performance des Eléments
Importants pour la Sécurité et pour l'Environnement (EIPS/EIPE)

BOUHAOUCHINE Hamza

Sous la direction de :

Mr. KERTOUS Aboubakr ENP

Mme. MERZOUGUI Hind CEI HALFAOUI

Mme. BENRABAH Hadjer CEI HALFAOUI

Présenté et soutenu publiquement le (01/07/2024)

Composition du jury :

Président : Dr. BOUBAKEUR Mohamed ENP

Examineurs : Dr. BENMOKHTAR Amin ENP

Dr. SENOUCI-BEREKSI Malik ENP

ENP 2024

ملخص

يركز مشروع السنة النهائية هذا على تحديد وتقييم أداء العناصر المهمة للسلامة/البيئة في المنشآت الصناعية. تشمل المنهجية المطورة على أدوات كمية للتقييم الموضوعي والقابل للتكرار لأداء عناصر السلامة/البيئة في المنشآت الصناعية. وبتطبيقها على محطة الضخ، توضح هذه الدراسة فعالية المنهجية المقترحة في منع الحوادث الكبرى والحد من الآثار البيئية. تؤكد النتائج على أهمية عناصر السلامة/البيئة الحرجة في إدارة المخاطر الصناعية، مما يوفر إطارًا منهجيًا قويًا قابلاً للتكيف مع مختلف المنشآت الصناعية.

الكلمات المفتاحية: - العناصر المهمة للبيئة والسلامة - الحوادث الكبرى - الأداء - المخاطر الصناعية

Abstract

This final year project focuses on the identification and performance evaluation of Safety/Environment Critical elements (E/SCE) in industrial installations. The developed methodology incorporates quantitative tools for objective and reproducible evaluation of E/SCE performance. Applied to the SP1 pumping station, this study demonstrates the effectiveness of the proposed methodology in preventing major accidents and reducing environmental impacts. The results emphasize the importance of E/SCE in industrial risk management, providing a robust methodological framework adaptable to various industrial installations.

Keywords : Industrial Risks - E/SCE - Major accidents - Performance- Methodology.

Résumé

Ce mémoire de fin d'études porte sur l'identification et l'évaluation de performance des Éléments Importants pour la Sécurité et pour l'Environnement (EIPS/E) dans les installations industrielles. La méthodologie développée intègre des outils quantitatifs pour une évaluation objective et reproductible des performances des EIPS/E. Appliquée à la station de pompage SP1, cette étude démontre l'efficacité de la méthodologie proposée pour prévenir les accidents majeurs et réduire les impacts environnementaux. Les résultats soulignent l'importance des EIPS/E dans la maîtrise des risques industriels, offrant un cadre méthodologique solide adaptable à diverses installations industrielles.

Mots clés : Risques Industriels - EIPS/E - Accidents majeurs - Performance - Methodologie.

Dédicace

Je dédie ce travail à ma famille, source inépuisable de soutien et d'amour.

À ma mère, pour son amour inconditionnel et ses sacrifices inestimables. Tu as toujours été là pour moi, m'encourageant à chaque étape de ma vie. Ta force et ta détermination sont une source d'inspiration constante.

À mon père, pour ses encouragements constants et sa sagesse inspirante. Tu m'as inculqué des valeurs de travail acharné et de persévérance, et pour cela, je te suis infiniment reconnaissant.

À mon frère Fethi, pour sa présence réconfortante et son soutien indéfectible. Ton appui et ta confiance en moi m'ont toujours donné la force de continuer.

À ma grand-mère, que Dieu la bénisse dans son paradis. Son amour et ses prières m'ont accompagné tout au long de ma vie.

À mes amis, qui ont été une source précieuse de motivation et de réconfort.

À mon ami d'enfance Akram, pour notre amitié sincère et inébranlable. Les souvenirs partagés et les moments de camaraderie ont été essentiels pour moi.

Aux membres du groupe Bouraoui Land, pour les moments inoubliables et le soutien mutuel. Votre amitié a enrichi ma vie de manière inestimable.

À tous mes amis et amies, pour leur amitié sincère et leur encouragement. Votre présence a été un pilier de mon parcours.

À Jug, Mhammed Sabri, et Noufel, pour leur soutien et leur camaraderie. Votre compagnie et votre aide ont été d'une grande valeur.

À mon binôme de spécialité, Ouanis, pour son partenariat et sa coopération. Travailler avec toi a été un plaisir et un honneur.

Ce travail est le fruit de votre soutien, de votre amour et de votre amitié. Merci à vous tous pour avoir été à mes côtés tout au long de ce parcours. Vous avez tous contribué à rendre ce voyage plus enrichissant et mémorable.

Hamza

Remerciements

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire de fin d'études.

Tout d'abord, je remercie chaleureusement l'équipe pédagogique du département Maîtrise des Risques Industriels et Environnementaux (MRIE) de l'École Nationale Polytechnique pour leur encadrement et leur soutien tout au long de ma formation. Leur expertise et leur dévouement ont été une source d'inspiration constante.

Je tiens également à remercier particulièrement mon encadrant de l'école, Monsieur Kertous Aboubakr, pour ses précieux conseils, sa disponibilité et son soutien indéfectible tout au long de ce projet. Son accompagnement et ses remarques constructives ont grandement contribué à l'aboutissement de ce travail.

Je souhaite exprimer ma gratitude à mes encadrantes au sein de l'entreprise, Madame Hind Merzougui et Madame Hadjer Benrabah, pour leur encadrement bienveillant et leurs conseils avisés. Leur expérience et leur rigueur professionnelle ont été déterminantes dans la réalisation de cette étude.

Enfin, je remercie sincèrement toute l'équipe du cabinet CEI HALFAOUI pour leur accueil chaleureux et leur soutien précieux. Leur expertise et leur collaboration ont été essentielles pour la bonne conduite de ce projet. Leur engagement envers la sécurité industrielle et la protection de l'environnement a été une source d'inspiration tout au long de cette étude.

À tous, je vous exprime ma reconnaissance et ma gratitude pour votre aide précieuse et votre soutien constant. Ce travail n'aurait pas été possible sans vous. Merci infiniment.

Hamza BOUHAOUCHINE

Table des matières

Liste des tableaux

Table des figures

Liste des acronymes

Introduction générale	12
1 Contexte général du projet	14
1.1 Introduction	15
1.2 Présentation de l'installation étudiée	15
1.2.1 Station de pompage SP1	15
1.2.2 Description de procédé – Pompage GPL	16
1.2.2.1 Système de Filtration GPL	17
1.2.2.2 Système de Comptage GPL	17
1.2.2.3 Système Banc de Pompage	17
1.2.2.4 Système Refoulement – Gare de Racleurs	18
1.2.2.5 Système de Fosse de Brûlage	18
1.2.2.6 Système des Eaux Huileuses	18
1.2.2.7 Système de Stockage et Distribution Diesel	19
1.3 Problématique	19
1.4 Methodologie	20
1.5 Conclusion	20
2 Concepts & Définitions	21
2.1 Introduction	22
2.2 Définitions	22

2.2.1	L'étude de danger	22
2.2.2	Barrières de sécurité	22
2.2.2.1	Barrières techniques	22
2.2.2.2	Barrières organisationnelles	22
2.2.3	Système Instrumenté de Sécurité (SIS)	22
2.2.4	Niveaux d'Intégrité de Sécurité (SIL)	23
2.2.5	Éléments Importants Pour La Sécurité et pour l'Environnement	23
2.2.6	Accident majeur	23
2.2.7	Phénomène dangereux	23
2.3	Analyse des risques	23
2.4	HAZOP (Hazard and Operability Study)	24
2.4.1	Principales étapes de la méthode HAZOP :	24
2.4.2	Identification des accident majeurs	25
2.5	Le Diagramme de Noeuds Papillons	25
2.5.1	Principales étapes de la méthode Noeuds de papillons :	25
2.6	Méthodologie proposée par la littérature française	27
2.6.1	Critique de la Méthodologie française	27
2.7	Conclusion	28
3	Méthodologie d'identification et d'évaluation de performance des EIPS/E	29
3.1	Introduction	30
3.2	Identification des EIPS/E	30
3.2.1	Les EIPS/E techniques	30
3.2.1.1	Identification basique	30
3.2.1.2	Identification détaillée	31
3.2.2	Les EIPS/E organisationnels	31
3.2.2.1	Identification des procédures et des tâches importantes (critiques) pour la sécurité (cette étape concerne que les procédures de maintenance et d'exploitation)	31
3.2.2.2	Barrières organisationnelles identifiées par défaut	33
3.3	Évaluation de performance	34
3.3.1	Évaluation des barrières techniques	34

3.3.1.1	Détermination des niveaux SIL recommandés par la méthode graphe de risque	34
3.3.1.2	Critères de performance	36
3.3.2	Évaluation des barrières organisationnelles (Non-techniques)	37
3.4	Conclusion	39
4	Application de la méthodologie d'identification et d'évaluation de perfor- mance des EIPS/E sur le cas de la station de pompage SP1	41
4.1	Introduction	42
4.2	Analyse des risques(Révision de la HAZOP existante)	42
4.3	Identification des accidents majeurs	43
4.4	Schématisation des accidents majeurs avec les noeuds papillons	44
4.5	Identification des barrières techniques	45
4.6	Identification des EIPS/E non-techniques	46
4.6.1	Listes des EIPS/E non-techniques propres à la station de pompage SP1 .	46
4.7	Évaluation des performances des EIPS/E techniques	47
4.7.1	Détermination des niveaux SIL requis	47
4.7.1.1	Les accidents schématisés par les Nœuds 1, 2, 3, 4	47
4.7.1.2	Les accidents schématisés par les Nœuds 5	48
4.7.1.3	Les accidents schématisés par les Nœuds 6	49
4.7.1.4	Les accidents schématisés par les Nœuds 7	50
4.7.2	Application du principe FARSI sur les EIPS/E techniques indentifiés . .	51
4.8	Evaluation de performances des EIPS/E non-techniques	54
4.8.1	Procédure du changement de filtre	54
4.8.2	Plan Interne d'Intervention (PII)	56
4.8.3	Permis de travail (PTW)	59
4.9	Conclusion	61
5	Système de gestion de sécurité	62
5.1	Introduction	63
5.2	Page d'accueil	63
5.3	Ajouter un nouveau EIPS	64

5.4	Gestion des fiches de vie des EIPS	64
5.5	Base de données des EIPS	65
5.6	Conclusion	66
chap :conclusion		67
Bibliographie		69
Appendices		
A Tableaux HAZOP		
B Noeuds papillons.		
C Table d'évaluation de performances des EIPS/E Techniques		
D Interface du logiciel de gestion des EIPS/E		

Liste des tableaux

3.1	Table de critère -1- de matrice de criticité (Conséquence des défaillances humaines) [1]	32
3.2	Table de critère -2- de matrice de criticité (Degrés d'implication du personnel) [1]	32
3.3	Matrice de criticité des tâches humaines	32
3.4	Table de classification des paramètres de risque	36
3.5	Indicateurs de Performance des procédures de maintenance/exploitation	37
3.6	Indicateurs de Performance du PII	38
3.7	Indicateurs de Performance du Permis de travail	39
4.1	Catégories des fréquences [2]	42
4.2	Catégories des conséquences [2]	42
4.3	Matrice des risques [2]	43
4.4	Tableau de l'étude HAZOP	43
4.5	Analyse hiérarchique de tâches de la procédure de changemenet des filtres.	46
4.6	Évaluation de performances de la procédure du changement de filtre	54
4.7	Évaluation de Performances du Plan Interne d'Intervention	56
4.8	Évaluation de Performances du Permis de Travail	59

Table des figures

1.1	Schéma de procédé (PFD)	16
1.2	Methodologie de travail	20
2.1	Modèle de Noeud de Papillon	26
3.1	Schéma illustrant le processus de l'identification basique [3]	30
3.2	Schéma illustrant le processus de l'identification détaillée[3]	31
3.3	Graphe de risque selon la norme IEC 61508 pour l'allocation de SIL	35
4.1	Noeud papillon pour la perte de confinement dans l'unité de conditionnement de gaz	44
4.2	Determination de niveau SIL pour le cas des noeuds 1,2,3,4	48
4.3	Determination de niveau SIL pour le cas du noeud 5	49
4.4	Determination de niveau SIL pour le cas du noeud 6	50
4.5	Determination de niveau SIL pour le cas du noeud 7	51

Liste des acronymes

- **AdD** : Arbre de Defaillance
- **AdE** : Arbre de Evenements
- **EIPS/E** : Élement Important pour la Sécurité et pour l'Environnement
- **GPL** : Gaz de Pétrole Liquifié
- **HAZOP** : Hazard and Operability study
- **PTW** : Kilo WATT
- **PII** : Plan Interne d'Intervention
- **PSV** : Pressure Safety Valve
- **PSHH** : Pressure Safety High High
- **PTW** : Permit to Work
- **RPM** : Tour par minute
- **SDV** : Shut Down Valve
- **SIS** : Safety Instrumented System
- **SIL** : Safety Integrity Level
- **TSV** : Temperature Safety Valve
- **TSH** : Temperature Switch High

Introduction générale

L'étude d'identification et d'évaluation de performance des Éléments Importants pour la Sécurité et pour l'Environnement (EIPS/E) s'inscrit dans un contexte industriel où la maîtrise des risques est devenue une priorité absolue. En effet, les installations industrielles modernes sont caractérisées par une complexité croissante et une densité opérationnelle accrue, ce qui impose des défis importants en termes de gestion des risques. La prévention des accidents majeurs et la minimisation des impacts environnementaux nécessitent des approches méthodologiques robustes et systématiques. Ce mémoire de fin d'études, répond à cette exigence en proposant un cadre méthodologique innovant et rigoureux.

L'objectif principal de cette étude est de développer une méthodologie structurée pour l'identification et l'évaluation des EIPS/E, qui sont des dispositifs essentiels à la sécurité des installations et à la protection de l'environnement. Les EIPS/E comprennent à la fois des barrières techniques et organisationnelles destinées à prévenir les accidents ou à en atténuer les conséquences. La méthodologie proposée se distingue par son approche systématique et par l'intégration d'outils quantitatifs, permettant une évaluation objective et reproductible des performances des EIPS/E.

Ce mémoire est structuré en plusieurs chapitres, chacun contribuant à l'élaboration et à l'application de la méthodologie proposée. Le premier chapitre, intitulé "Contexte Général du Projet", présente les concepts fondamentaux liés aux EIPS/E. Il met en lumière leur rôle important dans la prévention des accidents majeurs et la réduction des impacts environnementaux. Les définitions essentielles, les types d'éléments concernés, ainsi que les principes de base régissant leur efficacité sont discutés en détail. De plus, ce chapitre introduit l'installation étudiée, la station de pompage SP1, offrant une vue d'ensemble des défis et des solutions mises en œuvre dans le cadre de la gestion des EIPS/E.

Le deuxième chapitre, intitulé "Concepts et définitions", explore le périmètre de notre problématique en présentant une synthèse des différentes définitions et concepts clés. Il couvre les méthodologies existantes pour l'analyse des risques, telles que HAZOP (Hazard and Operability Study) et les diagrammes de nœuds papillons. Une attention particulière est portée à la méthodologie française pour l'étude des EIPS, en soulignant ses avantages et ses limites. Ce chapitre établit ainsi les bases théoriques nécessaires pour développer la méthodologie spécifique de l'étude.

Dans le troisième chapitre, intitulé "Méthodologie d'Identification et d'Évaluation de Performance des EIPS/E", nous détaillons la méthodologie développée pour identifier et évaluer les performances des EIPS/E. Ce chapitre décrit les étapes clés de l'analyse des risques par la méthode HAZOP, l'identification des EIPS/E techniques et organisationnels, et l'évaluation de leurs performances selon les critères FARSI (Functionality, Availability, Reliability, Survivability, Interdependencies). L'intégration d'outils quantitatifs permet d'améliorer l'objectivité et la reproductibilité des évaluations, offrant ainsi un cadre de référence robuste pour les industries.

Le quatrième chapitre, intitulé "Application de la Méthodologie sur le Cas de la Station de

Pompage SP1", illustre l'application pratique de la méthodologie sur la station de pompage SP1. Il décrit la révision de l'étude HAZOP existante, l'identification des accidents majeurs, et la schématisation des accidents par des diagrammes de nœuds papillons. Les performances des EIPS/E techniques et organisationnels sont évaluées selon les critères définis, démontrant l'efficacité de la méthodologie proposée.

Le cinquième chapitre , intitulé "Système de gestion des EIPS/E"

Enfin, le mémoire se conclut par une récapitulation des principaux résultats de l'étude et par des recommandations pour des recherches futures et des améliorations pratiques. La conclusion générale met en avant les contributions de cette étude au cadre méthodologique pour l'identification et l'évaluation des EIPS/E. Elle souligne l'importance des EIPS/E dans la gestion des risques industriels et environnementaux et propose des pistes pour renforcer encore davantage la sécurité et la protection de l'environnement dans les installations industrielles.

Chapitre 1

Contexte général du projet

1.1 Introduction

Ce premier chapitre a pour objectif de présenter les concepts généraux relatifs aux éléments importants pour la sécurité et pour l'environnement (EIPS/E), en mettant en lumière leur rôle dans la prévention des accidents majeurs et la minimisation des impacts environnementaux. j'aborderai les définitions essentielles, les types d'éléments concernés, ainsi que les principes de base régissant leur efficacité et leur intégration dans les systèmes de gestion de la sécurité et de l'environnement.

À travers ce chapitre, je vise à fournir une compréhension claire et complète des EIPS/E, en soulignant leur importance dans le cadre de prévention et de protection des accidents majeurs. Cette base théorique servira de fondement pour les chapitres suivants, où je détaillerai les méthodologies d'identification et d'évaluation des performances de ces éléments.

De plus, je présenterai l'entreprise d'accueil où s'est déroulé mon stage, le cabinet d'expertise industrielle CEI HALFAOUI, ainsi que l'installation étudiée, la station de pompage (SP1). Ces études de cas pratiques illustreront l'application concrète des concepts théoriques abordés, en offrant une vision claire des défis et des solutions mises en œuvre dans le cadre de la gestion des EIPS/E.

1.2 Présentation de l'installation étudiée

1.2.1 Station de pompage SP1

Afin d'augmenter la capacité de transport du GPL de ALRAR à HASSI R'MEL de 4,5 MTA, la rendant de 6,5 MTA à 11 MTA, une nouvelle station de pompage dénommée SP1- ELR1 est réalisée et serve l'oléoduc existant LR1 de 20 pouce et le nouvelle oléoduc ELR1 de 24 pouce. L'implantation SP1 – ELR1 est réalisée à 7 km au nord-ouest de Haoud El Hamra, dans la zone centrale de Hassi Messaoud, et est connecte sur Oléoduc LR1-20" au PK+33,000, à travers une ligne de déviation en aval du PS 25-BIS. Le la nouvelle station SP1- ELR1 reçoit GPL de Terminal Départ de Hassi Messaoud au PK +33,000 (en a val du PS 1) et envoie le même à Hassi R'Mel à travers l'oléoduc ELR1 – 24" de longueur 336 km. Le la nouvelle station SP1-ELR1 reçoit GPL aussi des lignes de CINA 6"et ZCINA de 12" L'oléoduc ELR1 – 24" est divisé en tronçons délimités par 15 postes de sectionnement (PS). Apre le PS7 on trouve le poste de coupure PC2 de la station de OUARGLA (PK +152,000) et après le PS11 on trouve le PC3 de GHARDAIA (PK + 252,000), qui est le dernier poste de coupure après arriver au Terminal Arrivé de Hassi R' Mel. L'oléoduc existant de LR1 – 20" est divisé en tronçons délimités par 39 unités. La station existante de HEH est située en amont de l'unité 27 (au PK +681,000) Au PK+806,000 on trouve la station de pompage de SP2, ou l'Oleoduct de 20" devient 24 avant d'arriver au Terminal Arrivé de Hassi R' Mel. En aval de l'unité 29 (au PK+770,000) on trouve une injection de GPL de la station de GUELLALA et en aval de l'unité 34 (au PK+901,000) on trouve l'injection d'OUED NOUMER. La station de pompage SP1 ELR1 est équipée de tous les systèmes auxiliaires nécessaires pour le bon fonctionnement des pompes d'expédition et pour la sauvegarde du personnel opératoire.

Les parties principales sont les suivantes :

- Système de filtration du GPL
- Système de comptage du GPL
- Système banc de comptage du GPL

- Système de Refoulement-Gare racleurs
- Système gaz instrumentation
- Système Fosse de Brulage
- Système traitement des eaux huileuses
- Système stockage et distribution Diesel

1.2.2 Description de procédé – Pompage GPL

Le système de pompage GPL est constitué des éléments suivants :

- Système de filtration GPL
- Système de comptage GPL
- Système banc de pompage
- Système de refoulement – Gare de Racleurs
- Toutes les logiques de contrôle et protections nécessaires pour une marche en sécurité y compris :
 - o Logique de contrôle des pompes
 - o Système d'arrêt d'urgence et dépressurisation

Le but des pompes principales est de donner au fluide la pression nécessaire pour envoyer le GPL au Terminal Arrivé de Hassi R'Mel.

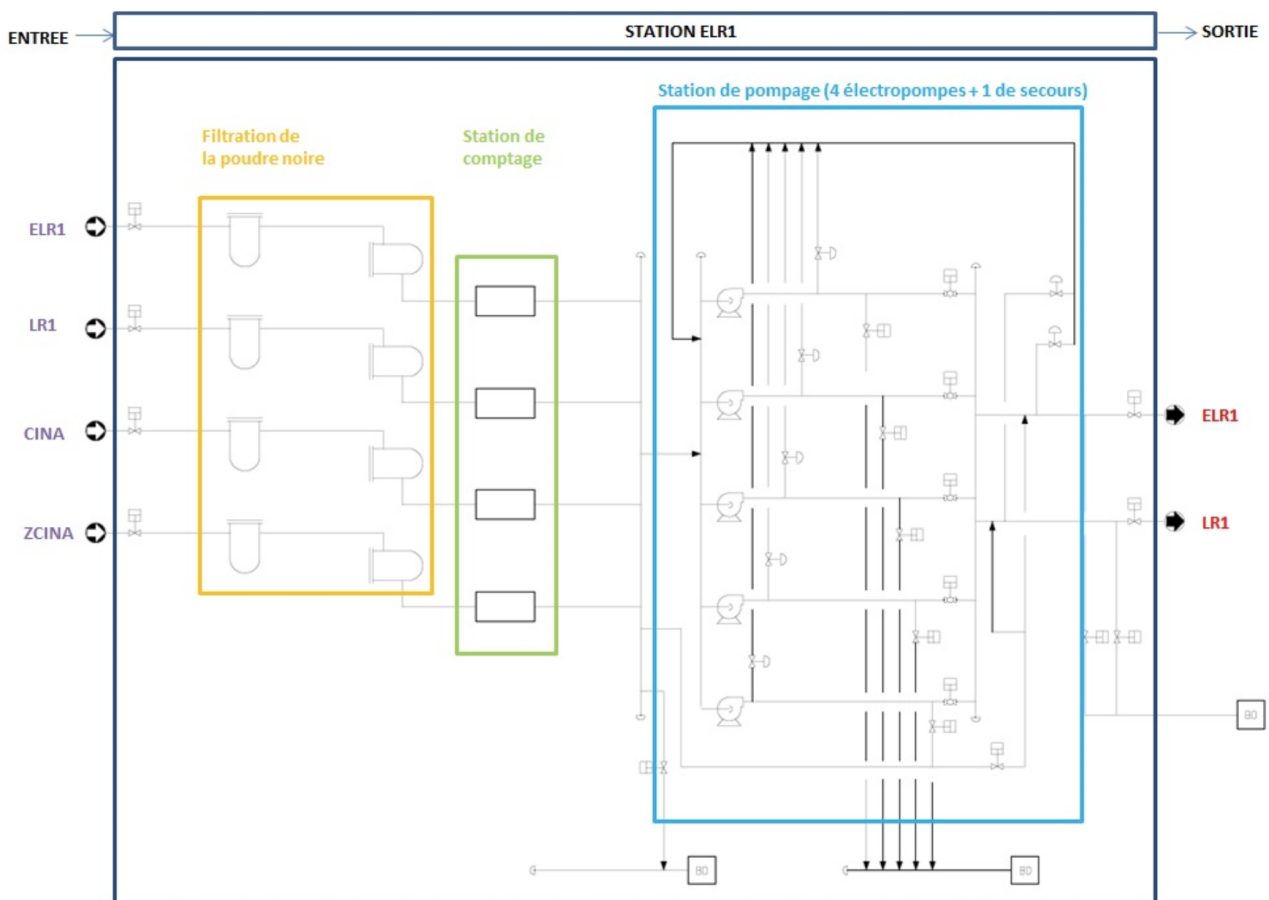


FIGURE 1.1 – Schéma de procédé (PFD)

1.2.2.1 Système de Filtration GPL

Le GPL entrant dans la station de pompage présente des impuretés solides définies comme "poudre noire" qui peuvent être préjudiciables pour les équipements et les vannes. Pour cette raison, un système de filtration est nécessaire pour chacune des quatre lignes entrantes qui sont les suivantes :

- Ligne de ELR1 – 24"
- Ligne de LR1 – 20"
- Ligne de CINA – 6"
- Ligne de ZCINA – 12"

Chaque ligne est divisée en deux lignes (2 x 100%) chacune équipée avec un filtre à panier et un filtre à cartouche disposés en série. On a la configuration suivante :

- Ligne de ELR1 – 24" – Filtres Panier (F-101A/B) et Filtres Cartouche (F-111A/B)
- Ligne de LR1 – 20" – Filtres Panier (F-102A/B) et Filtres Cartouche (F-112A/B)
- Ligne de CINA – 6" – Filtres Panier (F-103A/B) et Filtres Cartouche (F-113A/B)
- Ligne de ZCINA – 12" – Filtres Panier (F-104A/B) et Filtres Cartouche (F-114A/B)

Le filtre à panier a pour but de filtrer la poudre noire du GPL entrant jusqu'à 100 microns et le second jusqu'à 10 microns.

1.2.2.2 Système de Comptage GPL

En aval du système de filtration, le GPL est envoyé aux bancs de comptage et régulation du débit. Chaque ligne est équipée avec son propre système de régulation (vanne de contrôle) et de comptage. La mesure de débit de chaque ligne est sommée afin d'avoir la mesure du débit total d'implantation. Chaque débitmètre est équipé d'une fonction de totalisateur :

- Ligne de ELR1 – 24" – Débitmètre (FIC-712) et vanne de contrôle (FV-712)
- Ligne de LR1 – 20" – Débitmètre (FIC-722) et vanne de contrôle (FV-722)
- Ligne de CINA – 6" – Débitmètre (FIC-732) et vanne de contrôle (FV-732)
- Ligne de ZCINA – 12" – Débitmètre (FIC-742) et vanne de contrôle (FV-742)

1.2.2.3 Système Banc de Pompage

Le système banc de pompage est constitué des éléments suivants :

- Cinq pompes (P-101 A/B/C/D/E) GE-NP modèle 8x15 MSND à sept étages, chacune couplée à un moteur électrique ABB modèle AMD 630L2T BSBM de 1775 kW à 2915 RPM à travers un coupleur hydraulique du type VOITH 562 SVTL 12.1
- Collecteur d'aspiration enterré de 32"
- Collecteur de refoulement enterré de 28"
- Collecteur de recyclage de 14"
- Chaque pompe est dotée d'un système de protection pour une marche en sécurité, y compris :
 - o Alarme de basse pression en aspiration de chaque pompe
 - o Alarme de haute pression en refoulement de chaque pompe
 - o Système de protection contre le débit minimal

Le but des pompes principales est de donner au fluide la pression nécessaire pour rejoindre le Terminal Arrivé de Hassi R'Mel.

1.2.2.4 Système Refoulement – Gare de Racleurs

En aval du collecteur de refoulement de 28", on a deux lignes de 20" et 24" qui sont connectées aux gares de racleurs existantes par des tie-ins (ELR1 Tie-in 02/07 et LR1 tie-in 03/08). La ligne de 24" est connectée à la ligne d'ELR1 sortant de la station par la vanne de contrôle FV-012 et la ligne d'ELR1. Ces lignes sont connectées aux oléoducs ELR1 et LR1 par des gares de racleurs. Les lignes arrivant et partant de ELR1 et LR1 sont équipées (à fournir par d'autres) avec un système de gares de racleurs, en particulier :

- La ligne ELR1 est constituée de deux gares : une pour l'arrivée des racleurs (GRA-0200/1) et une pour le départ (GRD-0200/1)
- La ligne LR1 est constituée de deux gares : une pour l'arrivée des racleurs (GRA-0200/2) et une pour le départ (GRD-0200/2)

Chaque gare peut être exploitée en by-pass en ouvrant la relative GOV (GOV-205/2 pour ELR1 et GOV-205/1 pour LR1) qui est alimentée en gaz par le système de gaz instrument de la station SP1 ELR1.

1.2.2.5 Système de Fosse de Brûlage

Le système de fosse de brûlage est conçu pour recevoir les écoulements provenant du système GPL à travers les collecteurs du réseau de blowdown. Le package de la fosse de brûlage A-205 consiste en :

- Un panneau d'allumage et de commande (LCP-205) H.E. type pour l'allumage des pilotes du nez avec instrumentation relative
- Un nez de torche complet avec 3 pilotes type H.E. et thermocouples
- Un puits de GPL pour contenir la partie d'écoulement en phase liquide
- Un package constitué par 2 bouteilles de combustible de réserve (gaz propane)

1.2.2.6 Système des Eaux Huileuses

La station SP1 ELR1 est dotée d'un package pour le traitement des eaux huileuses qui est nécessaire pour séparer l'huile de l'eau provenant des aires avec bordures dans l'implantation. Le réseau des eaux huileuses reçoit principalement les écoulements des aires suivantes :

- Aire de banc de pompage GPL P-101A/B/C/D/E
- Aire des réservoirs d'huile de lubrification (Ballons V-206 et 207)
- Aire du système Diesel
- Aire du groupe électrogène de secours
- Aire pompe diesel anti-incendie et bac anti-incendie
- Aire du système d'air de service
- Aire du réservoir des eaux prétraitées TK-201

Le package de traitement des eaux huileuses est constitué principalement d'un bassin enterré qui comprend :

- Chambre d'entrée S-203A avec grille de calme S-23B pour l'éventuelle élimination des solides
- Séparateur API S-203C avec levier écrémeur (S-203D Skimmer Huile)
- Plaque de séparation (CPI Séparateur) A-203F et A-203E
- Chambre pour l'eau traitée S-225 avec pompe pour eaux déshuilées

- Chambre pour huile séparée S-203H pour recevoir l'huile séparée par le séparateur API S-203C et le séparateur lamellaire S-203E
- Instrumentation de contrôle relative

1.2.2.7 Système de Stockage et Distribution Diesel

Le système de distribution du diesel est constitué par :

- Réservoir de stockage du diesel TK-204
- Deux pompes de transfert P-224A/B
- Deux filtres F-212A/B
- Réservoir pour le volucompteur enterré V-205 et pompes relatives
- Réseau de distribution diesel aux Daily tanks du groupe électrogène de secours (0000-GE-EE-001) et de la pompe anti-incendie diesel (P-902)

1.3 Problématique

Le décret exécutif 21-319 du 7 août 2021 en Algérie établit des mesures rigoureuses pour la prévention et la gestion des risques industriels majeurs, visant les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). L'Article 11 de l'Annexe 3 se concentre spécifiquement sur l'évaluation des risques et l'élaboration de plans de prévention. Il impose aux exploitants de réaliser une évaluation détaillée des risques, incluant des scénarios potentiels d'accidents majeurs, et d'élaborer des plans de prévention pour minimiser les conséquences de tels événements. Ces plans doivent inclure des dispositifs techniques, des procédures organisationnelles, et des formations pour le personnel, tout en étant régulièrement mis à jour. Les éléments importants pour la sécurité et pour l'environnement (EIPS/E) sont au cœur de cette démarche, car ils constituent les dispositifs et systèmes critiques pour prévenir les incidents et atténuer leurs effets. La relation entre l'Article 11 et les EIPS/E est fondamentale, car les EIPS/E doivent être identifiés, évalués et maintenus pour garantir leur efficacité. La documentation et la communication des informations relatives aux EIPS/E assurent une transparence et une conformité aux réglementations en vigueur, protégeant ainsi les travailleurs, la population environnante, et l'environnement contre les risques industriels majeurs.

Le cabinet d'expertise industrielle CEI HALFAOUI a identifié un besoin pour un cadre méthodologique (framework) efficace et structuré permettant de réaliser des études approfondies sur les éléments importants pour la sécurité et l'environnement (EIPS/E). En effet, la complexité croissante des installations industrielles modernes et la rigueur des réglementations en matière de sécurité et de protection de l'environnement imposent des défis significatifs. Ces défis nécessitent des outils et des méthodes pour garantir une identification, une évaluation et une gestion optimale des EIPS/E. La question se pose alors : **Comment réaliser de manière optimisée l'identification et l'évaluation des performances des EIPS/E, tout en assurant la conformité au décret exécutif 21-319, et comment gérer ces éléments vue leur importance remarquable dans la mitigation des accidents majeurs ?**

1.4 Methodologie

Le méthodologie adoptée commence par l'analyse des risques et l'identification des scénarios d'accidents majeurs. Suite à cette analyse, les barrières spécifiques à chaque scénario sont listées. Les Éléments Importants pour la Sécurité et l'Environnement (EIPS) sont ensuite sélectionnés parmi ces barrières. Une évaluation de la performance des EIPS choisis est réalisée, suivie de l'établissement d'une fiche de vie pour chaque EIPS. Ce processus est illustré dans le schéma ci-dessous :

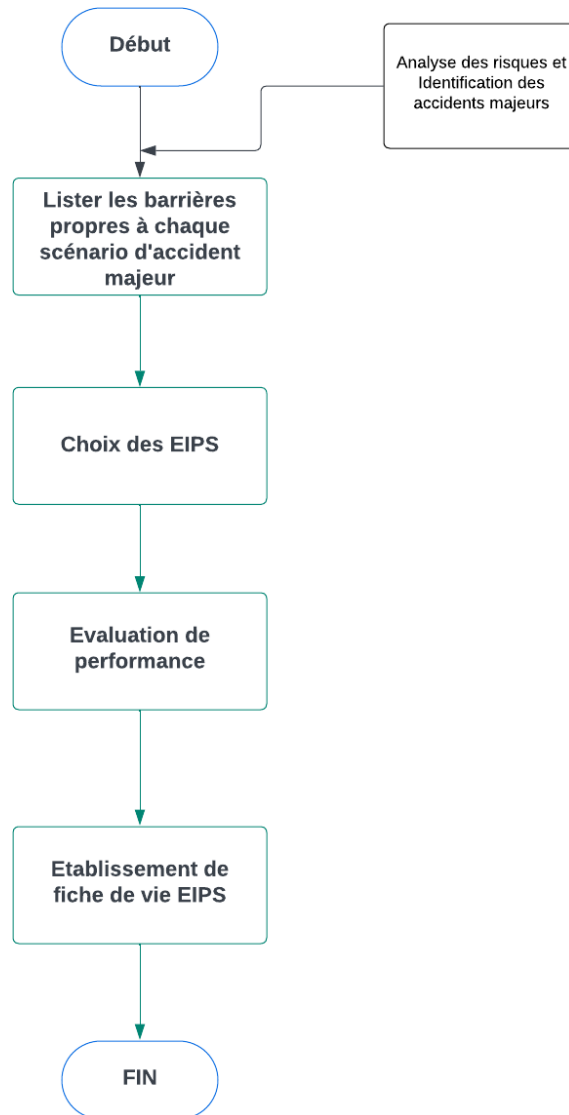


FIGURE 1.2 – Methodologie de travail

1.5 Conclusion

Ce premier chapitre nous a permis de comprendre le contexte dans lequel notre projet de fin d'études s'inscrit. Le chapitre suivant sera consacré à l'état de l'art, en explorant le périmètre de notre problématique.

Chapitre 2

Concepts & Definitions

2.1 Introduction

Après avoir posé notre problématique dans le premier chapitre, il est nécessaire, avant de la résoudre, de présenter une synthèse des différentes définitions et concepts que nous allons aborder. Ce chapitre sera donc consacré à l'état de l'art concernant notre problématique.

2.2 Définitions

2.2.1 L'étude de danger

Une étude de danger est un document technique qui identifie et évalue les risques associés à une installation industrielle. Son but est de protéger la santé des personnes, les biens et l'environnement en analysant les dangers potentiels, en prévoyant les scénarios d'accidents possibles, et en proposant des mesures de prévention et de protection. L'étude inclut également des plans d'urgence pour gérer les situations critiques et réduire les impacts des accidents. [4]

2.2.2 Barrières de sécurité

Ce sont des mesures qui comprennent des moyens techniques et organisationnels mis en place pour réduire la probabilité et/ou les conséquences d'accidents affectant des cibles spécifiques dans un scénario d'accident donné. On peut distinguer deux types de barrières : [3]

2.2.2.1 Barrières techniques

Les barrières techniques de sécurité comprennent des dispositifs de sécurité ou des systèmes instrumentés de sécurité qui préviennent la succession d'événements pouvant mener à un accident.

2.2.2.2 Barrières organisationnelles

Les barrières organisationnelles de sécurité se composent d'activités humaines et de procédures opérationnelles qui n'impliquent pas l'utilisation de barrières techniques pour empêcher la survenue d'un accident. Ces barrières reposent sur l'application rigoureuse de méthodes et de pratiques organisationnelles destinées à gérer les risques et à maintenir la sécurité.

2.2.3 Système Instrumenté de Sécurité (SIS)

Un **Système Instrumenté de Sécurité (SIS)** est un ensemble de composants matériels et logiciels conçus pour surveiller et contrôler des conditions anormales d'un processus industriel. Ces systèmes sont destinés à ramener le processus à un état sûr lorsque certaines conditions préétablies sont violées. Ils peuvent inclure des capteurs, des logiques de traitement et des actionneurs. [5]

Un SIS comprend généralement les éléments suivants :

- **Capteurs de sécurité** : pour détecter des états dangereux.
- **Contrôleurs de sécurité** : pour traiter les informations des capteurs et prendre des décisions basées sur des logiques de sécurité prédéfinies.
- **Actionneurs de sécurité** : pour exécuter les actions correctives nécessaires afin de ramener le système à un état sûr.

2.2.4 Niveaux d'Intégrité de Sécurité (SIL)

Les **Niveaux d'Intégrité de Sécurité (SIL)** sont une mesure de la performance requise d'un SIS en termes de réduction de risque. [6]

Les SIL sont catégorisés en quatre niveaux, de SIL 1 à SIL 4, avec SIL 4 représentant le plus haut niveau d'intégrité de sécurité. Chaque niveau correspond à une plage de réduction de risque :

- **SIL 1** : Réduction de risque de 10 à 100 fois.
- **SIL 2** : Réduction de risque de 100 à 1 000 fois.
- **SIL 3** : Réduction de risque de 1 000 à 10 000 fois.
- **SIL 4** : Réduction de risque de 10 000 à 100 000 fois.

2.2.5 Éléments Importants Pour La Sécurité et pour l'Environnement

Ils sont définis comme les mesures de sécurité (techniques ou organisationnelles) dont la défaillance pourrait entraîner, ou dont le but est d'empêcher ou de limiter les conséquences d'un accident majeur. [3]

2.2.6 Accident majeur

C'est la concrétisation physique d'un phénomène dangereux dont elle peut engendrer des dégâts significatifs pour l'Homme, le matériel ainsi que l'environnement.

Le terme accident majeur doit être compris comme étant les pires scénarios où toutes les barrières sont supposées absentes ou défaillantes.

2.2.7 Phénomène dangereux

Il consiste à la libération de l'énergie ou de substance produisant des effets susceptibles d'infliger un dommage à des cibles.[7]

2.3 Analyse des risques

L'analyse des risques est un processus systématique permettant d'identifier, d'évaluer et de hiérarchiser les risques associés à une situation ou une activité particulière. Elle vise à comprendre

les événements potentiels, leurs probabilités d'occurrence et leurs impacts afin de mettre en place des mesures de prévention et de contrôle adaptées. L'objectif principal est de minimiser les conséquences négatives pour les personnes, les biens et l'environnement tout en assurant une gestion efficace des incertitudes. Ce processus est essentiel dans divers domaines, notamment la santé et la sécurité au travail, la gestion de projets, et la planification stratégique.[8].

Ce processus utilise diverses méthodes, notamment :

- L'Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC).
- L'Analyse par Arbre de Défaillances (AdD).
- L'Analyse par Arbre d'Événements (AdE).
- HAZOP (Hazard and Operability Study).
- Le Diagramme de Noeuds Papillons.

2.4 HAZOP (Hazard and Operability Study)

La méthode HAZOP (Hazard and Operability Study) est une technique structurée et systématique d'identification et d'évaluation des risques dans les processus industriels. Elle consiste à examiner attentivement chaque partie d'un processus pour détecter les déviations potentielles par rapport à l'intention de conception, identifier leurs causes possibles et évaluer leurs conséquences. L'objectif est de garantir que les opérations se déroulent en toute sécurité et que les risques d'accidents ou d'interruptions de service sont minimisés. Cette méthode implique généralement une équipe multidisciplinaire qui utilise des mots-clés pour analyser les différentes sections du processus. [9]

2.4.1 Principales étapes de la méthode HAZOP :

1. Définition de l'Objectif et de l'Équipe HAZOP :

- Définir clairement l'objectif de l'étude HAZOP.
- Constituer une équipe multidisciplinaire composée d'experts en ingénierie, opérations, maintenance, sécurité et autres domaines pertinents.

2. Sélection et Définition du Système à Étudier :

- Délimiter le périmètre de l'étude en définissant le système ou la partie du processus à analyser.
- Collecter et examiner les documents techniques pertinents, tels que les schémas de procédé (P&ID), les descriptions de processus, les manuels d'exploitation, etc.

3. Subdivision du Système en Sous-Systèmes (Nœuds d'Étude) :

- Diviser le système en sous-systèmes ou sections appelés "nœuds d'étude" pour faciliter l'analyse détaillée.
- Identifier les limites de chaque nœud et les interfaces avec les autres parties du système.

4. Identification des Déviations :

- Utiliser des mots-clés ou des *guidewords* (tels que "Pas", "Plus", "Moins", "Inverse", "Autre que") pour identifier les déviations potentielles par rapport aux conditions de fonctionnement normales.
- Chaque déviation est analysée pour déterminer ses causes possibles et ses conséquences.

5. Analyse des Causes et Conséquences :

- Pour chaque déviation identifiée, déterminer les causes potentielles (pannes d'équipement, erreurs humaines, etc.).
- Évaluer les conséquences possibles des déviations sur la sécurité, l'environnement, et l'opérabilité du système.

6. Identification des Mesures de Prévention et de Mitigation :

- Identifier les barrières de sécurité existantes ou nécessaires pour prévenir les causes des déviations ou pour atténuer leurs conséquences.
- Proposer des recommandations pour améliorer les mesures de sécurité et réduire les risques.

7. Documentation et Suivi :

- Documenter les résultats de l'étude HAZOP de manière détaillée, incluant les déviations analysées, les causes et conséquences identifiées, et les mesures de prévention et de mitigation recommandées.
- Mettre en place un plan de suivi pour assurer la mise en œuvre des recommandations et vérifier l'efficacité des mesures adoptées.

2.4.2 Identification des accident majeurs

L'identification des accidents majeurs est une étape qui intervient après la hiérarchisation des accidents identifiés lors de l'analyse HAZOP (Hazard and Operability Study). Cette hiérarchisation s'appuie sur des matrices de criticité qui évaluent les risques en tenant compte de trois aspects fondamentaux : les biens, l'environnement et les personnes. Les matrices de criticité permettent de classer les accidents potentiels en fonction de leur probabilité d'occurrence et de la gravité de leurs conséquences. Cette approche structurée assure que les accidents majeurs sont identifiés de manière exhaustive et prioritaire.

2.5 Le Diagramme de Noeuds Papillons

La méthode du nœud papillon combine un arbre de défaillances et un arbre d'événements autour d'un même événement redouté. La partie en amont de cet événement est constituée par un arbre de défaillances, qui analyse les combinaisons de causes et met en évidence l'impact des barrières de prévention sur les séquences accidentelles conduisant à l'événement redouté. En aval, l'arbre d'événements détermine la nature et l'ampleur des conséquences, selon que les barrières de mitigation remplissent ou non leur fonction de sécurité. Cette approche offre une vue globale et structurée des scénarios de risque, facilitant ainsi la compréhension et la gestion des risques. [10]

2.5.1 Principales étapes de la méthode Noeuds de papillons :

1. **Identification de l'événement dangereux** : Cette étape consiste à définir l'événement central qui pourrait entraîner un accident majeur. Cet événement est placé au centre du diagramme.

2. **Identification des causes (ou des menaces)** : On répertorie toutes les causes potentielles qui pourraient déclencher l'événement dangereux. Ces causes sont représentées à gauche de l'événement central, sous forme de branches menant à celui-ci.
3. **Identification des conséquences** : On liste toutes les conséquences possibles de l'événement dangereux. Celles-ci sont placées à droite de l'événement central, sous forme de branches partant de celui-ci.
4. **Identification des barrières de prévention** : Pour chaque cause identifiée, on détermine les mesures de contrôle ou les barrières qui peuvent empêcher l'occurrence de l'événement dangereux. Ces barrières sont représentées sur les branches reliant les causes à l'événement central.
5. **Identification des barrières de mitigation** : Pour chaque conséquence identifiée, on détermine les mesures de contrôle ou les barrières qui peuvent atténuer l'impact de l'événement dangereux si celui-ci se produit. Ces barrières sont représentées sur les branches reliant l'événement central aux conséquences.
6. **Vérification et validation** : On s'assure que toutes les causes, conséquences et barrières ont été correctement identifiées et représentées. Cette étape peut impliquer la consultation d'experts ou la révision par une équipe.
7. **Documentation et communication** : Le diagramme final est documenté pour assurer une compréhension commune des risques et des mesures de contrôle.

La figure suivante illustre un modèle des noeuds de papillons

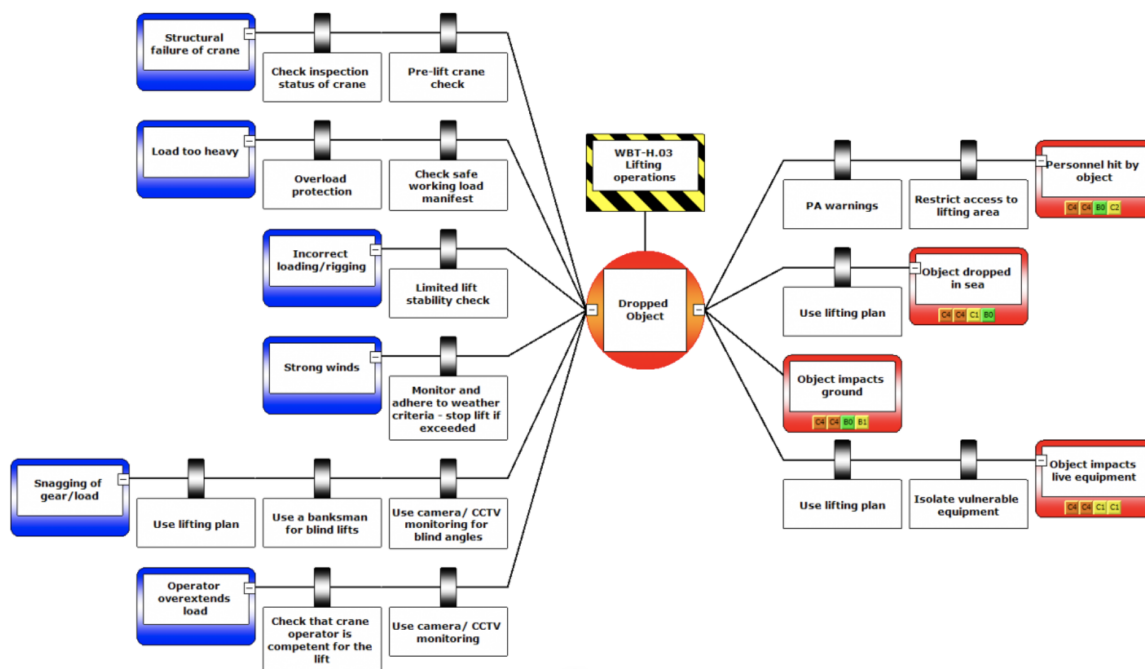


FIGURE 2.1 – Modèle de Noeud de Papillon

2.6 Méthodologie proposée par la littérature française

la littérature française propose une méthodologie structurée pour l'identification et l'évaluation des performances des Éléments Importants pour la Sécurité (EIPS). Cette méthodologie repose sur plusieurs étapes clés [11] :

- **Analyse des Risques** : Identification des scénarios d'accidents majeurs en analysant les risques potentiels. Cette étape implique l'examen des conditions d'exploitation, de l'environnement immédiat, et des synergies d'accidents possibles.
- **Définition des Fonctions de Sécurité** : Pour chaque scénario d'accident majeur, des fonctions de sécurité (prévention, protection, intervention) sont définies afin de prévenir ou limiter les conséquences des incidents.
- **Évaluation des Barrières de Sécurité** : Les barrières de sécurité sont évaluées en termes de capacité de réalisation, temps de réponse et intégrité de sécurité. Cette évaluation vise à garantir que les barrières sélectionnées sont efficaces et adaptées aux risques identifiés.
- **Sélection des EIPS** : Les éléments retenus comme EIPS sont choisis parmi les barrières de sécurité les plus performantes. Cette sélection est validée par des études supplémentaires si nécessaire.
- **Gestion et Maintien des Performances** : Une fois identifiés, les EIPS sont intégrés dans le Système de Gestion de la Sécurité (SGS) de l'entreprise. Des actions spécifiques de conception, maintenance, et tests sont mises en place pour assurer leur performance continue.

2.6.1 Critique de la Méthodologie française

Cette méthodologie, bien qu'exhaustive et systématique, présente certaines limitations notables. Une critique majeure réside dans sa nature subjective, reposant largement sur les jugements d'experts pour l'analyse des risques et la classification des équipements. Cette subjectivité peut introduire des biais et des variations dans les résultats, dépendant des compétences et des expériences des experts impliqués. De plus, le processus peut manquer de transparence et de reproductibilité, rendant difficile la comparaison entre différentes installations ou organisations. Par ailleurs, le niveau de confiance dans les évaluations peut varier, car il est étroitement lié à la qualité des jugements des experts. Pour améliorer la fiabilité et l'objectivité des évaluations des EIPS, ainsi que pour renforcer le niveau de confiance, il est important de compléter cette méthodologie par des outils quantitatifs et des techniques de validation rigoureuses.

2.7 Conclusion

Ce chapitre a présenté une synthèse des principales définitions et concepts relatifs à l'analyse des risques et eux éléments importants pour la Sécurité et pour l'Environnement (EIPS/E). On a exploré les différentes méthodologies utilisées pour évaluer les risques, telles que l'AMDEC, les arbres de défaillances et d'événements, HAZOP, et le diagramme de nœuds papillons. Ces méthodes fournissent des outils essentiels pour une analyse rigoureuse des dangers potentiels et pour l'identification des accidents majeurs ainsi que les barrières mises en place pour mitiger ses derniers.

On a également discuté de la méthodologie française pour l'étude des EIPS, tout en soulignant ses avantages et ses limites. Il est important de noter que, bien que cette méthodologie soit exhaustive et systématique, elle peut bénéficier de l'intégration de techniques quantitatives pour améliorer l'objectivité et la reproductibilité des évaluations.

Après avoir établi une base solide en présentant les concepts fondamentaux et les méthodes d'analyse des risques dans ce chapitre, nous allons maintenant passer à l'élaboration de la méthodologie spécifique utilisée dans notre étude. Le chapitre suivant détaillera la méthodologie développée pour identifier, évaluer les performances des Éléments Importants pour la Sécurité et pour l'Environnement (EIPS/E).

Chapitre 3

Méthodologie d'identification et d'évaluation de performance des EIPS/E

3.1 Introduction

Dans le présent chapitre, on commencera par décrire les étapes clés de la démarche, où on abordera les techniques d'identification et l'évaluation de performance.

La méthodologie intègre des éléments pour surmonter les limitations des approches traditionnelles, en introduisant des outils quantitatifs. Ces éléments visent à améliorer l'objectivité et la reproductibilité des évaluations. ce chapitre mettra en lumière la démarche systématique et structurée qu'on a élaboré et adopté pour notre étude. On espère ainsi offrir un cadre clair et détaillé pour la mise en œuvre des recommandations et des mesures de sécurité optimisées, contribuant ainsi à une gestion efficace des accidents majeurs dans un contexte industriel.

3.2 Identification des EIPS/E

3.2.1 Les EIPS/E techniques

Pour confirmer si une barrière particulière doit être classée comme importante pour la sécurité, il est nécessaire d'appliquer une vérification raisonnée après l'analyse en nœud papillon (bowtie analysis), Une approche est présentée ci-dessous [3] :

3.2.1.1 Identification basique

Dans cette phase, on suit un processus de décision pour déterminer si une barrière technique est un Élément Important pour la Sécurité (EIPS) en cas d'accident majeur. Le processus commence par tester toutes les barrières techniques identifiées pour l'accident majeur. Ensuite, on évalue si la défaillance de la barrière pourrait être à l'origine de l'accident ou y contribuer de manière significative. Si la réponse est "oui", la barrière est classée comme un EIPS. Si la réponse est "non", on ensuite évalue si la barrière contribue de manière significative à la prévention ou à la maîtrise de l'accident. Si la réponse à cette deuxième question est également "oui", alors la barrière est un EIPS. Si la réponse est "non", la barrière n'est pas considérée comme un EIPS.[3] le schéma ci-dessous illustre ce processus :

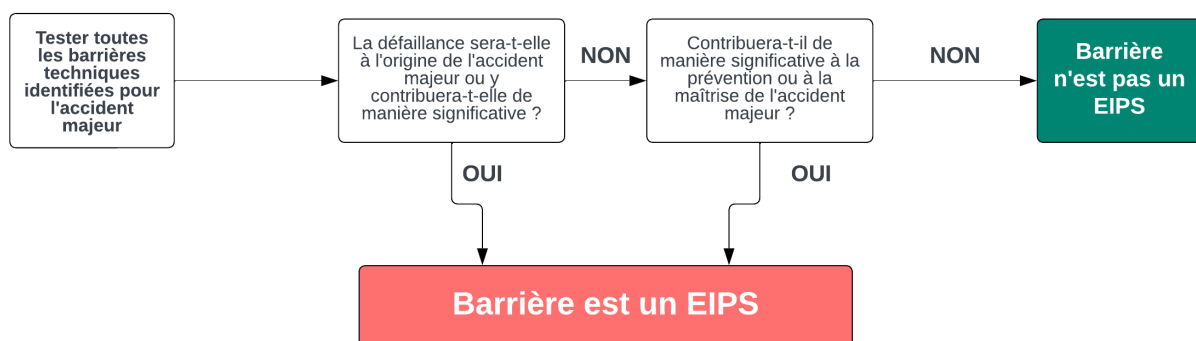


FIGURE 3.1 – Schéma illustrant le processus de l'identification basique [3]

3.2.1.2 Identification détaillée

Cette étape a pour objectif de filtrer de manière plus détaillée et précise les éléments identifiés lors de l'étape précédente, ce processus commence par vérifier si l'équipement contient des hydrocarbures ou d'autres produits dangereux. Si c'est le cas, on évalue si une défaillance entraînerait un risque important de rejet de ces produits. Si la réponse est "oui", l'équipement est classé comme un EIPSE. Sinon, on vérifie si l'équipement fait partie d'un système de contrôle, d'arrêt, d'alarme ou d'atténuation. Si c'est le cas, on évalue ensuite s'il assure des fonctions de notification ou d'atténuation en cas d'urgence. Si la réponse est "oui", il est un EIPSE. Si la réponse est "non", on examine s'il protège d'autres équipements contre une fuite importante. Si la réponse est "oui", c'est un EIPSE. Sinon, on vérifie si l'équipement pourrait causer un rejet important d'hydrocarbures provenant d'autres équipements. Si oui, on évalue si l'autre équipement dispose de ses propres mesures de protection. Si c'est le cas, l'équipement n'est pas un EIPSE, sinon il l'est. [3]

comme le montre l'illustration suivante :

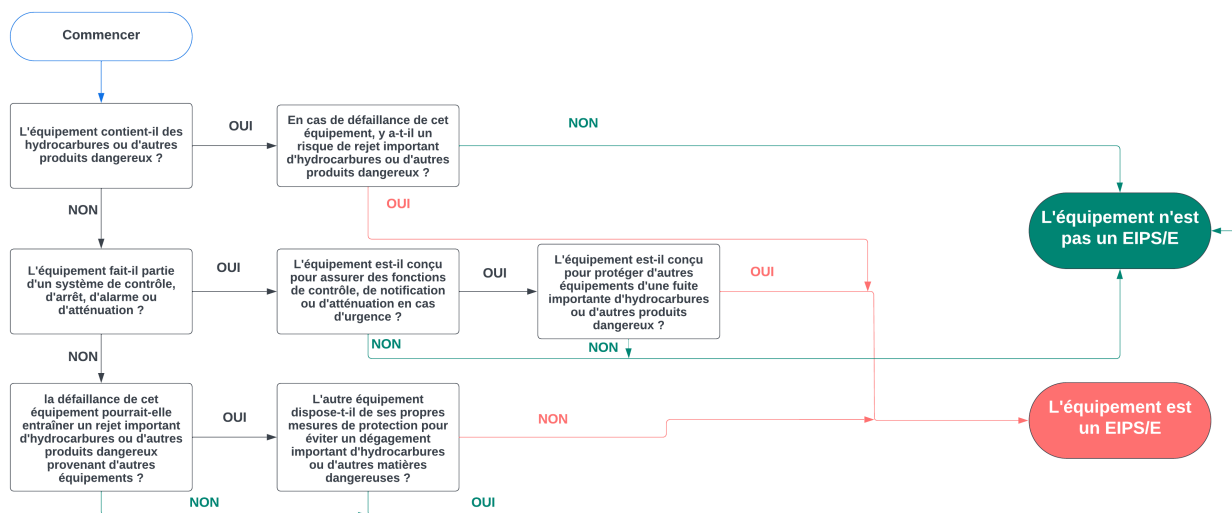


FIGURE 3.2 – Schéma illustrant le processus de l'identification détaillée[3]

3.2.2 Les EIPS/E organisationnels

3.2.2.1 Identification des procédures et des tâches importantes (critiques) pour la sécurité (cette étape concerne que les procédures de maintenance et d'exploitation)

En se basant sur l'analyse des risques pour déterminer les barrières de prévention/protection des accidents majeurs, nous répertorions toutes les procédures impliquées dans la mitigation de ces accidents. Ensuite, nous dressons la liste des tâches associées à ces procédures. Pour évaluer la criticité de ces tâches et sélectionner les barrières non techniques essentielles pour la sécurité, nous les hiérarchisons en utilisant la matrice de criticité suivante [1] :

TABLE 3.1 – Table de critère -1- de matrice de criticité (Conséquence des défaillances humaines) [1]

Conséquence	Description
Élevée (H)	Une défaillance humaine pourrait entraîner directement la réalisation d'un accident majeur.
Moyenne (M)	Une défaillance humaine peut se transformer en AM si d'autres barrières sont considérées comme présentant un risque de défaillance.
Minime (L)	Une défaillance humaine ne doit pas conduire directement ou indirectement à un AM.

TABLE 3.2 – Table de critère -2- de matrice de criticité (Degrés d'implication du personnel) [1]

Degré d'implication humaine	Description
Élevée (H)	La tâche implique des interactions humaines importantes ou complexes avec des équipements ou des processus critiques pour la sécurité.
Moyenne (M)	La tâche implique des interactions humaines simples ou limitées avec des équipements ou des processus critiques pour la sécurité.
Minime (L)	La tâche implique des interactions humaines minimales avec des équipements ou des processus critiques pour la sécurité.

TABLE 3.3 – Matrice de criticité des tâches humaines

Degré d'implication humaine	Conséquence		
	L	M	H
H			
M			
L			

Critique (importante pour la sécurité)

Moyennement prioritaire

Non critique

Une fois que on a effectué la hiérarchisation, nous considérons les tâches identifiées dans la zone rouge (priorité élevée) comme étant critiques (importantes) pour la sécurité et pour l'environnement et les procédure qui les contiennent comme étant EIPS/E.

3.2.2.2 Barrières organisationnelles identifiées par défaut

Certaines de ces barrières, par leur nature même, sont identifiées comme des éléments importants pour la sécurité et/ou pour l'environnement (EIPS/E) par défaut. Leur reconnaissance et leur gestion efficace sont donc essentielles pour garantir des opérations sûres et respectueuses de l'environnement.

1. **Zonage ATEX**

Le zonage ATEX est la carte des dangers dans les usines : il classe les endroits où les explosions pourraient se produire. C'est indispensable pour éviter les accidents majeurs, car ça permet de savoir exactement où il y a des risques et de prendre les mesures nécessaires pour les réduire. En définissant clairement les zones à risque, le zonage ATEX joue un rôle clé pour protéger les travailleurs et les installations industrielles, en s'assurant que tout le monde navigue en toute sécurité dans ce monde parfois explosif.

2. **Système permis de travail**

Le système de permis de travail, c'est le feu vert dans une zone à risques : il donne le feu vert aux travailleurs pour effectuer des tâches spécifiques en toute sécurité. C'est fondamental pour prévenir les accidents majeurs, car cela garantit que chaque tâche est planifiée, évaluée et supervisée correctement, réduisant ainsi les risques. En donnant un cadre clair et des directives précises, le système de permis de travail assure que chaque étape est effectuée en toute sécurité, protégeant ainsi les travailleurs et préservant l'intégrité des installations industrielles.

3. **Plan d'évacuation**

Le plan d'évacuation est fondamental pour la sécurité car il fournit des directives claires sur la manière de quitter rapidement et en toute sécurité les lieux en cas d'urgence. Il est essentiel pour minimiser les risques pour les vies humaines et limiter les impacts environnementaux potentiels lors d'incidents graves. En tant qu'élément important pour la sécurité et l'environnement (EIPS/E), il garantit une réponse organisée et efficace, protégeant les travailleurs.

4. **Plan Interne D'Intervention (PII)**

Le Plan Interne d'Intervention (PII) est essentiel pour la sécurité car il détaille les actions à prendre immédiatement en cas d'incident. Il permet de minimiser les risques pour les personnes et de contrôler les impacts environnementaux lors d'urgences. En tant qu'élément important pour la sécurité et l'environnement (EIPS/E), il assure une réponse rapide et coordonnée, protégeant ainsi les travailleurs, les installations et l'environnement.

3.3 Évaluation de performance

3.3.1 Évaluation des barrières techniques

Pour réaliser l'évaluation des performances des barrières techniques, on adopté les critères FARSI (Functionality, Availability, Reliability, Survivability, Interdependencies), qui permettent une analyse approfondie et multifacette des barrières techniques. Cependant, avant de procéder à cette évaluation, il est crucial de déterminer les niveaux de SIL (Safety Integrity Level) recommandés en utilisant la méthode du graphe de risque.[3]

3.3.1.1 Détermination des niveaux SIL recommandés par la méthode graphe de risque

Le graphe de risque, en tant que méthode qualitative, peut être décrit comme un arbre de décision où quatre paramètres de risque, suffisamment génériques pour couvrir une large gamme d'applications, sont combinés pour déterminer le niveau SIL requis. Le graphe de risque repose sur l'équation caractéristique suivante :[12]

$R = \text{fréquence}(f) \times \text{conséquence}(C)$

$$R = \text{fréquence}(f) \times \text{conséquence}(C)$$

Où :

- **R** représente le risque sans tenir compte des systèmes instrumentés de sécurité (SIS).
- **f** est la fréquence de l'événement dangereux (accident) en l'absence de SIS, généralement décomposée en trois facteurs :
 - o **C** : la conséquence de l'événement dangereux,
 - o **F** : la durée d'exposition au danger,
 - o **P** : la possibilité d'éviter l'événement dangereux,
- On note une **Echelle W** qui est le taux de demande sans protection.

Le processus du graphe de risque se déroule comme suit : en combinant les paramètres de risque mentionnés ci-dessus, on peut développer une courbe de risque. Les paramètres **C**, **F** et **P** déterminent l'une des six sorties possibles : **X1**, **X2**, ..., **X6**. Chaque sortie est associée à un des trois niveaux d'échelle **W** (**W1**, **W2** et **W3**). Les points d'intersection entre ces sorties et les niveaux d'échelle fournissent des indications sur le niveau de sécurité requis, pris en charge par les systèmes **E/E/PE** (Électrique/Électronique/Électronique Programmable) pour la sécurité du système :

- Les numéros 1 à 4 correspondent aux quatre niveaux de sécurité **SIL** (Safety Integrity Level).
- La lettre "a" indique un niveau de risque faible sans exigences de sécurité spécifiques, correspondant à une probabilité de défaillance inférieure à celle du **SIL1**.
- La lettre "b" signale des situations spécifiques où un seul système de sécurité ne suffit pas à réduire les risques de manière adéquate.

En appliquant cette méthode, nous pouvons déterminer de manière systématique les niveaux de **SIL** nécessaires pour chaque scénation d'accident identifié, assurant ainsi un niveau de protection approprié contre les risques identifiés dans notre processus.

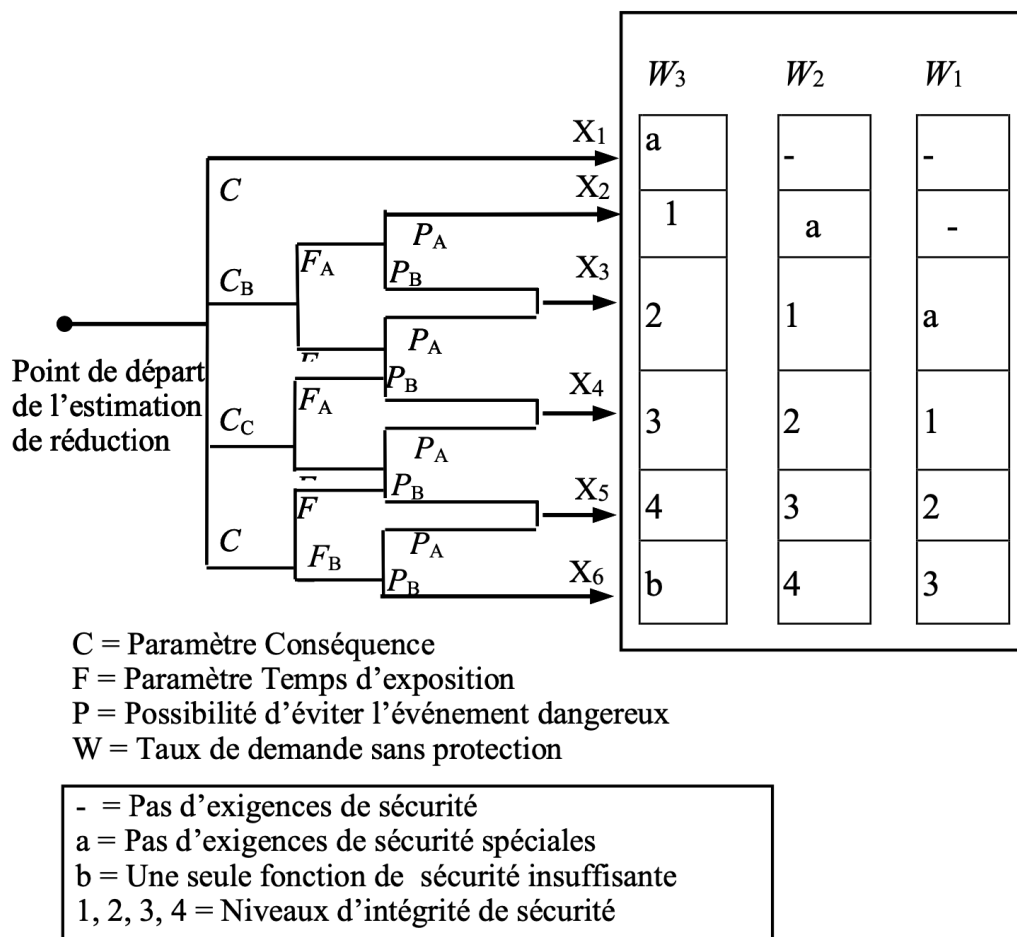


FIGURE 3.3 – Graphe de risque selon la norme IEC 61508 pour l'allocation de SIL

TABLE 3.4 – Table de classification des paramètres de risque

Paramètres	Classification	Description
Gravité des conséquences	CA	Dégât mineur
	CB	Dégât sérieux
	CC	Plusieurs dégâts
	CD	Des dégâts catastrophiques
Temps d'exposition	FA	Exposition modérée
	FB	Fréquent
Possibilité d'éviter le phénomène dangereux	PA	Possible
	PB	Impossible
Probabilité d'apparition d'un accident	W1	Improbable
	W2	Peu probable
	W3	Très probable

3.3.1.2 Critères de performance

Les critères de performance sont les paramètres par rapport auxquels les EIPS/E peuvent être évaluées pour s'assurer qu'elles réduisent le risque d'accidents majeurs à un niveau ALARP. Ces critères permettent d'évaluer l'efficacité des EIPS et d'identifier la nécessité de prendre des mesures correctives en cas d'écart par rapport à ces critères ou de tendances en matière de performance.

On introduit les critères FARSI (Functionality, Availability, Reliability, Survivability, Interdependencies) comme ceci[3] :

- **Fonctionnalité (Functionality)** : C'est une fonction spécifique que doit remplir le composant EIPS/E dans le cadre de l'atténuation du risque des accidents majeurs associés.
- **Disponibilité (Availability)** : La disponibilité est liée à la probabilité attendue qu'une EIPS/E fonctionne comme prévu "à la demande" à tout moment et est exprimée en unités de probabilité. Elle est souvent exprimée en termes de probabilité de défaillance à la demande (PFD). La disponibilité fait généralement référence à un EIPS/E qui reste en arrière-plan jusqu'à ce qu'il soit requis ("à la demande"), tel qu'une soupape de sécurité à pression.
- **Fiabilité (Reliability)** : La fiabilité est liée à la probabilité attendue qu'un EIPS/E fonctionne comme prévu pendant une période de temps donnée. Elle est exprimée en unités de fréquence. Elle est généralement exprimée en taux de défaillance. La fiabilité est également exprimée par le temps moyen entre les défaillances (MTBF), qui est l'inverse du taux de défaillance. La fiabilité se réfère généralement à un EIPS/E qui est utilisé en permanence.
- **Capacité de survie (Survivability)** : Le système EIPS/E fonctionnera-t-il aussi longtemps que nécessaire en cas d'urgence? (Ce paramètre est déduit d'après l'étude de dimensionnement de l'équipement).

- **Interdependences(Interdependencics) :** Dans quelle mesure l'EIPS/E dépend-il d'autres systèmes pour pouvoir remplir sa fonction? Là on spécifie tout EIPS/E qui interagit directement avec l'EIPS/E spécifié et qui peut avoir un impact sur leur capacité à atteindre les critères de performance énoncés.

3.3.2 Évaluation des barrières organisationnelles (Non-techniques)

Contrairement aux barrières techniques, dont les performances peuvent être mesurées à l'aide de critères standardisés et de données quantitatives, les EIPS/E non-techniques varient considérablement en fonction des spécificités de chaque organisation et de leur mise en œuvre.

Ces barrières Leur évaluation ne peut pas être généralisée en raison de la diversité des contextes et des environnements dans lesquels elles opèrent. Chaque organisation a ses propres particularités culturelles, structurelles et opérationnelles qui influencent l'efficacité de ces mesures.

Il est important de reconnaître que les EIPS/E non-techniques jouent un rôle tout aussi vital que les barrières techniques dans la prévention des accidents majeurs et la réduction des risques. Cependant, leur nature qualitative et souvent subjective nécessite une approche d'évaluation flexible et adaptable. Cela implique d'analyser non seulement la conception et la mise en œuvre de ces mesures, mais aussi leur pertinence et leur efficacité dans le contexte spécifique de l'organisation.

Pour clarifier et structurer cette évaluation, On va introduire des tableaux des indicateurs de performances pour chacune des barrières identifiées. Ces tableaux fourniront des cadres de référence précis pour évaluer les performances des EIPS/E non-techniques et assurer qu'elles répondent aux exigences de sécurité et environnementales [13],[14], [15] :

TABLE 3.5 – Indicateurs de Performance des procédures de maintenance/exploitation

Indicateur de Performance	Description
Temps d'exécution	Le taux de réussite représente le pourcentage de procédures de sécurité réalisées avec succès sans déviations ni erreurs.
Taux de réussite	Le taux de réussite représente le pourcentage de procédures de sécurité réalisées avec succès sans déviations ni erreurs.
Nombre d'incidents	Le nombre d'incidents fait référence au nombre total d'événements de sécurité enregistrés pendant l'exécution de la procédure concernée.
Impact sur la production	L'impact sur la production évalue comment les procédures de sécurité influencent la continuité et l'efficacité des opérations de production. Un faible impact indique une bonne intégration des mesures de sécurité sans perturbations majeures.

NOTE : Toutes les procédures de maintenances/exploitation doivent inclure l'exigence qui concerne le respect des barrières suivantes :

- Le respect du zonage ATEX.
- L'utilisation du matériel convenable au zones ATEX.
- L'obtention de l'autorisation nécessaire pour intervenir (par le biais du permis de travail).
- L'intervenant qui exécute la procédure doit porter les EPIs nécessaires et suffisants, propres à chaque tâche.

TABLE 3.6 – Indicateurs de Performance du PII

Indicateur	Description
Taux de formation	Pourcentage de personnel formé aux procédures d'intervention
Simulation d'exercices	Nombre et fréquence des exercices de simulation effectués
Temps de réponse	Durée moyenne entre l'alerte et le début de l'intervention
Efficacité de la communication	Évaluation de la clarté et rapidité de la communication pendant les interventions
Interopérabilité	Niveau de collaboration entre les différentes équipes d'intervention
Évaluation des procédures	Pourcentage de procédures suivies correctement
Temps de retour à la normale	Durée moyenne pour revenir à un état normal après une intervention
Leçons apprises	Nombre de recommandations mises en œuvre après les exercices/sinistres
Satisfaction des parties prenantes	Retour des parties prenantes sur la gestion de l'intervention

NOTE : On mentionne que les indicateurs qui concerne le PII sont associées à des critères bien définies comme ceci [16], [17] :

- **Critère de préparation :** Taux de formation, Simulation d'exercices.
- **Critère de Réponse :** Temps de réponse, Efficacité de communication.
- **Critère de Coordination :** Interopérabilité, Evaluation des procédures.
- **Critère de Récupération :** Temps de retour à la normale.
- **Critère de retour d'expérience :** Leçons apprises, retour des parties prenantes sur la gestion de l'intervention.

TABLE 3.7 – Indicateurs de Performance du Permis de travail

Indicateur	Description
Taux d'incidents	Nombre d'incidents liés aux permis par 100 permis délivrés
Fréquence des quasi-accidents	Nombre de quasi-accidents par 100 permis délivrés
Temps moyen d'approbation	Durée moyenne pour approuver les permis
Temps moyen de fermeture	Durée moyenne pour clôturer les permis après travaux
Adhésion aux procédures	Pourcentage de permis conformes aux procédures établies
Résultats des audits	Nombre de non-conformités trouvées lors des audits
Score de satisfaction	Note moyenne de satisfaction des employés

NOTE : On mentionne que les indicateurs qui concerne le permis de travail sont associées à des critères bien définies comme ceci [18], [19] :

- **Critère de Sécurité :** Taux d'incidents, Fréquence des quasi-accident.
- **Critère de l'Efficacité :** Temps moyen d'approbation, Efficacité de fermeture.
- **Critère de Conformité :** Adhésion aux procédures, Résultats des audits.
- **Critère de Retour de employés :** Score de satisfaction.

3.4 Conclusion

Le chapitre a débuté par une présentation des différentes méthodologies d'analyse des risques utilisées, notamment la méthode HAZOP et les diagrammes en nœud de papillon. Ces outils permettent une identification des risques et des accidents majeurs dans les processus industriels. La schématisation des accidents majeurs à travers le diagramme Bow-Tie a été détaillée, offrant une vision claire des causes, conséquences et barrières de prévention et de mitigation.

L'identification des EIPS/E, qu'ils soient techniques ou organisationnels, a été structurée en plusieurs étapes. Une distinction claire a été faite entre l'identification basique et détaillée des EIPS/E techniques. De plus, l'importance des procédures et d'autres barrières critiques pour la sécurité a été soulignée.

Pour l'évaluation des performances des barrières, les critères FARSI (Functionality, Availability, Reliability, Survivability, Interdependencies) ont été introduits. Cette approche permet une analyse multifacette des barrières techniques, garantissant ainsi une évaluation exhaustive de leur efficacité. Les barrières organisationnelles, bien que qualitatives, ont également été structurées à travers des tableaux d'indicateurs de performance, offrant des cadres de référence précis pour leur évaluation.

La méthodologie développée dans ce chapitre met en avant une approche systématique et objective pour l'identification et l'évaluation des EIPS/E.

La méthodologie développée dans ce chapitre met en avant une approche objective pour l'identification et l'évaluation des EIPS/E, cette méthodologie sera appliquée sur un cas réel qui le cas de la station de pompage (SP1) et sera démontré lors du chapitre suivant.

Chapitre 4

Application de la méthodologie
d'identification et d'évaluation de
performance des EIPS/E sur le cas de
la station de pompage SP1

4.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons illustrer l'application pratique de la méthodologie d'identification et d'évaluation de performance des Éléments Importants pour la Sécurité et pour l'Environnement (EIPS/E) élaborée, et mentionnée lors du chapitre 3 en prenant pour cas d'étude la station de pompage SP1.

4.2 Analyse des risques(Révision de la HAZOP existante)

Lors de cette étape on a pris en charge la révision d'une étude HAZOP déjà existante. On a vérifié si les recommandations formulées lors de cette étude avaient été mises en œuvre correctement. De plus, on a introduit et adopté une matrice de criticité, qui n'était pas utilisée auparavant. Cette matrice permet de hiérarchiser les risques et de faciliter l'identification des accidents majeurs. Enfin, on a élaboré le nouveau tableau de la HAZOP avec l'évaluation de la criticité des événements. La matrice adoptée est mentionnée ci-dessous [2] :

TABLE 4.1 – Catégories des fréquences [2]

Code	Description	Fréquence
IMP	Survenu dans l'industrie mondiale mais pas à SH	1,00E-04
ELO	Survenu dans un autre site de SH	1,00E-03
OCC	Survenu dans le même site	1,00E-02
PROB	Survenu plusieurs fois dans l'année dans le même site	1,00E-01
FREQ	Survenu plusieurs fois dans l'année dans le même endroit ou durant la même opération	1,00E+00

TABLE 4.2 – Catégories des conséquences [2]

Code	Description
CAT	Effets massives avec effets irréversibles
SEV	Effets majeurs
CR	Effets limités
MAR	Effets mineurs
NEG	Effets légers

TABLE 4.3 – Matrice des risques [2]

Conséquence	Probabilité				
	IMP	ELO	OCC	PROB	FREQ
CAT	3	3	3	3	3
SEV	2	2	3	3	3
CR	2	2	2	2	3
MAR	1	2	2	2	2
NEG	1	1	1	2	2

TABLE 4.4 – Tableau de l'étude HAZOP

Déviations	Cause	Conséquences	C	P	R	Mesures de sécurité

Les résultats détaillés de la HAZOP sont mentionnés dans **ANNEXE A**

4.3 Identification des accidents majeurs

D'après les résultats de l'étude HAZOP, tous les les évènement causant une perte de confinement et se trouvent dans la zone de criticité **3 (rouge)** sont identifiés comme des accidents majeurs.

La liste ci-dessous dénonce les accidents majeurs qui peuvent avoir lieu au sein de la station de pompage SP1 :

- Perte de confinement dans le système de filtration de captage de la poudre noir et banc de comptage (ELR1).
- Perte de confinement dans le système de filtration de captage de la poudre noir et banc de comptage (LR1).
- Perte de confinement dans le système de filtration de captage de la poudre noir et banc de comptage (CINA).
- Perte de confinement dans le système de filtration de captage de la poudre noir et banc de comptage (ZCINA).
- Perte de confinement dans le collecteur d'aspiration.
- Perte de confinement dans les pomperie.
- Perte de confinement dans l'unité de conditionnement de gaz.

4.4 Schématisation des accidents majeurs avec les noeuds papillons

Après l'identification des accidents majeurs on passe à l'étape de schématisation par l'outil noeuds papillons. Suivant un approches qui favorise les conséquences des accidents, en ne tenant compte que les résultats des accidents.

Prendrons le cas de perte de confinement dans l'unité de conditionnement de gaz dont la schématisation est mentionnée ci-dessous :

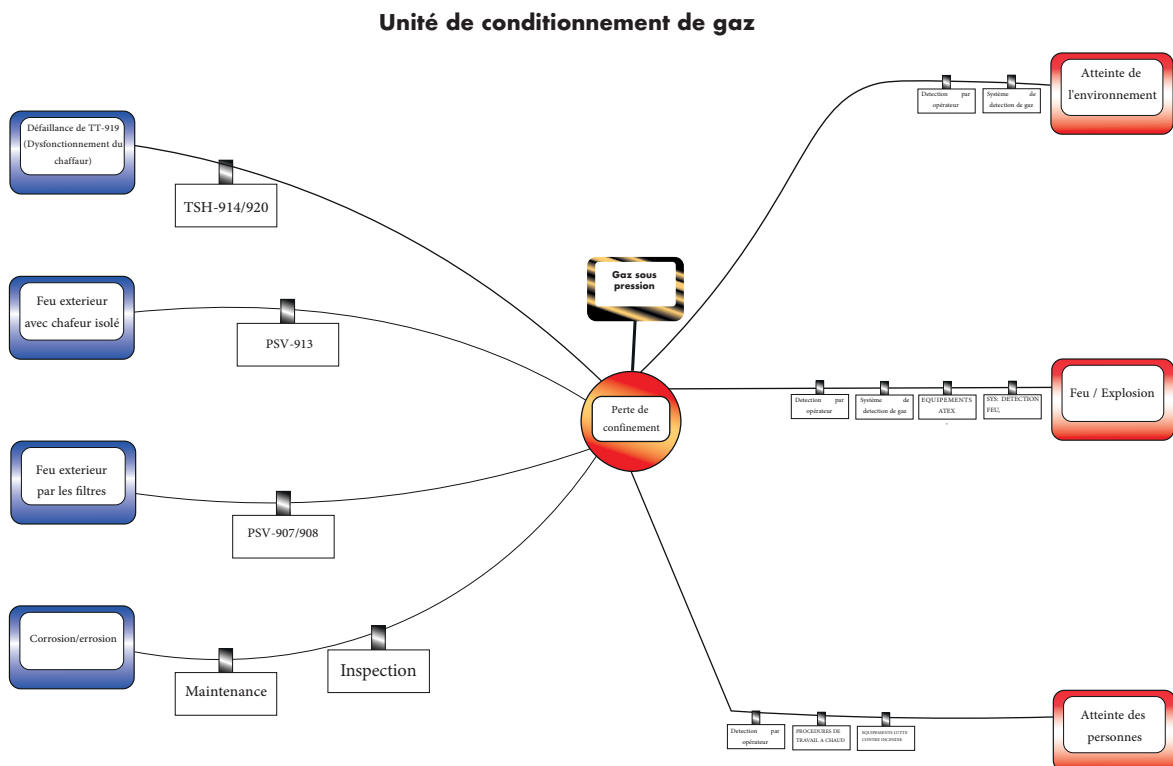


FIGURE 4.1 – Noeud papillon pour la perte de confinement dans l'unité de conditionnement de gaz

Note : On note que le reste des noeuds réalisés sont mentionnés dans **L'annexe B**

4.5 Identification des barrières techniques

Pour identifier les barrières techniques comme Éléments Importants pour la Sécurité et pour l'Environnement (EIPS/E) dans le cas de la station de pompage SP1, nous avons suivi un processus méthodologique mentionné lors du chapitre 3. Voici comment cette méthode a été appliquée à chaque barrière technique :

PSHH (Pressure Safety High-High)

- **Identification de base** : Nous avons testé le PSHH pour voir s'il contribue de manière significative à la prévention ou à la maîtrise d'un accident majeur. Sa défaillance serait à l'origine de l'accident majeur ou y contribuerait de manière significative.
- **Identification détaillée** : Le PSHH contient des hydrocarbures et, en cas de défaillance, il y a un risque de rejet important de produits dangereux. Il est conçu pour des fonctions de contrôle en cas d'urgence, donc il a été identifié comme EIPS.

Système F&G (Fire and Gas System)

- **Identification de base** : Le système F&G est évalué pour sa capacité à détecter les gaz et incendies. Sa défaillance serait à l'origine de l'accident majeur ou y contribuerait de manière significative.
- **Identification détaillée** : Le système F&G est conçu pour détecter des produits dangereux et, en cas de défaillance, il y a un risque de rejet important. Il assure des fonctions critiques de contrôle en cas d'urgence, le qualifiant comme EIPS.

PSV (Pressure Safety Valve)

- **Identification de base** : La PSV est testée pour sa capacité à relâcher la pression excessive et prévenir une surpression. Sa défaillance contribuerait de manière significative à l'accident majeur.
- **Identification détaillée** : La PSV contient des hydrocarbures et, en cas de défaillance, entraînerait un rejet important. Elle est conçue pour des fonctions de contrôle en cas d'urgence, donc elle est identifiée comme EIPS.

TSV (Temperature Safety Valve)

- **Identification de base** : La TSV est évaluée pour sa capacité à réguler la température et prévenir des températures dangereuses. Sa défaillance serait à l'origine de l'accident majeur ou y contribuerait de manière significative.
- **Identification détaillée** : La TSV est conçue pour contrôler des températures dangereuses et, en cas de défaillance, pourrait entraîner des conditions critiques. Elle assure des fonctions de contrôle en cas d'urgence, donc elle est identifiée comme EIPS.

TSH (Temperature Safety High)

- **Identification de base** : Le TSH est testé pour son rôle dans la détection de températures anormalement élevées. Sa défaillance contribuerait de manière significative à l'accident majeur.
- **Identification détaillée** : Le TSH contient des produits dangereux et, en cas de défaillance, entraînerait un rejet significatif. Il est conçu pour des fonctions de contrôle en cas d'urgence, le qualifiant comme EIPS.

En suivant ces étapes d'identification de base et détaillée, utilisant les critères mentionnés dans les diagrammes, nous avons pu nous assurer que toutes les barrières critiques de la station de pompage SP1 sont correctement identifiées et évaluées, garantissant une gestion efficace des risques et une sécurité renforcée.

Note : On note que le système F&G est composé par plusieurs éléments et pour cela, il sera nommé **Chaîne Importante Pour la Sécurité et pour l'Environnement(IPS)**

4.6 Identification des EIPS/E non-techniques

D'après les diagrammes noeuds papillons les barrières organisationnelles identifiées sont les suivantes :

- Procédure de changement de filtre(Maintenance).
- Plan Interne d'Intervention (PII).
- Le permis de travail.

On a appliqué la démarche mentionné dans le chapitre 3 sur la procédure de maintenance afin de déterminer si cette procédure est importante pour la sécurité et on est aboutit au résultat démontré dans le tableau suivant :

TABLE 4.5 – Analyse hiérarchique de tâches de la procédure de changement des filtres.

Tâche	Dangers Potentiels	Conséquences	Degré d'implication	Criticité
Préparation de la zone	Inadéquante isolation de la zone de travail	Moyenne	Moyenne	Orange
Retrait de l'ancien filtre	Fuites de gaz, dispersion de poudre noire	Élevée	Élevée	Rouge
Inspection et nettoyage	Résidus de poudre noire, manipulation incorrecte	Moyenne	Moyenne	Orange
Installation du nouveau filtre	Montage incorrect, fuites de gaz	Moyenne	Élevée	Rouge
Test et remise en service	Non-détection de fuites, étincelles	Faible	Élevée	Orange

Commentaire : On constate que la procédure de changement des filtres (Maintenance) contient des tâches critiques pour la sécurité ce qui rend la procédure importante pour la sécurité. **Note** : On note que le PII et le permis de travail sont identifiées comme importants pour la sécurité par défaut selon la méthode adoptée.

4.6.1 Listes des EIPS/E non-techniques propres à la station de pompage SP1

Après l'application de la méthodologie on peut dire que les barrières organisationnelle suivantes :

- Procédure de changement de filtre(Maintenance).
- Plan Interne d'Intervention (PII).

- Le permis de travail.

Sont des barrières importantes pour la sécurité et pour l'environnement autrement dit des EIPS/E.

4.7 Évaluation des performances des EIPS/E techniques

4.7.1 Détermination des niveaux SIL requis

4.7.1.1 Les accidents schématisés par les Nœuds 1, 2, 3, 4

Description du Scénario

Les nœuds analysés (qui sont similaires, seule la ligne diffère) comportent plusieurs points de défaillance, tels que des vannes de contrôle de flux défaillantes, rupture de la ligne amont, filtres colmatés, et des systèmes de détection de gaz et incendie. Les conséquences de la perte de confinement incluent, l'atteinte de l'environnement, feu/explosion, et atteinte des personnes.

Critères de Risque

1. Fréquence d'exposition au danger (F) : FB (Exposition fréquente)

Car : Le système semble être en fonctionnement continu avec plusieurs possibilités de défaillance (défaillance des vannes, rupture de la ligne amont, colmatage des filtres, etc.), ce qui suggère une exposition fréquente.

2. Possibilité d'éviter le danger (P) : PB (Évitable avec certaines actions)

Car : Il existe plusieurs systèmes de détection et de procédure (détection par opérateur, système de détection de gaz, équipements ATEX, etc.), mais certains incidents peuvent être difficiles à éviter rapidement.

3. Gravité des conséquences (C) : CC (Plusieurs dégâts)

Car : Les conséquences incluent l'atteinte de l'environnement, le feu/explosion et l'atteinte des personnes. Ces événements peuvent être très graves.

4. Probabilité d'occurrence d'un événement dangereux (W) : W3 (Peu probable)

Car : La présence de multiples points de défaillance suggère une probabilité élevée de survenance d'un événement dangereux.

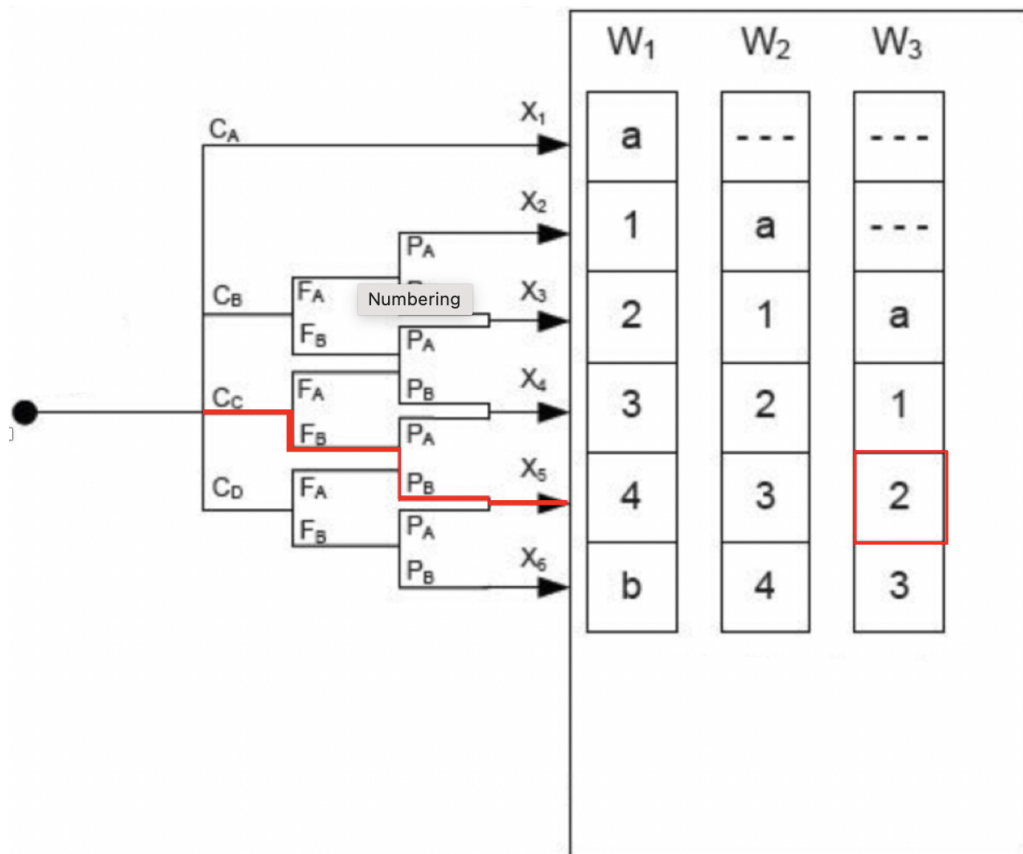


FIGURE 4.2 – Détermination de niveau SIL pour le cas des noeuds 1,2,3,4

En suivant les critères mentionnés (FB, PB, CC, W3) sur le graphe de risque, nous déterminons que le niveau SIL recommandé est : **SIL 2**.

4.7.1.2 Les accidents schématisés par les Nœuds 5

Description du Scénario

Le nœud analysé comporte plusieurs points de défaillance, tels que des défauts de soudure, corrosion, fonctionnement dégradé, et des systèmes de détection de gaz et incendie. Les conséquences incluent l'atteinte de l'environnement, feu/explosion, et atteinte des personnes.

Critères de Risque

- **Fréquence d'exposition au danger (F) : FB (Exposition fréquente)**
Car : Le système décrit des conditions variées telles que la détection par opérateur, les systèmes de détection de gaz et incendie, et plusieurs scénarios de défaillance comme la corrosion, le défaut de soudure, et le fonctionnement dégradé. Cela suggère une exposition relativement fréquente.
- **Possibilité d'éviter le danger (P) : PB (Évitable avec certaines actions)**
Car : Il existe plusieurs mesures de détection et de prévention (équipements ATEX, procédures de travail à chaud, équipements de lutte contre incendie), mais certains incidents peuvent être difficiles à éviter immédiatement.
- **Gravité des conséquences (C) : CC (Plusieurs dégâts)**
Car : Les conséquences incluent l'atteinte de l'environnement, le feu/explosion, et l'atteinte des personnes. Ces événements peuvent être très graves.

- **Probabilité d'occurrence d'un événement dangereux (W) : W2 (Peu probable)**
Car : La présence de multiples points de défaillance suggère une probabilité non négligeable de survenance d'un événement dangereux.

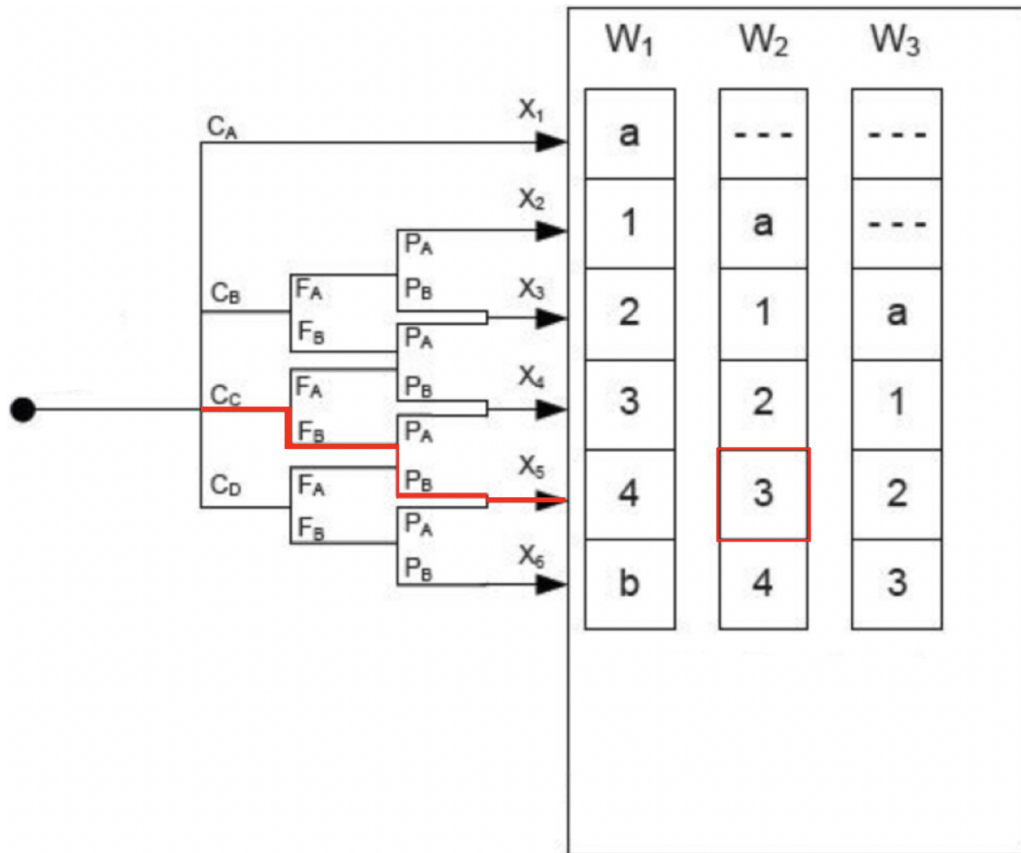


FIGURE 4.3 – Détermination de niveau SIL pour le cas du nœud 5

En suivant les critères mentionnés (FB, PB, CC, W2) sur le graphe de risque, nous déterminons que le niveau SIL recommandé est : **SIL 3**.

4.7.1.3 Les accidents schématisés par les Nœuds 6

Description du Scénario

Le nœud analysé comporte plusieurs points de défaillance, tels que la fermeture accidentelle de la vanne, la corrosion, et la rupture de la ligne aval, ainsi que des systèmes de détection de gaz et incendie. Les conséquences incluent l'atteinte de l'environnement, feu/explosion, et atteinte des personnes.

Critères de Risque

- **Fréquence d'exposition au danger (F) : FB (Exposition fréquente)**
Car : Le système décrit des conditions variées telles que la détection par opérateur, les systèmes de détection de gaz et incendie, et plusieurs scénarios de défaillance comme la fermeture accidentelle de la vanne, la corrosion, et la rupture de la ligne aval. Cela suggère une exposition relativement fréquente.
- **Possibilité d'éviter le danger (P) : PB (Évitable avec certaines actions)**
Car : Il existe plusieurs mesures de détection et de prévention (équipements ATEX, pro-

cédures de travail à chaud, équipements de lutte contre incendie), mais certains incidents peuvent être difficiles à éviter immédiatement.

- **Gravité des conséquences (C) : CC (Plusieurs dégâts)**

Car : Les conséquences incluent la perte de confinement, l'atteinte de l'environnement, le feu/explosion, et l'atteinte des personnes. Ces événements peuvent être très graves.

- **Probabilité d'occurrence d'un événement dangereux (W) : W2 (Peu probable)**

Car : La présence de multiples points de défaillance suggère une probabilité non négligeable de survenance d'un événement dangereux.

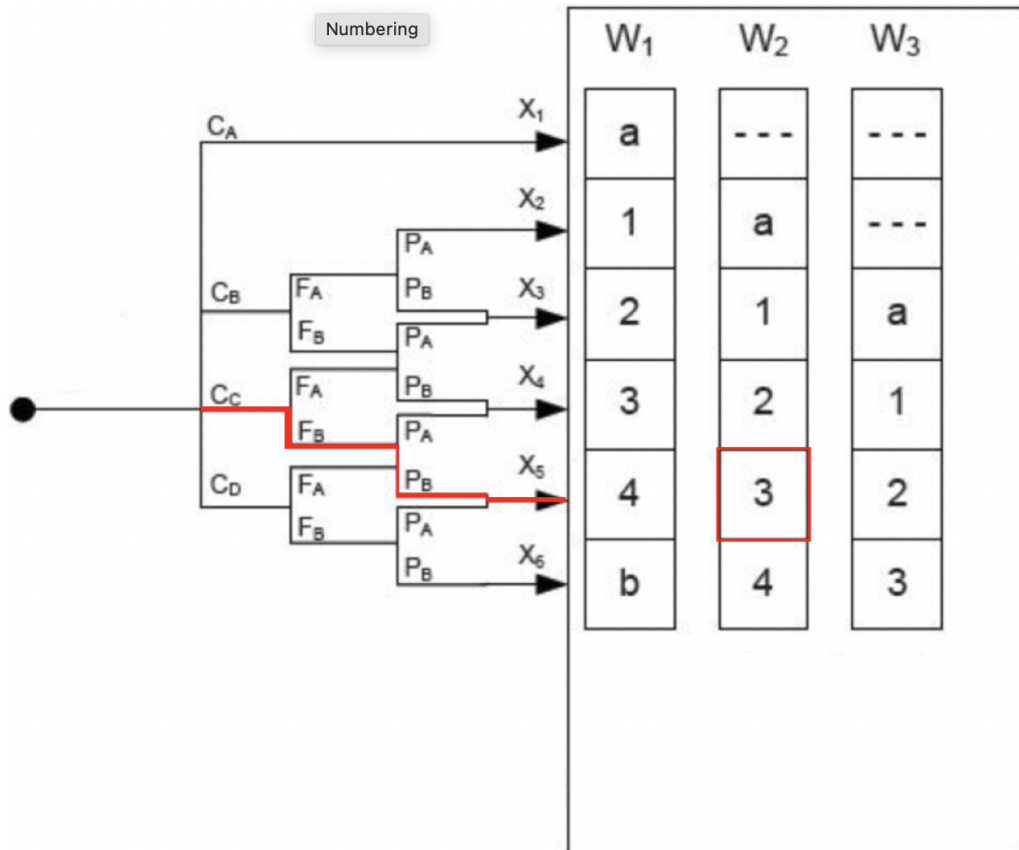


FIGURE 4.4 – Détermination de niveau SIL pour le cas du nœud 6

En suivant les critères mentionnés (FB, PB, CC, W2) sur le graphe de risque, nous déterminons que le niveau SIL recommandé est : **SIL 3**.

4.7.1.4 Les accidents schématisés par les Nœuds 7

Description du Scénario

Le nœud analysé comporte plusieurs points de défaillance, tels que la défaillance de TT-919, la corrosion/érosion, et des systèmes de détection de gaz et incendie. Les conséquences incluent l'atteinte de l'environnement, feu/explosion, et atteinte des personnes.

Critères de Risque

- **Fréquence d'exposition au danger (F) : FA (Exposition modérée)**

Car : Le système décrit plusieurs scénarios de défaillance, mais nous considérons une fréquence d'exposition modérée.

- **Possibilité d'éviter le danger (P) : PB (Invraisemblable)**
Car : Il existe plusieurs mesures de détection et de prévention (équipements ATEX, procédures de travail à chaud, équipements de lutte contre incendie), mais dans ce cas, le danger ne peut être évité.
- **Gravité des conséquences (C) : CB (Dégât sérieux)**
- **Probabilité d'occurrence d'un événement dangereux (W) : W2 (Peu probable)**
Car : La probabilité est modérée.

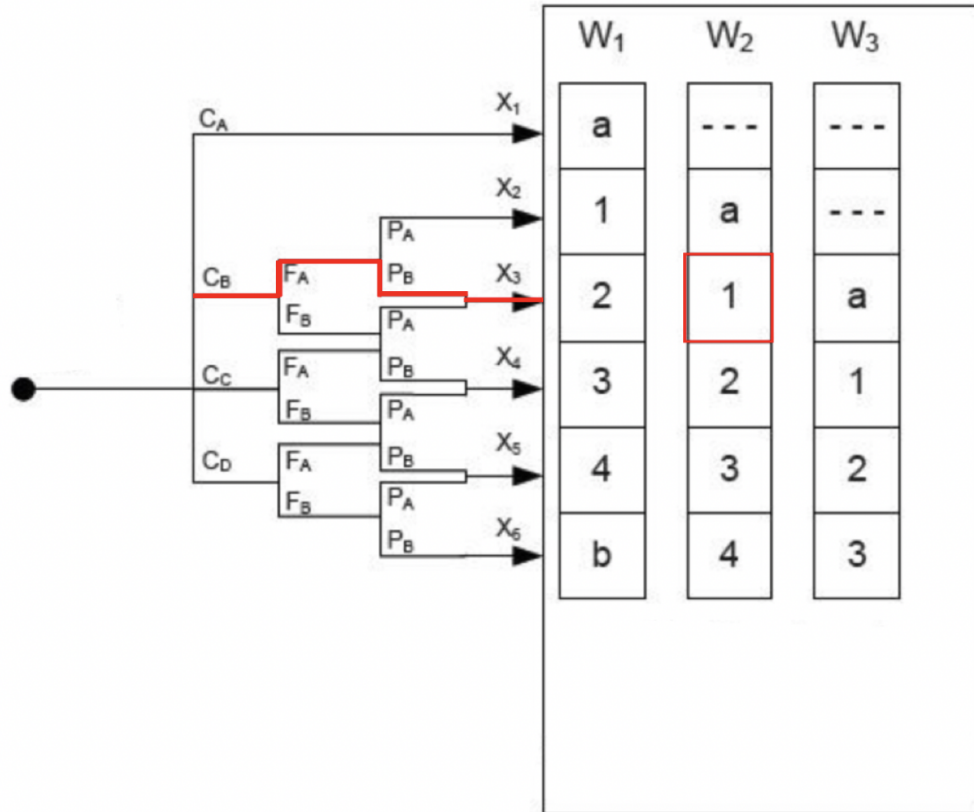


FIGURE 4.5 – Détermination de niveau SIL pour le cas du noeud 7

En suivant les critères mentionnés (FA, PB, CB, W2) sur le graphe de risque, nous déterminons que le niveau SIL recommandé est : **SIL 1**.

4.7.2 Application du principe FARSI sur les EIPS/E techniques identifiés

Les tableaux des résultats sont mentionnés dans l'annexe C

Interprétation du tableau d'évaluation des EIPS/E techniques

Le tableau fournit une évaluation critique des différents éléments importants pour la sécurité et l'environnement (EIPS/E) utilisés la station de pompage SP1. Voici une discussion approfondie des résultats :

PSHH (Pressure Safety High-High)

- **Fonctionnalité et Performances** : Le PSHH montre une excellente capacité à détecter et signaler des pressions élevées anormales, déclenchant des actions de sécurité essentielles.
- **Fiabilité et Disponibilité** : Avec une MTBF de 100 000 heures et une disponibilité de 99,998%, il démontre une fiabilité exceptionnelle, minimisant les interruptions et assurant une opération continue.
- **Capacité de survie et Interdépendance** : Sa résistance à des températures extrêmes et à des environnements corrosifs, combinée à son intégration avec le DCS, assure non seulement sa longévité mais aussi une interaction efficace avec d'autres systèmes de contrôle, renforçant ainsi la robustesse du système global.
- **Conclusion** : Le PSHH est performant et fiable, adapté pour des environnements industriels exigeants.

TSV-X11 (Temperature Safety Valve)

- **Fonctionnalité et Performances** : La TSV-X11 régule efficacement la température, garantissant une stabilité et sécurité thermique.
- **Fiabilité et Disponibilité** : À l'instar du PSHH, avec une MTBF de 100 000 heures et une disponibilité de 99,998%, la TSV-X11 est très fiable.
- **Capacité de survie et Interdépendance** : Sa résistance aux environnements hostiles et son intégration avec le DCS montrent une capacité de survie élevée et une interopérabilité.
- **Conclusion** : Bien que performant, il est noté comme non conforme aux niveaux de SIL recommandés, nécessitant une réévaluation ou un remplacement.

PSV-914/907/908 (Pressure Safety Valve)

- **Fonctionnalité et Performances** : La PSV est conçue pour une opération continue avec une maintenance régulière.
- **Fiabilité et Disponibilité** : Une MTBF de 75 000 heures et une disponibilité de 99,996% montrent une bonne mais légèrement inférieure fiabilité par rapport aux précédents éléments.
- **Capacité de survie et Interdépendance** : Capable de résister à des conditions extrêmes, son intégration au DCS assure une réponse coordonnée.
- **Conclusion** : EIPS/E performant, mais avec une marge d'amélioration pour atteindre les niveaux de fiabilité des autres éléments.

TSH-914 (Temperature Safety High)

- **Fonctionnalité et Performances** : Le TSH-914 régule efficacement les températures élevées, assurant des niveaux sécuritaires.
- **Fiabilité et Disponibilité** : Une MTBF de 100 000 heures et une disponibilité de 99,998% en font un élément très fiable.
- **Capacité de survie et Interdépendance** : Sa robustesse face à des environnements difficiles et son intégration au DCS garantissent une efficacité opérationnelle.
- **Conclusion** : EIPS/E performant, assurant une protection thermique fiable et continue.

Système F&G (Fire and Gas system)

- **Fonctionnalité et Performances** : Le système F&G est essentiel pour détecter des niveaux anormaux de gaz et la présence de feu, déclenchant des alarmes et activant des systèmes de sécurité.
- **Fiabilité et Disponibilité** : Avec une MTBF de 150 000 heures et une disponibilité de 99,999%, il est le plus fiable parmi les évaluations, indiquant une robustesse extrême.
- **Capacité de survie et Interdépendance** : Résistant aux conditions les plus extrêmes, son intégration au DCS permet une réponse automatique et coordonnée.
- **Conclusion** : Le système F&G est hautement performant et nécessaire pour la sécurité globale de l'installation.

Discussion générale

Les résultats montrent que, dans l'ensemble, les EIPS/E évalués sont très performants, avec des taux de disponibilité et de fiabilité élevés, et une capacité de survie adéquate pour des environnements industriels sévères. Cependant, des améliorations sont nécessaires pour certaines valves qui ne respectent pas les niveaux de SIL recommandés. L'intégration avec le DCS est un point fort récurrent, assurant une interopérabilité et une réponse coordonnée, essentielle pour la sécurité et la performance opérationnelle. Le système F&G, en particulier, se distingue par sa fiabilité exceptionnelle, nécessaire pour des situations d'urgence.

4.8 Evaluation de performances des EIPS/E non-techniques

4.8.1 Procédure du changement de filtre

TABLE 4.6 – Évaluation de performances de la procédure du changement de filtre

Indicateur de Performance (KPI)	Objectif	Valeur Mesurée	Action Corrective (en cas de déviation)
Temps d'exécution	moins de 30 minutes	N/A	Révision des étapes, formation supplémentaire
Taux de réussite	plus de 99%	N/A	Analyse des causes d'échec, ajustement des procédures
Nombre d'incidents	0	N/A	Enquête et correction de la cause racine
Impact sur la production	moins d'1 heure d'arrêt	N/A	Planification améliorée et procédures d'urgence

Interprétation

Le tableau présente une série d'indicateurs de performance (KPI) utilisés pour évaluer la performance de procédure de changement des filtres. Voici une discussion approfondie des résultats et des actions correctives prévues en cas de déviation. Il est à noter que nous n'avons pas eu de données pour mesurer les KPI à ce stade.

Temps d'exécution

- **Objectif** : moins de 30 minutes
- **Valeur mesurée** : N/A
- **Action corrective en cas de déviation** : En cas de dépassement du temps d'exécution, une révision des étapes du processus et une formation supplémentaire du personnel sont nécessaires. Cela montre l'importance de la rapidité et de l'efficacité dans les opérations, où chaque minute compte pour maintenir la fluidité des activités et minimiser les retards.

Taux de réussite

- **Objectif** : plus de 99%
- **Valeur mesurée** : N/A
- **Action corrective en cas de déviation** : Si le taux de réussite tombe en dessous de 99%, une analyse des causes d'échec est effectuée et des ajustements aux procédures sont mis en place. Cet indicateur souligne l'importance d'une haute précision et d'une minimisation des erreurs pour garantir la qualité et la fiabilité des opérations.

Nombre d'incidents

- **Objectif** : 0
- **Valeur mesurée** : N/A
- **Action corrective en cas de déviation** : En cas d'incident, une enquête est menée pour identifier et corriger la cause racine. L'objectif de zéro incident reflète une politique de tolérance zéro envers les erreurs, visant à assurer un environnement de travail sûr et sans incidents.

Impact sur la production

- **Objectif** : moins d'1 heure d'arrêt
- **Valeur mesurée** : N/A
- **Action corrective en cas de déviation** : Si l'impact sur la production dépasse une heure d'arrêt, une planification améliorée et des procédures d'urgence sont mises en œuvre. Cet indicateur met en évidence l'importance de la continuité de la production et la nécessité de minimiser les interruptions pour maintenir l'efficacité opérationnelle.

Discussion générale

Les KPI présentés mettent en avant des objectifs stricts en matière de performance opérationnelle, soulignant une approche proactive pour maintenir des standards élevés. Les actions correctives prévues sont essentielles pour remédier rapidement aux déviations, garantir la formation continue du personnel, améliorer les processus, et maintenir une production fluide. L'accent mis sur la rapidité d'exécution, la précision des résultats, l'absence d'incidents, et la minimisation des interruptions de production démontre un engagement fort envers l'excellence opérationnelle et la sécurité. Toutefois, l'absence de données mesurées pour ces KPI limite actuellement notre capacité à évaluer pleinement leur efficacité.

4.8.2 Plan Interne d'Intervention (PII)

TABLE 4.7 – Évaluation de Performances du Plan Interne d'Intervention

Critère	Valeur Cible	Valeur Actuelle	Interprétation
Taux de formation	100%	Non disponible	L'objectif est que tout le personnel soit formé aux procédures d'urgence.
Simulation d'exercices	2 exercices/an	Non disponible	Tester les procédures en conditions réelles et améliorer continuellement les processus.
Temps de réponse	moins de 5 minutes	Non disponible	Réagir rapidement pour minimiser les impacts d'un incident.
Efficacité de la communication	90%	Non disponible	Maintenir des canaux de communication clairs et efficaces.
Interopérabilité	100%	Non disponible	Assurer une coordination parfaite entre différents systèmes et équipes.
Évaluation des procédures	100%	Non disponible	Identifier les améliorations nécessaires pour maintenir l'efficacité des procédures.
Temps de retour à la normale	moins de 2 heures	Non disponible	Rétablir rapidement les opérations normales après un incident.
Leçons apprises	100%	Non disponible	Tirer des leçons de chaque incident pour améliorer les futurs processus.
Satisfaction des parties prenantes	plus de 80%	Non disponible	Répondre aux attentes et besoins des parties prenantes.

Interprétation des résultats obtenus

Le tableau présente une série de critères de performance et leurs indicateurs associés utilisés pour évaluer la performance du PII. Voici une discussion approfondie des résultats, en tenant compte que nous n'avons pas pu mesurer les valeurs actuelles en raison d'un manque de données.

Critères de Préparation

Taux de formation

Valeur cible : 100%

Valeur actuelle : Non disponible

Interprétation : L'objectif est que tout le personnel soit formé au PII. Un taux de formation de 100% est essentiel pour assurer que tous les membres de l'équipe connaissent les protocoles et sont prêts à réagir efficacement en cas d'urgence.

Simulation d'exercices

Valeur cible : 2 exercices/an

Valeur actuelle : Non disponible

Interprétation : La simulation d'exercices permet de tester les procédures en conditions réelles et d'identifier les points faibles. Deux exercices par an permettent de maintenir un niveau de préparation élevé et d'améliorer continuellement les procédures.

Critères de Réponse

Temps de réponse

Valeur cible : moins de 5 minutes

Valeur actuelle : Non disponible

Interprétation : Un temps de réponse rapide est essentiel pour minimiser les impacts d'un incident. Moins de 5 minutes est une cible ambitieuse qui montre l'engagement à réagir immédiatement.

Efficacité de la communication

Valeur cible : 90%

Valeur actuelle : Non disponible

Interprétation : La communication efficace est vitale pour coordonner les efforts et partager rapidement les informations critiques. Un objectif de 90% reflète l'importance de maintenir des canaux de communication clairs et efficaces.

Interopérabilité

Valeur cible : 100%

Valeur actuelle : Non disponible

Interprétation : L'interopérabilité garantit que tous les systèmes et équipes peuvent travailler ensemble sans problème. Un objectif de 100% montre la nécessité d'une coordination parfaite entre différents systèmes et équipes.

Critères de Coordination

Évaluation des procédures

Valeur cible : 100%

Valeur actuelle : Non disponible

Interprétation : Une évaluation complète des procédures permet d'identifier les améliorations nécessaires et d'assurer que toutes les procédures restent efficaces et à jour. Un objectif de 100% indique un engagement total envers l'amélioration continue.

Critères de Retour d'expérience

Temps de retour à la normale

Valeur cible : moins de 2 heures

Valeur actuelle : Non disponible

Interprétation : Rétablir rapidement les opérations normales après un incident est crucial pour minimiser les interruptions. Moins de 2 heures est un objectif ambitieux visant à réduire au minimum les perturbations.

Leçons apprises

Valeur cible : 100%

Valeur actuelle : Non disponible

Interprétation : Documenter et apprendre des incidents passés est essentiel pour éviter les répétitions. Un objectif de 100% montre un engagement à tirer des leçons de chaque incident pour améliorer les futurs processus.

Satisfaction des parties prenantes

Valeur cible : plus de 80%

Valeur actuelle : Non disponible

Interprétation : La satisfaction des parties prenantes reflète leur confiance et satisfaction vis-à-vis de la gestion des incidents. Un objectif de plus de 80% montre une attention particulière à répondre aux attentes et besoins des parties prenantes.

4.8.3 Permis de travail (PTW)

TABLE 4.8 – Évaluation de Performances du Permis de Travail

Critère	Valeur Cible	Valeur Actuelle	Interprétation
Taux d'incidents	moins de 1%	Non disponible	Maintenir un taux d'incidents bas pour garantir un environnement de travail sûr.
Fréquence des quasi-accidents	moins de 5%	Non disponible	Surveiller les quasi-accidents pour identifier les risques potentiels.
Temps moyen d'approbation	moins de 24 heures	Non disponible	Assurer que les travaux commencent sans délai inutile.
Temps moyen de fermeture	moins de 48 heures	Non disponible	Garantir une gestion efficace des permis en clôturant rapidement les tâches.
Adhésion aux procédures	100%	Non disponible	Respect total des procédures pour garantir la conformité aux normes.
Résultats des audits (non-conformités)	0	Non disponible	Maintenir des standards élevés de qualité et de sécurité.
Score de satisfaction des employés	plus de 80%	Non disponible	Indiquer une satisfaction générale des employés envers les processus en place.

Interprétation des résultats obtenus

Le tableau présente une série d'indicateurs de performance utilisés pour évaluer la performance du permis de travail. Voici une discussion approfondie des résultats, en tenant compte que nous n'avons pas pu mesurer les valeurs actuelles en raison d'un manque de données.

Critères de Sécurité

Taux d'incidents

Valeur cible : moins de 1%

Valeur actuelle : Non disponible

Interprétation : L'objectif est de maintenir un taux d'incidents inférieur à 1%, ce qui indique un haut niveau de sécurité dans les procédures de travail. Un taux d'incidents bas est essentiel pour garantir un environnement de travail sûr.

Fréquence des quasi-accidents

Valeur cible : moins de 5%

Valeur actuelle : Non disponible

Interprétation : La surveillance des quasi-accidents est essentielle pour identifier les risques potentiels avant qu'ils ne se transforment en incidents. Un objectif de moins de 5% aide à maintenir une vigilance continue et à améliorer les mesures de prévention.

Critères d'Efficacité

Temps moyen d'approbation

Valeur cible : moins de 24 heures

Valeur actuelle : Non disponible

Interprétation : Un temps d'approbation rapide pour les permis de travail est important pour éviter les retards et maintenir l'efficacité opérationnelle. Moins de 24 heures assure que les travaux peuvent commencer sans délai inutile.

Temps moyen de fermeture

Valeur cible : moins de 48 heures

Valeur actuelle : Non disponible

Interprétation : La clôture rapide des permis de travail une fois les tâches terminées garantit que les procédures sont suivies correctement et que les enregistrements sont maintenus à jour. Un objectif de moins de 48 heures montre l'engagement à une gestion efficace des permis.

Critères de Conformité

Adhésion aux procédures

Valeur cible : 100%

Valeur actuelle : Non disponible

Interprétation : Le respect total des procédures est essentiel pour garantir la conformité aux normes de sécurité et de qualité. Un objectif de 100% reflète une stricte adhésion aux protocoles établis.

Résultats des audits (non-conformités)

Valeur cible : 0

Valeur actuelle : Non disponible

Interprétation : L'absence de non-conformités lors des audits indique que les processus sont bien suivis et conformes aux normes. Un objectif de zéro non-conformité est essentiel pour maintenir des standards élevés de qualité et de sécurité.

Critères de Retour des Employés

Score de satisfaction des employés

Valeur cible : plus de 80%

Valeur actuelle : Non disponible

Interprétation : La satisfaction des employés est un indicateur important de l'acceptabilité et de l'efficacité des procédures de permis de travail. Un score de satisfaction supérieur à 80% montre que les employés sont globalement satisfaits des processus en place.

4.9 Conclusion

La révision de l'étude HAZOP de la station de pompage SP1 a permis de valider l'implémentation des recommandations existantes et d'introduire une matrice de criticité pour prioriser les risques. Les événements critiques identifiés incluent des pertes de confinement dans divers systèmes de filtration et collecteurs. La schématisation de ces accidents majeurs avec des noeuds papillons a facilité la visualisation des scénarios potentiels et des mesures de prévention. Les barrières techniques, telles que les PSHH et les systèmes F&G, ont démontré une fiabilité et une disponibilité élevées. L'application des critères FARSI a confirmé leur performance exceptionnelle, bien que certaines améliorations soient nécessaires pour les valves ne respectant pas les niveaux de SIL requis. Les procédures non-techniques, telles que le changement de filtres et le plan d'intervention, ont également montré leur importance pour la sécurité, bien que des données supplémentaires soient nécessaires pour une évaluation complète. En conclusion, l'application de cette méthodologie a permis d'identifier et d'évaluer efficacement les EIPS/E techniques et non-techniques, assurant ainsi une meilleure gestion des risques et une sécurité renforcée pour la station de pompage SP1.

Chapitre 5

Systeme de gestion de sécurité

5.1 Introduction

Dans le cadre de notre étude visant à optimiser la gestion des Éléments Importants pour la Sécurité (EIPS), nous avons développé une plateforme digitale innovante sous la forme de Software as a Service (SaaS). Cette solution, conçue à l'aide de l'outil Bubble.io, répond aux exigences croissantes de digitalisation et d'optimisation des processus de sécurité dans les environnements industriels complexes. La plateforme qu'on a développé offre une approche intégrée et centralisée pour la gestion des EIPS, permettant une meilleure visibilité, traçabilité et efficacité. Utilisant les capacités de développement visuel de Bubble.io, nous avons conçu une interface utilisateur intuitive et flexible qui facilite la saisie, le suivi, l'analyse et la gestion des données liées aux EIPS. Cette solution SaaS est accessible en ligne, ce qui permet une collaboration aisée entre les différentes parties prenantes et une accessibilité en temps réel aux informations critiques. Dans ce chapitre, on présentera en détail les fonctionnalités de la plateforme, les avantages qu'elle apporte en termes de gestion des EIPS, ainsi que les technologies et méthodologies utilisées pour son développement. Nous mettrons également en lumière les bénéfiques pratiques pour les utilisateurs finaux, incluant l'amélioration de la sécurité, la réduction des coûts et l'optimisation des ressources. Cette présentation vise à démontrer comment notre plateforme digitale contribue de manière significative à la gestion efficace et sécurisée des EIPS dans le cadre industriel moderne.

5.2 Page d'accueil

L'interface qui représente la page d'accueil du système de gestion des Éléments Importants pour la Sécurité (EIPS), développé à l'aide de l'outil Bubble.io. La page se distingue par sa simplicité et son efficacité, offrant aux utilisateurs deux choix principaux pour interagir avec le système :

- **Nouveau EIPS** : Un bouton rouge, bien visible, permettant aux utilisateurs de créer et d'enregistrer un nouvel EIPS. Cette fonctionnalité facilite l'ajout de nouveaux éléments au système, assurant ainsi une mise à jour constante et une gestion proactive des EIPS.
- **Rechercher EIPS existant** : Un bouton permettant d'accéder à une fonctionnalité de recherche, facilitant la consultation et la mise à jour des EIPS déjà enregistrés dans la base de données. Cette option permet aux utilisateurs de trouver rapidement et efficacement les informations nécessaires.

Navigation

En plus de ces deux options principales, la barre de navigation en haut de la page inclut plusieurs onglets :

- **Page d'accueil** : Un lien vers la page d'accueil pour un accès facile et rapide.
- **Gestion des fiches de vie** : Un accès à la gestion détaillée des fiches de vie des EIPS, où les utilisateurs peuvent suivre et mettre à jour les informations pertinentes.
- **Base de données EIPS** : Un lien direct vers la base de données complète des EIPS, permettant une gestion centralisée et structurée de toutes les informations.

Fonctionnalités supplémentaires

Des icônes de notification, de paramètres et de profil utilisateur sont situées en haut à droite, offrant des fonctionnalités supplémentaires et des options de personnalisation pour l'utilisateur. Cette interface est conçue pour être intuitive et user-friendly, visant à améliorer la gestion et la sécurité des EIPS dans les environnements industriels.

5.3 Ajouter un nouveau EIPS

Cette interface représente la page de création d'un nouveau Élément Important pour la Sécurité (EIPS) sur la plateforme de gestion développée avec Bubble.io. Cette page permet aux utilisateurs de saisir les informations nécessaires pour ajouter un nouvel EIPS à la base de données.

Éléments principaux

Les éléments principaux de cette page incluent :

- **Nom** : Un champ de texte où les utilisateurs peuvent saisir le nom de l'EIPS.
- **Numéro de série** : Un champ de texte pour entrer le numéro de série unique de l'EIPS.
- **Date de dernière maintenance** : Un champ de date pour indiquer la dernière date de maintenance de l'EIPS.
- **Date de prochaine maintenance** : Un champ de date pour planifier la prochaine maintenance de l'EIPS.

En bas de ce formulaire, il y a un bouton **Enregistrer** qui permet de sauvegarder les informations saisies dans la base de données.

5.4 Gestion des fiches de vie des EIPS

La page de gestion des fiches de vie des Élément Important pour la Sécurité (EIPS) permet aux utilisateurs de visualiser et de gérer les informations essentielles sur les EIPS. Voici les principaux éléments et fonctionnalités de la page :

Éléments principaux

- **Liste des EIPS** : Une colonne rouge à gauche affiche les noms des différents EIPS.
- **Identité de l'EIPS/E** : Une colonne dédiée à l'identité de chaque EIPS.
- **Informations complémentaires** : Boutons permettant d'accéder aux informations complémentaires de chaque EIPS.
- **Historique de maintenance** : Boutons permettant de consulter l'historique de maintenance de chaque EIPS.

- **Actions** : Icônes à droite pour accéder aux PDF des fiches de vie, les modifier ou les supprimer.

Fonctionnalités supplémentaires

En haut de la page :

- **Barre de recherche** : Permet de trouver rapidement un EIPS par son nom.
- **Bouton "Nouvelle fiche de vie"** : Pour ajouter une nouvelle fiche de vie pour un EIPS.

5.5 Base de données des EIPS

Cette page représente la base de données des Éléments Importants pour la Sécurité (EIPS) sur la plateforme de gestion développée avec Bubble.io. Elle permet aux utilisateurs de visualiser et de gérer les informations essentielles des EIPS.

Éléments principaux

Les principaux éléments et fonctionnalités de cette page incluent :

- **Nom de l'EIPS** : Une colonne rouge à gauche affichant les noms des différents EIPS.
- **Numéro de série** : Une colonne affichant les numéros de série uniques de chaque EIPS.
- **Date de dernière maintenance** : Une colonne indiquant la date de la dernière maintenance effectuée sur chaque EIPS.
- **Date de prochaine maintenance** : Une colonne indiquant la date prévue pour la prochaine maintenance de chaque EIPS.
- **Fiche de vie** : Une colonne avec des icônes permettant d'accéder aux PDF des fiches de vie, de les modifier ou de les supprimer.

Fonctionnalités supplémentaires

En haut de la page, les utilisateurs trouvent :

- **Barre de recherche** : Un champ de recherche permettant de trouver rapidement un EIPS par son nom ou son numéro de série.
- **Bouton "Nouvelle fiche de vie"** : Pour ajouter une nouvelle fiche de vie pour un EIPS.

Note : les figures qui illustre l'interface sont dans **L'annexe D**

5.6 Conclusion

La plateforme de gestion des Éléments Importants pour la Sécurité (EIPS), développée avec Bubble.io, offre une interface intuitive et structurée pour la création et la gestion des EIPS. L'interface de création d'un nouveau EIPS permet aux utilisateurs de saisir facilement des informations essentielles, telles que le nom, le numéro de série, et les dates de maintenance, assurant une mise à jour précise et efficace de la base de données.

Grâce à une navigation claire et cohérente, les utilisateurs peuvent accéder rapidement aux différentes sections de la plateforme, incluant la page d'accueil, la gestion des fiches de vie, et la base de données EIPS. Les fonctionnalités supplémentaires, telles que les notifications, les paramètres, et les options de profil utilisateur, enrichissent l'expérience utilisateur et augmentent la personnalisation et l'efficacité du système.

En conclusion, cette plateforme digitale de gestion des EIPS répond aux besoins de suivi et de maintenance des éléments critiques pour la sécurité, facilitant ainsi la conformité et l'amélioration continue des processus de sécurité dans les organisations. Elle incarne une solution moderne et efficace pour la gestion des EIPS, contribuant à la sécurité et à la fiabilité opérationnelle des entreprises.

Conclusion générale

Ce mémoire de fin d'études a été consacré à l'étude d'identification et d'évaluation de performance des Éléments Importants pour la Sécurité et pour l'Environnement (EIPS/E) dans le cadre industriel. L'objectif principal était de développer une méthodologie structurée et efficace pour garantir une gestion optimale des risques industriels et environnementaux. L'analyse des risques, réalisée principalement à travers la méthode HAZOP et la schématisation des accidents majeurs par des diagrammes de nœuds papillons, a permis d'identifier de manière précise les éléments critiques pour la sécurité et l'environnement. Cette identification a été suivie par une évaluation des performances des barrières techniques et organisationnelles, assurant que ces éléments répondent aux exigences de sécurité et environnementales. nous avons identifié 9 Éléments Importants pour la Sécurité (EIPS) qui sont également des Éléments Importants pour l'Environnement (EIPE), car les scénarios d'accidents ont un impact significatif sur l'environnement. Au cours de cette étude, l'application des méthodes d'identification, nous avons identifié 13 Éléments Importants pour la Sécurité et pour l'Environnement (EIPS/E).

Ces barrières ont été reconnues pour leur double rôle, non seulement en tant qu'éléments de sécurité, mais aussi en tant que protecteurs de l'environnement, car les scénarios d'accidents ont un impact significatif sur l'environnement.

Les EIPS/E techniques sont évalués sur plusieurs critères de performance, incluant la fonctionnalité, la fiabilité, la disponibilité, la capacité de survie et l'interdépendance. Par exemple, le PSHH, qui détecte et signale les pressions élevées anormales pour déclencher des actions de sécurité, et le TSH, qui régule la température pour maintenir des niveaux sécuritaires, sont performants et intégrés dans le système de contrôle DCS. De même, le système F&G, qui détecte les niveaux anormaux de gaz ou la présence de feu et active les systèmes d'extinction, a une haute fiabilité et disponibilité. En revanche, certains équipements comme la TSV, malgré une intégration similaire, nécessitent des mises à jour pour atteindre les niveaux de SIL recommandés. Les performances globales montrent une capacité de ces éléments à résister à des environnements extrêmes et à fonctionner de manière continue avec des maintenances régulières, assurant ainsi la sécurité et la conformité des opérations.

En outre, les EIPS/E non-techniques sont évalués sur plusieurs critères de performance. Pour la procédure de changement des filtres, l'accent est mis sur l'efficacité et la précision, avec des actions correctives telles que la révision des processus et la formation en cas de déviation. Pour le PII, les objectifs visent à garantir une préparation et une réponse rapide, avec des cibles de formation complètes, des exercices réguliers, et une communication efficace. Les actions correctives comprennent l'amélioration continue des procédures et l'analyse des leçons apprises. Concernant le permis de travail, les KPI soulignent la sécurité et l'efficacité opérationnelle, avec des temps d'approbation et de fermeture rapides et une stricte adhésion aux procédures. Les audits et les ajustements nécessaires assurent la conformité et la sécurité. Cependant, l'absence de données mesurées empêche une évaluation complète de l'efficacité de ces indicateurs de performance.

Après l'identification et l'évaluation de performance des EIPS/E, une plateforme digitale dédiée à la gestion de ces derniers est conçue pour faciliter cette tâche afin de se conformer aux exigences du DE 21-319. La plateforme de gestion des (EIPS), développée avec Bubble.io, offre une inter-

face intuitive pour la création et la gestion précise des données essentielles comme les numéros de série et les dates de maintenance. Grâce à une navigation fluide et des fonctionnalités avancées comme les notifications et les profils utilisateurs, elle améliore l'efficacité opérationnelle et la conformité aux normes de sécurité. En résumé, cette solution numérique moderne optimise le suivi des EIPS, renforçant la sécurité et la fiabilité des processus dans les organisations.

Enfin, cette étude d'identification et d'évaluation de performance des Éléments Importants pour la Sécurité et pour l'Environnement (EIPS/E) a démontré l'importance de ces éléments dans la prévention des accidents industriels et la protection de l'environnement. La méthodologie structurée mise en place a permis non seulement d'identifier avec précision les EIPS/E critiques, mais aussi d'évaluer leur performance selon des critères rigoureux. Les résultats obtenus soulignent l'efficacité des barrières techniques et organisationnelles dans la gestion des risques, tout en mettant en évidence des domaines nécessitant des améliorations. Cette étude renforce ainsi la nécessité d'une gestion proactive et continue des EIPS/E pour assurer une sécurité optimale et minimiser les impacts environnementaux dans le cadre industriel.

Bibliographie

- [1] Energy Institute. *Guidance on Human Factors Safety Critical Task Analysis*. Energy Institute, London, second edition edition, 2020.
- [2] SONATRACH. *Référentiel Identification des Dangers et Evaluation des Risques HSE*, 2019.
- [3] Industry Regulation Department of Mines and Safety. *Major accident events, control measures and performance standards*, 2020. Available at : <http://www.dmp.wa.gov.au/Dangerous-Goods/Dangerous-goods-safety-codes-of-6508.aspx>.
- [4] Décret exécutif n° 21-319 du 22 août 2021 relatif à la prévention des accidents majeurs, 2021. Journal Officiel de la République Algérienne, numéro 61.
- [5] Functional safety : Safety instrumented systems for the process industry sector. Standard, 2003. Part 1 : Framework, Definitions, System, Hardware and Software Requirements.
- [6] Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems. Standard, 2010. Part 1 : General Requirements.
- [7] Arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers, 2005. Journal Officiel de la République Française.
- [8] International Organization for Standardization. *ISO 31000 :2018, Management du risque - Principes et lignes directrices*, 2018.
- [9] International Organization for Standardization. *ISO 17776 :2016, Guidelines on tools and techniques for hazard identification and risk assessment*, 2016.
- [10] Olivier Iddir. Le nœud papillon : une méthode d'analyse de risques. <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/environnement-securite-th5/securite-gestion-des-risques-42106210/le-noeud-papillon-une-methode-d-analyse-de-risques-0537/>, 2012.
- [11] INERIS. Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs (dra-35), éléments importants pour la sécurité (eips). Document téléchargé de Techniques de l'Ingénieur, 2003. INERIS-DRA-03-EBE-460555web, Version 1 du 7 mai 2003.
- [12] International Organization for Standardization (ISO) and International Electrotechnical Commission (IEC). *ISO/IEC 61508 :2010, Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*, 2010.
- [13] International Electrotechnical Commission (IEC). *IEC 31010 :2019, Gestion du risque - Techniques d'évaluation des risques*, 2019.
- [14] Center for Chemical Process Safety (CCPS). *Guidelines for Hazard Evaluation Procedures*. Wiley-AIChE, 3rd edition, 2008. Center for Chemical Process Safety.
- [15] International Organization for Standardization (ISO). *ISO 12100 :2010, Sécurité des machines - Principes généraux de conception - Appréciation et réduction du risque*, 2010.
- [16] M. J. Burke, S. A. Sarpy, P. E. Tesluk, and K. Smith-Crowe. General safety performance : A test of a grounded theoretical model. *Personnel Psychology*, 55(2) :429–457, 2002.

- [17] G. D. Haddow, J. A. Bullock, and D. P. Coppola. *Introduction to Emergency Management*. Butterworth-Heinemann, 2007.
- [18] S. Dekker. *Drift into Failure : From Hunting Broken Components to Understanding Complex Systems*. Ashgate Publishing, Ltd., 2011.
- [19] D. M. Gaba and S. K. Howard. Patient safety : A critical challenge for the anesthesia profession. *Anesthesiology*, 93(6) :1533–1543, 2000.

Appendices

Annexe A

Tableaux HAZOP

1. Filtration de captage de la poudre noir et banc de comptage (ELR1)

Deviation	Causes		Consequences	C	F	Risque	Mesures de sécurité
	Cause						
1.1 Pas Débit	1.1.1 Fermeture de la SDV-611	1.1.1.1 Pas de conséquences dans le Noeud n°1					
		1.1.1.2 Potentielle surpression de la ligne en amont => potentielle perte de confinement	CAT	IMP	3		
		1.1.1.3 Potentielle basse pression à l'aspiration de la pompe (voir Noeud n°5) avec cavitation et dommage	SEV	IMP	2	34 PT-712 PAL	
	1.1.2 Fermeture accidentelle de la vanne de la ligne amont	1.1.2.1 Potentielle basse pression à l'aspiration de la pompe (voir Noeud n.5) avec cavitation et dommage	SEV	IMP	2	34 PT-712 PAL	
		1.1.2.2 Pas de conséquences dans le Noeud n.1					
	1.1.3 Station aval à l'arrêt	1.1.3.1 Potentielle surpression de la ligne de filtration => perte de confinement	SEV	IMP	2	35 PSHH-619; PSHA-619 qui va fermer la vanne SDV-611, Alarme FE-712 36 PT-611; PAH	
		1.1.4.1 Potentielle basse pression à l'aspiration de la pompe (voir Noeud n.5) avec cavitation	SEV	IMP	2		
	1.1.4 Fermeture complète accidentelle de la PCV-712	1.1.4.2 Potentielle surpression de la ligne de filtration => perte de confinement	CAT	IMP	3	35 PSHH-619; PSHA-619 qui va fermer la vanne SDV-611, Alarme FE-712 36 PT-611; PAH	
		1.1.5 Clapet fermé	1.1.5.1 Plus de débit à travers le filtre qui produit une haute différence de pression	CR	IMP	2	37 PDT-614; PDAH
	1.1.6 Rupture de la ligne amont		1.1.6.1 Pas de conséquences dans le Noeud n.1				
1.1.6.2 Perte de produit dans l'environnement et potentiel scénario de feu et explosion		CAT	IMP	3	38 Système SCADA et LINE BREAK qui va à fermer les vannes en ligne 36 PT-611; PAH		
1.2 Moins Débit	1.2.1 Filtres colmatés de poudre noir	1.2.1.1 perte de pression à travers les filtres et pas de pression aval	CR	IMP	2	37 PDT-614; PDAH 39 Ligne de filtration en STAND-BY	
		1.2.2.1 Potentiel basse pression à l'aspiration de la pompe (voir noeud n.5) avec la cavitation	SEV	IMP	2		
	1.2.2 Défaillance de control de la PCV-712	1.2.2.2 Potentielle surpression de la ligne de filtration => perte de confinement	CAT	IMP	3	35 PSHH-619; PSHA-619 qui va fermer la vanne SDV-611, Alarme FE-712 36 PT-611; PAH	
1.3.1 Défaillance de control de la PCV-712 (ouverte)		1.3.1.1 Haute différence de pression à travers les filtres, Augmentation de la pression au refoulement qui est contrôlée par le contrôleur de vitesse sur la pompe. Voir haute pression Noeud n.6					
1.4 Débit inverse	1.4.1 Voir plus débit	1.4.1.1					
1.5 Débit mal dirigé	1.5.1 Défaillance de BDV-610 (ouvert)	1.5.1.1 Plus de débit à travers le filtre qui produit haute différence de pression		IMP		37 PDT-614; PDAH	
		1.5.1.2 Potentiel de débit inverse des autres lignes	MAR	ELO	2	41 Clapet fournit pour chaque ligne	
		1.5.1.3 Bas température aval de BDV-610				42 Sélection correcte de matériel du réseau de blow down	
1.6 Température Haute	1.6.1 Ligne isolée pendant le jour	1.6.1.1 Expansion hydraulique du produit et potentielle rupture				43 TSV-111/211/311/411/511 fournit pour chaque section de la ligne aérée	
		1.6.1.2 Perte de produit et scénario de feu	SEV	IMP	2	44 Système de révélation gaz et feu	
	1.6.2 Feu extérieur	1.6.2.1 Potentiel rupture des filtres	SEV	IMP	2	45 PSV-617A/B PSV-618A/B dimensionnées pour le feu 44 Système de révélation gaz et feu	
1.7 Température Basse	1.7.1 Défaillance de BDV-610 (ouvert)	1.7.1.1 voir "Débit mal dirigé"					
1.8 Pression Haute	1.8.1 voir "Fermeture de la SDV-611" sous "Pas débit"	1.8.1.1					
	1.8.2 voir "Station aval à l'arrêt" sous " Pas débit "	1.8.2.1					
	1.8.3 voir "Fermeture complète accidentelle de la PCV-712" sous " Pas débit "	1.8.3.1					
	1.8.4 voir " Défaillance de control de la PCV-712 (ouverte) " sous "Plus débit "	1.8.4.1					
1.9 Pression basse	1.9.1 voir " Fermeture de la SDV-611 " sous " pas débit "	1.9.1.1					
	1.9.2 voir "Fermeture accidentelle de la vanne de la ligne amont" sous " Pas débit "	1.9.2.1					
	1.9.3 voir "Filtres colmatés de poudre noir" sous "moins débit"	1.9.3.1					

2. Filtration de captage de la poudre noir et banc de comptage (CINA)							
Deviation	Causes		Consequences				
	Cause	Consequence	CAT	S Before Safeguards	L Before Safeguards	RR Before Safeguards	Safeguards
							Safeguard
2.1 Moins Débit	2.1.1 Filtres colmatés de poudre noir	2.1.1.1 Perte de pression à travers les filtres et pas de pression aval	A	CR	IMP	2	46 PDT-634; PDAH 39 Ligne de filtration en STAND-BY
		2.1.2 Défaillance de contrôl de la PCV-732	2.1.2.1 Potentiel basse pression à l'aspiration de la pomperie (voir noeud n.5) avec cavitation et dommage	A	SEV	IMP	2
	2.1.2.2 Potentiel haute pression de la ligne de filtration => perte de confinement		S	CAT	IMP	3	47 PSH-639; PSHA-639 qui va fermer la canne SDV-613 48 PT-613; PAH
2.2 Pas Débit	2.2.1 Fermeture de la SDV-613	2.2.1.1 Pas de conséquences dans le noeud n.2					
		2.2.1.2 Potentiel surpression de la ligne en amont => potentielle perte de confinement	S	SEV	IMP	2	
		2.2.1.3 Potentiel basse pression à l'aspiration de la pomperie (voir Noeud n.5) avec cavitation et dommage	A	SEV	IMP	2	49 PT-732; PAL
	2.2.2 Fermeture accidentelle de la vanne de la ligne en amont	2.2.2.1 Potentiel basse pression à l'aspiration de la pomperie (voir Noeud n.5) avec cavitation et dommage	A	SEV	IMP	2	49 PT-732; PAL
		2.2.2.2 Pas de conséquences dans le noeud n.2					
	2.2.3 Station aval à l'arrêt	2.2.3.1 Potentiel surpression de la ligne en amont => potentielle perte de confinement	S	SEV	IMP	2	50 PSHH-639; PSHA-639 qui va fermer la vanne SDV-613
	2.2.4 Fermeture complete accidentelle de la PCV-732	2.2.4.1 Potentiel basse pression à l'aspiration de la pomperie (voir Noeud n.5) avec cavitation et dommage	A	SEV	IMP	2	
		2.2.4.2 Potentiel surpression de la ligne en amont => potentielle perte de confinement	S	CAT	IMP	3	82 PSHH-639; PSHA-639 qui va fermer la vanne SDV-613, Alarme FE-722
2.2.5 Clapet fermé	2.2.5.1 Plus de débit à travers le filtre qui produit une haute difference de pression	A	CR	IMP	2	46 PDT-634; PDAH	
2.2.6 Rupture de ligne amont	2.2.6.1 Pas de conséquences dans le noeud n.2	2.2.6.2 Perte de produit dans l'environnement et potentiel scénario de feu et explosion	S	CAT	IMP	3	38 Système SCADA et LINE BREAK qui va à fermer les vannes en ligne 52 PT-613 PAL
2.3 Plus Débit	2.3.1 Défaillance de BDV-630 (ouvert)	2.3.1.1 Haute difference de pression à travers les filtres . augmentation de la pression au refoulement qui est contrôlé par le controleur de vitesse sur la pomperie. Voir haute pression Noeud n.6.	A				
2.4 Débit inverse	2.4.1 Voir "plus débit"	2.4.1.1					
2.5 Débit mal dirigé	2.5.1 Défaillance de BDV-630 (ouvert)	2.5.1.1 Plus de débit à travers le filtre qui produit une haute difference de pression	A				46 PDT-634; PDAH
		2.5.1.2 Potentiel débit inverse des autres lignes	A	MAR	ELO	2	41 Clapet fournit pour chaque ligne
		2.5.1.3 Bas temperature aval de BDV-630	A				42 Selection correcte de matériel du réseau de blow down
2.6 Température Haute	2.6.1 Ligne isolée pendant le jour	2.6.1.1 Expansion hydraulique du produit et potentiel rupture	A	SEV	IMP	2	43 TSV-111/211/311/411/511 fournit pour chaque section de la ligne aérée
		2.6.1.2 Perte de confinement et scénario de feu	S	SEV	IMP	2	44 Système de révélation gaz et feu
	2.6.2 Feu extérieur	2.6.2.1 Potentiel rupture des filtres	A	SEV	IMP	2	53 PSV-637A/B PSV-636A/B dimensionnées pour le feu 44 Système de révélation gaz et feu
2.7 Température Basse	2.7.1 Défaillance de BDV-630 (ouvert)	2.7.1.1 Voir "Débit mal dirigé" dans ce noeud					
2.8 Pression Haute	2.8.1 Voir " Fermeture de la SDV-613 " sous " Pas débit"	2.8.1.1					
	2.8.2 Voir " Station aval à l'arrêt " sous " Pas débit"	2.8.2.1					
	2.8.3 Voir " Fermeture complete accidentelle de la PCV-732 " sous " pas débit"	2.8.3.1					
	2.8.4 Voir " Défaillance de contrôl de la PCV-732 " sous " Plus débit "	2.8.4.1					
2.9 Pression basse	2.9.1 Voir " Fermeture de la SDV-613 " sous " Pas débit"	2.9.1.1					
	2.9.2 Voir " Fermeture accidentelle de la vanne de la ligne en amont " sous " Pas débit"	2.9.2.1					
	2.9.3 Voir " Filtres colmatés de poudre noire" sous " moins débit "	2.9.3.1					

3. Filtration de captage de la poudre noir et banc de comptage (LR1)							
Deviation	Causes		Consequences				
	Cause	Consequence	CAT	S Before Safeguards	L Before Safeguards	RR Before Safeguards	Safeguards Safeguard
3.1 Pas Débit	3.1.1 Fermeture de la SDV-612	3.1.1.1 Pas de conséquence dans le noeud n.3					
		3.1.1.2 Potentiel surpression de la ligne en amont => potentielle perte de confinement	S	SEV	ELO	2	
		3.1.1.3 Potentiel basse pression à l'aspiration de la pomperie (voir noeud n.5) avec cavitation et dommage	A	SEV	IMP	2	54 PT-722, PAL
	3.1.2 Fermeture accidentelle du vanne de ligne amont	3.1.2.1 Potentiel basse pression à l'aspiration de la pomperie (voir noeud n.5) avec cavitation et dommage	A	SEV	IMP	2	54 PT-722, PAL
		3.1.2.2 Pas de conséquences dans le Noeud n.3					
	3.1.3 Station aval à l'arrêt	3.1.3.1 Potentiel surpression de la ligne en amont => potentielle perte de confinement	S	SEV	IMP	2	55 PSHH-629; PSHA-629 qui va fermer la vanne SDV-612, Alarme FE-732 56 PT-612; PAH
	3.1.4 Fermeture complète accidentelle de la PCV-732	3.1.4.1 Potentiel basse pression à l'aspiration de la pomperie (voir noeud n.5) avec cavitation et dommage	A	SEV	IMP	2	
		3.1.4.2 Potentiel surpression de la ligne en amont => potentielle perte de confinement	S	CAT	IMP	3	55 PSHH-629; PSHA-629 qui va fermer la vanne SDV-612, Alarme FE-732 56 PT-612; PAH
	3.1.5 Clapet fermé	3.1.5.1 Plus de débit à travers le filtre qui produit une haute différence de pression	A	CR	IMP	2	57 PDT-624; PDAH
	3.1.6 Rupture de ligne amont	3.1.6.1 Pas de conséquences dans le Noeud n.3					
3.1.6.2 Perte de produit dans l'environnement et potentiel scénario de feu et explosion		S	CAT	IMP	3	38 Système SCADA et LINE BREAK qui va à fermer les vannes en ligne 58 PT-612; PAL	
3.2 Moins Débit	3.2.1 Filtres colmatés de poudre noire	3.2.1.1 Perte de pression à travers les filtres et pas de pression aval	A	CR	IMP	2	57 PDT-624; PDAH 39 Ligne de filtration en STAND-BY
		3.2.2.1 Potentiel basse pression à l'aspiration de la pomperie (voir noeud n.5) avec cavitation et dommage	A	SEV	IMP	2	
	3.2.2 Défaillance de control de la PCV-722	3.2.2.2 Potentiel surpression de la ligne en amont => potentielle perte de confinement	S	CAT	IMP	3	55 PSHH-629; PSHA-629 qui va fermer la vanne SDV-612, Alarme FE-732 56 PT-612; PAH
3.3.1 Défaillance de control de la PCV-722(ouvert)		3.3.1.1 Haute différence de pression à travers les filtres . augmentation de la pression au refoulement qui est contrôlé par le controleur de vitesse sur la pomperie. Voir haute pression Noeud n.6.	A				
3.4 Débit inverse	3.4.1 Voir "Plus débit"	3.4.1.1					
3.5 Débit mal dirigé	3.5.1 Défaillance de control de la BDV-620(ouvert)	3.5.1.1 Plus de débit à travers le filtre qui produit une haute différence de pression	A				46 PDT-634; PDAH
		3.5.1.2 Potentiel débit inverse des autres lignes	A	MAR	ELO	2	41 Clapet fournit pour chaque ligne
		3.5.1.3 Bas temperature de la BDV-620	A				42 Selection correcte de matériel du réseau de blow down
3.6 Température Haute	3.6.1 Ligne isolée pendant le jour	3.6.1.1 Expansion hydraulique du produit et potentielle rupture	A				43 TSV-111/211/311/411/511 fournit pour chaque section de la ligne aérée
		3.6.1.2 perte de produit et scénario de feu	S	SEV	IMP	2	44 Système de révélation gaz et feu
	3.6.2 Feu extérieur	3.6.2.1 potentiel rupture des filtres => Perte de confinement	S	SEV	IMP	2	59 PSV-627A/B PSV-626A/B dimensionnées pour le feu 44 Système de révélation gaz et feu
3.7 Température Basse	3.7.1 Défaillance de BDV-620 (ouvert)	3.7.1.1 Voir "Débit mal dirigé " dans ce noeud					
3.8 Pression Haute	3.8.1 Voir "Fermeture de la SDV-612 " sous " Pas débit"	3.8.1.1					
	3.8.2 Voir "Station aval à l'arrêt" sous "Pas débit"	3.8.2.1					
	3.8.3 Voir "Fermeture complète accidentelle de la PCV-732 " sous " Pas débit"	3.8.3.1					
	3.8.4 Voir "Fermeture complète accidentelle de la PCV-732(ouvert) " sous " Plus débit"	3.8.4.1					
3.9 Pression basse	3.9.1 Voir "Fermeture de la SDV-612 " sous "Pas débit"	3.9.1.1					
	3.9.2 Voir "Fermeture accidentelle du vanne de ligne amont " sous " Pas débit "	3.9.2.1					
	3.9.3 Voir "Filtres colmatés de poudre noire " sous " moins débit"	3.9.3.1					

4. Filtration de captage de la poudre noir et banc de comptage (ZCINA)							
Deviation	Causes		Consequences				
	Cause	Consequence	CAT	S Before Safeguards	L Before Safeguards	RR Before Safeguards	Safeguards
							Safeguard
4.1 Pas Débit	4.1.1 Fermeture de la SDV-614	4.1.1.1 Pas de conséquence dans le noeud n.4					
		4.1.1.2 Potentiel surpression de la ligne en amont => potentielle perte de confinement	S	SEV	ELO	2	
		4.1.1.3 Potentiel basse pression à l'aspiration de la pompe (voir noeud n.5) avec cavitation et dommage	A	SEV	IMP	2	60 PT-742, PAL
	4.1.2 Fermeture accidentelle de la vanne de ligne amont	4.1.2.1 Potentiel basse pression à l'aspiration de la pompe (voir noeud n.5) avec cavitation et dommage	A	SEV	IMP	2	60 PT-742, PAL
		4.1.2.2 Pas de conséquences dans le Noeud n.4					54 PDT-722, PAL
	4.1.3 Station aval à l'arrêt	4.1.3.1 Potentiel surpression de la ligne en amont => potentielle perte de confinement	S	SEV	IMP	2	61 PSHH-649; PSHA-649 qui va fermer la vanne SDV-614, Alarme FE-742 62 PT-614; PAH
	4.1.4 Fermeture complète accidentelle de la PCV-742	4.1.4.1 Potentiel basse pression à l'aspiration de la pompe (voir noeud n.5) avec cavitation et dommage	A	SEV	IMP	2	
		4.1.4.2 Potentiel surpression de la ligne en amont => potentielle perte de confinement	S	CAT	IMP	3	61 PSHH-649; PSHA-649 qui va fermer la vanne SDV-614, Alarme FE-742 62 PT-614; PAH
	4.1.5 Clapet fermé	4.1.5.1 Plus de débit à travers le filtre qui produit une haute différence de pression	A	CR	IMP	2	63 PDT-644; PDAH
	4.1.6 Rupture de ligne amont	4.1.6.1 Pas de conséquences dans le Noeud n.4					
		4.1.6.2 Perte de produit dans l'environnement et potentiel scénario de feu et explosion	S	CAT	IMP	3	38 Système SCADA et LINE BREAK qui va à fermer les vannes en ligne 64 PT-614; PAL 63 PDT-644; PDAH 39 ligne de filtration en STAND-BY 57 PDT-624; PDAH
	4.2 Moins Débit	4.2.1 Filtres colmatés de poudre noire	4.2.1.1 Perte de pression à travers les filtres et pas de pression aval	A	CR	IMP	2
4.2.2 Défaillance de control de la PCV-742							
4.2.2.1 Potentiel basse pression à l'aspiration de la pompe (voir noeud n.5) avec cavitation et dommage		A	SEV	IMP	2		
4.3 Plus Débit	4.3.1 Défaillance de control de la PCV-742(ouvert)	4.3.1.1 Haute différence de pression à travers les filtres, augmentation de la pression au refoulement qui est contrôlé par le contrôleur de vitesse sur la pompe. Voir haute pression Noeud n.6.	A				
		4.3.1.2 Potentiel surpression de la ligne en amont => potentielle perte de confinement	S	CAT	IMP	3	61 PSHH-649; PSHA-649 qui va fermer la vanne SDV-614, Alarme FE-742 62 PT-614; PAH
4.4 Débit inverse	4.4.1 Voir "Plus débit"	4.4.1.1					
4.5 Débit mal dirigé	4.5.1 Défaillance de control de la BDV-620(ouvert)	4.5.1.1 Plus de débit à travers le filtre qui produit une haute différence de pression	A				63 PDT-644; PDAH 46 PDT-634; PDAH
		4.5.1.2 Potentiel débit inverse des autres lignes	A	MAR	ELO	2	41 Clapet fournit pour chaque ligne 42 Selection correcte de matériel du réseau de blow down
		4.5.1.3 Bas temperature de la BDV-640	A				43 TSV-111/211/311/411/511 fournit pour chaque section de la ligne aérée 44 Système de révélation gaz et feu
4.6 Température Haute	4.6.1 Ligne isolée pendant le jour	4.6.1.1 Expansion hydraulique du produit et potentielle rupture	A				65 PSV-647A/B PSV-646A/B dimensionnées pour le feu
		4.6.1.2 perte de produit et scénario de feu	S	SEV	IMP	2	44 Système de révélation gaz et feu
4.7 Température Basse	4.7.1 Défaillance de BDV-640 (ouvert)	4.7.1.1 Voir "Débit mal dirigé " dans ce noeud	A				44 Système de révélation gaz et feu
		4.7.1.1					
4.8 Pression Haute	4.8.1 Voir "Fermeture de la SDV-614 " sous " Pas débit"	4.8.1.1					
	4.8.2 Voir "Station aval à l'arrêt" sous "Pas débit"	4.8.2.1					
	4.8.3 Voir "Fermeture complète accidentelle de la PCV-742 " sous " Pas débit"	4.8.3.1					
	4.8.4 Voir "Fermeture complète accidentelle de la PCV-742(ouvert) " sous " Plus débit"	4.8.4.1					
4.9 Pression basse	4.9.1 Voir "Fermeture de la SDV-614 " sous "Pas débit"	4.9.1.1					
	4.9.2 Voir "Fermeture accidentelle du vanne de ligne amont " sous " Pas débit "	4.9.2.1					
	4.9.3 Voir "Filtres colmatés de poudre noire " sous " moins débit"	4.9.3.1					

5. Collecteur d'aspiration							
Deviation	Causes		Consequences				Safeguards
	Cause	Consequence	CAT	S Before Safeguards	L Before Safeguards	RR Before Safeguards	Safeguard
							Safeguard
5.1 Pas Débit	5.1.1 Fermeture de SDV-019	5.1.1.1 Potentielle basse pression aval avec cavitation de pompe	A	SEV	IMP	2	66 P5LL-105/205/305/405/505; PALL qui va arrêter la pompe
5.2 Moins Débit	5.2.1 Fermeture d'une ligne	5.2.1.1 Voir "pas debit" dans les Noeuds n. 1,2,3,4					
5.3 Plus Débit	5.3.1 Défaillance de FV-109/209/309/409/509 (ouvert)	5.3.1.1 Augmentation de la pression dans le collecteur de l'aspiration qui est réglé par le contrôleur de pression sur chaque ligne. Diminution de pression dans le collecteur de refoulement qui est réglé par le contrôleur de vitesse sur la pompe.	A				
	5.3.2 Défaillance de FV-010(ouvert)	5.3.2.1 Augmentation de la pression dans le collecteur de l'aspiration qui est réglé par le contrôleur de pression sur chaque ligne. Diminution de pression dans le collecteur de refoulement qui est réglé par le contrôleur de vitesse sur la pompe.	A				
5.4 Débit inverse	5.4.1 Défaillance de XV-008(ouvert)	5.4.1.1 Pas de conséquences dans le Noeud n.5 pour la présence du clapet en aval.					
5.5 Température Haute	5.5.1 Recyclage pour longtemps	5.5.1.1 Cavitation de la pompe pour la formation du fluide biphasique	A	SEV	IMP	2	67 TT-103/203/303/403/503, TAH qui va arrêté la pompe
	5.5.2 Ligne isolée pendant le jour	5.5.2.1 Expansion hydraulique du produit et potentiel rupture => Perte de confinement	S	CAT	IMP	3	43 TSV-111/211/311/411/511 fournit pour chaque section de la ligne aérée
		5.5.2.2 Perte de produit dans l'environnement et potentiel scénario de feu et explosion	S	CAT	IMP	3	
5.6 Température Basse	5.6.1 Défaillance de la BDV-701/017 (ouvert)	5.6.1.1 Pas de conséquences dans le noeud n.5 aval de SDV-019					
		5.6.1.2 Basse temperature aval de BDV-701/017	A				42 Selection correcte de matériel du réseau de blow down
5.7 Pression Haute	5.7.1 Voir "Fermeture de SDV-019" sous "pas débit" dans ce noeud	5.7.1.1					
5.8 Pression basse	5.8.1 Voir "plus débit"	5.8.1.1					

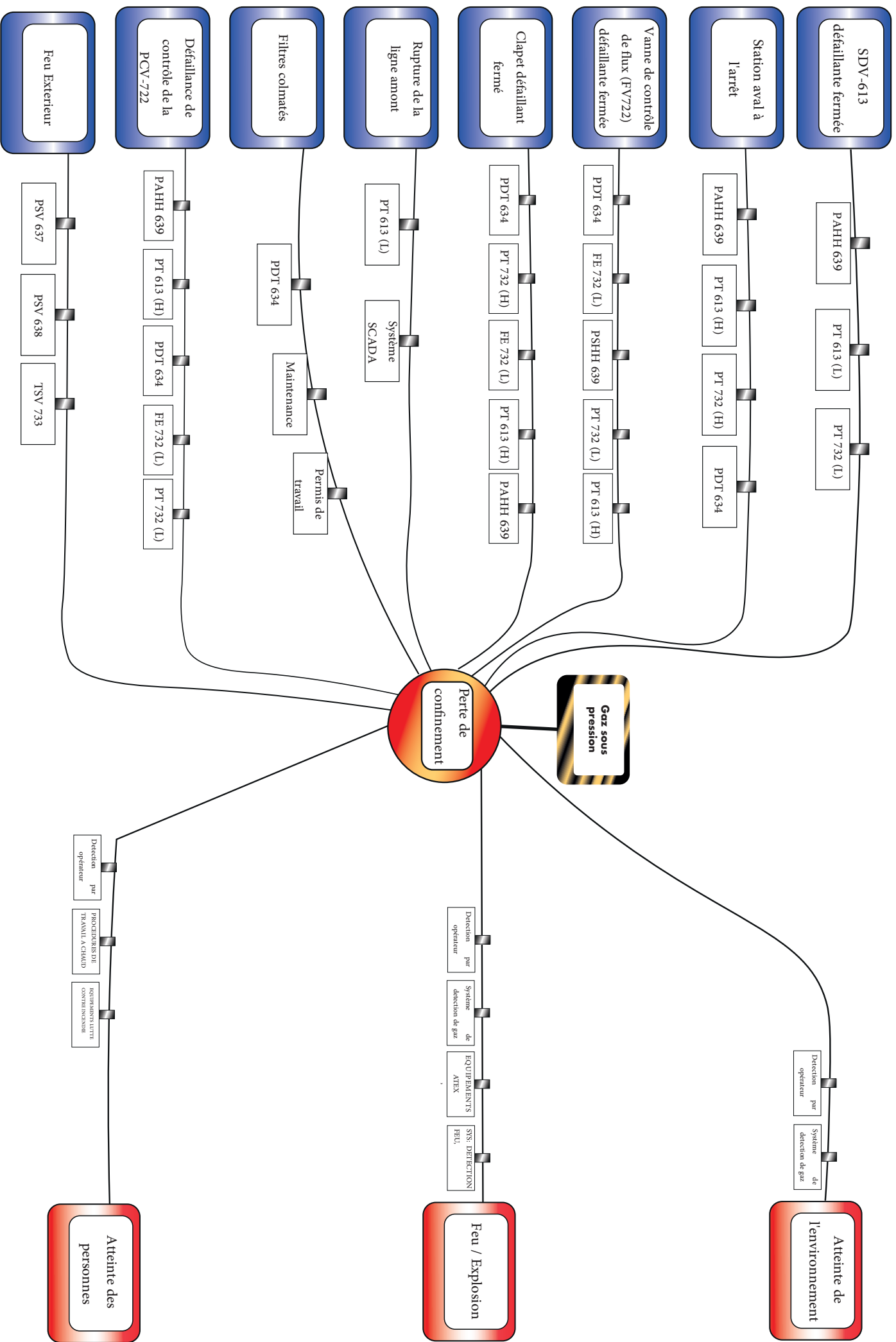
6. Pompes: aspiration et refoulement des pompes.							
Deviation	Causes						
	Cause	Consequences					
		Consequence	CAT	S Before Safeguards	L Before Safeguards	RR Before Safeguards	Safeguards Safeguard
6.1 Pas Débit	6.1.1 Fermeture de SDV-20	6.1.1.1 Brusque augmentation de la pression. Pompe travaillant à refoulement fermé que peut être endommagé	A	CR	IMP	2	68 PT-043, PAH 69 PSHH-044 qui va arrêté toutes les pompes 70 PSHH-108/208/308/408/508 qui va arrêté la pompe amont
		6.1.1.2 Onde de pression pendant le transitoire de fermeture	A	CR	IMP	2	
	6.1.2 Déclenchement de la station	6.1.2.1 GPL à la torche. Pollution atmosphérique	E	CR	OCC	2	71 PT-043, PAL sur le collecteur de refoulement 68 PT-043, PAH
6.2 Moins Débit	6.2.1 Fermeture de FV-012	6.2.1.1 Brusque augmentation de la pression. Pompe travaillant à refoulement fermé que peut être endommagé	A	SEV	IMP	2	69 PSHH-044 qui va arrêté toutes les pompes 70 PSHH-108/208/308/408/508 qui va arrêté la pompe amont
		6.2.1.2 Onde de pression pendant le transitoire de fermeture	A	CR	IMP	2	
	6.2.2 Fermeture de SDV-015	6.2.2.1 Brusque augmentation de la pression. Pompe travaillant à refoulement fermé que peut être endommagé	A	SEV	IMP	2	72 PT-041, PAH 69 PSHH-044 qui va arrêté toutes les pompes 70 PSHH-108/208/308/408/508 qui va arrêté la pompe amont
		6.2.2.2 Onde de pression pendant le transitoire de fermeture	A	CR	IMP	2	
	6.2.3 Fermeture de SDV-016	6.2.3.1 Brusque augmentation de la pression. Pompe travaillant à refoulement fermé que peut être endommagé	A	SEV	IMP	2	68 PT-043, PAH 69 PSHH-044 qui va arrêté toutes les pompes 70 PSHH-108/208/308/408/508 qui va arrêté la pompe amont
		6.2.3.2 Onde de pression pendant le transitoire de fermeture	A	CR	IMP	2	
	6.2.4 Fermeture accidentelle d'une vanne de la ligne aval ELR1	6.2.4.1 Pressurisation de la ligne et potentiel perte de produit. Scénario de feu, incendie et explosion	S	CAT	IMP	3	73 PSV-010/011
		6.2.4.2 Augmentation de débit dans la ligne LR1 => Fragilisation de la ligne => Perte de confinement dans la ligne LR1.	S	CAT	IMP	3	77 Alarme débit Haut FT-022(H)
	6.2.5 Fermeture accidentelle d'une vanne de la ligne aval LR1	6.2.5.1 Pressurisation de la ligne amont (collecteur de refoulement) vu la présence d'une vanne régulatrice FV-012 au niveau de la ligne ELR1 et potentiel perte de produit. Scénario de feu, incendie et explosion	S	CAT	IMP	3	73 PSV-010/011
		6.2.5.2 Augmentation de débit dans la ligne ELR1 => Fragilisation de la ligne => Perte de confinement dans la ligne LR1.	S	CAT	IMP	3	79 FIC-012 (H) 80 PIC-041 (H)
6.3 Plus Débit	6.3.1 Rupture de la ligne aval ELR1	6.3.1.1 Basse pression de la ligne et potentiel perte de produit. Scénario de feu, incendie et explosion	S	CAT	IMP	3	74 PT-041, PAL 38 Système SCADA et LINE BREAK qui va à fermer les vannes en ligne
	6.3.2 Rupture de la ligne aval LR1	6.3.2.1 Basse pression de la ligne et potentiel perte de produit. Scénario de feu, incendie et explosion	S	CAT	IMP	3	71 PT-043, PAL sur le collecteur de refoulement 38 Système SCADA et LINE BREAK qui va à fermer les vannes en ligne
6.4 Débit inverse	6.4.1 Pas de causes pour la présence du clapet ou de XV sur chaque ligne sur le refoulement pour éviter le débit inverse de la ligne aval pendant l'arrêt.	6.4.1.1					
6.5 Débit mal dirigé	6.5.1 Défaillance de BDV-018/021/112/212/312/412/512 (ouvert)	6.5.1.1 Produit à la torche	E	CR	ELO	2	
		6.5.1.2 Basse température aval de BDV-018/021/112/212/312/412/512	A				42 Sélection correcte de matériel du réseau de blow down
6.6 Température Haute	6.6.1 Ligne isolée pendant le jour	6.6.1.1 Expansion hydraulique du produit et potentielle perte de confinement	S	CAT	IMP	3	43 TSV-111/211/311/411/511 fourni pour chaque section de la ligne aérée
		6.6.1.2 perte de confinement et scénario de feu	S	CAT	IMP	3	44 Système de révélation gaz et feu
	6.6.2 Haute température à l'entrée de la station	6.6.2.1 Augmentation de température et potentiel de formation du fluide biphasique	A				76 TT-611/613/612/614, TAH/P&ID 20041-0100-P22-MD-00101; 20041-0100-P22-MD-0102; 20041-0100-P22-MD-0111; 20041-0100-P22-MD-0112; 75 TT-041, TAH
6.7 Température Basse	6.7.1 Défaillance de BDV-018/021/112/212/312/412/512 (ouvert)	6.7.1.1 Basse température aval de BDV-018/021/112/212/312/412/512	A				42 Sélection correcte de matériel du réseau de blow down
6.8 Pression Haute	6.8.1 Voir " Fermeture de SDV-20" sous " pas débit " dans ce noeud	6.8.1.1					
		6.8.2 Voir " moins débit " dans ce noeud					
6.9 Pression basse	6.9.1 Voir " plus débit " dans ce noeud	6.9.1.1					

7. Unité de conditionnement de gaz							
Deviation	Causes		Consequences				Safeguards
	Cause	Consequence	CAT	S Before Safeguards	L Before Safeguards	RR Before Safeguards	Safeguard
							Safeguard
7.1 Pas Débit	7.1.1 Fermeture de la SDV-900	7.1.1.1 Pas de conséquences pour la ligne amont. Bas pression aval et perte de control de la station (shutdown); GPL à la torche	E				30 PSL-920A/B/C 2oo3 logiqie qui va à provoquer ESD niveau 1 (P&ID 20041-0300-P22-UD-00310)
		7.1.1.2 Pas de gaz au pilot de la torche, GPL vaporisé et potentiel d'explosion	S	CAT	IMP	3	31 Bouteille (réserve) de butane qui entre automatiquement en fonction
	7.1.2 Fermeture de la ligne amont de tie-inn	7.1.2.1 Pas de conséquences pour la ligne amont. Bas pression aval et perte de control de la station (shutdown); GPL à la torche	E				30 PSL-920A/B/C 2oo3 logiqie qui va à provoquer ESD niveau 1 (P&ID 20041-0300-P22-UD-00310)
		7.1.2.2 Pas de gaz au pilot de la torche, GPL vaporisé et potentiel d'explosion	S				31 Bouteille (réserve) de butane qui entre automatiquement en fonction
	7.1.3 Fermeture PCV-915A/B	7.1.3.1 Pas de conséquences pour la ligne amont. Bas pression aval et perte de control de la station (shutdown); GPL à la torche	E				32 PCV-915B qui entre en fonction automatique après la fermeture de PCV-915A
		7.1.3.2 Pas de gaz au pilot de la torche, GPL vaporisé et potentiel d'explosion	S				31 Bouteille (réserve) de butane qui entre automatiquement en fonction 83 Un niveau de alarme de bas pression sur le PI-918
	7.1.4 Rupture de la ligne d'alimentation de tie-inn à A-301	7.1.4.1 Basse pression aval et perte de control de la station (shutdown); GPL à la torche	E	MAR	ELO	2	30 PSL-920A/B/C 2oo3 logiqie qui va à provoquer ESD niveau 1 (P&ID 20041-0300-P22-UD-00310)
		7.1.4.2 Pas de gaz au pilot de la torche, GPL vaporisé et potentiel d'explosion	S	CAT	IMP	3	31 Bouteille (réserve) de butane qui entre automatiquement en fonction
		7.1.4.3 Perte de gaz à l'atmosphère (de la ligne existant aussi). Potentiel scénario de feu et explosion	S	CAT	ELO	3	33 PSL-914, PALL
	7.2 Moins Débit	7.2.1 Filtres entassés	7.2.1.1 Basse pression aval et perte de control de la station (shutdown)	A			
7.3 Plus Débit	7.3.1 Défaillance de PCV-915A/B	7.3.1.1 Haute pression aval. Rupture et perte de gaz. Potentiel scénario de feu et explosion.	S	SEV	ELO	2	27 PSV-916A/B dimensionnées pour vanne complètement ouverte 28 Système de detection et extinction de feu
7.4 Débit inverse	7.4.1 Voir "Rupture de la ligne d'alimentation de tie-inn à A-301" sous "Pas débit" dans ce noeud	7.4.1.1					
7.5 Température Haute	7.5.1 Dysfonctionnement de chaffeur (défaillance de TT-919)	7.5.1.1 Résistance endommagé	A	CAT	ELO	3	22 TSH-914 quia va arrêté le chaffeur 23 TSH-920 quia va arrêté le chaffeur
	7.5.2 Feu extérieur avec le chaffeur isolé	7.5.2.1 Haute pression et potentiel explosion de chaffeur	S	CAT	IMP	3	24 PSV-913 dimensionnée pour expansion thermique
	7.5.3 Feu extérieur par les filtres	7.5.3.1 Haute pression et potentiel explosion des filtres	S	CAT	IMP	3	25 PSV-907/908 dimensionnée pour feu
7.6 Température Basse	7.6.1 Déclanchement chaffeur en inverse	7.6.1.1 Potentiel dommage des instruments par l'utilisation de gaz à condition de l'utilisation proche au formation des hydrates	A	CR	IMP	2	
7.7 Pression Haute	7.7.1 Voir "Défaillance de PCV-915A/B" Sous "Plus débit" dans ce noeud	7.7.1.1					
	7.7.2 Voir "Feu extérieur avec le chaffeur isolé" Sous "Température haute" dans ce noeud	7.7.2.1					
	7.7.3 Voir "Feu extérieur par les filtres Sous "Température haute" dans ce noeud	7.7.3.1					
7.8 Pression basse	7.8.1 Voir "Pas débit" dans ce noeud	7.8.1.1					
	7.8.2 Voir "Moins débit" dans ce noeud	7.8.2.1					

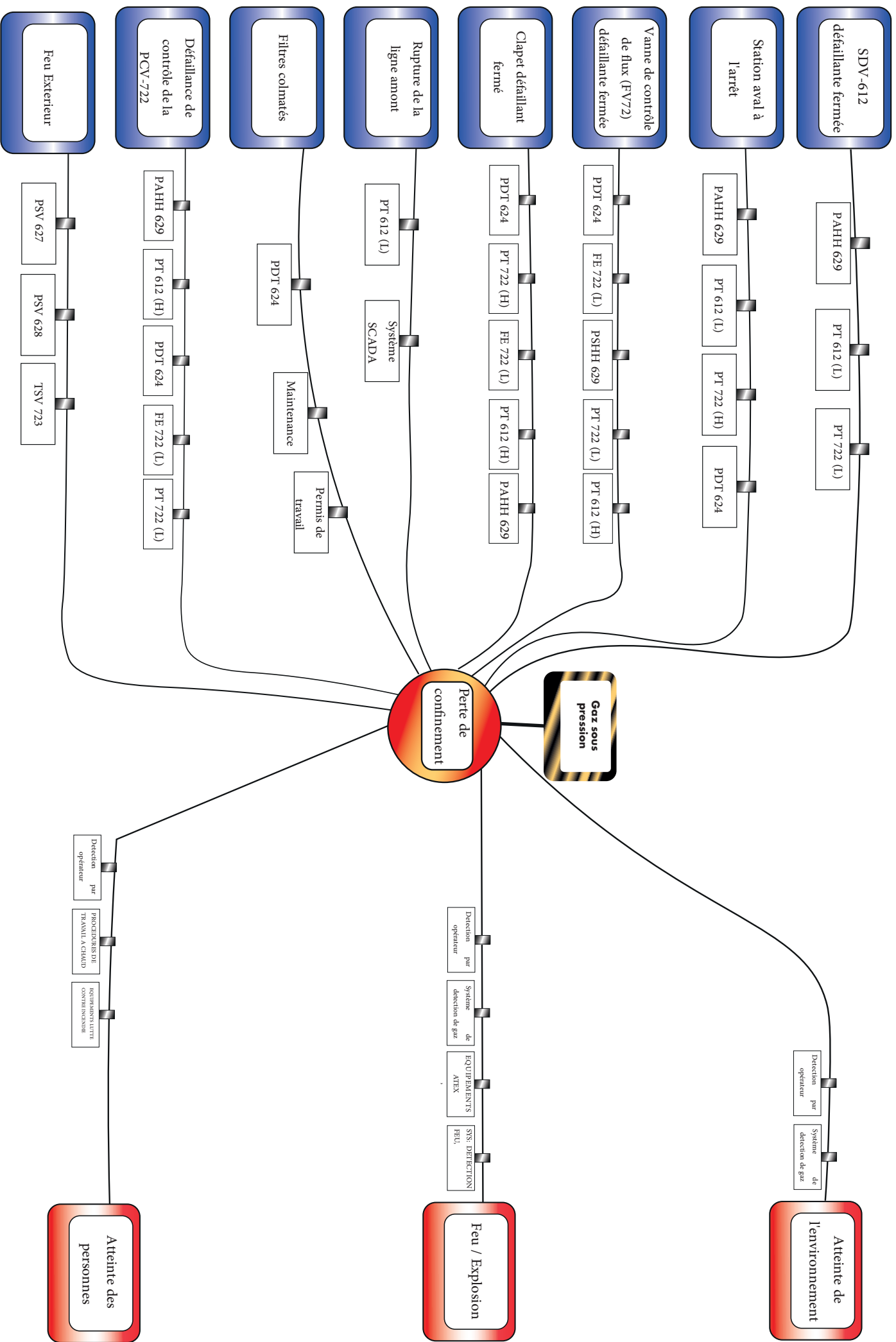
Annexe B

Noeuds papillons.

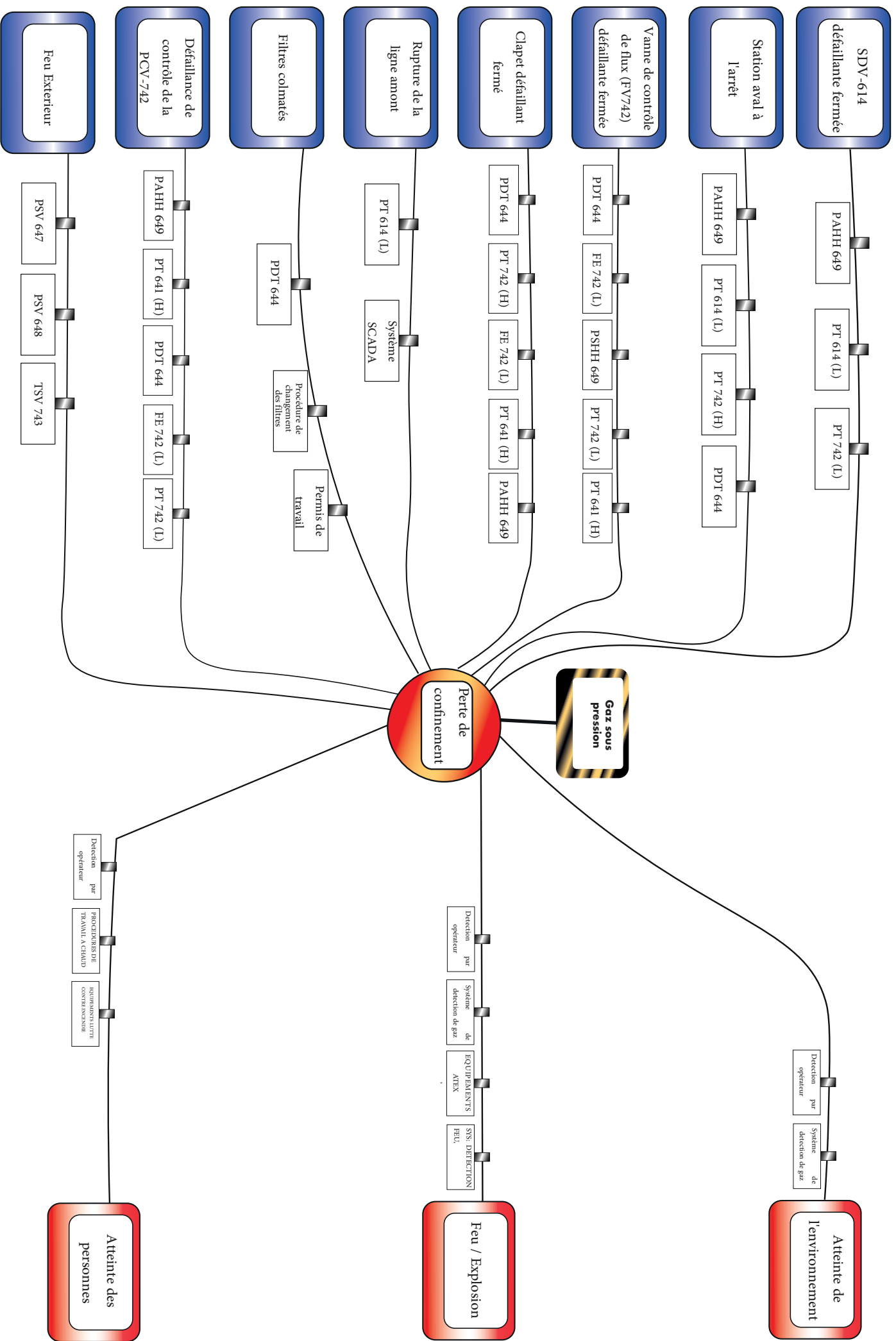
Filtration de captage de la poudre noire et banc de comptage (CINA)



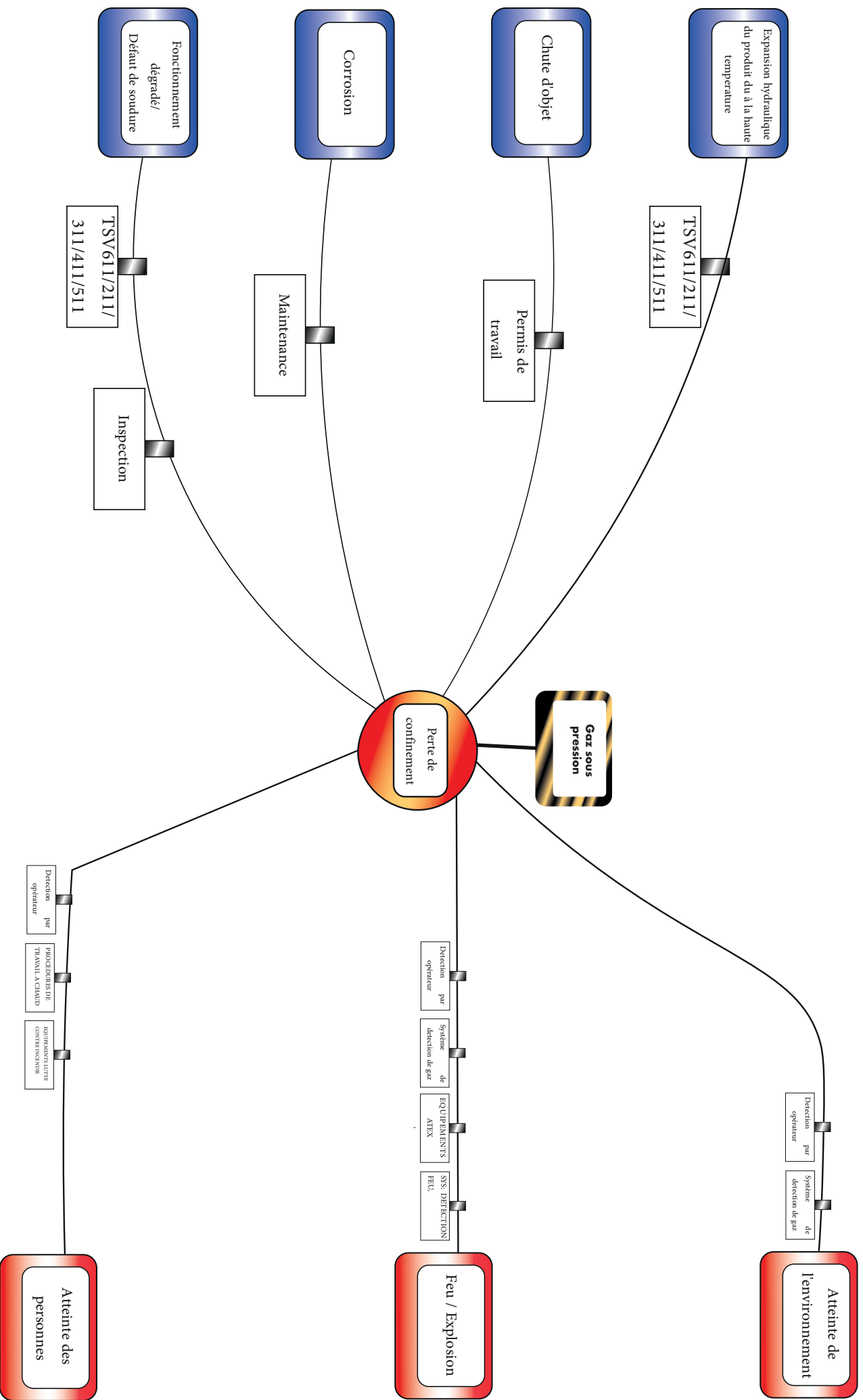
Filtration de captage de la poudre noire et banc de comptage (LR1)



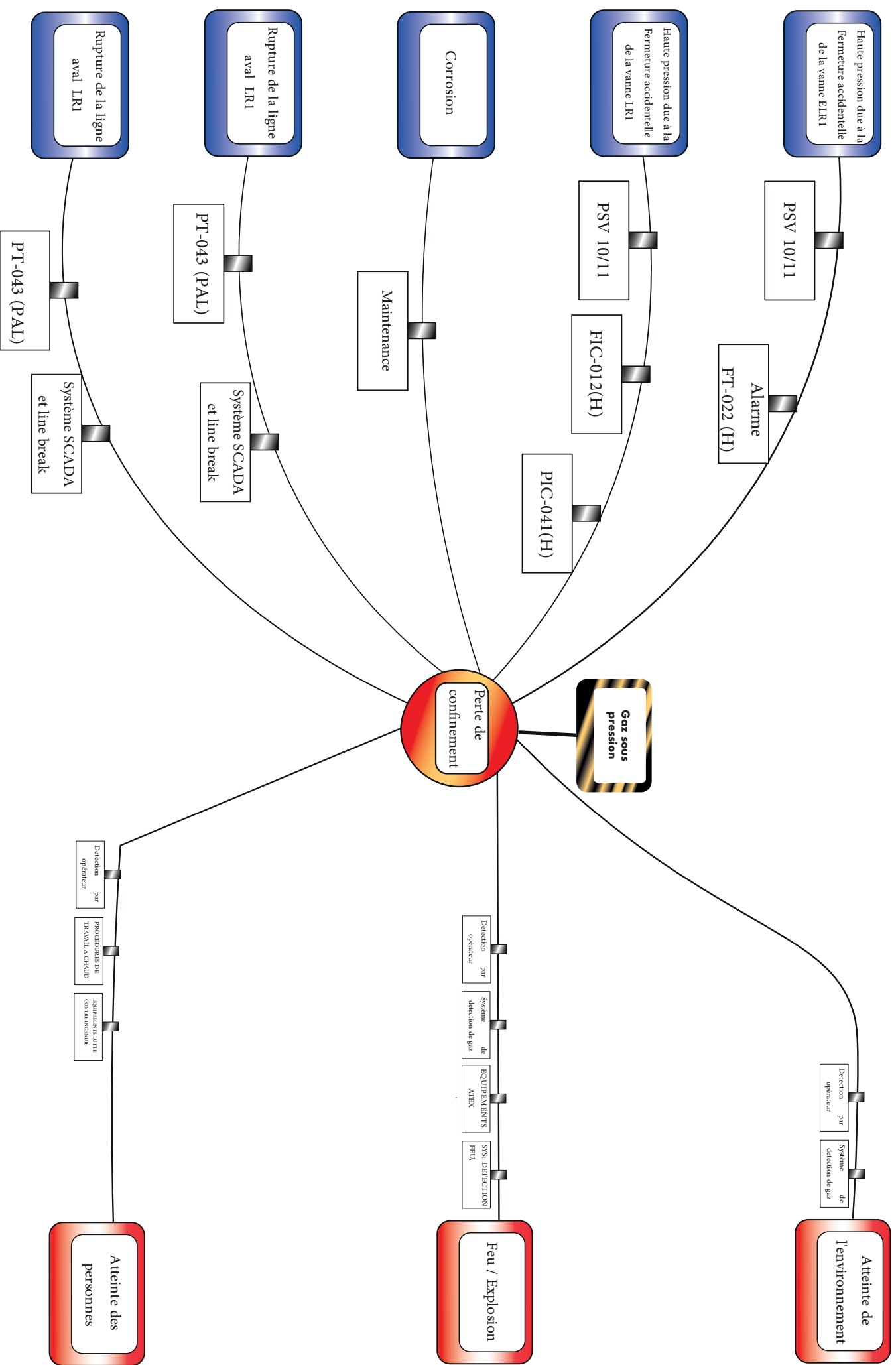
Filtration de captage de la poudre noire et banc de comptage (ZCINA)



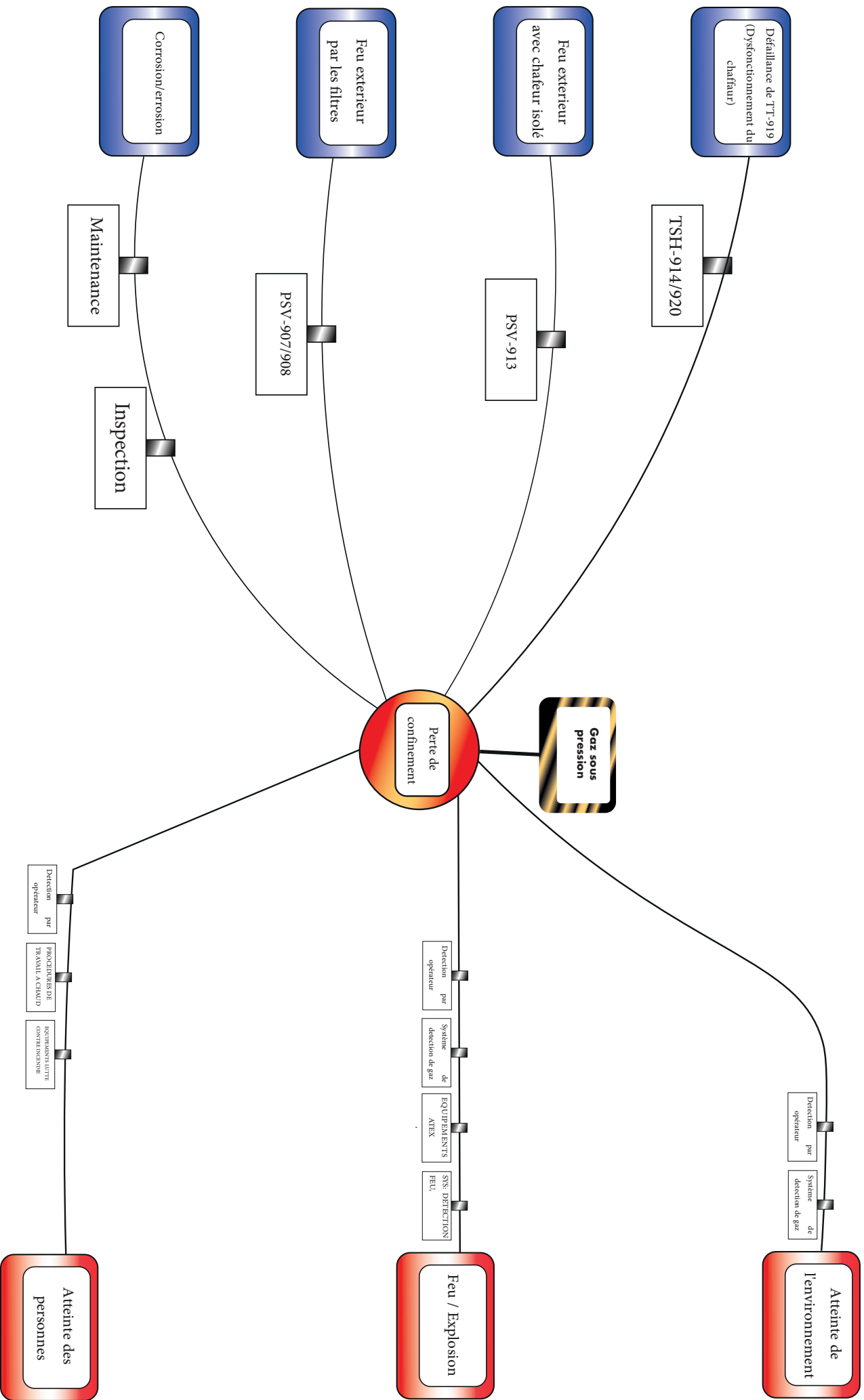
Collecteur d'aspiration



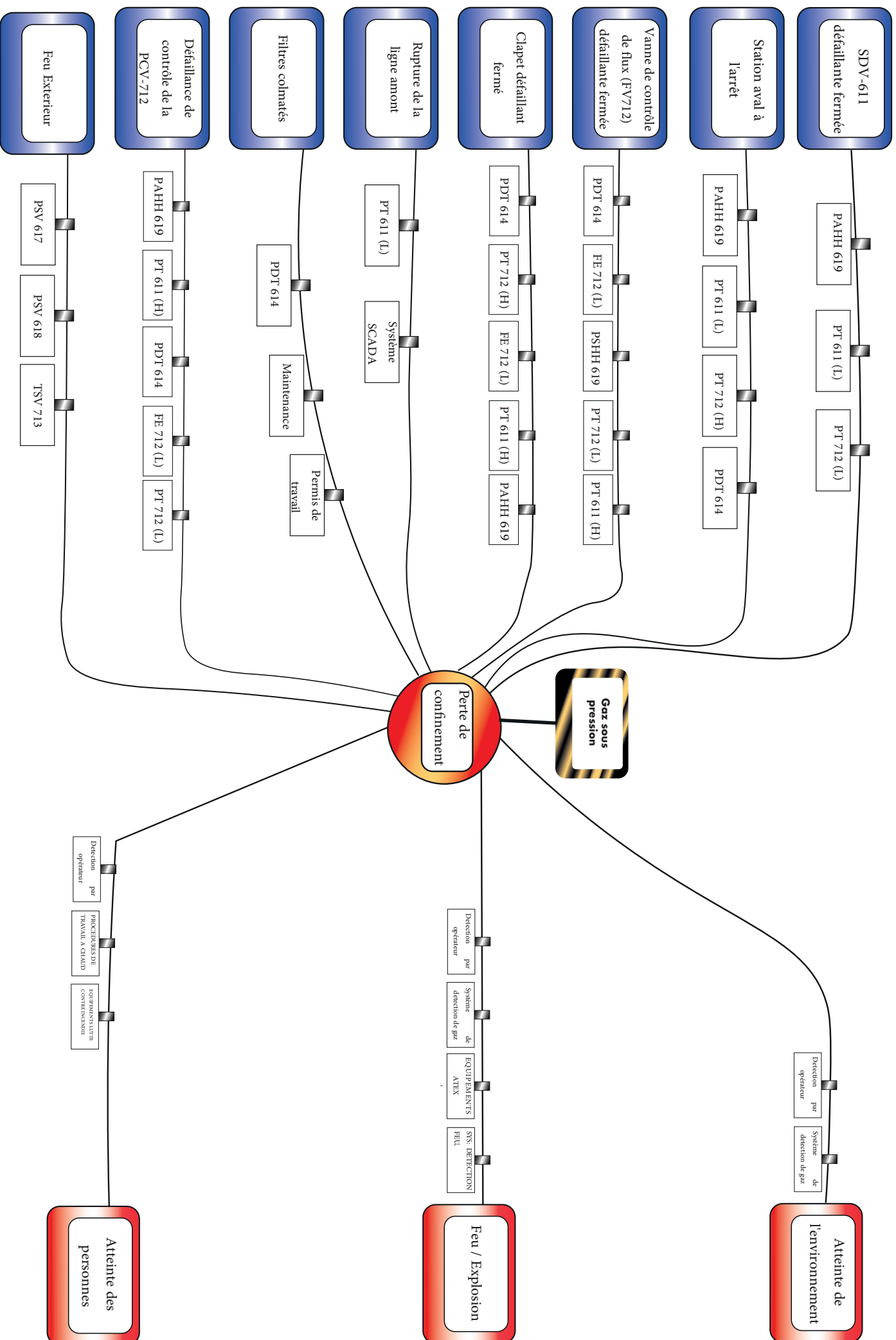
Pompes: aspiration et refoulement des pompes.



Unité de conditionnement de gaz



Filtration de captage de la poudre noire et banc de comptage (ELR1)



Annexe C

Table d'évaluation de performances des EIPS/E Techniques

		Critères de performances						
EIPS/E	Functionalité	Fiabilité (MTBF en H)	Disponibilité (en %)	Capacité de survie	Interdépendance	SIL Recommandé	Résultat	
Nœuds 1/2/3/4	PSHH	Capacité du PSHH à détecter et signaler les pressions élevées anormales dans un système pour déclencher des actions de sécurité.	100 000	99,998	Le PSHH est capable de résister à des températures extrêmes de -40°C à 85°C et à des environnements corrosifs	Le PSHH est intégré avec le système de contrôle DCS (Distributed Control System),	SIL 2	EIPS/E PERFORMANT
	PSV-6XX7/6X8	La PSV est conçue pour être opérationnelle 24/7, avec des plans de maintenance régulière pour minimiser les interruptions.	75 000	99,996	La PSV est capable de résister à des températures extrêmes et à des environnements corrosifs	Le PSV est intégré avec le système de contrôle DCS (Distributed Control System),	SIL 2	EIPS/E PERFORMANT
Nœud 5	TSV-TX3	La TSV déclenche une action pour ajuster la température lorsqu'elle dépasse un seuil prédéfini, assurant une régulation constante.	100 000	99,998	La TSV est capable de résister à des températures extrêmes et à des environnements corrosifs	Le TSV est intégré avec le système de contrôle DCS (Distributed Control System),	SIL 3	EIPS/E Non performant et doit être remplacé par un autre qui est conforme aux SIL recommandés
	TSV-X11	La TSV déclenche une action pour ajuster la température lorsqu'elle dépasse un seuil prédéfini, assurant une régulation constante.	100 000	99,998	La TSV est capable de résister à des températures extrêmes et à des environnements corrosifs	Le TSV est intégré avec le système de contrôle DCS (Distributed Control System),	SIL 3	EIPS/E Non performant et doit être remplacé par un autre qui est conforme aux SIL recommandés
Nœud 6	PSV-10/11	La PSV est conçue pour être opérationnelle 24/7, avec des plans de maintenance régulière pour minimiser les interruptions.	75 000	99,996	La PSV est capable de résister à des températures extrêmes et à des environnements corrosifs	Le PSV est intégré avec le système de contrôle DCS (Distributed Control System),	SIL 3	EIPS/E Non performant et doit être remplacé par un autre qui est conforme aux SIL recommandés
	PSV-914/907/908	La PSV est conçue pour être opérationnelle 24/7, avec des plans de maintenance régulière pour minimiser les interruptions.	75 000	99,996	La PSV est capable de résister à des températures extrêmes et à des environnements corrosifs	Le PSV est intégré avec le système de contrôle DCS (Distributed Control System),	SIL 1	EIPS/E PERFORMANT
Nœud 7	TSH-914	Capacité du TSH à détecter et réguler la température élevée dans un système pour maintenir des niveaux de température sécuritaires. (Seuil)	100 000	99,998	Le TSH est capable de résister à des températures extrêmes et à des environnements corrosifs courants dans les raffineries.	Le TSH est intégré avec le système de contrôle DCS	SIL 1	EIPS/E PERFORMANT
	F&G System	Le système F&G détecte le niveau anormal de gaz ou la présence de feu, déclenche des alarmes, active les systèmes d'extinction, et isole les zones affectées.	150 000	99,999	Le système F&G est capable de résister à des conditions environnementales extrêmes, comme des températures élevées, des explosions, et des environnements corrosifs.	Le système F&G est intégré avec le système de contrôle DCS de la raffinerie, permettant une réponse automatique et coordonnée en cas de détection de feu ou de gaz.	SIL 3	EIPS/E PERFORMANT

Annexe D

Interface du logiciel de gestion des EIPS/E



EIPS ID

Nouveau EIPS

Rechercher EIPS existant



Nouveau EIPS

Nom

Type here...

Numéro de série

Type here...

Date de dernière maintenance

6/30/2024

Date de prochaine maintenance

6/30/2024

Enregistrer



Gestion des fiches de vie



Nouvelle fiche de vie

PSHH	L'identité de l'EIPS/E	Informations complémentaires	Historique de maintenance			
PSV-6X7/6X8	L'identité de l'EIPS/E	Informations complémentaires	Historique de maintenance			
TSV-7X3	L'identité de l'EIPS/E	Informations complémentaires	Historique de maintenance			
TSV-X11	L'identité de l'EIPS/E	Informations complémentaires	Historique de maintenance			
PSV-10/11	L'identité de l'EIPS/E	Informations complémentaires	Historique de maintenance			
PSV914/907/908	L'identité de l'EIPS/E	Informations complémentaires	Historique de maintenance			
TSH-914	L'identité de l'EIPS/E	Informations complémentaires	Historique de maintenance			
F&G System	L'identité de l'EIPS/E	Informations complémentaires	Historique de maintenance			



Base de données des EIPS



Nom de l'EIPS	Numéro de série	Date de dernière maintenance	Date de prochaine maintenance	Fiche de vie
PSHH	123659000007	6/12/24	12/12/24	
PSV-6X7/6X8	456789000001	6/05/24	1/09/25	
TSV-7X3	234567000002	5/12/24	5/19/25	
TSV-X11	789123000003	8/08/24	8/07/25	
PSV-10/11	345678000004	11/15/24	10/02/25	
PSV914/907/908	567890000005	1/09/25	11/20/25	
TSH-914	678901000006	6/10/24	12/30/25	
F&G System	890123000008	6/20/24	1/15/26	