



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة والأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département de Sécurité Industrielle et Environnement (SIE)

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Hygiène et Sécurité industrielle
Spécialité : Sécurité Industrielle et Environnement

Thème

**Etude de danger sur le nouveau bac
d'ammoniac 2102-F au sein du complexe
FERTIAL ARZEW**

Présenté et soutenu publiquement par :

BOUROUFALA Mohammed Ryad et BENBOUHA Fethallah Benaouda

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Lalaoui Mohamed Amine	MAA	IMSI	Président
SERAT Fatima Zohra	MCB	IMSI	Encadrant
Guertarni Islam Hadj Mohamed	MCB	IMSI	Examineur

Année 2021/2022

REMERCIEMENTS

Louange à Allah le Miséricordieux, de nous avoir ouvert les yeux et orienté vers le savoir, et de nous avoir armé de courage et de persévérance Pour mener à terme ce travail.

*Je tiens tout d'abord à remercier profondément et exprimer ma sincère reconnaissance au directeur du complexe **FERTIAL ARZEW** Mr **HAI ELANDALOUSSI** qui m'a donné l'opportunité d'effectuer mon projet de fin d'étude.*

*Par la même volonté et la même chaleur je tiens à exprimer mon admiration à notre encadreur Mme **SERAT Fatima Zohra** pour son aide précieuse sa disponibilité à tout instant ses conseils et encouragements qui ont été bénéfiques, en espérant qu'elle trouve dans cette mémoire l'expression de notre estime et de notre respect les plus profonds.*

*Nous tenons à remercier vivement les membres du Jury Mr **guítarní hadj íslem** et **Lalaoui Mohamed Amine** pour avoir accepté et donner l'honneur de juger notre travail ainsi que leurs remarques et conseils.*

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à l'égard de mon tuteur au sein du complexe **FERTIAL ARZEW** Mr **HOUSSEYN MEKRANFAR** chef de structure sécurité industrielle, Ses capacités scientifiques et ses compétences étaient mon grand support. La liberté qu'il m'a accordée et les responsabilités qu'il m'a confiées ont beaucoup contribué à la formation de ma personnalité tant sur le plan humain que sur le plan d'apprentissage du métier d'ingénieur HSE.*

*Je ne laisserai pas cette occasion passer, sans remercier l'ensemble du personnel de la direction QHSE Mr **MAMMEN AMINE**, Mr **MIMOUNI ABOUBAKR**, Mr **MERIL HOUARI**, Mr **CHAKROUN ABDERRAHMANE** et, Je n'oublierai jamais leurs gentillesse et leurs amabilités, Grâce à eux, l'atmosphère a toujours été amicale et détendue.*

Enfin, Tous nos remerciements vont à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin afin que ce travail voie le jour.

DEDICACES

*Je dédier ce travail à mes parents qui m'ont doté d'une éducation digne,
leurs amours qui a fait de moi ce que je suis aujourd'hui :*

*Ma mère celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation
et de ses dévouements exemplaires, pour cela en ce jour mémorable, pour
moi ainsi que pour toi, reçoit ce travail en signe de ma vive reconnaissance
et ma profonde estime. Puisse le tout puissant te donner santé, bonheur et
longue vie afin que je puisse te combler à mon tour.*

*Mon père qui m'a fait de moi un homme, la personne la plus digne de de
mon estime et de mon respect que dieu te préserve et te procure santé et
longue vie.*

A toute la famille « BOUROUFALA » et « LOUKIL ».

A toute la famille « ELANDALOSSI ».

A tous mes amis

A tous ceux qui nous sont chers on dédie ce travail

RYAD

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail :

*A la fleur de ma vie...ma très chère mère en témoignage de ma
Profonde et ma grande reconnaissance pour sa tendresse, sa patience,*

Ses sacrifices tout au long de ma vie.

*A Mon honorable et très cher père qui a sacrifié sa vie pour que je
Puisse se retrouver à ce niveau et qui m'a été une source de réussite.*

Puisse DIEU, tout puissant les combler de santé, de bonheur et leur

Procurer une longue vie.

A mes frères : Ilyas et Abdellwahed

A ma sœur : Amani Hibet Allah

A Mme Serat Fatima Zohra, notre encadreur

*A tous mes amis, et surtout mon cher ami : Bouroufala Mohammed Ryad
sans lui ce travail n'aurait pu être réalisé.*

Résumé :

L'étude de dangers a pour objectif de démontrer la bonne maîtrise des risques à la source par l'exploitant. Ainsi, Elle a pour objet de rendre compte de l'examen effectué par l'exploitant pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques d'une installation ou d'un groupe d'installations, autant que technologiquement réalisable et économiquement acceptable, que leurs causes soient intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées aux procédés mis en œuvre ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

L'étude de dangers est fondée sur les principes de gestion des risques. Elle suit un processus itératif dont le cœur est L'analyse des risques. Il s'agit de réduire les risques à un niveau jugé acceptable ALARP, le risque est alors dit maîtrisé.

La zone de stockage est l'une des nombreuses unités de processus où des catastrophes peuvent survenir à tout moment. C'est pourquoi dans notre travail nous avons effectué une analyse des risques par les méthodes APR, HAZOP et NÉUD DE PAPILLON et en fin une modélisation des scénarios les plus catastrophiques par le logiciel de simulation PHAST du nouveau bac de stockage d'ammoniac de capacité de 32000 tonnes en cours de réalisation. Dans le but d'améliorer la stratégie de gestion des risques. Pour atteindre les objectifs en termes de travail sain et sûr, et un environnement adéquat, surtout dans un complexe assez important tel que FERTAIL ARZEW.

Mots clé : étude de danger, HAZOP, APR, NÉUD DE PAPILLON, analyse des risques, bac de stockage d'ammoniac.

Abstract :

The purpose of the hazard study is to demonstrate that the operator has properly controlled the risks at source. Thus, its purpose is to report on the examination carried out by the operator to characterize, analyze, assess, prevent and reduce the risks of an installation or a group of installations, as far as technologically feasible and economically acceptable, whether their causes are intrinsic to the substances or materials used, linked to the processes implemented or due to the proximity of other risks of internal or external origin to the installation.

The hazard study is based on the principles of risk management. It follows an iterative process whose core is Risk analysis. It is a question of reducing the risks to a level deemed acceptable ALARP, the risk is then said to be controlled.

The storage area is one of many process units where disasters can occur at any time. This is why in our work we carried out a risk analysis using the APR, HAZOP and BUTTERFLY KNOT method and finally a modeling of the most catastrophic scenarios by the PHAST simulation software for a new ammonia storage tank of capacity of 32,000 tonnes under construction. In order to improve the risk management strategy. To achieve the objectives in terms of healthy and safe work, and an adequate environment, especially in a fairly large complex such as FERTAIL ARZEW.

Key words: hazard study, HAZOP, APR, BUTTERFLY KNOT, risk analysis, ammonia storage tank.

ملخص:

دراسة المخاطر الغرض منها هو إثبات أن المشغل قد تحكم بشكل صحيح في المخاطر عند المصدر. وبالتالي، فإن الغرض منه هو تقديم تقرير عن الفحص الذي أجراه المشغل لتوصيف تحليل وتقييم ومنع وتقليل مخاطر منشأة أو مجموعة من منشآت، بقدر ما يكون ممكناً من الناحية التكنولوجية ومقبولاً من الناحية الاقتصادية، ما إذا كانت أسبابها مقبولة. جوهرية للمواد أو المركبات المستخدمة، مرتبطة بالعمليات المنفذة أو بسبب قربها من مخاطر أخرى ذات أصل داخلي أو خارجي من المنشأة.

يستند تقييم المخاطر إلى مبادئ إدارة المخاطر ويتبع عملية تكرارية، جوهرها تحليل المخاطر. إنها مسألة تقليل المخاطر إلى مستوى يعتبر مقبولاً ALARP ، ثم يقال إنه يتم التحكم في الخطر.

تعد منطقة التخزين واحدة من العديد من وحدات العمليات حيث يمكن أن تحدث الكوارث في أي وقت. لهذا السبب أجرينا في عملنا تحليل للمخاطر باستخدام طريقة APR و HAZOP و BUTTERFLY KNOT وأخيراً نمذجة للسيناريوهات الأكثر كارثية من خلال برنامج المحاكاة PHAST لخزان جديد للأمونيا بسعة 32000 طن قيد الإنشاء. لتحسين استراتيجيات إدارة المخاطر. تحقيق الأهداف من حيث العمل الصحي والأمن، وتهيئة بيئة ملائمة، لا سيما في مجمع هام إلى حد ما مثل FERTAIL ARZEW.

الكلمات الأساسية: دراسة المخاطر، HAZOP، APR، BUTTERFLY KNOT، تحليل المخاطر، خزان الأمونيا.

Glossaire

- ❖ **Risques Majeurs** : Possibilité d'un évènement d'origine naturelle ou anthropique dont les effets peuvent mettre en jeu un grand nombre de personnes, occasionner des dommages importants et dépasser les capacités de réaction de la société. Les risques technologiques, d'origine anthropique sont : Le risque nucléaire, le risque industriel, le risque de transport de matières dangereuses et le risque de rupture de barrage. (Gestion des risques, Procédure FERTAL, 2015)
- ❖ **Dompage** : Blessure physique ou atteinte à la santé des personnes ou atteintes aux biens ou à l'environnement (ISO/CEI 51).
- ❖ **Effet** : Type d'agression associé à un événement / accident (surpression, flux thermique, concentration toxique, ...).
- ❖ **APR** : Analyse Préliminaire des Risques. Méthode inductive d'analyse des risques.
- ❖ **Cause** : Evènement ou combinaison d'évènements initiateur(s) c'est-à-dire à l'origine d'un événement redouté.
- ❖ **Cinétique** : Vitesse d'enchaînement des évènements constituant une séquence accidentelle, de l'évènement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables.
- ❖ **Conséquences** : Combinaison, pour un accident donné, de l'intensité des effets et de la vulnérabilité des cibles situées dans les zones exposées à ces effets.
- ❖ **Danger** : Propriété intrinsèque à une substance, à un système technique (dans ce cas, on parle de potentiel de dangers) de nature à entraîner un dommage sur un élément vulnérable.
- ❖ **Risque** : Combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences (ISO/CEI 73). Ou combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité (ISO/CEI 51) (définition retenue dans l'étude).
- ❖ **Etablissement classé** : L'ensemble de la zone d'implantation comportant une ou plusieurs installations classées et qui relève de la responsabilité d'une personne physique ou morale, publique ou privée qui détient, exploite ou fait exploiter l'établissement et les installations classées qui en relèvent (décret 06-198).
- ❖ **Installation classée** : Toute unité technique fixe dans laquelle interviennent une ou plusieurs activités figurant dans la nomenclature des installations classées telle que fixée par la réglementation en vigueur (décret 06-198).
- ❖ **Evènement redouté** : Aussi appelé « Evènement redouté central ».

Evènement conventionnellement défini, dans le cadre de l'analyse des risques, au centre de l'enchaînement accidentel. Il peut s'agir d'une perte de confinement de matière dangereuse, une

Perte d'intégrité physique pour les solides. Ces évènements constituent les points d'entrée de l'analyse des risques.

Glossaire

- ❖ **Evènement indésirable** : est un évènement inattendu au regard de l'état de santé et de la pathologie de la personne et dont les conséquences sont le décès, la mise en jeu du pronostic vital, la survenue probable d'un déficit fonctionnel permanent, y compris une anomalie ou une malformation congénitale
- ❖ **Phénomène** : Libération d'énergie ou de substance produisant des effets, susceptibles dangereux d'infliger un dommage à des cibles vivantes ou matérielles, sans préjuger l'existence de ces dernières. C'est une « source potentielle de dommages » (ISO/CEI 51).
- ❖ **Noeud** : L'ensemble des installations ont, au préalable, été découpées en systèmes (appelés « noeud ») afin de faciliter leur analyse (Méthode HAZOP, Procédure FERTIAL, 2015).
- ❖ **Scénario** : Séquences et combinaisons d'évènements conduisant à un accident. Vulnérabilité : Sensibilité d'une cible à un type d'effet.
- ❖ **Gravité** : Combinaison en un point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux et de la vulnérabilité des personnes potentiellement exposées.

Gravité = intensité des effets x vulnérabilités de la cible.
- ❖ **Dommage** : Blessure physique ou atteinte à la santé des personnes ou atteintes aux biens ou à l'environnement (ISO/CEI 51).
- ❖ **Prévention** : Technique de performance sur les risques dans le but de les supprimer et d'éviter leurs conséquences néfastes. En général, elle englobe aussi le terme protection. (Gestion des risques, Procédure FERTAL, 2015)
- ❖ **Protection** : Technique de performance sur des conséquences néfastes qu'un risque peut occasionner à un individu, un collectif ou leur environnement en provoquant des dégâts. (Gestion des risques, Procédure FERTAL, 2015)
- ❖ **Effet** : Type d'agression associé à un évènement / accident (surpression, flux thermique, concentration toxique, ...).
- ❖ **Effets thermiques** : Émission ou absorption d'énergie, par conduction, convection ou rayonnement. Le courant peut se manifester non seulement par des effets mécaniques, mais par des effets chimiques, thermiques, lumineux, etc.
- ❖ **Effet domino** : On entend par effets domino la possibilité pour un accident majeur donné de générer, par effet de proximité, d'autres accidents majeurs sur les installations ou établissements, présents dans un périmètre défini par des critères fixés

Glossaire

- ❖ **Explosion** : Une explosion est une augmentation rapide de volume et une libération d'énergie, généralement avec génération de hautes températures et de gaz. Plus cette transformation s'effectue rapidement, plus la matière résultante se trouve en surpression ; en se détendant jusqu'à l'équilibre avec la pression atmosphérique, elle crée un souffle déflagrant ou détonant, selon sa vitesse, et une émission de bruit.

- ❖ **Incendie** : Un incendie est un feu non maîtrisé, ni dans le temps, ni dans l'espace. La caractéristique d'un incendie est de pouvoir s'étendre rapidement et d'occasionner des dégâts généralement importants. Ses conséquences sont destructrices tant sur l'environnement dans lequel il évolue que sur les êtres vivants qu'il rencontre.

- ❖ **LIE** : Limite Inférieure d'Explosivité. Un nuage d'air et de gaz (vapeur) inflammable (ou de poussières Combustibles) en concentration inférieure à la LIE du gaz (ou de la poussière) considéré ne peut s'enflammer et exploser.

- ❖ **LSE** : Limite Supérieure d'Explosivité. Un nuage d'air et de gaz (vapeur) inflammable (ou de poussières combustibles) en concentration supérieure à la LSE du gaz (ou de la poussière) considéré ne peut s'enflammer et exploser.

- ❖ **La dispersion atmosphérique** : est une simulation de la dispersion de panaches de pollution dans un contexte et une temporalité donnée, faite à l'aide d'outils mathématiques et de logiciels informatiques et cartographiques. Les modèles cherchent à prendre en compte les conséquences directes et indirectes, dans l'espace et dans le temps des rejets (accidentels ou non) de substances (gaz, particules, aérosols, radionucléides...) indésirables, dangereuses ou toxiques.

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
ALARP	As Low as Reasonably Practicable
API	American Petroleum Institute
APR	Analyse Préliminaire de Risques
AR	Analyse de risques
ARIA	Analyse, Recherche et Information sur les Accidents
BP	Basse Pression
BRGM	Bureau de Recherche Géologique et Minière
D	Diamètre
DIPPR	Design Institute for Physical Properties
DNV	Det Norske Veritas
EDD	Etude De Dangers
ESD	Bouton poussoir d'arrêt d'urgence
FERTIAL	Fertilisants d'Algérie
ISO	Internationale organisation système
HAZOP	HAZard and OPerability Study
HP	Haute Pression
LII	Limite Inférieure d'Inflammabilité
LSI	Limite Supérieure d'Inflammabilité
P&ID	Piping and Instrumentation Diagram
PHAST	Process Hazard Analysis Software Tool
VCE	Vapour Cloud Explosion
MADS	Méthodologie d'Analyse de Dysfonctionnement des Systèmes
MOSAR	Méthode Organisée et Systémique d'Analyse des Risques
NPK	Signifie azote, phosphore, potasse
PII	Plan Interne d'Intervention
BLEVE	boiling liquid expanding vapor explosion
REX	Retour d'expérience
UVCE	Unconfined Vapour Cloud Explosion
BOG	boil off gas system
APG DE 90-	Décret exécutif no 90-245 du 18 août 1990 portant réglementation des appareils à

Abréviation des safeguards :

Abréviation	Anglais	Français
XCV	Crossflow Check Valve	Clapet anti-retour à courant transversal
PXV	solenoid operated expansion valve	Soupape de détente actionnées par solénoïde
PCV	Pressure Control Valve	Vanne de régulation de pression
PSV	Pressure safety Valve	Soupape de sécurité de pression

Liste des abréviations

PIC	Pressure Indicating Controller	Contrôleur d'indication de pression
TI	temperature indicator	Indicateur de température
TT	Temperature Transmitter	Transmetteur de température
LI	Level indicator	Indicateur de niveau
LT	Level transmitter	Transmetteur de niveau
PI	Pressure indicator	Indicateur de pression
PT	Pressure transmitter	Transmetteur de pression
PAH	Pressure Alarm High	Alarme de pression haut
PAHH	Pressure Alarm High high	Alarme de pression haut haut
XSV	Crossflow safety valve	Soupape de sécurité tangentielle
PIT	Pressure indicator transmitter	Indicateur et transmetteur de pression
VSV	Vacuum safety valve	Soupape de sécurité à vide
FCV	Flow Control Valve	Vanne de régulation de débit
LS	Level switch	Commutateur de niveau
FAH	Flow alarm high	Alarme de débit haut
TAH	Temperature alarm high	Alarme de température haut
LTD	level transducer	Transducteur de niveau
LAH	Level alarm high	Alarme de niveau haut
LAHH	Level alarm high high	Alarme de niveau haut haut
LSH	Level switch high	Commutateur de niveau haut
LAL	Level alarm low	Alarme de niveau bas
LALL	Level alarm low low	Alarme de niveau bas bas

Liste des figures

Figure 1 Processus de Management des risques (selon le guide ISO CEI 73).....	7
Figure 2 Traitements des risques	9
Figure 3 Méthodes inductive vs déductives	11
Figure 4 Exemple d'arbre des défaillances	16
Figure 5 Exemple d'exploitation d'Arbre d'Évènements.....	17
Figure 6 Processus de danger du modèle MADS	18
Figure 7 La structure de la méthode MADS -MOSAR	19
Figure 8 : Historique du complexe FERTIAL.....	26
Figure 9 Vue en dessous de FERTIAL	28
Figure 10 Diagramme des standards organisations implante à FERTIAL	29
Figure 11 Organigramme général du complexe Fertial- Arzew.....	30
Figure 12 Organigramme structurel de la direction QHSE.....	31
Figure 13 : Politique SST de l'entreprise Fertial.....	34
Figure 14 Produits fabrique par FERTIAL	37
Figure 15 : Unité ammoniac II	39
Figure 16 Section de reforming primaire	40
Figure 17 Extraction du gaz carbonique (décarbonatation)	42
Figure 18 Procédé de fabrication d'ammoniac « KELLOG ».....	45
Figure 19 Réservoir cryogénique à double paroi.....	49
Figure 20 Types de réservoirs de stockage des hydrocarbures	50
Figure 21 Les modes de stockage des hydrocarbures	50
Figure 22 Types de bacs de stockage cylindriques verticaux (nature du toit)	51
Figure 23 Types Equipements de la structure des bacs	52
Figure 24 Accessoires d'accès des bacs	53
Figure 25 Accessoires de contrôle des bacs.	54
Figure 26 Accessoires de sécurité de lutte contre l'incendie	55
Figure 27 La protection des bacs contre la corrosion	55
Figure 28 Emplacement du nouveau bac d'ammoniac 2102-F.....	56
Figure 29 Nouveau bac de stockage d'NH3 2102-F.....	57
Figure 30 Phénomène de UVCE	60
Figure 31 Phénomène de BOIL-OVER	60
Figure 32 Phénomène de FEU DE NAPPE	61
Figure 33 Phénomène de BLEVE.....	62

Liste des figures

Figure 34 Phénomène de dispersion de produits toxiques	62
Figure 35 Étapes de la méthode APR	70
Figure 36 Principe de l'HAZOP	74
Figure 37 Matrice de risque selon la procédure FERTIAL ARZEW	77
Figure 38 Représentation de scénarios d'accident selon le modèle du nœud papillon.....	81
Figure 39 plan les nœuds étudier	94
Figure 40 Plan de bac 2102-F de l'ammoniac (FERTIAL) vers les trois pompes 1D0101 / 02 /03 ...	95
Figure 41 Plan de ligne 6" de remplissage d'ammoniac liquide vers bac de stockage 2102-F.....	108
Figure 42 Plan de ligne 12" de refoulement des gaz d'ammoniac vers le système package BOG ...	115
Figure 43 : mot clés pour le plan de nœud de papillon.....	125
Figure 44 application du nœud de papillon.....	126
Figure 45 Localisation des activités limitrophes du complexe Fertial-Arzew.....	133
Figure 46 Histogramme des températures de l'année 2019 à Arzew	134
Figure 47 Variation de la température mensuelles moyennes sur Arzew entre 1981 et 2019	134
Figure 48 Direction des vents dominants dans les différentes saisons de l'année à Arzew	135
Figure 49 Rose des vents dominants et leurs vitesses à Arzew.....	135
Figure 50 Le taux de vaporisation de la nappe en fonction de temp	139
Figure 51 Le rayon de la nappe vaporisé	139
Figure 52 Concentration maximale en fonction de la distance	140
Figure 53 La distance maximale que le nuage de gaz peut atteindre	140
Figure 54 La dose toxique de l'ammoniac en fonction de la distance.....	141
Figure 55 L'empreinte de nuage toxique	141
Figure 56 Les effets de la boule de feu (vue satellite)	143
Figure 57 Les radiations thermiques dégager par la boule de feu en fonction de temp	143
Figure 59 Les radiations thermiques de feu de nappe en fonction de la distance	144
Figure 58 Le rayon des radiations thermiques de feu de nappe et ces effets	144
Figure 60 Rayon de feu de flash.....	145
Figure 61 Feu de flash (vue satellite).....	145
Figure 62 La surpression du a l'explosion en fonction de la distance	146
Figure 63 Les seuils des effets d'explosion (UVCE)	146

Liste des tableaux

Tableau 1: définitions de danger selon différentes sources.....	5
Tableau 2: définitions de risque selon différentes sources.....	5
Tableau 3 définitions de l'analyse de risque selon différentes sources.....	8
Tableau 4 Classification de principales méthodes de la gestion des risques	12
Tableau 5 Exemple d'un tableau de type AMDEC	14
Tableau 6 Exemple de tableau d'application de la méthode What-if.....	15
Tableau 7 Avantages et inconvénients de quelque méthodes d'analyse de risques	20
Tableau 8 : classification de FERTIAL selon la réglementation nationale et international	22
Tableau 9 Flux de matières entrants et sortants de la production d'Ammoniac	44
Tableau 10 Paramètres relatifs aux différentes configurations de stockage de l'ammoniac	47
Tableau 11 Caractéristiques du nouveau bac	58
Tableau 12 Nombre d'accidents lie à l'Ammoniac selon leurs causes au niveau national	65
Tableau 13 Nombre d'accidents lie à l'Ammoniac par rapport les équipements au niveau national .	65
Tableau 14 Nombre et pourcentage d'accidents survenus au niveau international.....	66
Tableau 15 exemples d'accidents d'ammoniac sur l'international.....	66
Tableau 16 Exemple de tableau de type « APR »	70
Tableau 17 Exemple de tableau l'HAZOP.....	75
Tableau 18 Paramètres et Déviations selon la procédure de FERTIAL ARZEW	76
Tableau 19 Échèle de gravité selon la procédure FERTIAL ARZEW	78
Tableau 20 Échèle de probabilité selon la procédure FERTIAL ARZEW	79
Tableau 21 Légende des évènements figurant sur le modèle du nœud papillon.....	82
Tableau 22 Application de l'analyse préliminaire des risques (APR) sur le bac de stockage d'ammoniac 2102-F de FERTIAL.....	86
Tableau 23 Résultats de l'analyse APR sans la prise en compte des barrières de sécurité	93
Tableau 24 Résultats de l'analyse APR après la prise en compte des barrières de sécurité	93
Tableau 25 bac Nœud N°1 : bac de stockage vers les trois pompes 1D0101 / 02/ 03	96
Tableau 26 nœud N°2 : ligne 6" de remplissage d'ammoniac liquide vers bac de stockage 2102-F	109
Tableau 27 nœud N°2 : ligne 12" de refoulement des gaz d'ammoniac vers le système package BOG	116
Tableau 28 liste des recommandations	121
Tableau 29 : les barrières de prévention	127
Tableau 30 : les barrières de protection	129
Tableau 31 degré de criticité pour chaque phénomène exploité	129
Tableau 32 donnée de l'environnement socioculturel des zones avoisinant au complexe FERTIAL	132

Liste des tableaux

Tableau 33 Taux d'humidité à Arzew-Oran entre 2009 et 2018.....	136
Tableau 34 Exemple de la compatibilité des classes de stabilité atmosphériques	137
Tableau 35 Condition météorologique de la modalisation d'accident majeur	137
Tableau 36 Seuil thermique des effets sur l'homme	137
Tableau 37 Seuil thermique des effets sur les structures	138
Tableau 38 Seuil de surpression des effets sur l'homme.....	138
Tableau 39 Seuil de surpression des effets sur les structures.....	138
Tableau 40 la vaporisation de la nappe après l'épandage de l'ammoniac dans la cuvette de rétention	139
Tableau 41 la distance et concentration de gaz dispersé.....	140
Tableau 42 dose et distance de gaz toxique	141
Tableau 43 puissance et distance de boule de feu	142
Tableau 44 distance et longueur de feu de nappe	144
Tableau 45 Limites inférieure et supérieure d'explosivité	145
Tableau 46 radiation de pression	146

Table des matières

Remercîments	
Dédicaces	
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Glossaire	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE 1 : NOTION DE BASE SUR LA GESTION DES RISQUES	4
1. Introduction	5
2. Définitions	5
2.1. Notion de danger :	5
2.2. Notion de risque :	5
3. Notion de base la gestion des risques :	6
3.1. Objectifs de gestion des risques :	6
3.2. Qui est concerné ?	6
3.3. Les principes de la gestion des risques :	6
3.3.1. Appréciation du risque :	7
3.3.2. Identification des risques :	7
3.3.3. Analyse du risque :	8
3.3.4. L'estimation du risque	8
3.3.5. Évaluation du risque	8
3.3.6. Réduction des risques (traitement) :	9
3.3.7. Surveillance et revues de risques :	10
3.3.8. Communication et concertation :	10
3.4. Classification des méthodes d'analyse de risque :	10
3.4.1. Méthodes Inductives :	10
3.4.2. Méthodes déductives :	10
3.4.3. Méthodes qualitatives :	11
3.4.4. Méthode quantitative :	11
3.4.5. Méthodes dynamiques et statiques	12
3.5. Critères de choix d'une méthode d'analyse de risque :	12
3.6. Panorama des méthodes d'analyse des risques	13
3.7. Comparaison des méthodes d'analyse de risques :	20

Table des matières

4. Règlementation et classification de l'entreprise :.....	21
4.1. Règlementation algérienne :.....	21
4.2. Règlementation européenne :.....	22
4.3. Classification de l'entreprise FERTIAL :	22
5. Conclusion :.....	23
CHAPITRE 2 : PRESENTATION DU COMPLEXE FERTIAL	24
1. Introduction :	25
2. Description du complexe :.....	25
2.1. Site d'Arzew (Oran) :	25
2.2. Site d'Annaba :	25
3. Historique du complexe FERTIAL :	26
4. Coordonnées du site d'exploitation :	27
5. Coordonnées du siège social en Algérie	27
6. Emplacement géographique	27
7. Objectif et activité du complexe FERTIAL :	28
8. Certifications et Normes de FERTIAL :	28
9. Organigramme général du complexe Fertial- Arzew :.....	30
10. Direction QHS	31
10.1. Rôles de chaque Structure :	32
10.1.1. Structure Sécurité Industrielle :	32
10.2. Structure Certification et suivi :	32
10.3. Structure Environnement et Energie :.....	33
10.4. Intervention et Gestion des Urgences :	33
11. Description générale des unités de FERTIAL :	35
12. Produits fabrique par FERTIAL :	37
13. Généralité sur l'Ammoniac :	37
14. Procédé de production de l'ammoniac NH ₃ :	38
CHAPITRE 3 : LE STOCKAGE D'AMMONIAC.....	46
1. Introduction :	47
2. Les configurations de stockage de l'ammoniac :	47
2.1. Description des réservoirs cryogéniques.....	47
2.2. Description des réservoirs semi-réfrigères :.....	49
2.3. Description des réservoirs pressurisés à température ambiante :.....	49
3. Types de réservoirs (ou bacs) de stockage :	50
4. Lieux de stockage :	50

Table des matières

5. Mode de stockage :	50
6. Classifications des bacs cylindriques verticaux :	51
6.1. Les réservoirs à toit fixe :	51
6.2. Les réservoirs à toit flottant :	52
7. Équipements et accessoires des bacs de stockage :	52
8. Présentation du nouveau bac de stockage de FERTIAL :	56
9. Les phénomènes liés au stockage des hydrocarbures :	59
10. Conclusion :	62
CHAPITRE 4 : ANALYSE DES RISQUES LIEE AU NOUVEAU BAC 2102-F.....	63
1. Introduction :	64
2. Retour d'expérience :	64
2.1. Au niveau national :	65
2.2. Au niveau international :	66
2.2.1. Plusieurs enseignements peuvent être tirés de l'accident de Jonova – Lituanie (URSS) Le 20 mars 1989 :	67
3. Choix des méthodes d'analyse des risques utilisés dans notre étude :	68
4. Analyse préliminaire des risques (APR) :	68
4.1. Historique et domaine d'application :	68
4.2. Principe :	69
4.3. Déroulement :	70
4.4. Limites et avantages :	72
5. Méthode HAZOP.....	73
5.1. Historique et domaine d'application :	73
5.2. L'objectif : [33]	73
5.3. Principe de la méthode HAZOP :	73
5.4. Mise en œuvre de la méthode :	74
5.5. Constitution de l'équipe pluridisciplinaire :	74
5.6. Procédure HAZOP de FERTIAL ARZEW :	75
5.6.1. Paramètres et Déviations - mots clés :	75
5.6.2. Cotation :	76
5.6.3. ALARP, Acceptable, Inacceptable :	77
5.7. Informations nécessaires pour la méthode HAZOP :	79
5.8. Rapport HAZOP :	79
5.9. Limites et avantages :	80
6. Nœud papillon :	81

Table des matières

6.1. Historique et domaine d'application	81
6.2. Principe	81
6.3. Déroulement :	82
6.4. Limites et avantages :	83
7. Facteurs de risque externe autour FERTIAL ARZEW :	83
8. Application de l'analyse préliminaire des risques (APR) :	86
8.1. Synthèse de l'analyse APR :	93
9. Application de la méthode d'analyse HAZOP :	94
9.1. Synthèse de l'analyse HAZOP :	124
10. Application de la méthode nœud de papillon :	125
10.1. Analyse des résultats nœud papillon :	129
11. Conclusion :	130
CHAPITRE 5 : MODELISATION DES SCINARIOS CATASTROPHIQUES SUR LE BAC 2102-F	131
1. Introduction	132
2. Les données de la modélisation :	132
2.1. Environnement socioculturel	132
2.2. Industries situées à proximité :	134
2.3. Données météorologiques	134
2.4. La stabilité atmosphérique :	136
2.5. Seuil de référence pour les effets :	137
3. Rapport de synthèse des conséquences :	139
3.1. Pool vaporisation :	139
3.2. La dispersion d'un nuage de gaz	140
3.3. La toxicité	141
3.4. Fireball (boule de feu, conséquence du BLEVE) :	142
3.5. Late Pool fire (Feu de nappe) :	144
3.6. Flash fire (feu de flash) :	145
3.7. Explosion :	146
4. Conclusion	147
CONCLUSION GENERALE	148
Bibliographie	151
Annexe 01	153

**INTRODUCTION
GENERALE**

Introduction générale

Introduction générale

aujourd'hui plus que jamais, la science et la technique nous aide à mieux vivre, elles nous ont aussi, par leurs effets indésirables, inconnus ou imprévisibles, fait entrer dans la société du risque. Cette notion joue, de plus en plus, un rôle déterminant, en particulier dans le monde industriel. À travers une prise de conscience des organisations, celles-ci développent des processus d'identification, d'analyses et d'estimation des risques qui permettent dans le cadre de politiques sécuritaires, de caractériser les moyens de réduction du risque et de prioriser les interventions, dans le but de préserver la santé, l'intégrité physique et morale, et la vie des individus.

L'Algérie, en utilisant sa richesse en gaz naturel, a choisi une stratégie de développement de complémentarité entre l'industrie et l'agriculture par la création d'usines de production de fertilisants par des procédés à base d'ammoniac.

FERTIAL, complexe de production de fertilisants, est l'une des grandes usines productrice et exportatrice de l'ammoniac dans le monde qui utilise le gaz naturel et l'air atmosphérique, comme matières premières, pour la production d'ammoniac en utilisant l'eau de mer pour produire de la vapeur d'eau et comme fluide frigorigène.

La consommation d'ammoniac continue à croître, compte tenu de l'évolution de la population mondiale, car 87% de la production d'ammoniac sont convertis en fertilisants des sols ce qui a poussé le complexe FERTIAL à augmenter sa production afin de garantir une disponibilité suffisante de cette matière.

Le risque majeur susceptible de survenir au niveau de ce complexe augmente au fur et à mesure au cours de diverses opérations de réception, d'exploitation, de stockage et de transfert.

Dans le cadre du projet de fin d'étude de master sécurité industrielle et environnement, notre objectif est d'évaluer les risques liés au nouveau bac de stockage d'ammoniac afin de préserver ces installations et la population de la région avoisinante, réduire et maîtriser ces risques.

Pour bien éclairer notre objet d'étude nous avons organisé la présentation de ce mémoire en deux parties :

Nous consacrerons la première partie à présenter :

Un chapitre dédié aux généralités et notions de base sur la gestion des risques (définitions, un aperçu sur les méthodes d'évaluation de risque). Sa dimension normative et les principales exigences et réglementaires nationales et internationales.

Dans le deuxième chapitre, une présentation du complexe FERTIAL ainsi que les fondements sur l'ammoniac. Nous enchaînons, dans le troisième chapitre par un aperçu global sur le système de stockage de l'ammoniac, les lieux de stockage, les risques au niveau de cette étape et Les phénomènes autour d'un bac de stockage.

Introduction générale

La deuxième partie est présentée dans le chapitre quatre et cinq, elle est relative à l'accidentologie et le retour d'expérience puis en entame l'étude et l'évaluation des risques au niveau du bacs de stockage de l'ammoniac, analyse et discussions des résultats obtenus avec une synthèse des recommandations. Enfin, une conclusion générale.

**CHAPITRE 1 : NOTION
DE BASE SUR LA
GESTION DES
RISQUES**

Chapitre 01 : Notions de base sur la gestion des risques

1. Introduction

Dans un monde où normes et réglementations deviennent de plus en plus complexes, les organisations doivent être suffisamment vigilantes et réactives. Elles doivent en connaître les enjeux et mettre en application ces exigences en amont afin de pouvoir travailler dans un environnement serein et sécurisé. L'objet de ce chapitre est de clarifier les notions de base sur le thème de la gestion des risques, des définitions des concepts importants puis de faire le point sur les aspects les plus importants des règlements et normes au niveau national et international avec une revue sur les retours d'expériences.

2. Définitions

2.1. Notion de danger :

Notons que ces définitions de danger et autres qui sont proposées par d'autres normes et auteurs, malgré leur vocabulaire différent mais elles portent le même sens.

Tableau 1: définitions de danger selon différentes sources

Source	Définition
Directive 96/82/CEI [1]	« Comme une propriété intrinsèque d'une substance dangereuse ou d'une situation physique de pouvoir provoquer des dommages pour la santé humaine et/ou l'environnement ».
Référentiel OHSAS 18001 [2]	« Comme une source ou une situation pouvant nuire par blessure ou atteinte à la santé, dommage à la propriété et à l'environnement du lieu de travail ou une combinaison de ces éléments ».
MADS MOSAR multimédia [3]	« Un état ou situation comportant une potentialité de dommages inacceptables ». Une Situation d'un système où sont réunis tous les facteurs pouvant conduire à la réalisation d'un accident potentiel.

2.2. Notion de risque :

Tableau 2: définitions de risque selon différentes sources

Source	Définition
Villemeur, [4]	« Le risque est défini comme une mesure d'un danger associant une mesure de l'occurrence d'un événement indésirable et une mesure de ses effets ou conséquences ».
MADS MOSAR multimédia [5]	« Le risque est caractérisé par une grandeur à trois dimensions au minimum associée à une phase précise du système et caractérisant un événement non souhaité par sa probabilité d'occurrence, sa gravité (ou impact sur les cibles) et son acceptabilité ».

Chapitre 01 : Notions de base sur la gestion des risques

3. Notion de base la gestion des risques :

Selon (ISO/CEI Guide73, 2002) la gestion des risques a et été définie comme :

Activités coordonnées visant à diriger et piloter un organisme vis-à-vis du risque. Le management du risque inclut typiquement l'appréciation du risque, le traitement du risque, l'acceptation du risque et la communication relative au risque.

Donc La gestion des risques ou management des risques c'est un l'ensemble des activités coordonnées menées en vue de réduire les risques à un niveau jugé tolérable ou acceptable à un moment donné et dans un contexte donné.

3.1. Objectifs de gestion des risques :

La gestion des risques a pour objectif de s'assurer que des mesures appropriées sont prises pour protéger les personnes, l'environnement et les biens des effets néfastes des activités exercées par l'entreprise

Les objectifs Poursuivis peuvent concerner par exemple :

- Le gain de rentabilité, de productivité,
- La gestion des coûts et des délais,
- La qualité d'un produit...

3.2. Qui est concerné ?

Cette procédure s'applique à l'ensemble de l'organisation et traite les risques QHSE associés aux activités, projets, processus, fonctionnalités ou produits de l'organisation. Elle procédure comprend des aspects liés à :

- Éviter les risques majeurs,
- Protéger la santé et la sécurité des travailleurs (externes et internes),
- Éviter les dangers, prévention des produits chimiques et/ou les risques liés à la distribution,
- Pour protéger l'environnement
- Pour l'efficacité énergétique.

3.3. Les principes de la gestion des risques :

C'est l'application systématique des politiques, procédures et pratiques de gestion aux activités de communication, de négociation, d'établissement de l'environnement et d'identification, d'analyse, d'évaluation, de traitement, de surveillance et d'examen des risques. (ISO Guide 73, 2009)

Cette étape se décompose selon la norme ISO 31000 en quatre phase, sont :

1. Appréciation du risque :
 - Identification du risque

Chapitre 01 : Notions de base sur la gestion des risques

- Analyse du risque (incluant l'estimation des risques)
 - Évaluation du risque
2. Traitement du risque
 3. Surveillance et revues de risques
 4. Communication et concertation

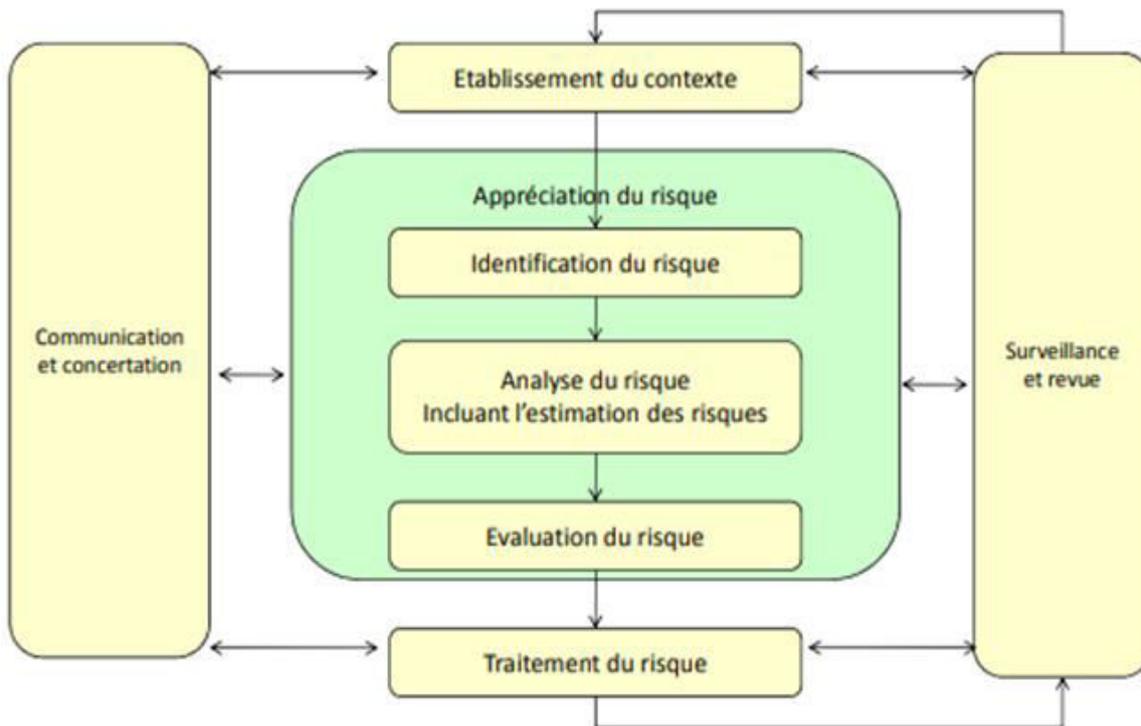


Figure 1 Processus de Management des risques (selon le guide ISO CEI 73)

3.3.1. Appréciation du risque :

Selon le guide «ISO CEI 73 », la première étape c'est Appréciation du risque cette étapes C'est l'ensemble du processus d'identification, d'analyse et d'évaluation des risque.

3.3.2. Identification des risques :

Cette étape a pour but d'identifier les risques à gérer, cette identification consiste à identifier les sources, les événements et les conséquences potentielles qui interfèrent avec le déroulement du projet ou affectent ses objectifs.

Selon le Guide ISO/CEI 73 (ISO/CEI Guide 73, 2002), c'est un « Processus permettant de trouver, lister et caractériser les éléments du risque. Les éléments peuvent inclure les sources, les événements, les conséquences et la probabilité. L'identification des risques peut également concerner les préoccupations des parties prenantes ».

Chapitre 01 : Notions de base sur la gestion des risques

3.3.3. Analyse du risque :

Suivant les outils ou méthodes employés, la description des situations dangereuses est plus ou moins approfondie et peut conduire à l'élaboration de véritables scénarios d'accident.

Dans un second temps, l'analyse des risques permet de mettre en lumière les barrières de sécurités existantes en vue de prévenir l'apparition d'une situation dangereuse (*barrières de prévention*) ou d'en limiter les conséquences (*barrières de protection*).

Plusieurs définitions concernassent l'analyse du risque on était établi :

Tableau 3 définitions de l'analyse de risque selon différentes sources

Source	Définition
(Larousse, 2005)	Analyse : Étude minutieuse, précise faite pour dégager les éléments qui constituent un Ensemble, pour l'expliquer, l'éclairer : Faire l'analyse de la situation.
(ISO/CEI Guide 73, 2002)	Utilisation systématique d'informations pour identifier les facteurs de risque et pour Estimer le risque.
(ISO/CEI Guide 51, 1999)	Utilisation des informations disponibles pour identifier les phénomènes dangereux et Estimer les risques.

3.3.4. L'estimation du risque

L'estimation d'un risque se définit comme un : « Processus utilisé pour affecter des valeurs à la probabilité et aux conséquences d'un risque. L'estimation du risque peut considérer le coût, les avantages, les préoccupations des parties prenantes, et d'autres variables requises selon le cas pour l'évaluation du risque » [6].

L'estimation du risque implique la détermination :

- D'un niveau de probabilité que le dommage survienne,
- D'un niveau de gravité de ce dommage.

L'estimation de ces grandeurs peut être qualitative, quantitative ou semi- quantitative, suivant le contexte, les exigences des décideurs et les outils et données disponibles.

3.3.5. Évaluation du risque

L'analyse fournit un résultat caractérisant le niveau du risque, ainsi que le degré de confiance dans cette évaluation. Le but de l'évaluation est d'aider les décideurs à déterminer les risques nécessitant un traitement et la priorité dans la mise en œuvre de ces traitements.

Cette évaluation consiste à réaliser une comparaison du niveau de risque à des critères de décision définis dans l'étape d'établissement du contexte, afin d'étudier la nécessité d'un traitement. La notion de risque tolérable telle que définie dans [ISO 99] n'est pas explicitement citée, cependant, le besoin d'un traitement ou non sera déterminé en fonction :

Chapitre 01 : Notions de base sur la gestion des risques

- Du résultat de la comparaison permettant de déterminer si le risque est tolérable, intolérable, ALARP.
- De la tolérance au risque des différentes parties prenantes et des obligations légales ;
- Des plans d'actions existants.

3.3.6. Réduction des risques (traitement) :

La réduction des risques (ou maîtrise du risque) désigne toutes les actions ou mesures prises pour réduire la probabilité ou la gravité des dommages associés à un risque particulier.

De telles mesures doivent être envisagées lorsque le risque considéré est jugé inacceptable.

Les mesures de maîtrise du risque se répartissent en :

- **Mesures (ou barrières) de prévention** : mesures visant à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable, en amont du phénomène dangereux.
- **Mesures (ou barrières) de limitation** : mesures visant à limiter l'intensité des effets d'un phénomène dangereux.
- **Mesures (ou barrières) de protection** : mesure visant à limiter les conséquences sur les cibles potentielles par diminution de la vulnérabilité.

Les barrières de sécurité regroupent les barrières techniques et les barrières organisationnelles de sécurité.

- **Barrière technique de sécurité** : Un élément matériel, un dispositif de sécurité ou un système instrumenté de sécurité mis en place tant pour réduire la probabilité que les conséquences.
- **Barrière organisationnelle de sécurité** : Une activité humaine (opération ou procédure) qui s'oppose à l'enchaînement d'événements susceptibles d'aboutir à un accident ou qui en diminue les conséquences. [7]

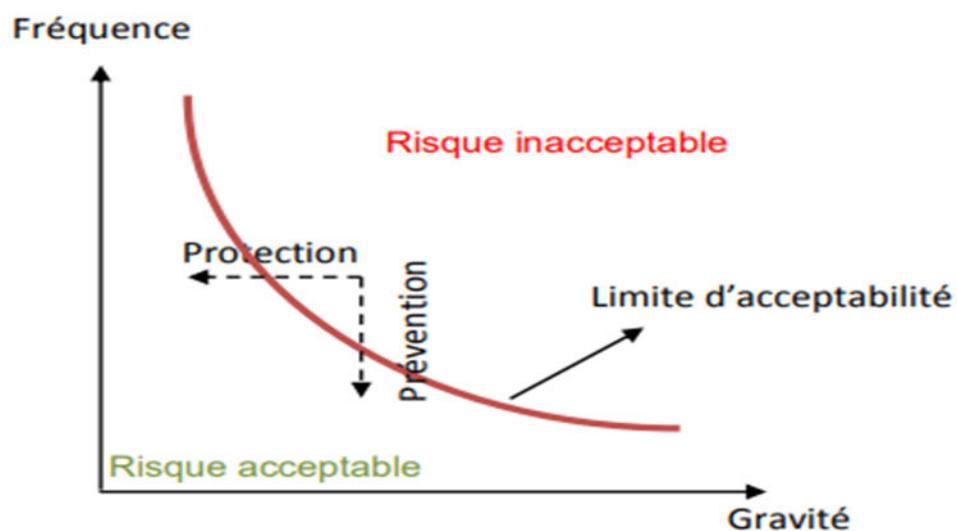


Figure 2 Traitements des risques

Chapitre 01 : Notions de base sur la gestion des risques

3.3.7. Surveillance et revues de risques :

Le contexte du projet peut évoluer et de nouvelles sources de risques peuvent apparaître. Le contenu de l'article est susceptible d'être modifié. Il est donc nécessaire d'établir un suivi et de réaliser des revues de risques périodiques pour s'assurer de l'efficacité des traitements mis en œuvre, de l'évolution de l'environnement, et d'analyser les incidents, les expériences de réussite ou d'échec, y compris dans l'application du procédé. Une telle surveillance peut également identifier de nouveaux risques et améliorer les évaluations des risques, modifier la probabilité des risques ou réévaluer leur impact. Ils sont particulièrement pertinents pour les grandes phases du cycle de vie du projet. Cette étape implique une amélioration continue du processus de gestion.

3.3.8. Communication et concertation :

Processus itératif et continu mis en œuvre par une organisation pour fournir, partager ou obtenir des informations et engager un dialogue avec les parties prenantes et d'autres parties sur la gestion des risques.

3.4. Classification des méthodes d'analyse de risque :

Il existe plusieurs manières de classer les méthodes d'analyse des risques, nous retiendrons ici trois de ces classements :

- Méthodes inductives ou déductives.
- Méthodes qualitatives ou quantitatives.
- Méthodes statiques ou dynamiques.

3.4.1. Méthodes Inductives :

Elles sont initiées à partir des causes d'une situation à risque pour en déterminer les conséquences. Ces méthodes sont aussi appelées montantes car, à partir des événements causes définis au niveau éléments, elles permettent d'induire les événements conséquences au niveau sous-système ou système

Les principales méthodes inductives utilisées dans le domaine des risques accidentels sont :

- APR : l'Analyse Préliminaire des Risques,
- AMDEC : l'Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leurs Criticité,
- HAZOP : HAZard and OPerability study ou étude de sécurité sur schémas de circulation des fluides
L'analyse par arbre d'évènement

3.4.2. Méthodes déductives :

Elles sont initiées à partir des conséquences d'une situation à risque pour en déterminer leurs causes. Ces méthodes sont aussi appelées descendantes car, à partir des événements conséquences

Chapitre 01 : Notions de base sur la gestion des risques

définis au niveau système ou sous-système, elles permettent de déduire les événements causes combinées au niveau élémentaire.

Les principales méthodes déductives utilisées dans le domaine des risques accidentels sont :

- L'arbre des défaillances
- L'arbre des causes

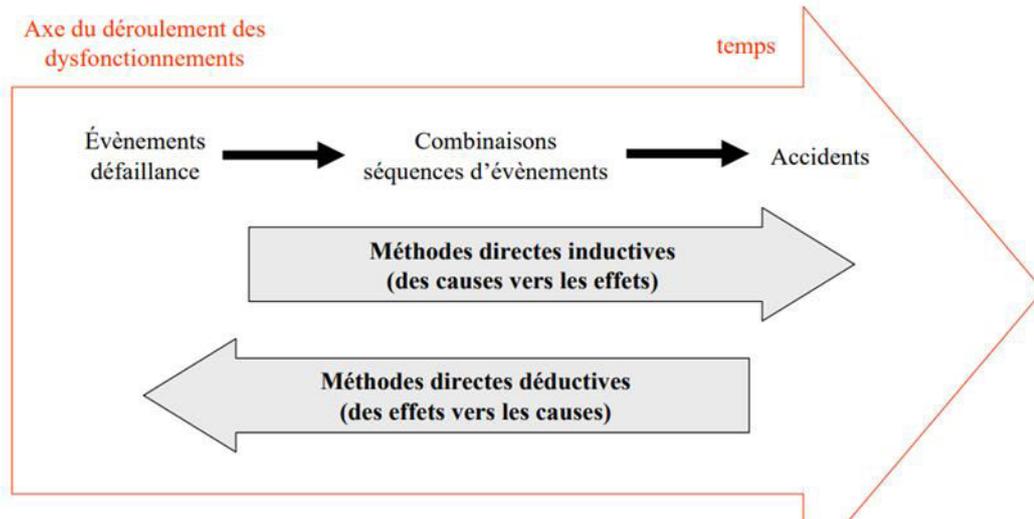


Figure 3 Méthodes inductive vs déductives

3.4.3. Méthodes qualitatives :

L'analyse qualitative des risques consiste un préalable à toute autre analyse. En effet, elle permet la bonne compréhension et connaissance systématique du système étudié et de ses composants. Pour une bonne évaluation qualitative du risque, cette approche ne s'appuie pas explicitement sur des données chiffrées, mais elle se réfère à des observations pertinentes sur l'état du système et surtout sur le retour d'expérience et les jugements d'experts qu'ils utilisent un classement en mots ou un classement descriptif pour décrire les impacts ou la probabilité. Cette approche nécessite alors une très bonne connaissance des différents paramètres et causes liés au système étudié. Dans quelques études de dangers, cette approche peut être suffisante pour atteindre les objectifs voulus si elle est bien menée et justifiée. Il existe nombreux outils d'analyse et d'évaluation des risques à caractère qualitatif, parmi lesquels nous retrouvons l'APR et HAZOP, présentées ci-après. [8]

3.4.4. Méthode quantitative :

Les analyses quantitatives sont appuyées par des outils mathématiques visant à évaluer la fiabilité et, entre autres, la sécurité. Cette évaluation peut être effectuée par des calculs probabilistes ou à l'aide de modèles différentiels probabilistes tels que les chaînes de Markov, les réseaux de Pétri, les automates finis, etc.

Chapitre 01 : Notions de base sur la gestion des risques

3.4.5. Méthodes dynamiques et statiques

Une méthode dynamique permet de prendre en compte l'évolution de la configuration des composants du système au cours du temps. Alors qu'une méthode statique étudie un système à différents instants de son cycle de vie, c-à-d. pour différents états possibles sans pour autant s'intéresser aux transitions entre ces états.

Tableau 4 Classification de principales méthodes de la gestion des risques

La méthode	Objectif principal	Typologie
MADS-MOSAR	Analyser les Dysfonctionnements dans les Systèmes	<ul style="list-style-type: none">• Quantitatives et qualitatives• Inductive• Statique
AMDEC	Identifier les effets des modes de défaillance des composants sur le système Quantifier les occurrences des événements.	<ul style="list-style-type: none">• Quantitatives et qualitatives• Inductive• Statique
APR	Identifier les scénarios d'accident en présence de danger.	<ul style="list-style-type: none">• Qualitatives• Inductive• Statique
HAZOP	Identifier les dangers suite à une dérive des paramètres d'un procédé.	<ul style="list-style-type: none">• Qualitatives• Inductive• Statique
Nœud de papillon	Visualiser concrètement des scénarios d'accidents qui pourraient survenir en partant des causes initiales de l'accident jusqu'aux conséquences au niveau des cibles identifiées.	<ul style="list-style-type: none">• Quantitatives• Déductive et Inductive• Statique
Arbre des conséquences	Décrire les scénarios d'accident à partir d'un événement initiateur.	<ul style="list-style-type: none">• Quantitatives• Inductive• Statique
A.D.D (arbre de défaut ou de défaillance)	Identifier les causes combinées à partir de la définition d'un événement redouté au niveau système.	<ul style="list-style-type: none">• Quantitatives• Déductive• Statique

3.5. Critères de choix d'une méthode d'analyse de risque :

- Domaine de l'étude (définition de l'installation).
- Stade de l'étude (spécification, conception, ..., démantèlement).
- Principe de fonctionnement (batch, continu, ...)

Chapitre 01 : Notions de base sur la gestion des risques

- Les dangers potentiels présents
- La complexité de l'installation
- Caractéristiques du problème à analyser.
- Nature des informations disponibles (spécifications du système et de ses interfaces, contraintes, etc.).
- Retour d'expérience et base de données disponibles.
- Moyens humains, logistiques et autres.

Ces outils pris individuellement ou combinés permettent le plus souvent de répondre aux objectifs d'une analyse des risques portant sur un procédé ou une installation.

Néanmoins, pour des problématiques particulières, il est nécessaire de faire appel à des méthodes possédant un domaine d'application spécifique. C'est le cas par exemple pour la prise en compte des effets dominos entre installations ou l'examen des erreurs humaines.

D'une manière générale, le choix de retenir un outil particulier d'analyse des risques s'effectue à partir de son domaine d'application et de ses caractéristiques.

3.6. Panorama des méthodes d'analyse des risques [9]

a. Analyse préliminaire des risques

L'analyse préliminaire de risques (APR) se fonde sur l'avis d'experts qui associent à chaque fonction du système considéré les risques qui en découlent et les accidents auxquels ils sont susceptibles de mener, les conditions susceptibles de conduire à ces accidents potentiels, et les conséquences de ces accidents dans l'éventualité où ils se réaliseraient. L'objectif de cette méthode est de prendre en compte le facteur sécurité dès la phase recherche et conception, envisager tous les risques inhérents aux produits, procédés équipements d'installation et prescrire les actions correctives et répertorier les risques nécessitant une analyse plus fine. Cette méthode indispensable pour les nouvelles installations, permet d'éviter les erreurs de conception et mettre en évidence les principaux risques mais cela ne permet pas d'identifier les risques liés à la complexité des systèmes.

b. Hazard and Operability Study (HAZOP) :

C'est une méthode de recherche systématique des causes possibles des dérives de tous les paramètres de fonctionnement d'une installation. Ainsi pour chaque composant l'équipe Hazop s'interroge sur l'ensemble

Des possibilités de déviation à l'aide de mots-clés appliquées aux paramètres de fonctionnement, les causes et les conséquences de cette déviation et les moyens d'y remédier.

La mise en œuvre de la méthode est d'abord de constituer une équipe pluridisciplinaire, préparer les documents nécessaires ou autres documents préparatoires (éléments caractéristiques des capacités, des pompes...) à jour, découper l'installation en système, faire une hypothèse de dérive pour chaque système en combinant paramètres de fonctionnement et mots clés ensuite rechercher les causes possibles de dérive et trouver les mesures de prévention, détection, protection.

Chapitre 01 : Notions de base sur la gestion des risques

c. Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets - AMDE /et de leur Criticité - AMDEC (Failure Modes, and Effects Analysis - FMEA / Failur e Modes, Effects, and Cr iticity Analysis - FMECA) :

L'AMDE a été employée pour la première fois dans le domaine de l'industrie aéronautique durant les années 1960. Son utilisation s'est depuis largement répandue à d'autres secteurs industriels. L'AMDEC est l'extension de l'étude AMDE quand il est question d'évaluer la criticité des défaillances.

Selon la norme **CEI-300-3-9** [10], l'AMDE est une technique fondamentale d'identification et d'analyse de la fréquence des dangers qui analyse tous les modes de défaillances d'un équipement donné et leurs effets tant sur les autres composants que sur le système lui-même.

Cette analyse vise d'abord à identifier l'impact de chaque mode de défaillance des composants d'un système sur ses diverses fonctions et ensuite hiérarchiser ces modes de défaillances en fonction de leur facilité de détection et de traitement.

L'AMDE(C) traite des aspects détaillés pour démontrer la fiabilité et la sécurité d'un système. Elle contient 3 (4) parties primaires :

1. Identification des modes de défaillance.
2. Identification des causes potentielles de chaque mode.
3. Estimation des effets engendrés.
4. S'il s'agit d'une AMDEC : Evaluation de la criticité de ces effets.

L'analyse commence toujours par l'identification des défaillances potentielles des modes opérationnels. Elle se poursuit, par des inductions afin d'identifier les effets potentiels de ces défaillances (situation dangereuse, événement dangereux et dommages). Une fois les effets potentiels établis, on estime le risque on spécifie les actions de contrôle.

Tableau 5 Exemple d'un tableau de type AMDEC

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Equipment Repéré	Fonction état	Mode De Défaillance	Causes De Défaillance	Effet Local	Effet Final	Moyens De Détection	Dispositifs De Remplacement	P	G	Remarque

d. What if Analysis:

La méthode dite « What if » est une méthode dérivée de l'HAZOP. Elle suit donc globalement la même procédure. Cependant la méthode « What-if » prévoit une analyse moins profonde des événements, se contentant d'en considérer les conséquences sans en examiner les causes. Elle prévoit en revanche les actions d'amélioration à entreprendre.

Une autre différence concerne la génération des dérives des paramètres de fonctionnement. Ces dérives ne sont plus dans ce cas envisagé en tant que combinaison d'un mot clé et d'un paramètre,

Chapitre 01 : Notions de base sur la gestion des risques

mais fondées sur une succession de questions de la forme : « QUE (What) se passe-t-il SI (IF) tel paramètre ou le comportement de tel composant est différent de celui normalement attendu ? ». [11]

Tableau 6 Exemple de tableau d'application de la méthode What-if

Que se passe-t-il si ?	Reponse	Probabilité/vraisemblance	Conséquences	Recommandations

e. Analyse par Arbre de Défaillances, Arbre de Causes ou Arbre de Fautes (Fault Tree Analysis - FTA) :

L'analyse par arbre de défaillances permet de remonter de causes en causes jusqu'à l'événement de base susceptibles d'être à l'origine de l'événement redouté. Les liens entre le différent événement identifiés sont réalisés grâce à des portes logiques (de type « ET » et « OU » par exemple). Cette méthode utilise une symbolique graphique particulière qui permet de présenter les résultats dans une structure arborescente.

A l'aide de règles mathématiques et statistiques, il est alors théoriquement possible d'évaluer la probabilité d'occurrence de l'événement redouté peut se décomposer en trois étapes successives :

- a) Définition de l'événement redouté étudié,
- b) Elaboration de l'arbre,
- c) Exploitation de l'arbre.

La construction se termine lorsque toutes les causes potentielles correspondent à des événements élémentaires.

L'analyse par arbre des défaillances permet d'estimer la probabilité d'occurrence d'un événement et de s'assurer que toutes les mesures possibles ont effectivement été envisagées en vue de prévenir le risque associé à cet événement. [12]

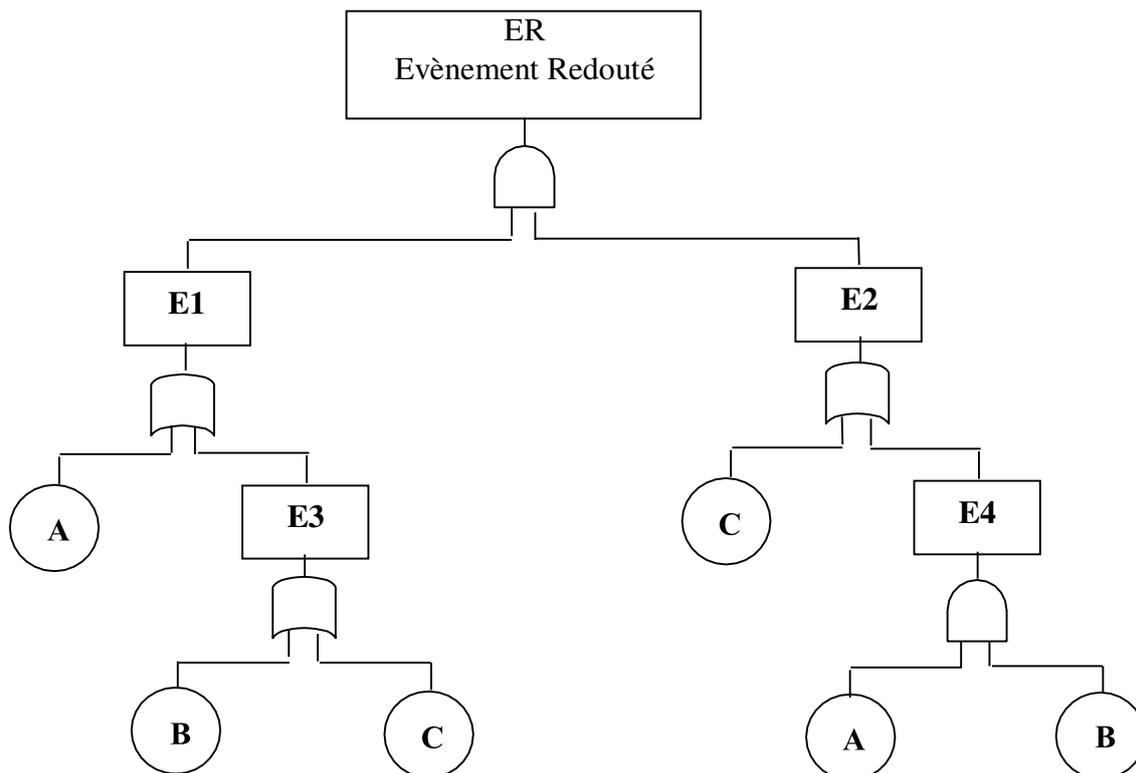


Figure 4 Exemple d'arbre des défaillances

f. Analyse par Arbre d'Évènements (Event Tree Analysis - ETA) :

L'analyse par arbre d'évènement suppose la défaillance d'un composant ou d'une partie du système et s'attache à déterminer les évènements qui en découlent.

A partir d'un évènement initiateur ou d'une défaillance d'origine, l'analyse par arbre d'évènement permet donc d'estimer la dérive du système en envisageant de manière systématique le fonctionnement ou la défaillance des dispositifs de détection, d'alarme, de prévention, de protection ou d'intervention...

Ces dispositifs peuvent concerner aussi bien des moyens automatiques qu'humains ou organisationnels.

La construction de l'arbre consiste alors à partir de l'évènement indésirable à envisager soit le bon fonctionnement soit la défaillance de la première fonction de sécurité.

Rappelons qu'un arbre des évènements ne doit pas être considéré comme un outil visant à déterminer la probabilité d'un évènement avec exactitude mais comme un outil pour caractériser l'enchaînement des actions et des évènements pouvant conduire ou non à un accident. [13]

Chapitre 01 : Notions de base sur la gestion des risques

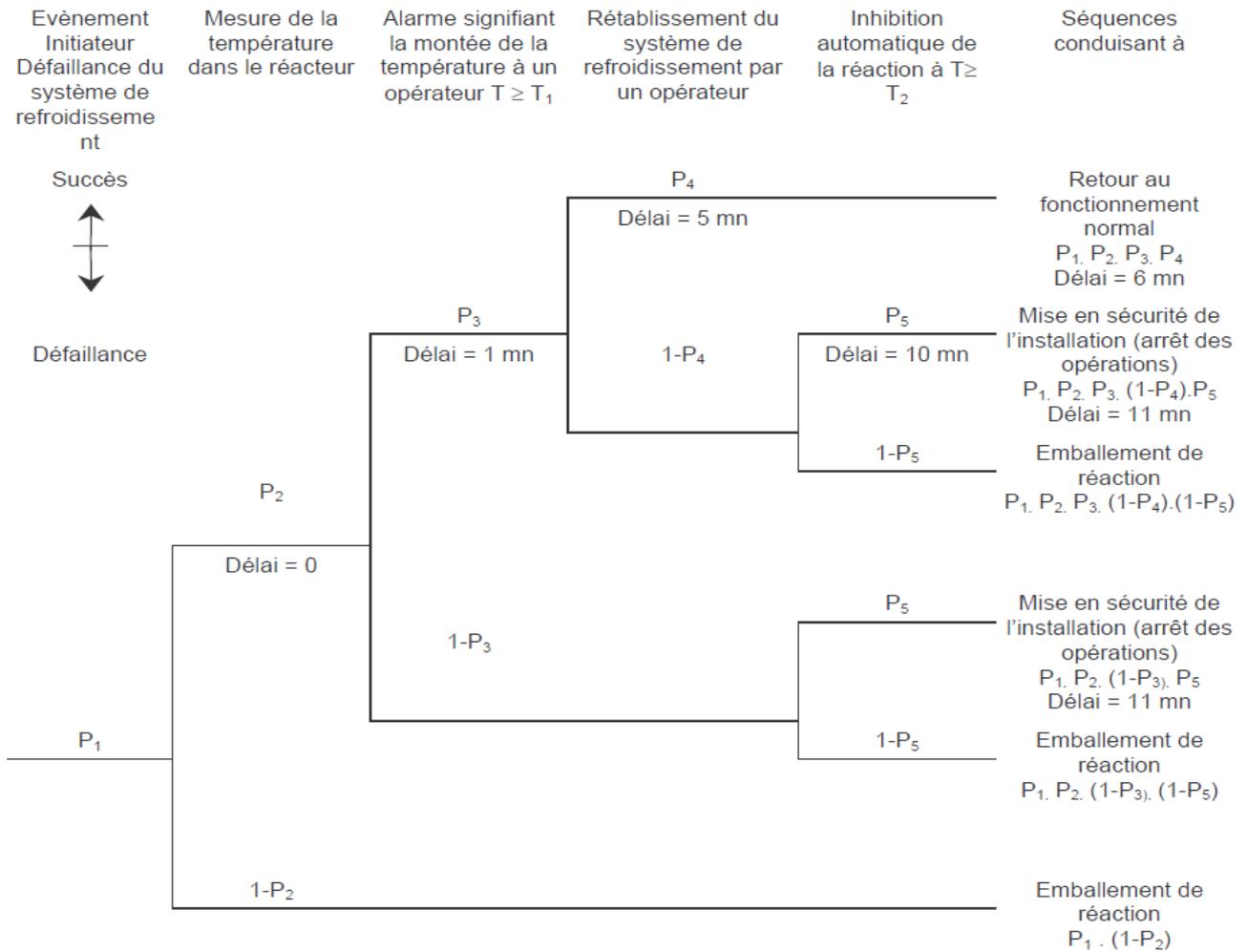


Figure 5 Exemple d'exploitation d'Arbre d'Évènements

g. Nœud papillon :

Le nœud papillon est un outil qui combine un arbre de défaillance et un arbre d'événement. Il peut être présenté sous la forme suivante :

- Le point central du nœud papillon, appelé ici évènement redouté central, désigne généralement une perte de confinement ou une perte d'intégrité physique (décomposition).
- La partie gauche du nœud Papillon s'apparente alors à un arbre des défaillances s'attachant à identifier les causes de cette perte de confinement.
- La partie droite du nœud Papillon s'attache quant à elle à déterminer les conséquences de cet évènement redouté central tout

Chapitre 01 : Notions de base sur la gestion des risques

h. La Méthode MADS MOSAR [14]

Les outils cités auparavant sont pour l'essentiel issus du domaine de la sûreté de fonctionnement qui s'est développée dans plusieurs secteurs de l'industrie dont principalement l'industrie nucléaire, l'industrie aéronautique et l'industrie chimique.

La France est le seul pays à proposer un cadre théorique ou un contexte conceptuel à la gestion globale des risques.

La méthode MADS consiste à représenter les systèmes sources de danger et les systèmes cibles auxquels s'appliquent les événements non souhaités et les mettre en relation afin de modéliser le processus de danger puis analysé le risque en utilisant des outils d'analyse de risque afin de gérer et manager les événements non souhaités, a priori (prévention) et a posteriori (retour d'expérience).

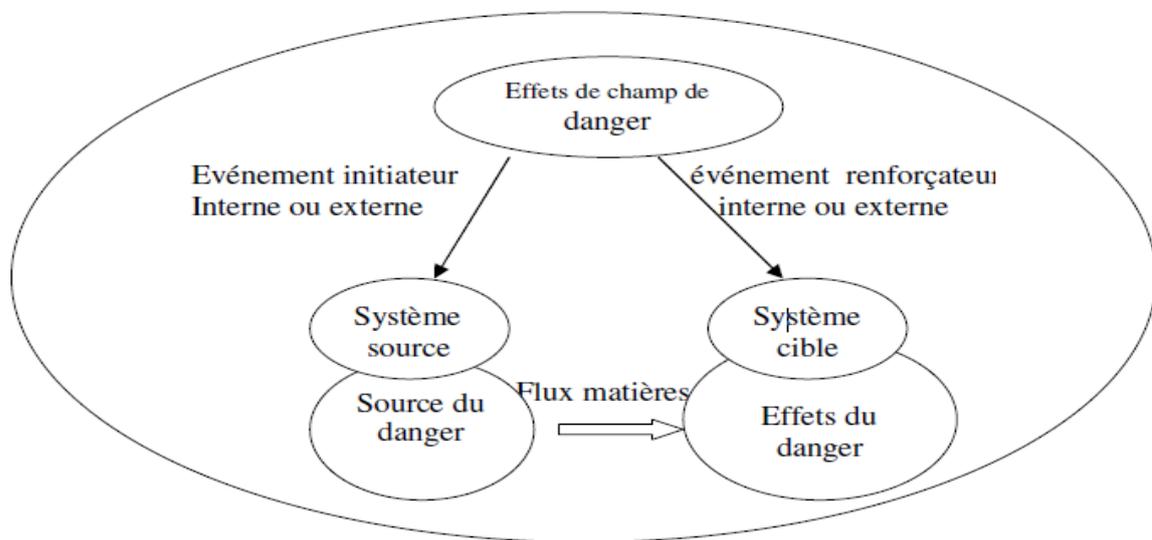


Figure 6 Processus de danger du modèle MADS

La figure illustre La modélisation du processus de danger qui se fait en reliant les systèmes sources de danger aux systèmes cibles, susceptible d'être affecté. La liaison s'opère en modélisant un flux de danger, liaison orientée source cible.

Il existe trois types de flux de danger : les flux de matières, d'énergie et d'information.

La mise en œuvre pratique de MADS a été formalisée dans une méthode appelée MOSAR, méthode d'analyse des risques participatives (comme l'AMDEC) dont les objectifs sont d'identifier, d'évaluer, maîtriser, gérer et manager des événements non souhaités. Elle a vocation à intégrer les réglementations spécifiques sans s'en contenter. Elle peut entrer mise selon une approche déterministe ou probabiliste. Elle met en œuvre des concepts logiques, systématiques et systémiques

Chapitre 01 : Notions de base sur la gestion des risques

elle a recours aux outils classiques (grilles, tableau de référence, etc.) tel que l'AMDEC., HAZOP, des arbres, etc.

La méthode MADS-MOSAR comprend deux modules :

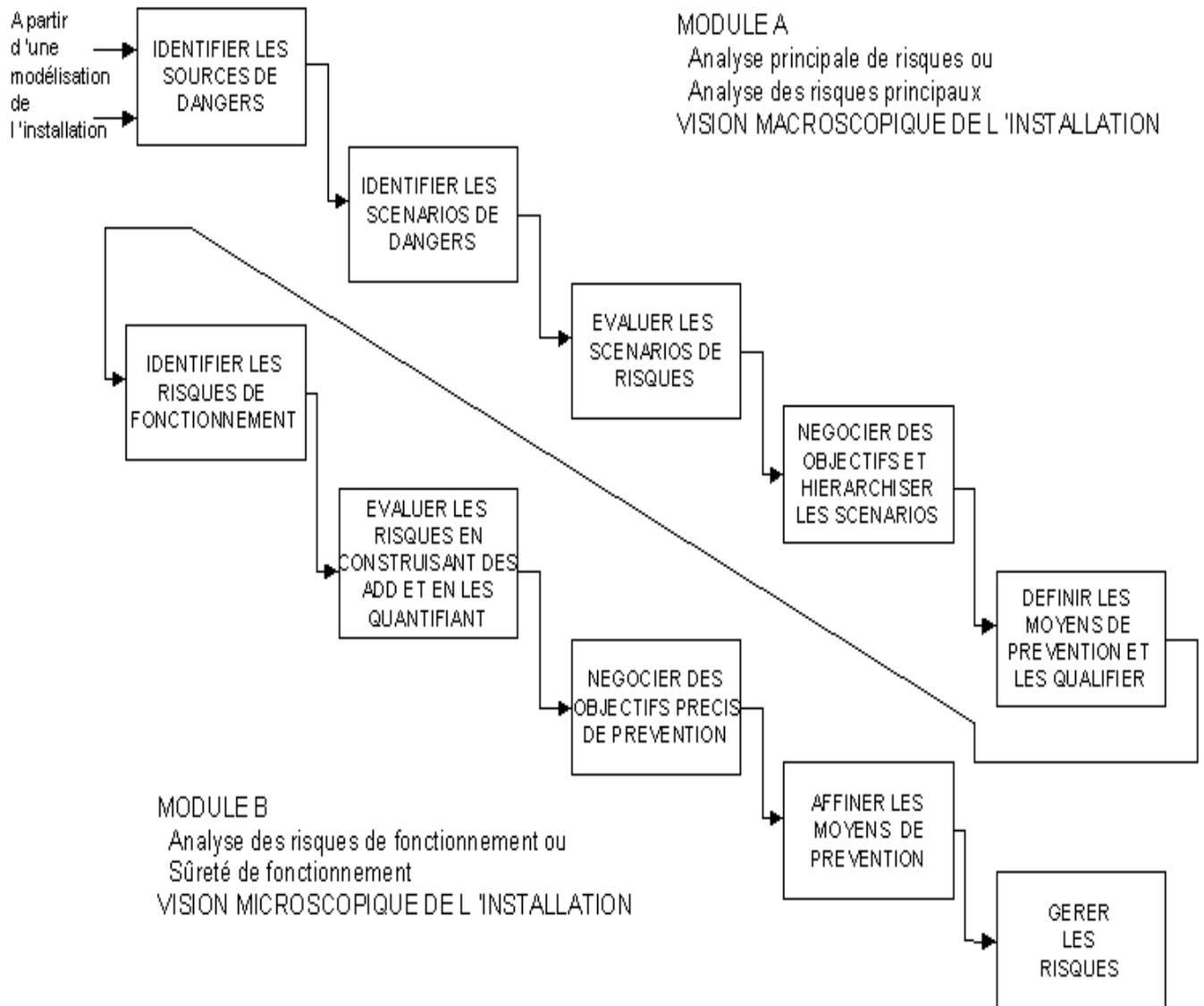


Figure 7 La structure de la méthode MADS -MOSAR

Chapitre 01 : Notions de base sur la gestion des risques

3.7. Comparaison des méthodes d'analyse de risques :

Tableau 7 Avantages et inconvénients de quelque méthodes d'analyse de risques

Méthode	Avantages	Inconvénients
Analyse préliminaire de risques (APR)	<ul style="list-style-type: none"> • Méthodique /facile Adaptés aux procédés discontinus, aux risques mal connus, aux installations peu étudiées 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas exhaustif (risque d'oubli) Caractère préliminaire (détail du procédé non couvert) • Ne traite pas les interactions
Hazop (hazard and operability study)	<ul style="list-style-type: none"> • Groupe pluridisciplinaire Adaptés à des procédés continus dans chacune de leur phase (exploitation, démarrage, arrêt) • Systématique Utilisable pour gérer les modifications 	<ul style="list-style-type: none"> • Lourd, divergence facile Limitée aux dérives fonctionnement d'un système mettant en œuvres des fluides • Ne permet pas la représentation des combinaisons d'évènement ou leur enchaînement.
AMDEC (Analyse des modes de défaillance et de leur criticité)	<ul style="list-style-type: none"> • Adapté à des systèmes avec composants Prise en compte de la probabilité de défaillance 	<ul style="list-style-type: none"> • Ne traite pas les interactions, défaillances multiples, combinaisons d'évènement • Méthode inadaptée pour systèmes très informatisés
Arbre de défaillance (analyse qualitative ou quantitative)	<ul style="list-style-type: none"> • Groupe de spécialistes Gere bien les interactions entre systèmes (probabilité de défaillance globale) 	<ul style="list-style-type: none"> • Complexe (à réservé aux risques majeurs). • Repose sur données statistiques pour la partie quantifications. • A utilisé après une méthode inductive (Hazop, Amdec)
Arbre d'Évènements (ADE)	<ul style="list-style-type: none"> • L'élaboration des chemins de succès et les coupes de panne du système étudié. • L'élaboration des séquences, ces des événements initiateurs sous un arbre. • Combinaison avec d'autres méthodes (AdD, GDM) pour l'évolution de la probabilité de l'évènement initiateur. • Met en évidence les interactions entre système élémentaires. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elle ne permet pas de justifier l'apparition des événements initiateurs. • Nécessite d'autre méthode pour l'analyse des événements initiateurs.

Chapitre 01 : Notions de base sur la gestion des risques

4. Règlementation et classification de l'entreprise :

4.1. Règlementation algérienne :

Le décret exécutif 21-319 du 5 Moharram 1443 correspondant au 14 août 2021 (Qui abroge dans son article 97 les décrets exécutifs 08-312 et 15-09), « relatif au régime d'autorisation d'exploitation spécifique aux installations et ouvrages des activités d'hydrocarbures ainsi que les modalités d'approbation des études de risques relatives aux activités de recherche et leur contenu ».

Chapitre 4 insiste sur les approbations et les retards de l'EDD.

L'article 65 spécifie que l'exploitant doit actualiser l'étude de dangers au moins tous les cinq ans. Cette actualisation de l'étude doit également intervenir dans les cas suivants :

- Un accident majeur dans son installation ou ouvrage, ou dans une installation ou un ouvrage similaire
- Lorsque des faits nouveaux le justifient ou pour tenir compte de nouvelles connaissances techniques relatives à la sécurité.

Décret exécutif n° 06-198 du 4 Jomada El Oula 1427 correspondant au 31 mai 2006 définissant la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement.

- A pour objet de définir les régimes d'autorisation et de déclaration d'exploitation des établissements classés, leurs modalités de délivrance, de suspension et de retrait, ainsi que les conditions et modalités de leur contrôle.
- Ce décret impose entre autres la réalisation d'une étude de dangers pour les établissements classés soumis à une autorisation.
- De manière générale, toute modification de procédé pouvant augmenter le risque ou créer de nouveaux risques liés au projet doit faire l'objet d'une étude de danger adaptée.

La loi n° 04-20 du 25 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable.

Elle vient renforcer la notion de prévention des accidents impliquant des substances dangereuses en imposant notamment à l'exploitant la mise en œuvre d'un système de maîtrise et de gestion des risques et d'une organisation proportionnée aux risques inhérents aux installations industrielles.

La Loi n° 05-07 du 28 avril 2005 promulguée le 19 juillet 2005, relative aux hydrocarbures.

Le décret exécutif n° 07-144 du 2 Jomada El Oula 1428 correspondant au 19 mai 2007 fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

Attribue un numéro de rubrique aux substances, désigne l'activité de l'installation classée, identifie le régime d'autorisation ou de déclaration auquel le site doit se conformer, et impose les documents à joindre à la demande d'autorisation d'exploitation des établissements classés.

Chapitre 01 : Notions de base sur la gestion des risques

Instruction Ministérielle R1 du 22 septembre 2003 relative à la maîtrise et la gestion des risques industriels impliquant des substances dangereuses.

Décret exécutif n°03-451 du 1 décembre 2003 définissant les règles de sécurité applicables aux activités portant sur les matières et produits chimique dangereux ainsi que les récipients de gaz sous pression.

4.2. Règlements européenne :

Directive 2012/18/UE du Parlement européen et du Conseil du 4 juillet 2012 (dite SEVESO 3) concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses, modifiant puis abrogeant la directive 96/82/CE du Conseil Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE.

4.3. Classification de l'entreprise FERTIAL : [15]

Tableau 8 : classification de FERTIAL selon la réglementation nationale et international

Classification selon la réglementation algérienne	
Selon Décret n° 07-144	N°1218 : Catégorie AM, Rayon d'affichage 6 km N° 1219 A/ : Catégorie AM, Rayon d'affichage 6 km N° 1430 : Catégorie AM, Rayon d'affichage 6 km N° 1431 : Catégorie AM, Rayon d'affichage 4 Km N° 1710 : Catégorie AM, Rayon d'affichage 3 Km N°1711 : Catégorie AW, Rayon d'affichage 1 Km N°2917
Selon Instruction R1	Réalisation d'une Etude d'impact sur l'Environnement
Selon Décret exécutif N° 06-198 du 31 mai 2006	Réalisation d'une Etude de Dangers et un Audit environnemental
Classification selon la réglementation européenne	
Selon Directive 2012/18/UE modifiant la directive 96/82/CE dite SEVESO III Classement selon l'annexe 1 des substances dangereuses : - Tableau 1 : liste de substances désignées - Tableau 2 : catégories de danger	Ammoniac : <ul style="list-style-type: none"> • Catégorie principale Seveso : Substance désignée • Autre catégorie Seveso : H2 – Catégorie 3 • Q1/Q2 : 50/ 200 (selon tableau 2) • Classe de danger ONU : 2.3
	Acide Nitrique : <ul style="list-style-type: none"> • Catégorie principale Seveso : P8 – Catégorie 3 • Autre catégorie Seveso : Corrosif – Catégorie 1A • Q1/Q2 : 50/ 200 (selon tableau 2) • Classe de danger ONU : 8
	Nitrate d'Ammonium : <ul style="list-style-type: none"> • Catégorie principale Seveso : Substance désignée • Autre catégorie Seveso : P8 – Catégorie 3

Chapitre 01 : Notions de base sur la gestion des risques

	<ul style="list-style-type: none">• Q1/Q2 : 1250/5000 (selon tableau 1)• Classe de danger ONU : 5.1
--	--

5. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté un aperçu sur les concepts de base qui font La partie intégrale du monde de la gestion des risques et la sécurité afin de différencier entre ces notions et nous avons trouvé intéressant de pouvoir les comparer entre elles pour les exploiter dans la partie pratique afin de réaliser une analyse des risques, après en a vu les Aspects normatifs et règlementaires relatifs à l'établissement d'une étude de danger et la sécurité de travail avec des produits chimiques dangereux et la protection de l'environnement.

**CHAPITRE 2 :
PRESENTATION DU
COMPLEXE FERTIAL**

Chapitre 02 : présentation du complexe FERTIAL

1. Introduction :

Nous avons tiré du précédent chapitre l'importance de la gestion des risques et la nécessité de suivis des réglementations et afin d'appliquer une démarche d'évaluation des risques présentée dans le premier chapitre au niveau du complexe FERTIAL d'Arzew. Cette application sera précédée, logiquement, par une présentation de ce complexe. Ceci fera l'objet de la section suivante.

2. Description du complexe :

FERTIAL, Société des Fertilisants d'Algérie, spécialisée dans la production et la commercialisation d'engrais et d'ammoniac, est née d'un partenariat signé entre le groupe Asmidal en Algérie et le groupe Grupo Villar Mir en Espagne en août 2005.

Les deux unités Fertial installées sur les pôles industriels d'Annaba et d'Arzew (Oran) ont une capacité de production annuelle de 1 million de tonnes d'ammoniac dont une partie est destinée à la production de divers engrais azotés et phosphatés pour couvrir une partie des besoins de l'agriculture algérienne.

Cependant Fertial est toujours considérée comme une des plus grandes entreprises de l'industrie pétrochimique en Algérie.

Après un investissement de plus de 170 millions de dollars ayant permis de rénover l'outil industriel, Fertial a gagné des parts de marché considérables tant à l'export que sur le marché intérieur. Ainsi, ses exportations de l'ordre de 74% de sa production place Fertial comme leader dans le bassin méditerranéen et deuxième dans le monde arabe, derrière l'Arabie Saoudite.

Elle occupe par ailleurs une confortable septième place au niveau mondial. Si à l'export Fertial est dans le peloton de tête des entreprises productrices d'ammoniac, sur le marché intérieur elle n'est pas en reste, puisqu'elle est leader dans la production d'engrais fertilisants. Ainsi, nous pourrions à tous les besoins de l'agriculture algérienne en la matière. [16]

2.1. Site d'Arzew (Oran) : [17]

L'usine s'étend sur une superficie de 54 hectares et emploie 405 personnes au 30/09/2020. Il produit :

- L'Ammoniac anhydre liquide à (-33° C) : 660000 tonnes/ans.
- L'Acide Nitrique : 360000 tonnes/ans.
- Le Nitrate d'Ammonium granulé à 34.5% d'Azote usage agricole et Technique 250000 tonnes/ans.
- Le Nitrate d'Ammonium liquide.
- Le Calcium Ammonitrate (CAN) à 27% d'Azote : 180000 tonnes/an

2.2. Site d'Annaba : [18]

L'usine s'étend sur une superficie de 103 hectares et emploie 452 personnes au 30/09/2020. L'usine produit de

Chapitre 02 : présentation du complexe FERTIAL

- L'Ammoniac anhydre liquide à (-33° C) : 330000 tonnes/ans
- L'Acide Nitrique : 240000 tonnes/ans
- Le Calcium ammonitrate (CAN) à 27% d'Azote : 300000 tonnes/ans
- L'Urée Ammonitrate (UAN) à 32% d'Azote : 300000 tonnes/ans
- Les engrais Phosphatés Simples (TSP) les engrais complexes binaires et ternaires (NPK) et le Sulfazote à 26% d'Azote : 300000 tonnes/ans
- Les engrais Phosphatés Simples (SSP) : 264000 tonnes/ans
- Les engrais complexes binaires et ternaires (PK et NP) : 150000 tonnes/ans
- Le Nitrate d'Ammonium sous formes liquide et solide.

3. Historique du complexe FERTIAL : [19]

Le complexe d'ammoniac et d'engrais azotés (CEA/Z) est passé par plusieurs phases :

- 1970 • Inauguration de la première unité de l'usine de production des engrais azotés pour le compte de la Sonatrach et réalisée par le groupe français Technip-Ensa
- 1974 • Inauguration des unités suivantes réalisées par la société autrichienne Voest Alpine : deux unités d'acides nitriques, deux unités de nitrate d'ammonium et deux unités d'utilités (notamment pour la production de vapeur, d'énergie et d'eau distillée nécessaires pour la production d'ammoniac et des engrais azotés).
- 1975 • Inauguration de la seconde unité d'ammoniac réalisée par la société française Creusot Loire Entreprise
- 1984 • Création de l'Entreprise Nationale des Engrais et Produits Phytosanitaires dénommée ASMIDAL, issue de la restructuration de SONATRACH, et dont fait partie le complexe d'ammoniac et d'engrais azotés (CEA/Z)
- 2001 • Dans le cadre de la restructuration de l'entreprise Asmidal, le complexe CEA/Z a été placé sous le nom d'Alzofert (filiale du groupe Asmidal)
- 2005 • Privatisation partielle des activités : Création d'une seule entité, Ferial détenue 66% par Groupe Villar-Mir et 34% par l'état algérien, à travers de la société étatique ASMIDAL
- 2006 • Investissements : Un important programme d'investissement concentré sur la production, la fiabilisation et la sécurisation des sites a été achevé depuis cette date. Seulement sur le site d'Arzew, ceci représente plus de 175 millions de dollars pendant la période 2006-2015
- 2015 • Certification et rénovation : Ferial se lance dans un projet de certification ISO 50001 accompagné par de lourds investissements de REVAMPING des unités visant à améliorer la sécurité des unités, minimiser les consommations et augmenter les capacités de production.
- 2015 • Transfert d'ASMIDAL, au mois d'août, du Groupe SONATRACH, Ministère de l'Energie, au Ministère de l'Industrie et des Mines.
- 2016 • Nouveau actionnaire, le groupe ETRHB : Actuellement Ferial est détenue à 49 % par le Groupe Villar-Mir, 34% par l'état algérien et 17 % par Groupe ETRHB.
- 2018 • FERTIAL est à nouveau placée sous tutelle du Ministère de l'Energie.
- 2022 • le transfert des 17% d'actions du Groupe ETRHB dans la société "FERTIAL" par une décision judiciaire dans le profit d'ASMIDAL portant sa part globale à 51% de l'ensemble des actions de la société.

Figure 8 : Historique du complexe FERTIAL

Chapitre 02 : présentation du complexe FERTIAL

4. Coordonnées du site d'exploitation :

- Société des Fertilisants d'Algérie - Fertial SPA
- Usine d'Arzew
- Zone Industrielle BP 40
- 31200 Arzew
- Tél : +213 41.47 50 02
- Fax : +213 41 48 85 04

5. Coordonnées du siège social en Algérie

- Société des Fertilisants d'Algérie - Fertial SPA
- Adresse : BP 3088 Route Des Salines Annaba Algérie.
- Téléphone : 038.53.96.10
- Fax : 038.53.93.42

6. Emplacement géographique

Le site FERTIAL implanté dans la zone industrielle d'Arzew couvre une superficie d'environ 43 hectares. Il est situé à environ 500 m de la route nationale R11 ARZEW-Merset EL HADJADJ, à environ 3 km direction Sud de l'autoroute Alger–Oran (route à grande circulation périphérique) et à 4 km de la ville d'Arzew.

Le terrain d'implantation Complexe CEA/Z est délimité :

- Au Nord : par la route maritime (route sécuritaire) et la mer méditerranée,
- À l'Ouest : par les unités industrielles FERTALGE (Fabrication d'Urée) et le site GP2/Z de production de GPL,
- Au Sud : par l'Institut Algérien du Pétrole IAP et l'unité RTO (stockage de condensats) et une partie de la cité Es-Salaam (zone urbaine) et les villes de Ain El Bia et Bethioua,
- À l'Est : essentiellement par le site GNL1 et GNL2 (production de Gaz Naturel Liquéfié) et son port gazier.
- La zone industrielle d'Arzew est l'une des plus grandes zones en Algérie couvrant une superficie aménagée d'environ douze kilomètres carrés dont l'affectation est polyvalente, mais dispose d'une prédominance dans les activités gazières (GNL, GPL).

Chapitre 02 : présentation du complexe FERTIAL



Figure 9 Vue en dessous de FERTIAL

7. Objectif et activité du complexe FERTIAL :

FERTIAL a été conçu pour atteindre trois objectifs essentiels :

- Valoriser les hydrocarbures par un traitement local.
- Dégager un surplus pour l'exportation des engrais et de l'ammoniac.
- Exploiter, gérer et rentabiliser le moyen humain, matériel et financier dont elle dispose.
- Satisfaire la demande nationale en matière d'engrais azoté.

8. Certifications et Normes de FERTIAL :

Telles les grandes entreprises internationales dont la gestion et soumise aux standards internationaux, Fertial en est une grâce à l'obtention des certifications ISO 9001, 14001, OHSAS 18001, ISO 17025 pour ses laboratoires agronomiques, l'EFQM (European Foundation for quality management) degré 4, ISO 50001 pour le management de l'énergie. Cela a permis à l'entreprise de soutenir, en toute confiance, son développement et de veiller, scrupuleusement, au respect strict de l'environnement, d'assurer la sécurité à ses employés et surtout de fournir régulièrement aux clients un produit de qualité irréprochable et aux normes internationales. Aussi, Fertial est membre de l'international Fertilizers Association (IFA) et de l'Arab Fertilizers Association (AFA). Noter que dans sa démarche de développement et d'excellence, Fertial vise l'obtention d'autre certification tout autant prestigieuse notamment l'ISO 50001, l'ISO 26000 et l'ISO 31000.

Chapitre 02 : présentation du complexe FERTIAL



Figure 10 Diagramme des standards organisations implante à FERTIAL

Chapitre 02 : présentation du complexe FERTIAL

9. Organigramme général du complexe Fertial- Arzew :

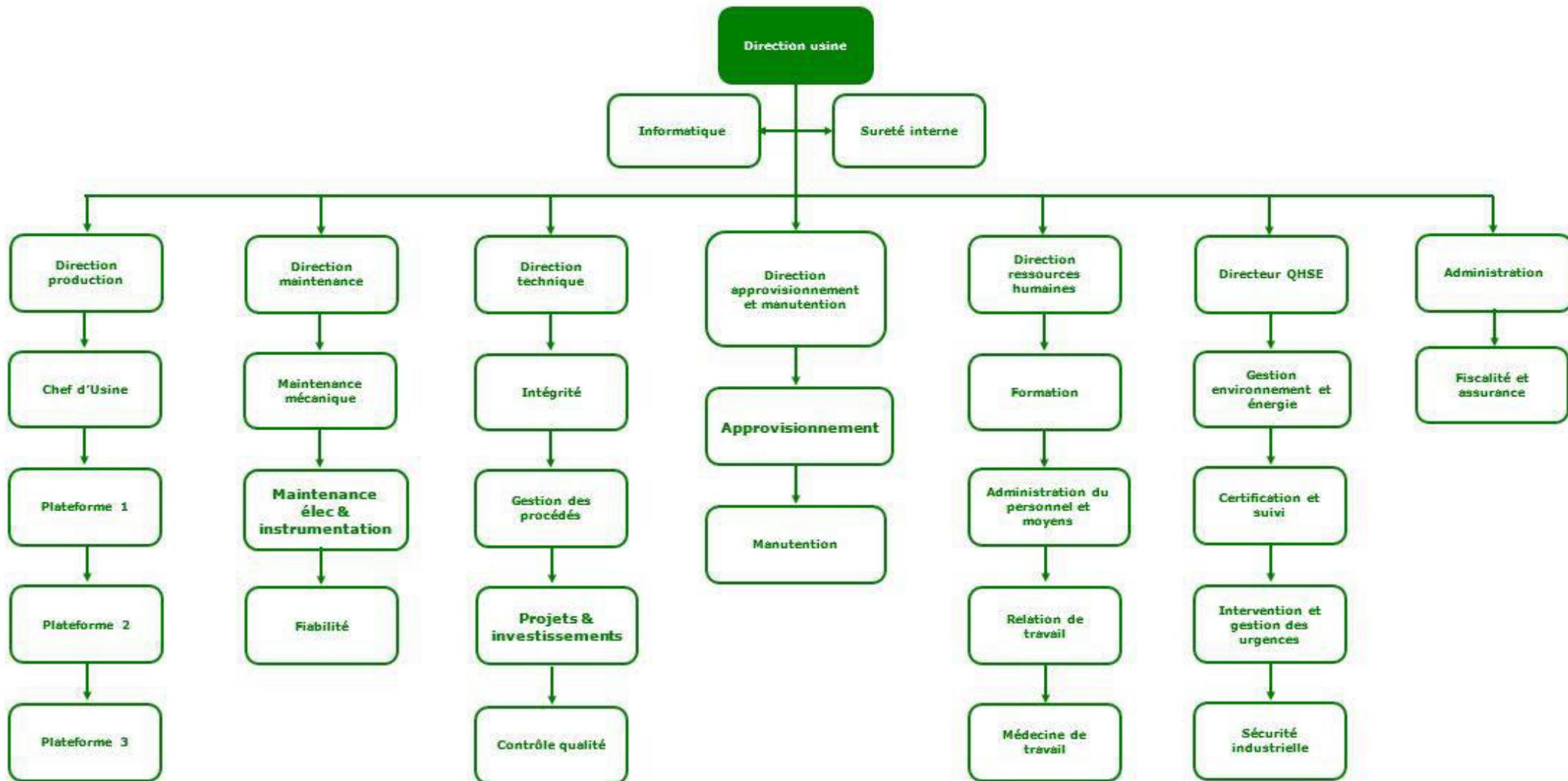


Figure 11 Organigramme général du complexe Fertial- Arzew

Chapitre 02 : présentation du complexe FERTIAL

10. Direction QHS

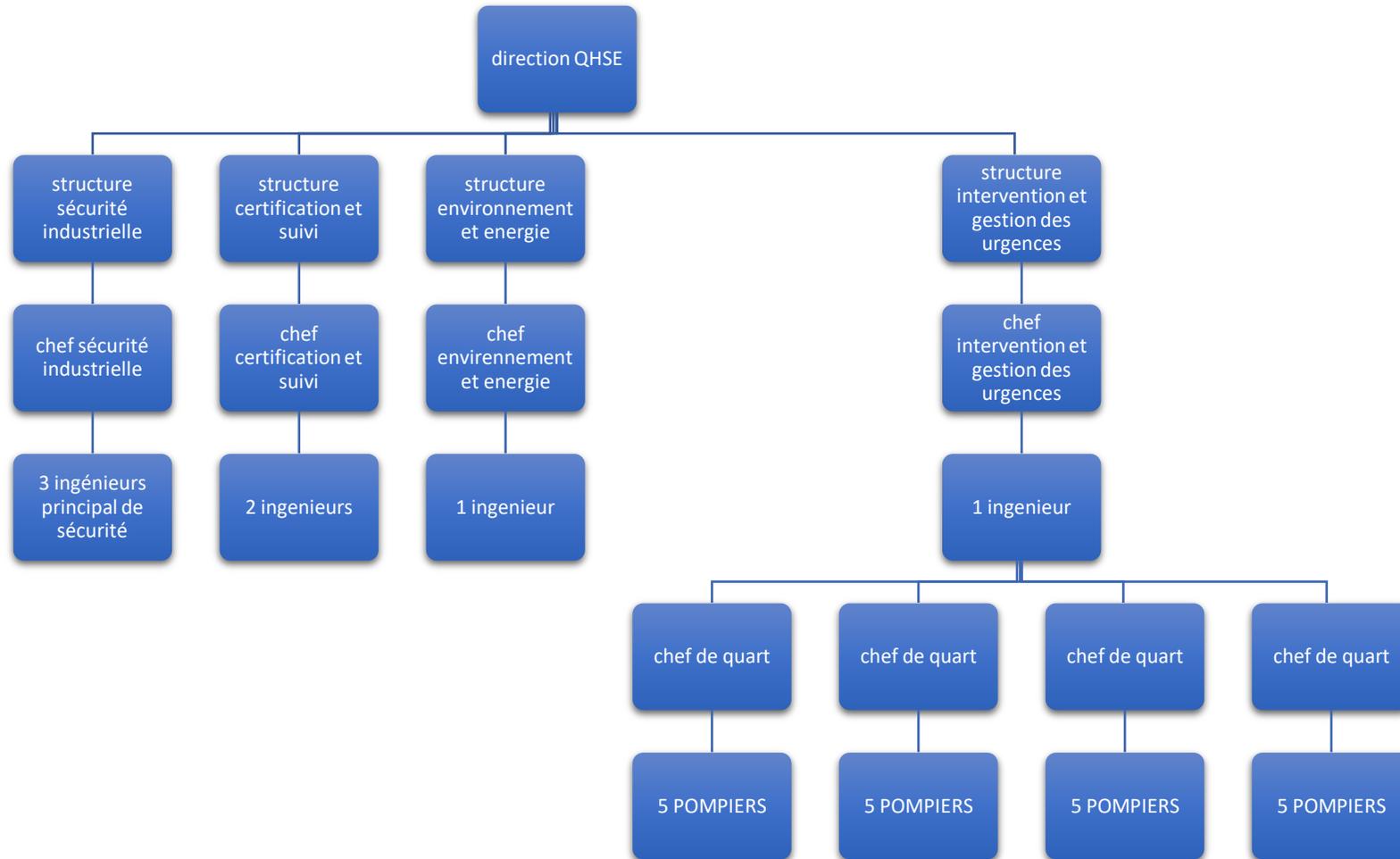


Figure 12 Organigramme structurel de la direction QHSE

Chapitre 02 : présentation du complexe FERTIAL

10.1. Rôles de chaque Structure : [20]

10.1.1. Structure Sécurité Industrielle :

- Autoriser et assurer le suivi des travaux dans les conditions optimales de sécurité.
- Participer à l'étude et aux modifications concernant les nouvelles installations.
- Rédiger des consignes de sécurité générale et particulière et s'assurer de leur application et de leur affichage.
- Participer à politique globale de prévention de l'entreprise à travers la commission hygiène et sécurité et les différentes campagnes de prévention.
- S'assurer de l'application des divers contrôles et inspection réglementaire des équipements.
- Participer à la gestion des risques et l'amélioration des conditions de travail.
- La mise en œuvre des plans de prévention relatifs au système de gestion de la sécurité (SGS) issu de l'étude de dangers (EDD)
- Réaliser et mettre à jours le EVRP
- Suivi de la mise en œuvre des recommandations issues des audits et contrôles
- Le partage du retour d'expérience dans le domaine de la sécurité industrielle
- Déclaration, analyse et enregistrement des événements dangereux (presque accident, situation dangereuse et comportement dangereuse)
- Analyser et suivi les activités préventive (inspection planifiée, réunion de groupe, pratique opérationnel, observation de travail

10.2. Structure Certification et suivi :

- Assurer le suivi pour le maintien de la certification ISO 9001 relative à la qualité
- Assurer le suivi pour le maintien de la certification ISO 14001 relative à l'environnement
- Assurer le suivi pour le maintien de la certification ISO 50001 relative à l'énergie
- Assurer le suivi pour le maintien de l'accréditation ISO 17025 relative au laboratoire agronomique
- Assurer le suivi pour le maintien de la certification OHSAS 18001 relative à la santé et sécurité au travail
- Réaliser les audits internes
- Suivre les plans d'actions NC/AC (état de clôture des actions)
- Préparer et suivi des revues de Direction (selon les normes)
- Préparer les audits externes en coordination avec la DCQHSE
- Réaliser des campagnes de sensibilisation, d'information et de communication notamment en matière de veille réglementaire et normative
- Assurer la sensibilisation relative à la veille règlementaire QHSEE
- Suivi des indicateurs en relation avec les activités de certification
- Elaborer le rapport d'activité mensuel, semestriel et annuel avec bilan statistiques

Chapitre 02 : présentation du complexe FERTIAL

10.3. Structure Environnement et Energie :

- Mise en œuvre du plan de gestion environnemental (PGE) dans le cadre du Système de management environnemental (SME-ISO14001)
- Assurer la mise à jour du plan de gestion environnemental (PGE) issu de l'étude d'impact sur l'environnement (EIE)
- Assurer le suivi de la remise en état des lieux
- Développement de l'expertise et appui nécessaire aux structures de la société, dans les domaines de l'environnement et du développement durable
- Elaboration et Actualisation des référentiels et procédures relatifs à la prévention et la maîtrise des risques sur l'environnement générées par la société
- Suivi du programme de l'efficacité énergétique
- Réaliser l'audit environnemental et l'audit énergétique
- Participation à la mise en place des plans de formation en matière d'environnement et énergie
- Coordonner l'ensemble des travaux environnementaux du complexe Fertial (air, eau, déchet)
- Connaître les procédés et les différentes sources d'émissions du complexe Fertial
- Classé les déchets de la zone nord et collaborer à leur gestion de façon à protéger l'environnement
- Entreprendre toutes activités assignées par le délégué environnement

10.4. Intervention et Gestion des Urgences :

- Réaliser le programme de simulation d'urgence en relation avec le Plan Interne d'Intervention Interne (PII)
- Assurer la mise à jour du PII issu de l'étude de dangers (EDD)
- Mise en œuvre du plan de gestion des urgences dans le cadre du système de management de la santé et sécurité au travail (OHSAS-18001)
- Contrôler les barrières de protection (Détection, extinction, masques à cartouche...)
- Elaboration, développement et révision des référentiels et procédures pour l'amélioration de la gestion des urgences et des crises
- Participation aux investigations des accidents
- Analyse et partage de l'information en matière de retour d'expérience
- Vérifier le matériel fixe de protection contre l'incendie (Réseaux anti-incendie, douche de sécurité, lave yeux lignes de vie...)
- Vérifier le matériel mobile d'intervention
- Vérifier la conformité du matériel des sous-traitants (Engins, Clark, Grues...)
- Réaliser des campagnes de sensibilisation, information et communication
- Suivi des indicateurs (KPI) en relation avec l'environnement et l'énergie

Chapitre 02 : présentation du complexe FERTIAL



POLITIQUE QHSE

Qualité, Santé, Sécurité, Environnement et Energie

FERTIAL est une Société de production et de commercialisation d'ammoniac et d'engrais azotés et phosphatés. Consciente des enjeux et de l'importance de la gestion et de la maîtrise des risques elle entreprend une démarche d'amélioration continue par la mise en œuvre des normes QHSE, des meilleures pratiques applicables à ses activités et des 12 principes de l'IFA en matière de sûreté, qualité, sécurité, santé et environnement, et ce, conformément à la réglementation Algérienne.

La satisfaction de nos clients, la sûreté, la santé et la sécurité de nos employés et de nos sous-traitants, l'intégrité de nos installations, la protection de l'environnement et la préservation des ressources énergétiques en sont les principaux axes d'intervention dans notre démarche d'amélioration.

Telles, sont les fondements qui caractérisent l'axe stratégique de développement durable de FERTIAL.

En ma qualité de Directeur Général et Président du Comité de Direction de la Société FERTIAL, je m'engage à mettre en œuvre les moyens humains, techniques, organisationnels et financiers afin de s'assurer de la mise en place et du respect de la politique QHSE au sein de notre Société.

La politique de FERTIAL consiste à garantir une gestion responsable et proactive de tous les risques liés à son activité de fabrication des différents produits, de leur commercialisation et même au-delà lorsque FERTIAL a l'influence.

Notre engagement est d'atteindre l'excellence dans la performance QHSE au sein de FERTIAL. Pour cela, nous nous engageons à :

- Nous conformer aux dispositions légales et réglementaires et nous inspirer des meilleures pratiques en matière de sûreté, qualité, sécurité, santé, environnement et efficacité énergétique ;
- Développer et à maintenir une démarche proactive intégrée de gestion et de réduction des risques et de prévention de la non-qualité ;
- Veiller à l'évaluation et à l'amélioration continue des performances en matière de sûreté, qualité, santé au travail, sécurité, environnement, consommation énergétique et satisfaction des clients ;
- Entretenir une culture qui encourage les employés à être de plus en plus responsable dans les domaines de la réduction et de la gestion proactive des risques industriels ;
- Minimiser les impacts environnementaux en optimisant la consommation des ressources naturelles et manager les cycles de vie des produits ;
- Améliorer la performance des installations et ouvrages en intégrant des critères d'efficacité énergétique dans le processus de prise de décision ;
- Développer un système d'information et de communication transparent envers tous ses employés, ses partenaires les autorités locales ainsi que toute autre partie prenante et incorporer leurs besoins dans la démarche d'amélioration continue.

Chacun à son poste et dans son activité, est responsable de l'application de la Politique de FERTIAL dans ce domaine.

06 MAI 2019



STÉPHANE DIEUDE
Directeur Général P/I

Figure 13 : Politique SST de l'entreprise Fertil

Chapitre 02 : présentation du complexe FERTIAL

11. Description générale des unités de FERTIAL : [21]

FERTIAL dispose de :

- Deux unités de production de l'ammoniac (10 I, 10 II)
- Deux unités de production de l'acide nitrique (20 II A/B) fonctionnent selon le
- Deux unités de nitrate d'ammonium et CAN 27 (30 II A/B).
- Trois centres utilisés pour le traitement d'eau de mer et la production d'eau distillée, et de vapeur d'eau (50 I, 50 II, 50 III).
- Un groupe turbo alternateur pour la production d'énergie électrique.
- Deux unités de stockages et de conditionnement des engrais (U70 I/II).
- Un centre pour le stockage d'ammoniac (U80 I/II) et un nouveau bac en phase de réalisation 2102-F.
- Un laboratoire pour les analyses chimiques et physiques.

A. Unité de production d'Ammoniac I (10 I) :

- Date de construction : 1966 – Entré en production : 1970
- Capacité nominale : 1000 tonnes/jour
- Licence : CHEMICO Constructeur : TECHNIP – CREUSOT-LOIRE
- Modification : 1100 tonnes/jour au niveau reforming

B. Unité de production d'Ammoniac II (10 II) :

- Capacité nominale : 1000 tonnes/jour
- Date de construction : 1975 - Entré en production : 1981
- Licence : KELLOGG – Constructeur : TECHNIP – CREUSOT-LOIRE

C. Unité de production d'Acide Nitrique I – U20 I :

- Date de construction : 1966 – Entré en production : 1969
- Capacité nominale : 400 tonnes/jour à 100% de concentration
- Licence : CHEMICO Constructeur : TECHNIP – CREUSOT-LOIRE
- Modification : rénovation complète de l'instrumentation de la salle de contrôle en 1987

D. Unités de production d'Acide Nitrique II – A/B :

- Capacité nominale : 2 X 400 T/jour par unité à 100% de concentration
- Licence : CHEMICO Constructeur : VOEST-ALPINE (AUTRICHE)
- Date de construction : 1975 – Entrée en production : 1981
- Quelques modifications ont eu lieu en 1999 et qui comprenaient :
 - Isolement de l'échangeur inter étage du compresseur d'air de la boucle de refroidissement

Chapitre 02 : présentation du complexe FERTIAL

- Le non obtention d'une réduction correct des NOx a conduit à un changement du réacteur de réduction par Nio/A12O3 en réacteur à nids d'abeilles (Platine/rhodium/Palladium)

E. Unité de production Nitrate d'Ammonium I – 30 I :

- Date de construction : 1966 – Entré en production : 1969
- Capacité nominale : 500 tonnes/jour
- Licence : CHEMICO Constructeur : TECHNIP – CREUSOT-LOIRE
- Rénovation : 1987 – Equipement Vétuste et salle de contrôle
2000 – adjonction injection H2SO4 pour solidification de grain

F. Unités de production Nitrate d'Ammonium I – 30 II A/B :

- Capacité nominale : 500 T/jour soit 1000 T/jour pour 2 unités
- Date de construction : 1975 – Entrée en production : 1981
- Licence : CHEMICO Constructeur : VOEST-ALPINE (AUTRICHE)
- Remodelage en 2007 pour la production du Calcium Ammonium Nitrate CAN 27%

G. Unité de stockage d'Ammoniac U80-I :

- Capacité de stockage : 20000 Tonnes
- Licence : CHEMICO ; Constructeur : TECHNIP
- Date de construction : 1966 – Début d'exploitation : 1969
- Rénovation du bac annexe : 1985 – 87 par IHI JAPON
- Nouvelle station de réfrigération Août 2008

H. Unité de stockage d'Ammoniac et centre enfuteur U80-II :

- Capacité de stockage : 20.000 Tonnes
- Capacité de d'enfûtage : 2000 T/an en bouteille de 44 kg
- Date de construction : 1975, commencement d'exploitation : 1981
- Rénovation : Réfection totale de calorifuge de bac (en 2000)
- Achat d'un groupe de réfrigération en 2001
- Achat d'un groupe de réfrigération en 2007/2008

I. Unité de stockage de Nitrate – U70 I :

- Hangar de 240 mètres de long et 60 mètres de large pourvu de matériel de manutention par bandes transporteuse capable de recevoir 20000 Tonnes de nitrate en sac de 50 Kg. Ou big-bag de 500 Kg. Le débit d'expédition par voie ferrée et route s'élève à 800 Tonnes/Jour.
- Licence : CHEMICO – Construction : TECHNIP et CREUSOT-LOIRE AMECO.

J. Unité de stockage de Nitrate – U70 II :

Hangar couvert et pourvu de moyens de manutention de dernière génération à savoir des bandes transporteuses et un pont roulant capable de balayer l'ensemble du hangar (longueur et largeur).

Chapitre 02 : présentation du complexe FERTIAL

Le hangar est conçu pour stockage ou déstockage selon le besoin. Capacité 30000 Tonnes avec maximum de 35000 Tonnes estimé en sacs de 50 kg.

- Aménagement d'une partie de hangar pour le stockage de Calcium Ammonium Nitrate CAN 27% en vrac.

12. Produits fabrique par FERTIAL :

La capacité de production annuelle est de 900,000 tonnes d'Ammoniac et de 1680,000 tonnes d'engrais.



Figure 14 Produits fabrique par FERTIAL

13. Généralité sur l'Ammoniac :

L'ammoniac est un composé chimique, de formule NH_3 , sous forme gazeuse, il est utilisé par l'industrie pour la fabrication d'engrais, d'explosifs et de polymères.

L'ammoniac gazeux, qui donne 82 % d'azote, sert aussi d'engrais azote ; il est injecté directement dans le sol sous forme d'ammoniac liquéfié sous pression.

a) Propriétés générales :

- Formule brute : NH_3
- Nom IUPAC : Ammoniac
- Apparence : gaz incolore
- Masse moléculaire : 17 g/mole
- Température de fusion : 195 °K (-78,5 °C)

Chapitre 02 : présentation du complexe FERTIAL

- Température de vaporisation : 240 °K (-33,5 °C) à P=1 ATM
- Solubilité : 46 g dans 100g d'eau
- Densité : 0,6813 (gaz)
- Température d'auto inflammation : 851 °C
- Limites d'explosivité dans l'air : Inférieure : 15,5, Supérieure : 27%

b) Précautions :

- Inhalation : Les vapeurs sont Très irritantes et corrosives
- Peau : Les solutions concentrées peuvent provoquer des brûlures
- Yeux : Dangereux
- Autres infos : L'ingestion peut provoquer des brûlures de la bouche, langue, œsophage.

14. Procédé de production de l'ammoniac NH₃ : [22]

La production industrielle de l'ammoniac se fait essentiellement par synthèse directe à partir de dihydrogène et de diazote (procédé mis au point par l'Allemand Fritz Haber, prix Nobel de chimie en 1918). L'azote est fourni par l'air et le dihydrogène par vaporeformage du méthane (gaz naturel).

Air (source de diazote) + dihydrogène + eau \longrightarrow ammoniaque + dioxyde de carbone

FERTIAL produit l'ammoniac liquide en partant du gaz naturel, la vapeur d'eau et de l'air, et pour cela FERTIAL dispose d'une :

- Unité a procédé « CHIMICO » NH₃I
- Unité a procédé « KELLOG » NH₃II

Chapitre 02 : présentation du complexe FERTIAL



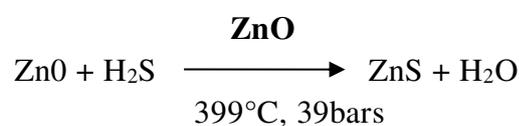
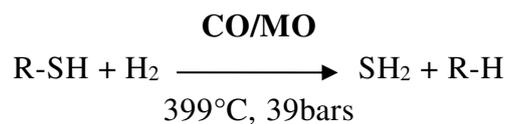
Figure 15 : Unité ammoniac II

Ceci s'accomplit par la méthode de reforming KELLOG à haute pression et dans l'ordre suivant :

A. Compression et désulfuration du gaz naturel :

Le gaz naturel d'alimentation arrive avec une pression de 19 bars effectif et une température de 42°C, sa pression est augmentée jusqu'à environ 41 bars et comme le soufre est un poison du catalyseur, on doit l'éliminer en utilisant l'hydrogène, et deux lits catalytiques à base de cobalt-molybdène et l'oxyde de zinc.

Le gaz naturel est préchauffé dans un préchauffeur (103-B) jusqu'à une température de 399°C avant de passer dans le désulfurer (102-D) où l'hydrogène sulfure est retenu sur l'oxyde de zinc.



Chapitre 02 : présentation du complexe FERTIAL

A la sortie de cette section, la teneur en soufre est inférieure à 0.25ppm notons enfin que le catalyseur ZnO occupe un volume de 09.9 m³ et absorbe jusqu'à 18% en poids de soufre et le catalyseur Co/Mo occupe un volume de 06m³.

1) Reforming primaire :

Dans cette section, il y a une entrée de gaz naturel désulfuré avec la vapeur d'eau à moyen pression surchauffée.

Le mélange (vapeur gaz naturel) est préchauffé dans la section de conversion du four de reforming (101-B)

Le mélange s'écoule ensuite par 378 tubes remplis de catalyseur à base de Nickel de la section rayonnement du reforming primaire la température augmentée jusqu'à 822°C. Puis environ 847°C puis il passe dans la chambre conversion suivant la réaction :

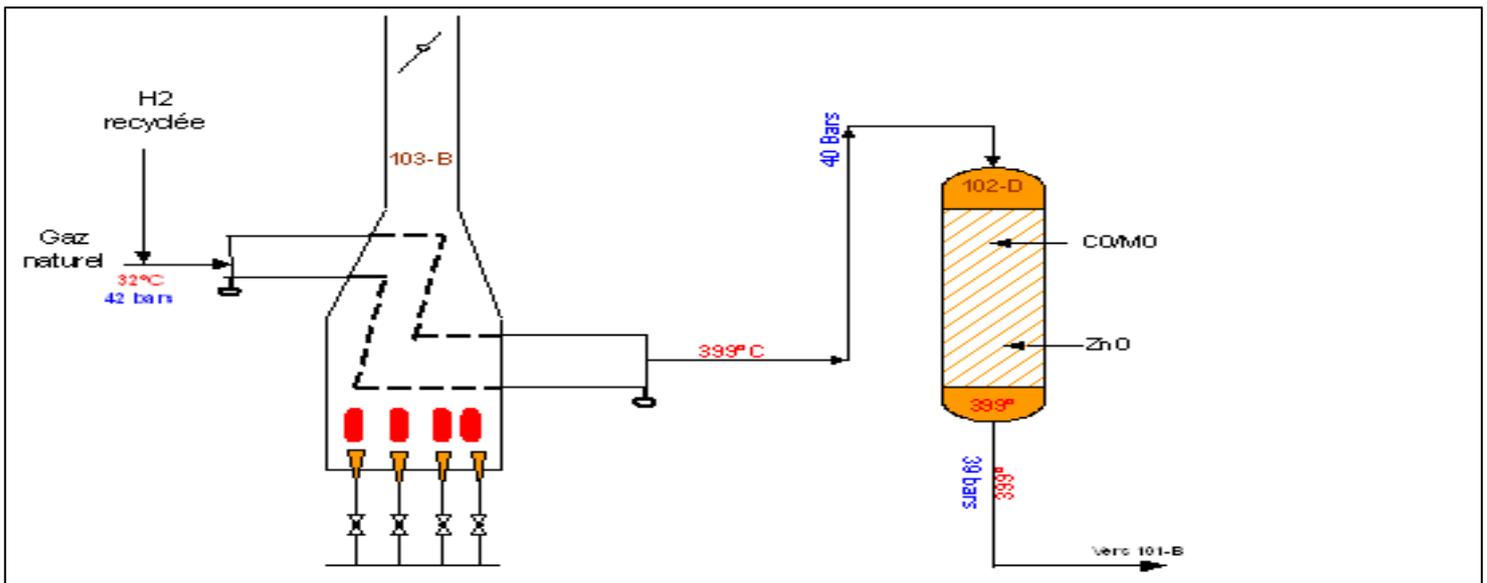
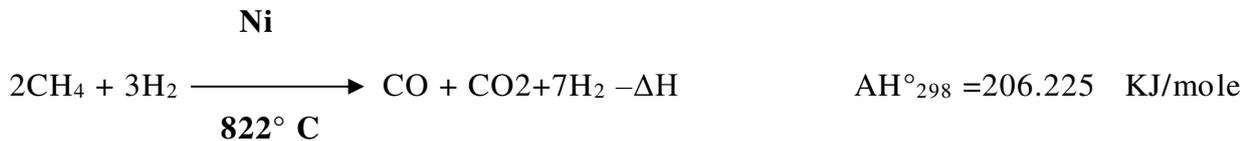
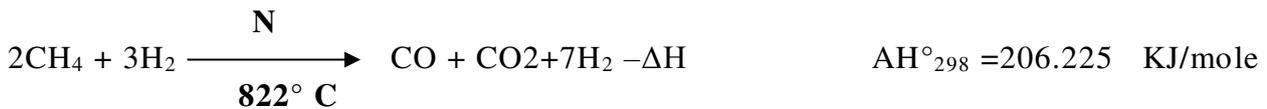


Figure 16 Section de reforming primaire

2) Reforming secondaire :

Le gaz entre avec une température d'environ 822°C contenant les 9,58% de CH₄ non converti, va subir un reforming plus poussé dans le réacteur (103-D). L'air du procédé qui provient du compresseur (101-J) et la vapeur supplémentaire sont préchauffés à 468°C dans la section de convection du four de reforming primaire et entrant dans la chambre de combustion de (103-D), où il se combinent avec le gaz, et permettre aux réactions de se produire.

Chapitre 02 : présentation du complexe FERTIAL



B. Conversion du CO en CO2

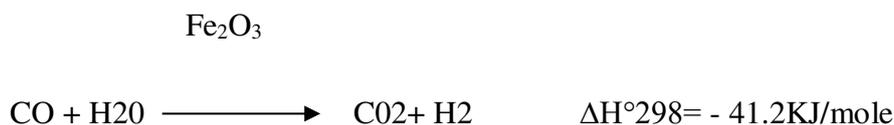
Conversion de CO en CO2 se fait dans deux convertisseurs de shift séparés, fonctionnant en série (**104-D**).

- Le convertisseur inférieur appelé section de shift à haute température <HTS>
- Le convertisseur supérieur appelé section de shift à basse température <LTS>

Ces deux sections réduisent la teneur en CO respectivement de 13% à 3.1 % et de 3.1 % à 0.5% sur la base d'un gaz sec.

➤ Section de shift à haute température <HTS> :

Ce réacteur contient environ 58.1 m3 de catalyseur à base d'oxyde de fer active par Cr2O3. Le gaz quittant le reforming secondaire à une température de 994°C est refroidi dans la chaudière de récupération primaire (**101-C**) en produisant de la vapeur saturée à 103.5 bars, ensuite le gaz va à la chaudière de récupération (**102-C**). Le gaz et la vapeur à 3710°C pénètrent par le haut du convertisseur HTS où se passe la première étape de conversion.



➤ Section de shift à basse température <LTS> :

Le résultat du <HTS> passe par la chaudière (**103-C**), il cède une partie de sa chaleur puis par l'échangeur (**104-C**) où il fournit de la chaleur au produit d'alimentation du méthaniseur, sortant du (**104-C**) le gaz arrive au convertisseur <LTS> à basse température conçue pour fonctionner à une température de 242°C et à une pression de 27.3 bars pour réduire le CO de 3.1% à moins de 0.5%.

C. Extraction du gaz carbonique (décarbonation) :

Les gaz de procédé convertis (gaz sec 70% et vapeur 30%) sont refroidis jusqu'à 63°C dans l'échangeur (**106-C**) à une pression de 28 bars eff, contenant environ 17% de CO2, entre par le bas de l'absorbeur (**101-E**).

La colonne d'absorption de cette unité est alimentée par une solution <MDEA> (Monoéthanolamine) qui est un liquide visqueux ; incolore ; très peu volatil ; d'odeur légèrement

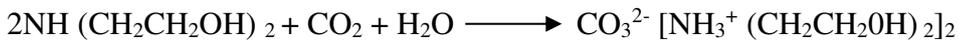
Chapitre 02 : présentation du complexe FERTIAL

ammoniacale, soluble dans l'eau en toutes proportions ainsi que dans un grand nombre de solvant organique. Son rôle est l'absorption de CO₂.

La solution aqueuse de MDEA à 20% pauvre (sans CO₂) est en contact à contre-courant avec le gaz en absorbant le CO₂, le gaz qui sort par le haut de la colonne ne contient plus que 100 ppm de CO₂, est séparé de tout liquide dans l'épurateur de CO₂ (118-F), ensuite vers la section de méthanisation.

La MDEA riche en CO₂ sort par le fond de l'absorbeur pour aller aux striper de CO₂ (102-EA/EB) où la MDEA est régénérée pour être utilisée de nouveau.

- Réaction d'extraction du CO₂ par la MDEA :



- Réaction de régénération de la MDEA :

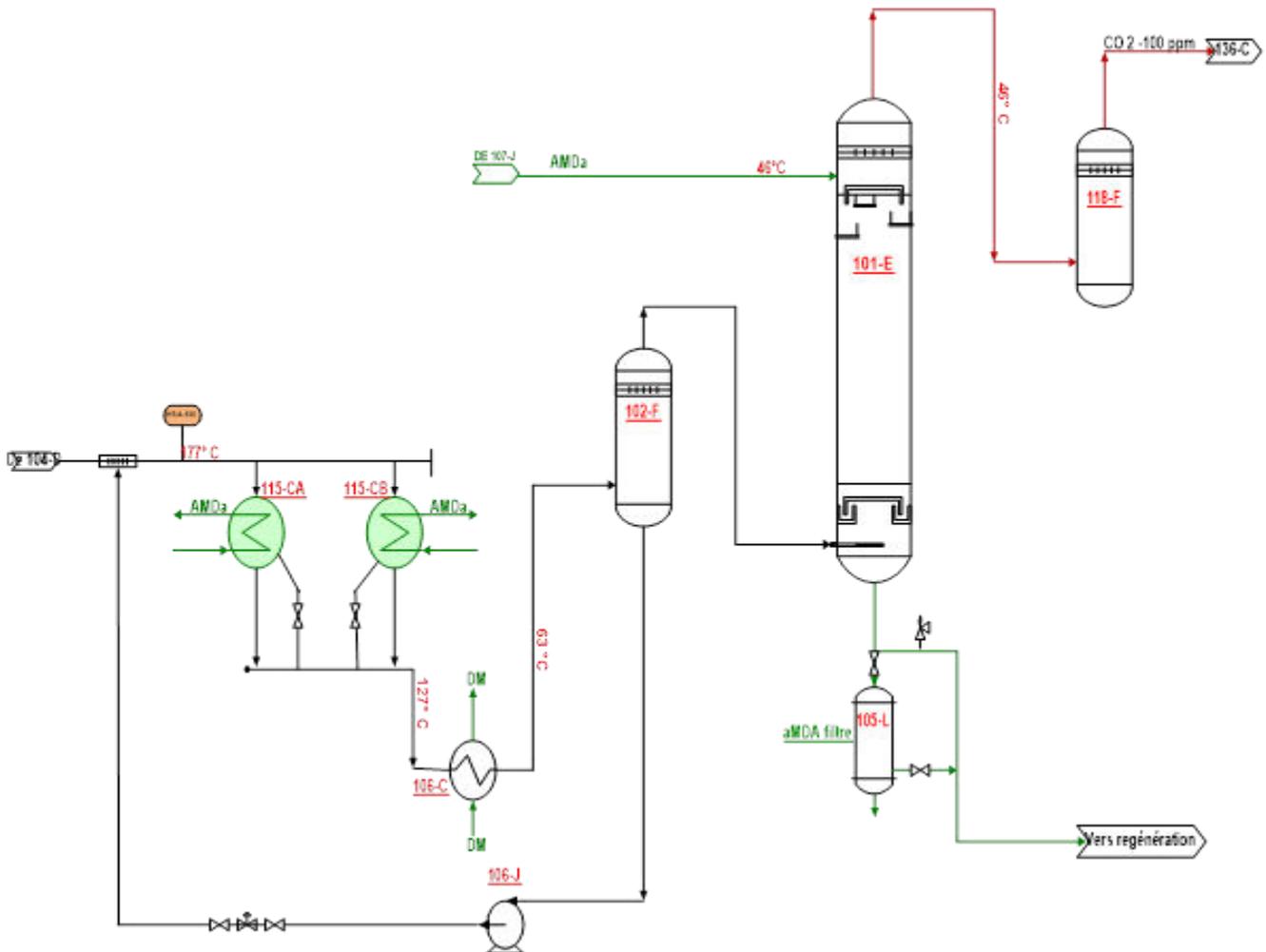
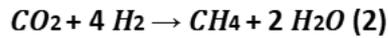
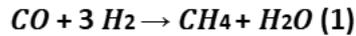


Figure 17 Extraction du gaz carbonique (décarbonatation)

Chapitre 02 : présentation du complexe FERTIAL

D. Méthanisation :

Le CO et CO₂ résiduels sont transformés en méthane (CH₄) dans l'opération de Méthanisation catalytique. La teneur en CO et CO₂, à la sortie, doit être inférieure à 10ppm.



Le gaz de synthèse est comprimé dans cette phase de 160 à 234 bars pour être introduit au circuit de synthèse d'ammoniac.

E. Compression du gaz de synthèse purifié :

Les gaz de synthèse purifiés venant du méthaniseur (**106-D**) a une pression de 25.75 bars et une température de 359°C est dirigé vers le compresseur de synthèse (**103-J**).

Les gaz de refoulement sont refroidis en trois étapes :

1. Dans l'échangeur (**136-C**) ; à 122°C.
2. Dans l'échangeur (**116-C**) ; à 41°C.
3. Enfin dans l'échangeur (**129-C**) ; à 08°C.

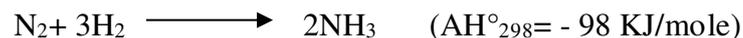
L'eau est extraite du gaz refroidi à 08°C dans le séparateur (**105-F**) est mise à l'égout. Le gaz se dirige vers le deuxième étage du compresseur à environ 63 bars, une ligne de recyclage entre également, ces deux derniers sont refoulés à 150 bars et a 60°C et refroidis en trois paliers par l'ammoniac jusqu'à -23.3°C dans le séparateur (**106-F**) la pression et d'environ 147 bars.

L'ammoniac séparé est repris dans le ballon (**107-F**) tandis que le gaz ayant une teneur d'environ 2.05% en Ammoniac arrive au convertisseur d'ammoniac (**105-D**).

F. Synthèse et réfrigération de l'Ammoniac :

Le gaz de synthèse, pénètre dans le convertisseur d'ammoniac (**105-D**) qui contient 64 m³ de catalyseur à base de fer Fe₃O₄.

Ce gaz de synthèse à 144°C et 141 bars entre dans le réacteur de synthèse en traversant les 04 lits catalytiques à base de fer, l'H₂ et l'N₂ en circulation se combinent pour produire de l'ammoniac a 12% de teneur suivant la réaction :



A la sortie le gaz est à 290°C et 136 bars, il est refroidi à 166°C jusqu'à 43°C dans l'échangeur (**121-C**).

L'ammoniac condensé est dirigé vers le ballon (**107-F**) qui en sortant se combine avec le gaz pauvre en ammoniac provenant du (**108-F**) ; chauffe a environ 21°C dans l'échangeur (**139-C**). L'ammoniac liquide est obtenu par condensation dans les différents étages de refroidissement et dans le séparateur (**106-F**) a 23°C et a 147 bars.

Chapitre 02 : présentation du complexe FERTIAL

- Le refroidissement de l'ammoniac se fait à trois niveaux successifs 13°C, -07°C et -33°C.
- L'ammoniac est extrait au 3eme étage du ballon de détente de réfrigération (112-F) à -33°C.

G. Stockage et distribution de produit :

Les pompes (110-J/JS) refoulent l'ammoniac au réservoir de stockage (2101-F) situées en dehors de l'unité (U70) à un débit de 1000T/jour. Aussi au réservoir de stockage (T-8101) au port d'Arzew, se fait avec les pompes (2101 -J/JS) dont le débit est de 92 M3 /h par pompe. Trois autres pompes (2101-JA/JB/JC) transfèrent l'ammoniac à 15.3 m3/h et à une pression de refoulement de 28.9 bars à l'unité d'acide nitrique.

Tableau 9 Flux de matières entrants et sortants de la production d'Ammoniac
Selon les deux procédés CHEMICO et KELLOGG

Matières premières	Gaz Naturel Vapeur d'eau Air
Produits finis	NH ₃ incolore, d'odeur forte très soluble dans l'eau. NH ₃ : 99.5% H ₂ O : 0.5 % Huile < 10 ppm
Energie et fluides utilisées et additifs	Electricité Eau déminéralisée Solvants TEA et AMDEA Eau de mer Catalyseurs Energie nécessaire au - réacteur utilisant des catalyseurs - four catalytique libérant l'hydrogène nécessaire à la réaction de synthèse - réacteur à haute température par injection d'air (besoin d'azote pour la réaction de synthèse) - réacteur à 4 lits catalytiques (à base de Fer) - compresseurs - chaudière
Consommation d'énergie	Energie fossile : gaz naturel Energie électrique
Déchets	Catalyseurs, produits chimiques
Rejets liquides	Eaux de refroidissements, eaux des drains ouverts
Rejets atmosphériques	Cheminées : NO _x Pertes fugitives (au niveau des jointures et soupapes)

Chapitre 02 : présentation du complexe FERTIAL

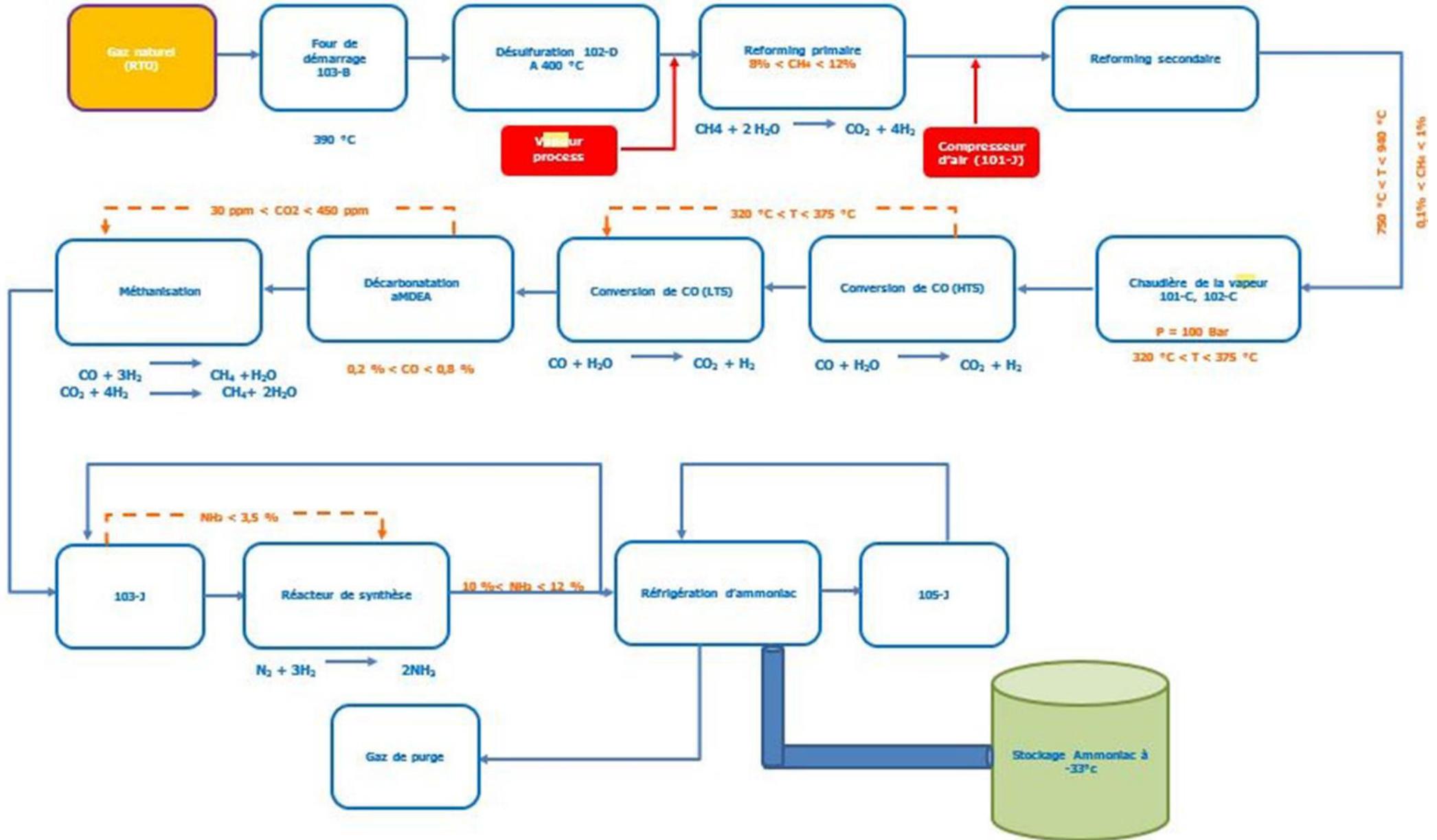


Figure 18 Procédé de fabrication d'ammoniac « KELLOG »

**CHAPITRE 3 : LE
STOCKAGE
D'AMMONIAC**

Chapitre 03 : Le stockage d'ammoniac

1. Introduction :

Dans l'industrie des champs de pétrole et de gaz, le stockage des hydrocarbures consiste à immobiliser temporairement certains volumes de fluides (pétrole ou de gaz) dans des capacités de stockage appelées appareils à pression ou réservoirs ou bacs selon, que le produit stocké, est ou n'est pas, sous pression. Il a pour but de :

- La mise du produit au repos suivi d'une opération de décantation avant l'expédition (élimination de l'eau et résidus) et l'élimination naturelle des gaz indésirables.
- Le contrôle de la qualité de produit à expédier.
- Le traitement préalable du brut afin de minimiser les problèmes d'incendie ou de corrosions des bacs et des canalisations car ces installations sont très coûteuses et fragiles par rapport à leur grande dimension.
- La continuité de la production et de l'exploitation tout en assurant un stockage permanent

Pour cela, les bacs de stockage d'ammoniac de l'usine FERIAAL disposent de nombreuses barrières de sécurité (alarmes, système de réfrigération, soupapes...). Si on considère que des millions de tonnes de produits sont en jeu, on s'aperçoit que tout investissement dans le cadre d'améliorer la sécurité permet de réduire ces pertes et peuvent éviter des dégâts considérables. Donc amener à une économie annuelle appréciable.

2. Les configurations de stockage de l'ammoniac : [23]

Dans les conditions normales de température et de pression, l'ammoniac est présent en phase gazeuse. Pour des raisons d'encombrement, ce composé est stocké sous forme liquide, à l'équilibre avec la phase gaz, dans trois configurations possibles :

- **Stockage cryogénique** : à - 33 °C à la pression atmosphérique ;
- **Stockage semi réfrigéré** : à des températures et pressions intermédiaires ;
- **Stockage sous pression** : à la température ambiante sous pression.

Tableau 10 Paramètres relatifs aux différentes configurations de stockage de l'ammoniac

Type de stockage	P absolue (bar)	T (°C)	Quantité (tonnes)	Volume associé (M ³) ¹
Cryogénique	~ 1	-33	> 5 000	> 5 00
Semi-réfrigéré	~4	0	200 < < 3 000	~ 300 < < ~ 5 000
A température ambiante	~9	20	< 800	< ~ 1 300

2.1. Description des réservoirs cryogéniques

En Europe, les réservoirs cryogéniques sont de grands réservoirs cylindriques à axe vertical d'une capacité de 5 000 à 60 000 m³. Ils sont le plus souvent isolés à l'aide de mousse Polyuréthane de façon à limiter le réchauffement de l'ammoniac.

Chapitre 03 : Le stockage d'ammoniac

La basse température est maintenue par aspiration des vapeurs puis compression, condensation et réinjection du liquide froid dans le réservoir de stockage, l'ensemble formant un groupe frigorifique où le réservoir serait l'évaporateur.

La pression du réservoir est légèrement supérieure à la pression atmosphérique afin d'éviter les rentrées d'air. Contrairement aux deux autres catégories de stockage, ces réservoirs ne sont pas soumis à la réglementation Equipements Sous Pression.

Il existe deux grands types de réservoir de stockage cryogénique d'ammoniac :

➤ **Les réservoirs à simple paroi qui comportent un fond et une paroi en acier :**

La capacité interne contient le produit sous forme liquide et vapeur dans les conditions normales d'exploitation, et est isolé sur sa surface extérieure. Une cuvette de rétention de faible hauteur est prévue pour retenir le liquide qui se serait écoulé suite à une fuite ou rupture du réservoir. Un système de mousse est prévu pour réduire les éventuelles émissions de vapeurs dans l'atmosphère.

➤ **Les réservoirs à double paroi qui comportent un double fond et une double paroi en acier :**

Le réservoir intérieur contient le produit sous forme liquide et vapeur dans les conditions normales d'exploitation. En cas de fuite, le réservoir extérieur, placé entre 1 et 2 mètres du réservoir intérieur, est conçu pour contenir liquide et vapeurs qui se seraient échappés.

La présence d'une cuvette est possible mais n'est pas obligatoire.

La norme NF EN 14620 présente entre autres ces deux grands types de réservoirs de stockage, qui se distinguent par leur « intégrité »

- **Le réservoir à simple intégrité :** se compose d'une seule cuve de stockage en acier et de forme cylindrique. Le réservoir doit être entouré d'un mur de rétention.
- **Le réservoir à intégrité totale :** se compose d'une cuve primaire et d'une cuve secondaire qui constituent conjointement un réservoir de stockage intégré. La cuve secondaire est en acier ou en béton et doit permettre de contenir la totalité du produit liquide en cas de fuite de la cuve primaire. Elle doit être située à moins de 2 mètres de la cuve primaire.

Chapitre 03 : Le stockage d'ammoniac

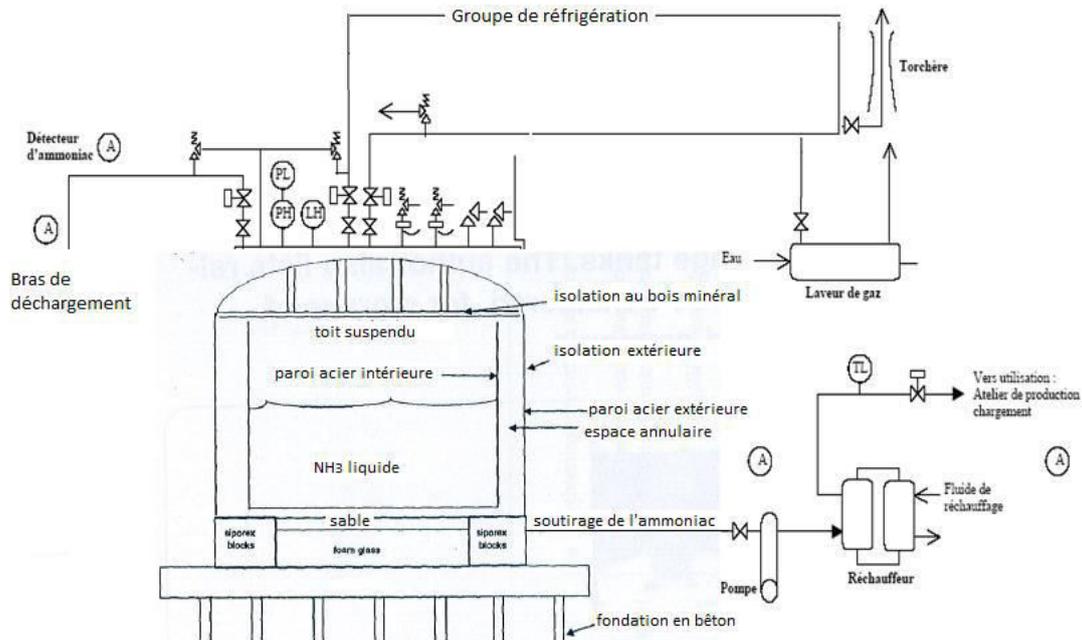


Figure 19 Réservoir cryogénique à double paroi

2.2. Description des réservoirs semi-réfrigères :

En général, l'ammoniac est maintenu à une température proche de $0^{\circ}C$ sous une pression voisine de 4 bars (abs), par des groupes frigorifiques (principe analogue au stockage cryogénique). Les réservoirs de stockage sont principalement de type sphérique, car cette forme géométrique permet de minimiser les contraintes mécaniques.

2.3. Description des réservoirs pressurisés à température ambiante :

Dans ce type de stockage, l'ammoniac est stocké à température ambiante et à la tension de vapeur saturante correspondante, soit environ 9 bars (abs) à $20^{\circ}C$. Les stockages d'ammoniac sous pression à température ambiante sont identiques aux autres types de stockage de gaz liquéfiés. Les réservoirs de stockage sont généralement cylindriques.

Chapitre 03 : Le stockage d'ammoniac

3. Types de réservoirs (ou bacs) de stockage : [24]

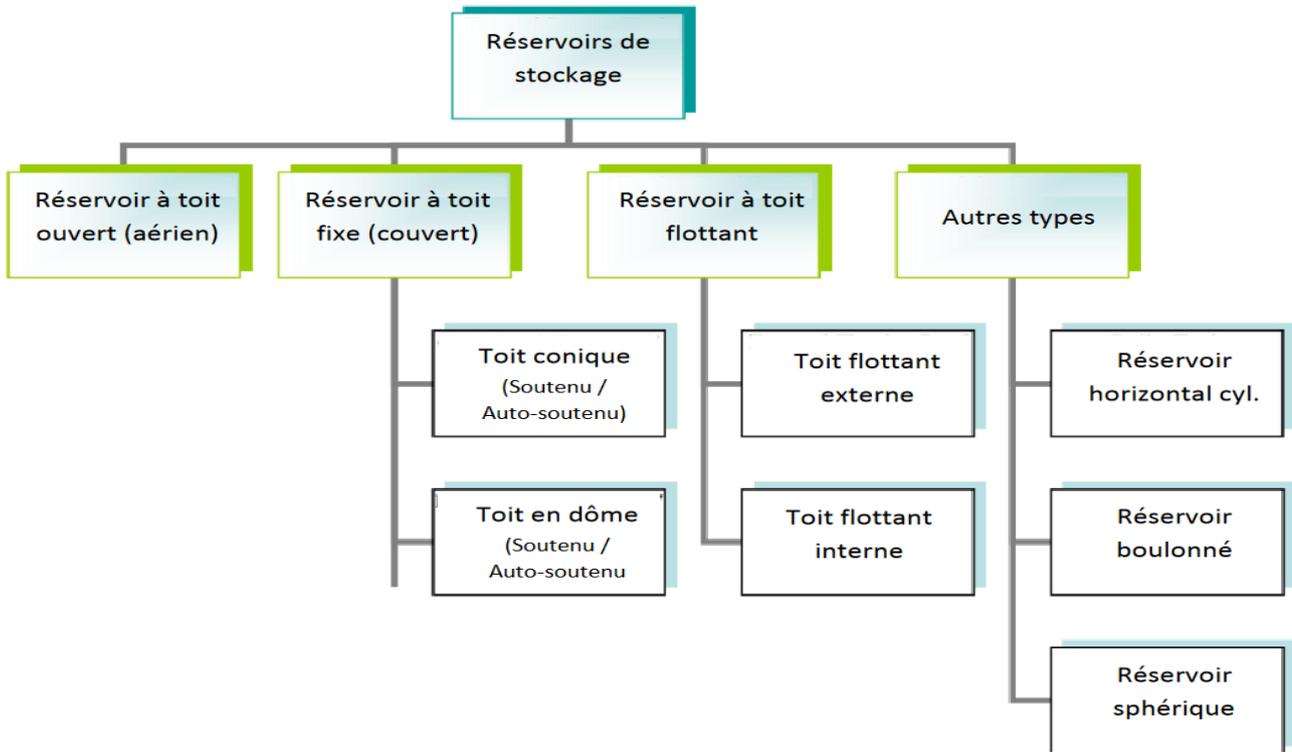


Figure 20 Types de réservoirs de stockage des hydrocarbures

4. Lieux de stockage :

Les hydrocarbures sont stockés dans des réservoirs qui se retrouvent dans :

- Les terminaux maritimes
- Les raffineries
- Les champs de production de bruts
- Les lieux de consommation

5. Mode de stockage :

- Aérien ou atmosphérique
- Semi-enterré
- Totalement enterré



Figure 21 Les modes de stockage des hydrocarbures

Chapitre 03 : Le stockage d'ammoniac

6. Classifications des bacs cylindriques verticaux :

Ces bacs utilisés sont classés selon trois critères :

- La nature du toit du réservoir.
- La nature du produit stocké
- Les capacités des réservoirs

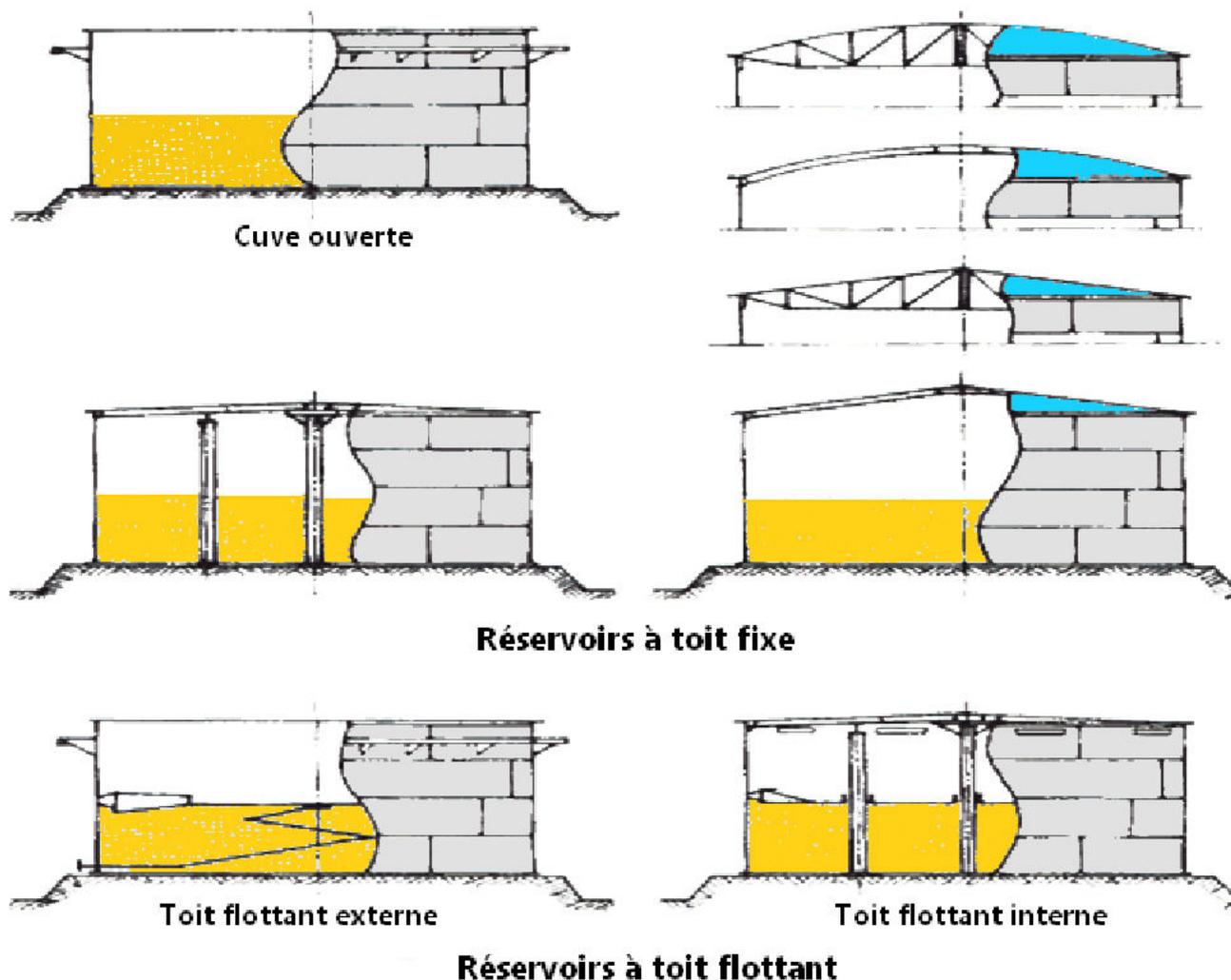


Figure 22 Types de bacs de stockage cylindriques verticaux (nature du toit)

6.1. Les réservoirs à toit fixe :

Sont pourvus d'un toit fixe et permettent donc une meilleure conservation des produits peu volatils, dangereux ou polluants. Ce toit permet d'empêcher leur contamination par des agents extérieurs (pluie, poussières,).

On classe les réservoirs à toit fixe en deux catégories :

Chapitre 03 : Le stockage d'ammoniac

1. Réservoirs à toit supporté : Ces toits sont constitués d'une charpente soutenue par un ou plusieurs poteaux (pour des diamètres supérieurs à 25 mètres) qui s'appuient sur le fond du réservoir.
2. Réservoirs à toit autoportant : sont soit coniques soit sphériques.

6.2. Les réservoirs à toit flottant :

Comprennent une structure flottante qui se déplace suivant les mouvements de descente et de montée du produit soit dans un bac ouvert soit dans un bac à toit fixe. Ces réservoirs, en raison de leur remarquable capacité à réduire les pertes par évaporation sont réservés aux produits volatils. La capacité de ces réservoirs peut être très importante (plus de 35 000 m³).

Il existe deux types de réservoirs à toit flottant :

- a) **Bacs à toit flottant externe** : Dont le toit est installé à l'air libre dans des bacs ouverts. La face inférieure du toit est complètement mouillée par le liquide sur lequel le toit flotte. Pratiquement aucun espace vapeur n'existe, ce qui permet de réduire considérablement les pertes par évaporation et les risques d'incendie.
- b) **Bacs à toit flottant interne** : Ce sont des bacs à toit fixe dans lesquels est installé un toit flottant simplifié également appelé écran flottant.

7. Équipements et accessoires des bacs de stockage :

A. La structure des bacs :

- La robe : c'est une paroi verticale constituée de tôles cintrées au diamètre du réservoir.
- La virole : c'est un anneau constitué de tôles dont la succession donne la robe.
- La cuvette : c'est un compartiment construit autour d'un bac ou d'un ensemble de bacs destiné à recevoir le contenu du bac ou de l'ensemble de bacs en cas de fuite accidentelle.
- Le fond : c'est la base du réservoir, il est fait également d'un ensemble de tôles.
- L'assise : c'est la fondation sur laquelle repose le réservoir.
- Le toit : c'est la partie supérieure du réservoir, il est fait d'un assemblage de tôles il peut être fixe ou flottant.

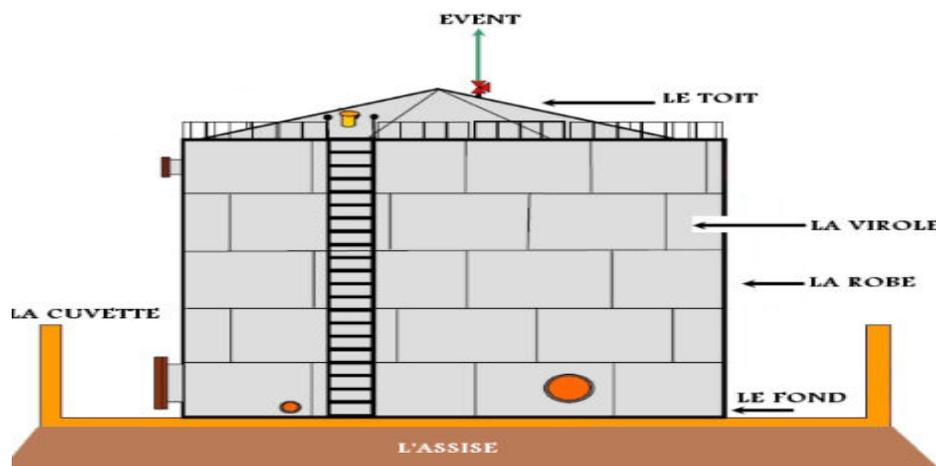


Figure 23 Types Équipements de la structure des bacs

Chapitre 03 : Le stockage d'ammoniac

B. Accessoires d'accès :

- Les escaliers : de forme hélicoïdale ou verticale, destinés aux opérations de vérification, de control, de réparation et de nettoyage.
- L'échelle basculante : celle-ci change de position lorsqu'un toit se déplace pour un toit flottant.
- Les trous d'homme : ceux-ci permettent l'accès à l'intérieur du réservoir des agents d'entretien, de nettoyage et de réparation. Il existe deux types d'accès :
 - Accès au réservoir à partir du toit.
 - Accès à partir de la robe du réservoir.

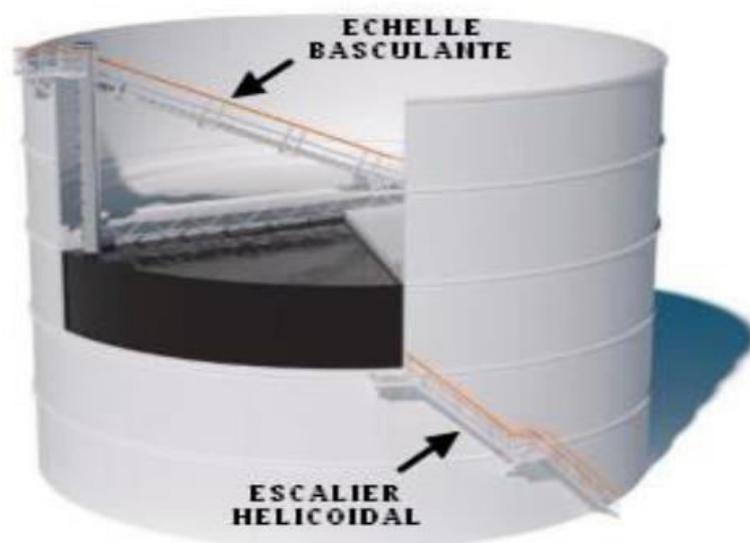


Figure 24 Accessoires d'accès des bacs

C. Accessoires de contrôle :

- Le manomètre : Le manomètre d'indication de pression permet de contrôler la pression à l'intérieur du bac pour maintenir la pression d'épreuve constante.
- Le dispositif de prise d'échantillon : Celui-ci sert à prendre des échantillons, à mesurer les qualités du produit et relever la température.
- Le dispositif de purge : Il sert à évacuer les impuretés qui se trouvent mélangées avec le produit au fond du réservoir. Le liquide drainé sera acheminé dans les réseaux d'huiles, puis vers un séparateur.
- L'indicateur de niveau : Celui-ci permet de relever le niveau du liquide dans le réservoir et au comptage du volume du produit au remplissage et ou à la vidange de celui-ci. La détermination du niveau du produit dans le réservoir se fait avec les indicateurs de niveau à flotteur qui suit le niveau du liquide. Dans le cas où il n'y aurait pas de flotteur, on détermine le niveau du produit à l'aide d'une jauge manuelle.

Chapitre 03 : Le stockage d'ammoniac

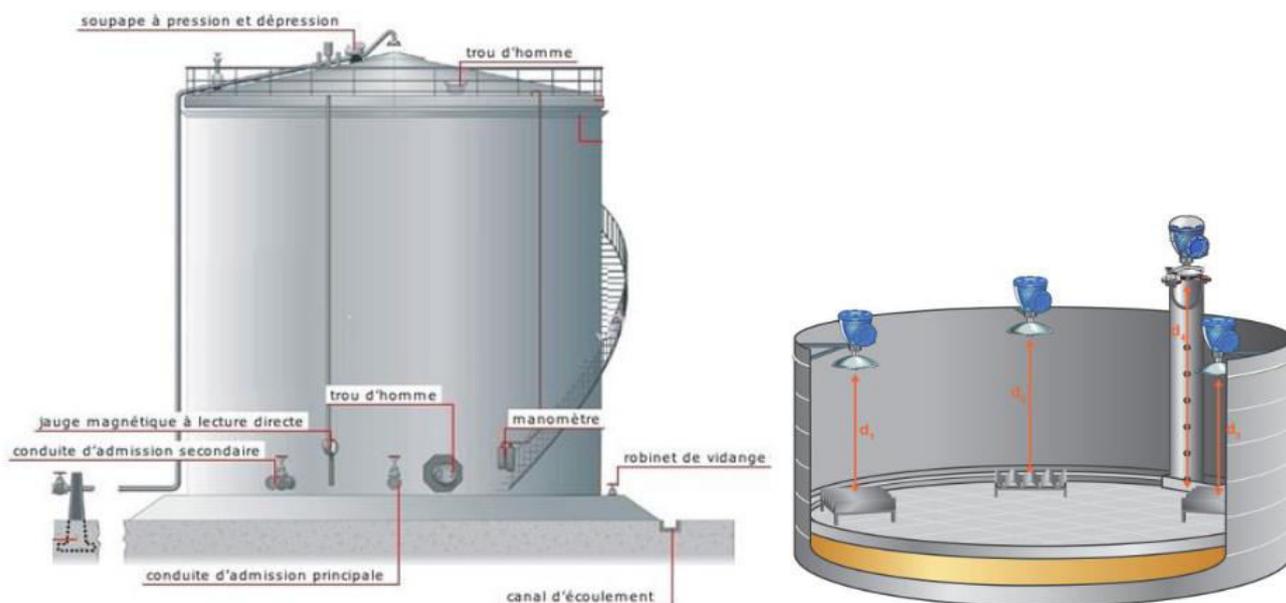


Figure 25 Accessoires de contrôle des bacs.

D. Accessoires de lutte contre la surpression :

- Les événements : ce sont des ouvertures permanentes situées dans la partie supérieure du réservoir destinées à évacuer l'excédent de vapeurs d'hydrocarbures par temps chauds.
- Les soupapes : ce sont des dispositifs automatiques qui laissent s'échapper l'excédent de vapeur une fois la pression de la phase gazeuse à l'intérieur du réservoir atteint une valeur limite ou critique. Cette pression est appelée pression de tarage.

E. Accessoires de sécurité :

- Les vannes de sécurité : Elles sont destinées à protéger le réservoir contre les surpressions et les dépressions. La vanne de sécurité pour la zone annulaire se trouve entre toit (flottant) et la robe et la vanne de décharge automatique.
- Les dispositifs d'alarme NH et NB : Ceux-ci émettent un signal sonore dès que le produit atteint son niveau haut (NH) et son niveau bas (NB).
- La cuvette de rétention : Elle est destinée à recevoir le 75% du contenu réservoir en cas des fuites. Les cuvettes qui contiennent plusieurs réservoirs, doivent être divisées en compartiments dont le nombre est déterminé en fonction de la capacité totale des réservoirs.
- Le réseau d'incendie : Celui-ci est équipé par des conduites d'eau et de mousse refoulée sous pression par un système de pompes.

Chapitre 03 : Le stockage d'ammoniac

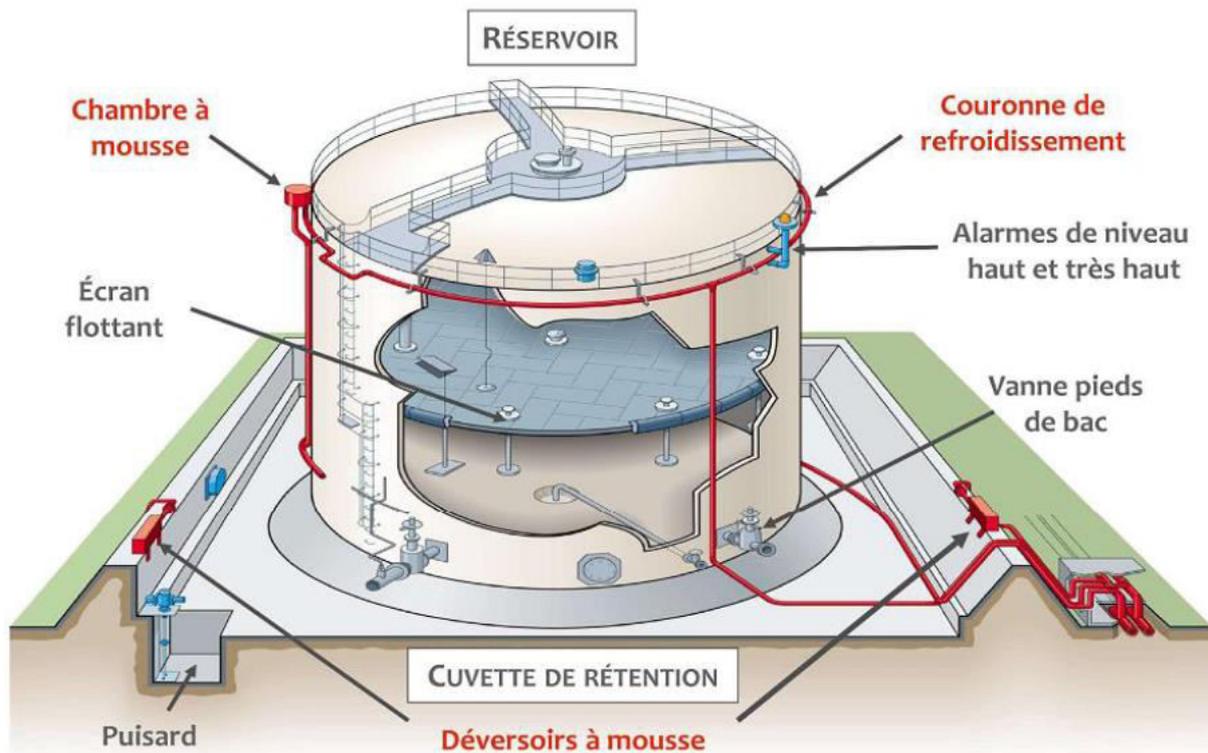


Figure 26 Accessoires de sécurité de lutte contre l'incendie

F. Accessoires de protection contre la corrosion :

- La protection passive du réservoir se fait par application d'une couche de peinture accompagnée d'une protection cathodique par anode.
- La protection extérieure du réservoir est obtenue par soutirage du courant.
- La surface intérieure du fond du réservoir n'est pas protégée par cathode, mais on prévoit une couche de résine époxy contre la corrosion interne due à la composition chimique du produit stocké telle que la teneur en sels et sulfures.

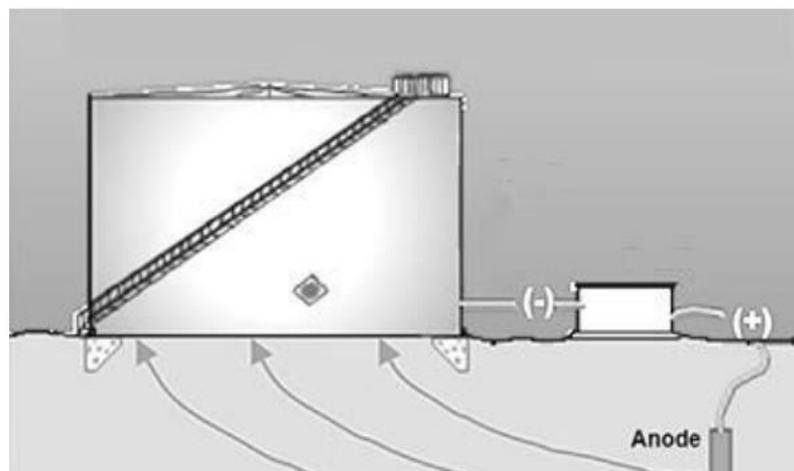


Figure 27 La protection des bacs contre la corrosion

Chapitre 03 : Le stockage d'ammoniac

8. Présentation du nouveau bac de stockage de FERTIAL :

L'entreprise de fertilisants FERTIAL SPA, en Algérie, possède une usine d'ammoniac et de fertilisants située à Arzew, Algérie.

FERTIAL est en train d'intégrer un plan de croissance afin d'augmenter sa capacité de stockage d'ammoniac dans l'usine.

L'objectif principal du projet est de construire un nouveau réservoir de stockage d'Ammoniac **2102-F** d'une capacité de 32 000 tonnes. Ce nouveau système de stockage devra inclure toutes les installations nécessaires telles qu'un système d'évaporation (Boil-Off), une torchère (flare) pour la combustion de l'ammoniac, ainsi que tous les accessoires de sécurité, automatisation et fonctionnement nécessaires qui seront intégrés au réservoir de stockage existant dans l'usine **2101-F**.

Le nouveau système de stockage d'ammoniac sera installé dans le périmètre de l'usine FERTIAL à Arzew dans la zone de stockage actuelle (unité 80 II) à proximité du réservoir d'ammoniac existant **2101-F**. Ce nouveau réservoir, **2102-F**, sera conçu comme conteneur métallique à confinement complet (full-containment) et sera connecté à une nouvelle station de pompage pour le chargement de navires à travers une ligne de 16 " (en construction).

Le nouveau réservoir **2102-F** sera équipé d'un système d'évaporation (Boil-Off) chargé de maintenir la pression à l'intérieur du réservoir de stockage à la pression de service de calcul, qui est proche de la pression atmosphérique. Le nouveau système d'évaporation (Boil-Off) sera conçu pour fonctionner avec les deux réservoirs (**2101-F** et **2102-F**) car le système d'évaporation (Boil-Off) existant sera mis hors service.



Figure 28 Emplacement du nouveau bac d'ammoniac 2102-F

Chapitre 03 : Le stockage d'ammoniac

Tableau 11 Caractéristiques du nouveau bac

Caractéristique	Stockage NH3 site 2102-F
Type d'installation	Bac de stockage a toit fixe et confinement total
Substance	Ammoniac (NH3)
Capacité (t)	32000
Pression (barg)	Atmosphérique
Diamètre de la plus grande connexion (pouces)	16
Densité(kg/m ³)	670.5
T service(C°)	-33
Hauteur du bac (m)	31.5
Diamètre (m)	45
Rétention	Double parois

- **Approvisionnement en ammoniac :** L'ammoniac est alimenté par une conduite indépendante qui est reliée à un tube de profondeur qui permet l'alimentation au fond du réservoir ou à des buses de pulvérisation au sommet du réservoir qui permettent le refroidissement du réservoir lors de la phase de démarrage. La conduite d'alimentation comprend une vanne MARCHE/ARRÊT automatique (XCV-201) pour permettre l'entrée d'ammoniac depuis le collecteur d'alimentation.
- **Déchargement d'ammoniac :** La conduite de refoulement est équipée d'une vanne automatique MARCHE/ARRÊT (XCV-203) contrôlée par le DCS pour permettre l'évacuation de l'Ammoniac à travers les pompes de chargement 1D0101/1D0102/1D0103 existantes.
- **Contrôle de la pression :** Le réservoir d'ammoniac est équipé d'une boucle de contrôle de la pression pour la pression intérieure du réservoir. Le projet comprend un raccordement et une extension du collecteur de retour d'ammoniac pour ajouter une vanne de contrôle (PCV-203) au tuyau d'entrée du gaz ammoniac.

De plus, le nouveau réservoir d'ammoniac 2102-F sera protégé par les éléments suivants :

- **Décharge d'ammoniac :** L'ammoniac est évacué par une buse latérale reliée à l'aspiration des pompes de chargement existantes 1D0101/1D0102/1D0103. La décharge est équipée d'une vanne in-tank SP-202 qui doit être automatiquement activée en cas de défaillance de la tuyauterie externe et qui doit également être automatiquement activée lors d'une perte d'alimentation électrique et doit pouvoir être activée à distance.
- **Système BOG :** Le réservoir d'ammoniac est équipé d'une conduite de refoulement des gaz d'ammoniac vers le nouveau système package BOG existant (ME-01). Une vanne MARCHE/ARRÊT automatique (XCV-220) sera installée pour connecter la conduite de refoulement de l'ammoniac au collecteur d'évent (torchère).

Le système de BOG est alimenté en gaz ammoniac, où il est comprimé, liquéfié et renvoyé sous forme d'ammoniac liquide dans le réservoir.

Chapitre 03 : Le stockage d'ammoniac

Le nouveau réservoir 2102-F est composé d'autres composants décrits ci-dessous :

- **Contrôle des liquides de transfert de garde :** Le réservoir d'ammoniac est équipé de transmetteurs de niveau de liquide (LT-202), de pression (PT-219) et de température (TT 202) pour le contrôle des liquides de transfert de garde qui calculent et enregistrent le volume de stockage de l'ammoniac.
- **Système de protection contre la surpression :** Le réservoir d'ammoniac est équipé de plusieurs soupapes de décharge. Deux soupapes de sûreté du réservoir primaire sont reliées au collecteur d'évent (torchère) et deux soupapes de sûreté du réservoir primaire se déchargent dans l'atmosphère. Une vanne de recharge doit être installée à des fins de maintenance. De plus, deux soupapes de sûreté du réservoir secondaire sont connectées au collecteur d'évent (torchère).
- **Système de protection contre le vide.** Le réservoir d'ammoniac est équipé de plusieurs soupapes de dépression. Deux vannes de vide sont reliées au réservoir primaire et deux vannes de vide sont reliées au réservoir secondaire. Une vanne de recharge doit être installée à des fins de maintenance.
- **Drainage :** Le réservoir d'ammoniac est équipé d'une vanne de drainage au fond du réservoir qui est muni d'une vanne interne (SP-207). La vanne interne au réservoir doit être automatiquement activée en cas de défaillance de la tuyauterie externe et doit également être automatiquement activée en cas de perte d'énergie électrique et doit pouvoir être activée à distance.
- **Système de protection contre le "rollover" :** Le réservoir d'ammoniac est équipé d'un système de mesure de la densité (LTD-201) qui surveille la densité sur toute la hauteur du liquide et donne une alarme lorsque les conditions de "rollover" prévues sont proches. En cas de "rollover", le système doit être configuré pour permettre la recirculation de l'ammoniac et pour favoriser le mélange à l'intérieur du réservoir.
- **Le Système Flare (torchère) :** est défini comme une unité de packages qui sera définie par le fournisseur. La description fonctionnelle du fonctionnement de l'unité sera indiquée dans les informations du fournisseur. Le Système de torchère est utilisé pour évacuer le gaz ammoniac en cas d'urgence (incendie ou non-fonctionnement du système BOG) des réservoirs d'ammoniac, et tous les événements des soupapes de sûreté sont reliés au collecteur de torchère.

9. Les phénomènes liés au stockage des hydrocarbures : [25]

- a) **UVCE explosion d'un nuage de gaz en atmosphère libre :**
 - Fuite d'un gaz combustible liquéfié ou évaporation d'une flaque de liquide inflammable.
 - Formation d'un nuage de gaz/vapeur inflammable mélangé avec de l'air
 - Énergie suffit pour initier l'explosion.

Conséquence :

Chapitre 03 : Le stockage d'ammoniac

- Une boule de feu qui consume ou endommage ce qui se trouve à l'intérieur
- Un rayonnement thermique sur le voisinage immédiat de la boule de feu.
- Des effets de pression plus ou moins importants.

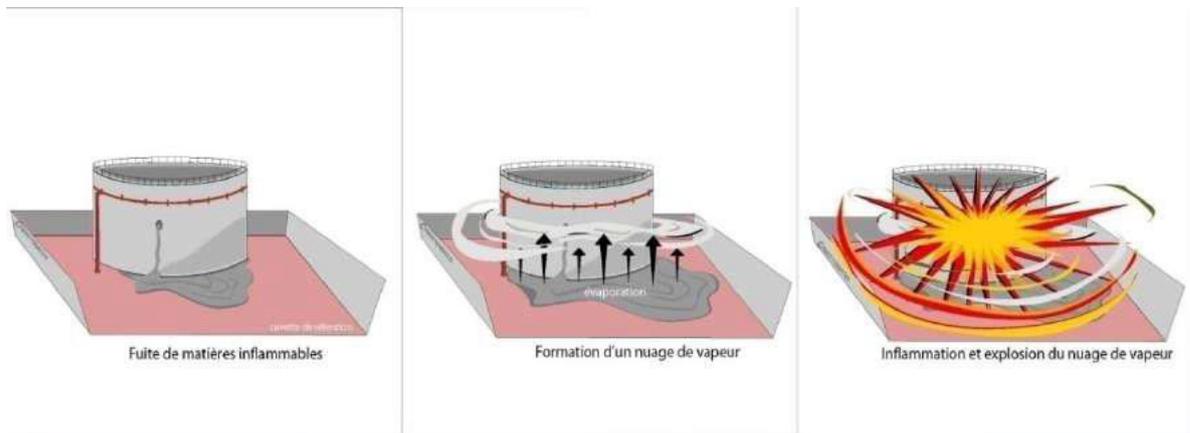


Figure 30 Phénomène de UVCE

b) BOIL-OVER :

Un phénomène identifié depuis longtemps pour les liquides inflammables, et qui est susceptible de se produire lorsque la surface du liquide entre en feu. La chaleur générée par cette inflammation, si elle atteint une couche d'eau se situant au fond du bac (la plupart des hydrocarbures sont plus légers que l'eau), provoque la vaporisation instantanée de cette couche d'eau qui projette alors à l'extérieur les hydrocarbures en feu. On obtient un phénomène éruptif qui peut être de grande ampleur. Ce phénomène est à l'origine de violentes projections de combustible, du bouillonnement du contenu du bac, de l'extension des flammes et de la formation d'une boule de feu. Le produit enflammé, projeté dans les airs, génère une véritable boule de feu.

Conséquence :

- Une explosion (rupture de la capacité) ;
- Une éjection de liquide en émulsion et en feu (extension de l'incendie) ;
- Une boule de feu avec ses retombées (effets thermiques).

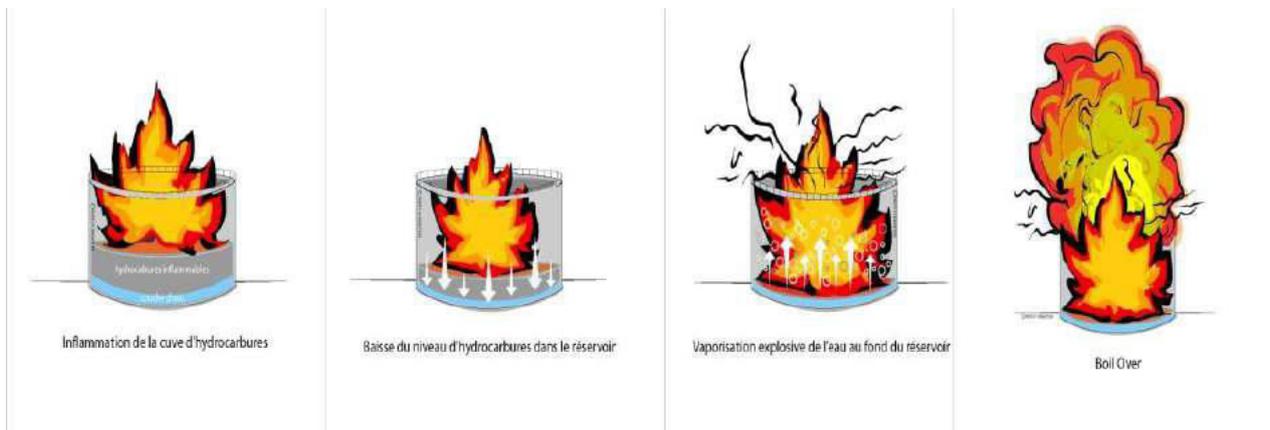


Figure 31 Phénomène de BOIL-OVER

Chapitre 03 : Le stockage d'ammoniac

c) FEU DE NAPPE :

- Décrit un incendie résultant de la combustion d'une nappe de combustible liquide en
- Contact avec l'air portée à une température supérieure à son point éclair et d'un point
- Chaud (étincelle, flamme nue, métal incandescent, etc.)

Conséquence :

- Les effets thermiques
- Des effets dominos

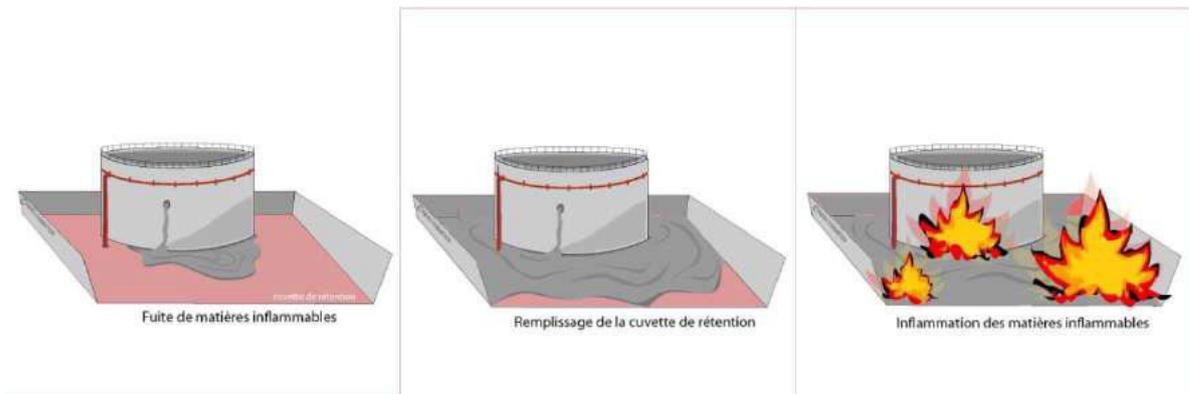


Figure 32 Phénomène de FEU DE NAPPE

d) LE ROLL OVER :

Il est possible qu'apparaissent, dans un réservoir d'ammoniac, des couches ou cellules en stratification. La densité du liquide est uniforme à l'intérieur d'une cellule, mais celle de la cellule inférieure est différente de celle de couche supérieure.

Par la suite, les entrées de chaleur dans le réservoir, les échanges de chaleur et de matière entre les cellules et enfin l'évaporation à la surface du liquide provoquent l'égalisation des masses volumiques des couches et finalement leur mélange. Ce brassage est appelé roll-over. Il peut être accompagné d'une augmentation brutale du débit d'évaporation si le liquide de la cellule inférieure est en état de surchauffe vis-à-vis de la pression de phase gaz du réservoir.

Cette évaporation brutale et importante peut, dans certains cas, générer une augmentation de pression dans le réservoir et provoquer l'ouverture des soupapes de sécurité. Si ces dernières sont sous-dimensionnées, la cuve interne du réservoir peut être endommagée.

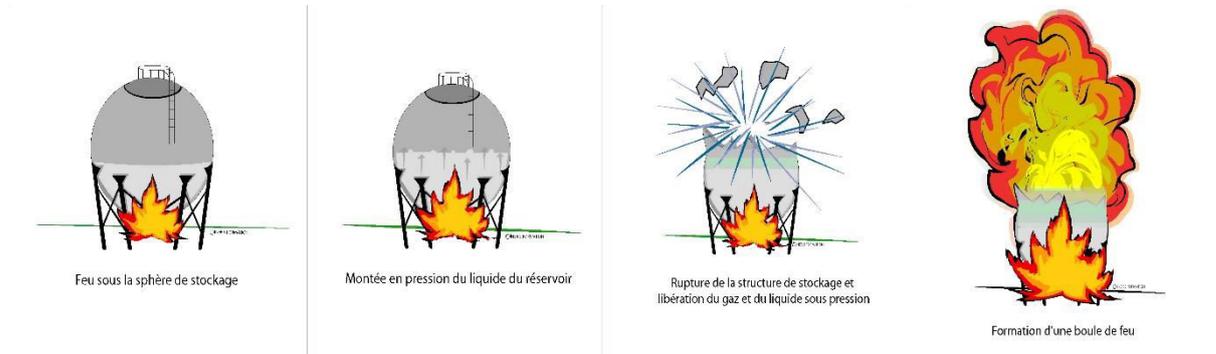
e) Le BLEVE :

« Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion », c'est-à-dire l'explosion de gaz en expansion provenant d'un liquide en ébullition.

Les stockages de gaz liquéfiés sous pression sont susceptibles d'être le siège d'un BLEVE. Il s'agit d'une vaporisation violente à caractère explosif consécutive à la rupture d'un réservoir contenant un liquide à une température très supérieure à sa température d'ébullition à pression atmosphérique. Une

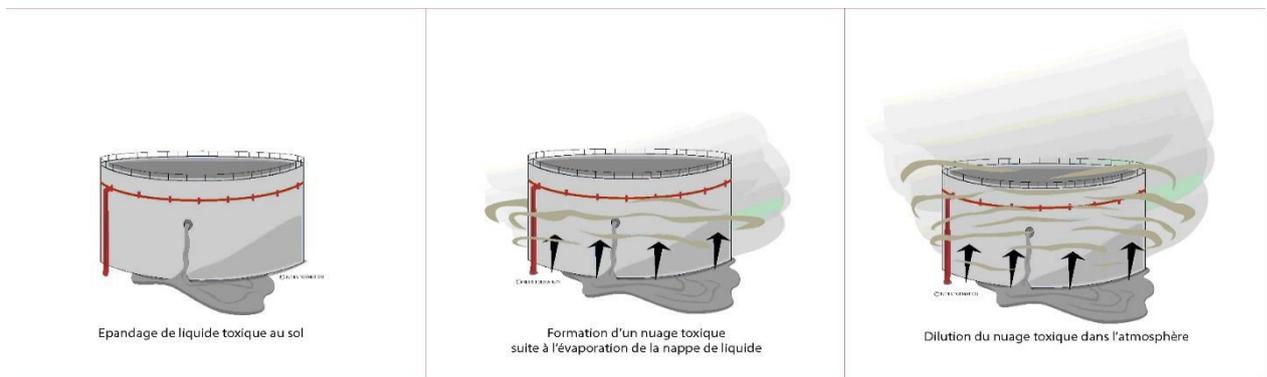
Chapitre 03 : Le stockage d'ammoniac

des causes peut être l'échauffement d'une sphère de stockage prise dans un incendie. Celle-ci peut éclater sous l'effet de la pression interne : il y a alors projection de fragments et libération de gaz liquéfié instantanément vaporisé. Si le gaz en question est inflammable, il y a formation d'une boule de feu avec un rayonnement thermique intense.



f) L'émission et la dispersion de produits toxiques :

Lors d'un accident majeur, suite à une explosion, un incendie ou une fuite importante, conduisant à une pollution de l'air, de l'eau, du sol, entraînant des conséquences mortelles ou des contaminations durables des sols et des conséquences possibles pour la santé.



10. Conclusion :

Nous avons choisi à étudié dans ce travail les risques qui peuvent être présent dans l'industrie relative à la production de l'ammoniac précisément la zone de stockages qui est considérée comme le milieu qui contient plusieurs risques et très dangereux et occupe une place primordiale dans industrie.

**CHAPITRE 4 :
ANALYSE DES RISQUES
LIEE AU NOUVEAU
BAC 2102-F**

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

1. Introduction :

Ce chapitre est conçu afin de faire une analyse accidentologie liée au stockage d'ammoniac basé sur le retour d'expérience après en entame une analyse des risques qui peuvent présenter par le nouveau bac de stockage d'ammoniac (2102-F) de FERTIAL, leurs natures, leurs causes, leurs conséquences, leurs criticités et la discipline sécuritaire qu'on doit appliquer, dans le cadre de réduire l'intensité d'avoir ces scénarios dangereux, et dans le but d'améliorer une politique de sécurité et une réflexion de prévention au sein du complexe.

2. Retour d'expérience :

Le retour d'expérience, également appelé rex ou retex, est une méthode qui consiste à partager le bilan d'une expérience quels que soient le domaine d'activité et la problématique dans un process d'amélioration continue.

Cette démarche permet de revenir sur l'origine d'un problème, elle s'appuie sur une 1re phase d'observation et d'analyse des caractéristiques de l'expérience. Elle est suivie d'une 2e phase qui consiste à identifier les causes, les enchaînements et les conséquences ayant abouti à la situation.

L'objectif global du retour d'expérience est de tirer des enseignements afin d'optimiser les pratiques dans le futur et transformer l'échec en source de performance. [26]

Le retour d'expérience et L'analyse de l'accidentologie a été effectuée sur la base ARIA en ciblant la recherche sur les installations de stockage d'ammoniac.

La base ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents), publiée par le Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels (BARPI), répertorie essentiellement les événements accidentels qui ont, ou qui auraient pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publique, l'agriculture, la nature et l'environnement.

Ces événements résultent essentiellement de l'activité d'usines, ateliers, dépôts, chantiers, élevages... classés au titre de la législation relative aux Installations Classées, ainsi que du transport de matières dangereuses. Le recensement et l'analyse de ces accidents et incidents, sur le territoire algérien ou étranger sont organisés depuis 1992. Ce recensement qui dépend largement des sources d'informations publiques et privées, n'est pas exhaustif et ne constitue qu'une sélection de cas illustratif.

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

2.1. Au niveau national : [27]

A. Nombre des accidents d'ammoniac dans le site Fertial par rapport à leur origine :

Tableau 12 Nombre d'accidents lie à l'Ammoniac selon leurs causes au niveau national

Cause	Ammoniac
Malveillance	2
Corrosion	6
Electrique	6
Equipement	60
Erreur humaine	15
Extérieur	4
Maintenance	13
Météo	7
Bouchage	4
Autres/inconnus	47

Nombre des accidents d'ammoniac dans le site Fertial par rapport aux équipements concernés :

Cette répartition nous permet de bien mettre en évidence ceux qui sont les plus touchés.

Tableau 13 Nombre d'accidents lie à l'Ammoniac par rapport les équipements au niveau national

Equipement	Ammoniac
Canalisation	28
Pompe/ compresseur	19
Tank/réservoir/ stockage	25
Vanne/joint/bride/ équipement associé	29
Colonne/drum/ laveur	7
Four/réchauffeur	9
Echangeur	2
Autres (transport...)	45

Exemple d'accident du 2012 :

En 07 juin 2012 à FERTIAL d'Arzew en Algérie, l'ouverture de la soupape du bac de stockage d'ammoniac (T8102) pendant 5minutes, et comme la direction du vent était nord-est, donc le personnel de l'usine n'a rien senti comme odeur d'ammoniac, mais le climat qu'était instable fait tourner les

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

vapeurs d'ammoniac vers les riverains (complexes GL1/Z et GPL2 et propagées jusqu'à la ville du Béthioua « AIN-ELBIA ») sans conséquence sur la population.

Circonstance	Nombre de cas	Pourcentage (%)
Fonctionnement normal	23	63
Maintenance / test / mise en service / opération exceptionnelle	14	38

2.2. Au niveau international :

Tableau 14 Nombre et pourcentage d'accidents survenus au niveau international

Sur 14 événements survenus lors de circonstances particulières : 2 sont consécutifs à la mise en service d'équipement, 7 se sont déroulés lors de travaux ou de petites réparations, 5 sont survenus lors d'inspection ou lors d'épreuve de capacités, 8 accidents mortels liés au stockage sont à déplorer.

Les trois accidents marquants dans le secteur du stockage d'ammoniac sont : Geismar aux Etats-Unis en 1984, Jonova en 1989 en Lituanie et Rostock en 2005

Tableau 15 exemples d'accidents d'ammoniac sur l'international

Date et lieu d'accident	Description	Observation
Jonova – Lituanie (URSS) Le 20 mars 1989	Dans une usine d'engrais en service depuis 1969 et située à 12 km d'une ville de 40 000 habitants, un réservoir d'ammoniac (NH ₃) cryogénique de 10 000 t De conception japonaise à simple paroi isolé par la perlite remplie à 70 % monte en pression et éclate à sa base. La vague qui s'échappe de la brèche béante désolidarise le réservoir de son socle est propulsé à 40 m de ses fondations. Le jet d'NH ₃ liquide alimente une flaque de 70 cm de hauteur, et mettra 12 h à s'évaporer. Les vapeurs générées s'enflamment sur une torche. Le feu propagé dans les stocks de 55 kt de NPK en conséquence Le nuage toxique (NH ₃ , NO _x) contamine une zone de 400 km ² . Officiellement, 7 morts et 57 blessés parmi le personnel d'exploitation de l'unité et des sociétés de construction travaillant à proximité de la zone accidentée. Les autorités municipales font évacuer les zones à risques dès que la concentration en NH ₃ dans l'air dépasse 10 mg/m ³ ; 32 000 personnes seront ainsi déplacées. L'investigation montre que Quelques heures avant l'accident, l'un des 2 turbocompresseurs de liquéfaction est arrêté pour de longues réparations. Le 2 ^{ème} turbocompresseur c'est arrêté à son tour 1 h avant pour une réparation de courte durée. Rencontrant des Difficultés pour mettre en service le compresseur de secours à piston, les opérateurs détournent l'NH ₃ vers un stockage sous pression ; 14 t d'NH ₃ chaud (+ 10 °C) ont cependant été introduites en partie basse du réservoir cryogénique	L'accident de JONOVA illustre les conséquences de La perte du système de refroidissement et la Défaillance des soupapes de sécurité

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

	dont le ciel gazeux monte rapidement en pression. Malgré les soupapes, le fond du réservoir se déforme et s'ouvre. [28]	
Geismar aux Etats-Unis Octobre 1984 à	Dans une usine d'engrais, un stockage cryogénique de 15 000 t d'ammoniac (NH ₃) se déchire à la jonction entre la jupe et le toit du réservoir ; 9 200 t d'NH ₃ sont en contact avec l'atmosphère. Des concentrations de 150 à 400 ppm d'NH ₃ sont mesurées, sous le vent, durant les 6 h suivant l'accident. Aucune autre conséquence sur l'environnement n'est signalée. L'accident a pour origine un défaut de soudure entre la virole et le dôme du réservoir. Une expertise métallurgique montre que la soudure présentait des défauts de pénétration importants qui auraient évolué sous l'effet d'une fatigue du métal liée aux cycles de pression. L'enregistrement analogique de la pression lors de l'accident a montré l'existence d'une surpression (non quantifiée du fait du dépassement de l'échelle de mesure) au moment de la rupture, mais des calculs ont montré que la vitesse de montée de la pression avant l'accident était normale. Par ailleurs, la rupture de la soudure sur les 2/3 de la circonférence du réservoir a induit la déformation de la paroi verticale qui aurait pu conduire à une rupture du réservoir en dessous du niveau de liquide [29]	La perte progressive des propriétés mécaniques de L'enveloppe peut résulter, non seulement de la Corrosion mais aussi de la fatigue liée principalement Aux cycles de température ou de pression
Rostock (Allemagne) en 2005	Sur un site chimique, un réservoir cryogénique d'ammoniac anhydre (NH ₃) d'une capacité de 11800 t avec double-parois acier se rompt lors d'un remplissage après un arrêt pour maintenance ; 105 t d'NH ₃ sont relâchées à l'atmosphère (dont 30 dues à la surpression). Un employé est gravement blessé. Le réservoir avait été arrêté et vidangé, mais non inerté, pour changer les 2 vannes qui fuyaient légèrement. La remise en service s'est ensuite effectuée selon un processus bien défini la cause principale d'accident c'est L'huile qui se trouve au fond du bac qui a formé une couche séparatrice entre l'eau ammoniacale et l'NH ₃ anhydre, qui se serait brisée lors de l'ouverture des vannes qui a entraîné la rupture du bac lors du mélange brutal de ces 2 couches. [30]	Cet accident survenu en Allemagne est survenu sur Un réservoir cryogénique au cours d'un remplissage

2.2.1. Plusieurs enseignements peuvent être tirés de l'accident de Jonova – Lituanie (URSS)

Le 20 mars 1989 :

- Les phases de maintenance sont toujours des situations à risques qui demandent une vigilance accrue, de même que les situations exceptionnelles ou fonctionnements inhabituels. Un examen des risques, proportionné aux enjeux doit être effectué préalablement et des mesures compensatoires mises en œuvre formellement.

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

- Même s'ils sont considérés comme passifs les dispositifs de rétention peuvent s'avérer inefficaces, vis-à-vis des effets dynamiques de l'écoulement de liquide (submersion) ou lorsqu'ils sont endommagés par l'effet de vague ou par des effets dominos (projectiles),
- Les dispositifs et équipement de sécurité, tels que les commandes d'urgence doivent être accessibles de manière permanente, y compris dans les situations dégradées.
- la redondance des équipements (2 turbocompresseurs disponibles + 1 dispositif de compression à pistons dans le cas présent) réduit la probabilité de l'accident majeur mais ne permet pas de l'écarter : multiplier les différents types de barrières (alarmes, asservissements, procédures d'exploitation et d'urgence, équipements à sécurité positive...) en évitant les modes communs de défaillance notamment lorsque les enjeux sont importants ou les installations particulièrement dangereuses, est un moyen efficace de réduction du risque majeur, sans pour autant prétendre l'éradiquer. Compte-tenu des quantités stockées dans les réservoirs cryogéniques, le potentiel de dangers en jeu dans ces installations est important ; aussi les moyens mis en œuvre aux plans techniques, organisationnels et humains pour la prévention et la protection doivent-ils être proportionnés. [31]

3. Choix des méthodes d'analyse des risques utilisés dans notre étude :

Dans notre étude, on va utiliser, en premier lieu, la méthode APR (approche préliminaire des risques) qui nous emmène à l'identification de l'ensemble des risques inhérents au système étudié dès les premières phases de conception en deuxième lieu en entame la méthode HAZOP (HAZard and OPERability study), permet l'identification des causes et des conséquences possibles des dérives des paramètres de fonctionnement des instruments au niveau de la nouvelle unité de stockage d'ammoniac (bac 2102-F) , et on conclut avec la méthode nœud de papillon qui offre une visualisation concrète des scénarios d'accidents qui pourraient survenir en partant des causes initiales de l'accident jusqu'aux conséquences au niveau des cibles identifiées et maître valeur l'action des barrières de sécurité pour la maîtrise des risques liés à l'exploitation, dans le but d'assurer le fonctionnement en sécurité du nouveau bac de stockage au niveau du complexe FERTIAL- Arzew.

4. Analyse préliminaire des risques (APR) : [32]

4.1. Historique et domaine d'application :

L'Analyse Préliminaires des Risques (Dangers) a été développée au début des années 1960 dans les domaines aéronautiques et militaires. Elle est utilisée depuis dans de nombreuses autres industries. L'Union des Industries Chimiques (UIC) recommande son utilisation en France depuis le début des années 1980.

L'Analyse Préliminaire des Risques (APR) est une méthode d'usage très général couramment utilisée pour l'identification des risques au stade préliminaire de la conception d'une installation ou d'un projet. En conséquence, cette méthode ne nécessite généralement pas une connaissance approfondie et détaillée de l'installation étudiée.

En ce sens, elle est particulièrement utile dans les situations suivantes :

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

- Au stade de la conception d'une installation, lorsque la définition précise du procédé n'a pas encore été effectuée. Elle fournit une première analyse de sécurité se traduisant par des éléments constituant une ébauche des futures consignes d'exploitation et de sécurité. Elle permet également de choisir les équipements les mieux adaptés (avant-projet sommaire).
- Dans le cas d'une installation complexe existante, au niveau d'une démarche d'analyse des risques. Comme l'indique son nom, l'APR constitue une étape préliminaire, permettant de mettre en lumière des éléments ou des situations nécessitant une attention plus particulière et en conséquence l'emploi de méthodes d'analyses de risques plus détaillées. Elle peut ainsi être complétée par une méthode de type AMDEC, HAZOP ou arbre des défaillances par exemple.
- Dans le cas d'une installation dont le niveau de complexité ne nécessite pas d'analyses plus poussées au regard des objectifs fixés au départ de l'analyse des risques.

4.2. Principe :

L'Analyse Préliminaire des Risques nécessite dans un premier temps d'identifier les éléments dangereux de l'installation. Ces éléments dangereux désignent le plus souvent :

- Des substances ou préparations dangereuses, que ce soit sous forme de matières premières, de produits finis, d'utilités...
- Des équipements dangereux comme, par exemple, des stockages, zones de réception-expédition, réacteurs, fournitures d'utilités (chaudière...),
- Des opérations dangereuses associées au procédé.

L'identification de ces éléments dangereux est fonction du type d'installation étudiée. L'APR peut être mise en œuvre sans ou avec l'aide de liste de risques types ou en appliquant les mots guides Hazop (dérives de paramètres de fonctionnement).

Il est également à noter que l'identification de ces éléments se fonde sur la description fonctionnelle réalisée avant la mise en œuvre de la méthode.

A partir de ces éléments dangereux, l'APR vise à identifier, pour un élément dangereux, une ou plusieurs situations de danger. Dans le cadre de ce document, une situation de danger est définie comme une situation qui, si elle n'est pas maîtrisée, peut conduire à l'exposition d'enjeux à un ou plusieurs phénomènes dangereux.

Le groupe de travail doit alors déterminer les causes et les conséquences de chacune des situations de danger identifiées puis identifier les sécurités existantes sur le système étudié. Si ces dernières sont jugées insuffisantes vis-à-vis du niveau de risque identifié dans la grille de criticité, des propositions d'amélioration doivent alors être envisagée.

4.3. Déroulement :

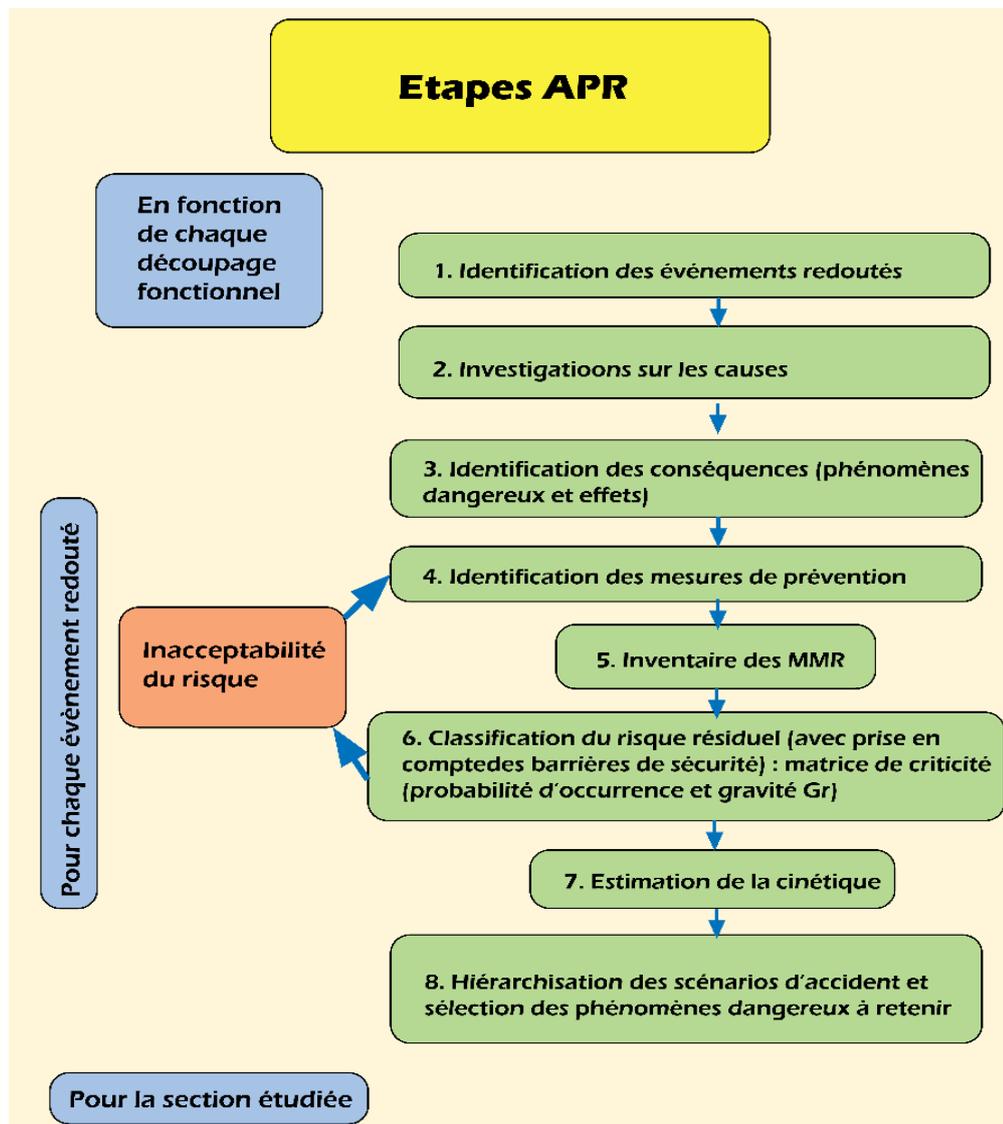


Figure 35 Étapes de la méthode APR

L'utilisation d'un tableau de synthèse constitue un support pratique pour mener la réflexion et résumer les résultats de l'analyse. Pour autant, l'analyse des risques ne se limite pas à remplir coûte que coûte un tableau. Par ailleurs, ce tableau doit parfois être adapté en fonction des objectifs fixés par le groupe de travail préalablement à l'analyse.

Tableau 16 Exemple de tableau de type « APR »

Fonction ou système :						Date :	
1	2	3	4	5	6	7	8
N°	Produit ou équipement	Situation de danger	Causes	Conséquences	Sécurités existantes	Propositions d'amélioration	Observations

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

Pour chaque fonction identifiée dans la phase de description des installations, les produits ou équipements sont passés en revue, en examinant les situations de danger potentielles de manière systématique. Pour cela, il est fait appel à l'expérience et à l'imagination de chacun. L'analyse d'accidents constitue de plus une source d'information à privilégier.

Le groupe de travail peut alors adopter une démarche systématique sous la forme suivante :

- Sélectionner le système ou la fonction à étudier sur la base de la description fonctionnelle réalisée.
- Choisir un équipement ou produit pour ce système ou cette fonction (colonne 2).
- Pour cet équipement, considérer une première situation de danger (colonne 3)
- Pour cette situation de danger, envisager toutes les causes et les conséquences possibles (colonnes 4 et 5).
- Pour un enchaînement cause - situation de danger - conséquences donné, identifier alors les barrières de sécurité existantes sur l'installation (colonne 6)
- Si le risque ainsi estimé est jugé inacceptable, formuler des propositions d'améliorations en colonne 7.
- La dernière colonne (colonne 8) est réservée à d'éventuels commentaires. Elle est particulièrement importante pour faire apparaître les hypothèses effectuées durant l'analyse ou les noms de personnes devant engager des actions complémentaires.
- Envisager alors un nouvel enchaînement cause - situation de danger - conséquences pour la même situation de danger et retourner au point 5).
- Si tous les enchaînements ont été étudiés, envisager une nouvelle situation de danger pour le même équipement et retourner au point 4).
- Lorsque toutes les situations de danger ont été passées en revue pour l'équipement considéré, retenir un nouvel équipement et retourner au point 3) précédent.
- Le cas échéant, lorsque tous les équipements ont été examinés, retenir un nouveau système ou fonction et retourner au point 2).

Une des premières difficultés rencontrées en pratique au cours d'une APR tient dans la définition du terme « situation de danger ». Il n'est en effet pas rare de constater au cours de l'analyse que des causes ou conséquences d'une situation de danger soient à leur tour identifiées comme situations de danger plus tard lors de l'analyse. Cette difficulté peut rendre délicate l'appropriation de la méthode par le groupe de travail. Toutefois, elle ne doit pas être considérée comme un frein pour l'analyse des risques mais au contraire, comme un moyen pour tendre vers plus d'exhaustivité.

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

Prenons l'exemple d'un réservoir de liquide inflammable type essence. Le groupe de travail identifie dans un premier temps comme situation de danger, un feu se développant dans la cuvette de rétention. La cause de cet incendie serait l'épandage de combustible dans la cuvette associé à la présence d'une source d'inflammation. Si ensuite le groupe de travail considère l'épandage seul d'essence comme situation de danger, il identifiera probablement en termes de conséquences le feu de nappe mais également la formation d'un nuage inflammable suite à l'évaporation de la nappe.

Précisons enfin que des colonnes peuvent être ajoutées au Tableau 5 afin de recueillir les résultats de l'estimation des risques réalisée en groupe de travail.

4.4. Limites et avantages :

Le principal avantage de l'Analyse Préliminaire des Risques est de permettre un examen relativement rapide des situations dangereuses sur des installations. Par rapport aux autres méthodes présentées ci-après, elle apparaît comme relativement économique en termes de temps passé et ne nécessite pas un niveau de description du système étudié très détaillé. Cet avantage est bien entendu à relier au fait qu'elle est généralement mise en œuvre au stade de la conception des installations.

En revanche, l'APR ne permet pas de caractériser finement l'enchaînement des événements susceptibles de conduire à un accident majeur pour des systèmes complexes.

Comme son nom l'indique, il s'agit à la base d'une méthode préliminaire d'analyse qui permet d'identifier des points critiques devant faire l'objet d'études plus détaillées. Elle permet ainsi de mettre en lumière les équipements ou installations qui peuvent nécessiter une étude plus fine menée grâce à des outils tels que l'AMDEC, l'HAZOP ou l'analyse par arbre des défaillances. Toutefois, son utilisation seule peut être jugée suffisante dans le cas d'installations simples ou lorsque le groupe de travail possède une expérience significative de ce type d'approches.

5. Méthode HAZOP

5.1. Historique et domaine d'application :

La méthode HAZOP, pour HAZard OPerability, a été développée par la société Imperial Chemical Industries (ICI) au début des années 1970. Elle a depuis été adaptée dans différents secteurs d'activité utilisant des systèmes thermo- hydrauliques (chimie, pétrochimie...). L'Union des Industries Chimiques (UIC) a publié en 1980 une version française de cette méthode dans son cahier de sécurité n°2 intitulés « Etude de sécurité sur schéma de circulation des fluides ».

Considérant de manière systématique les dérives des paramètres d'une installation en vue d'en identifier les causes et les conséquences, cette méthode est particulièrement utile pour l'examen de systèmes thermo-hydrauliques, pour lesquels des paramètres comme le débit, la température, la pression, le niveau, la concentration... sont particulièrement importants pour la sécurité de l'installation.

De par sa nature, cette méthode requiert notamment l'examen de schémas et plans de circulation des fluides ou schémas P&ID (Piping and Instrumentation Diagram).

5.2. L'objectif : [33]

La méthode HAZOP s'intègre dans une démarche d'amélioration de la sécurité et des procédés pour une installation existante ou en projet, avec ses avantages :

- Réalisation de l'étude au sein d'un groupe de travail rassemblant différents métiers : sécurité, ingénierie, exploitation, maintenance...
- Méthode d'analyse systématique liée aux installations avec circuits fluides
- Contribution au respect des normes en matière de sécurité.

5.3. Principe de la méthode HAZOP : [34]

Le principe de l'HAZOP consiste, en premier lieu, à identifier toutes les dérives potentielles des principaux paramètres de fonctionnement d'une installation. Le recensement de ces diverses dérives est effectué de manière systématique par l'association de « mots guides » à chacun des paramètres de l'installation. Puis la seconde étape consiste, d'une part, à déterminer les causes et les conséquences possibles de chacune des dérives décelées, et d'autre part, à identifier les moyens existants pour prévenir ou détecter ces dérives. La troisième étape consiste à émettre des recommandations d'amélioration des mesures existantes ou définir des mesures à mettre en place pour rendre l'exploitation de l'installation plus sûre.



Figure 36 Principe de l'HAZOP

5.4. Mise en œuvre de la méthode :

- Constituer une équipe pluridisciplinaire
- Préparer les documents nécessaires : plan de circulation des fluides (PCF, PID), autres documents préparatoires (éléments caractéristiques des capacités, des pompes, ...) à jour
- Découper l'installation en systèmes géographique-fonctionnels aussi simples et homogènes que possible
- Faire une hypothèse de dérive, pour chaque système, en combinant Paramètres de fonctionnement et Mots clés
- Rechercher les causes possibles de dérive
- Déterminer les conséquences
- Établir si nécessaire une semi-quantification du risque (probabilité, gravité)
- Apporter les mesures compensatoires nécessaires : prévention, détection, protection
- Vérifier que la mesure corrective n'apporte pas de risque nouveau.

5.5. Constitution de l'équipe pluridisciplinaire :

Dans le cadre d'un projet nouveau, la présence des fonctions suivantes est nécessaire :

- Leader : Personne avec expérience en ce qui concerne l'identification de risque et la méthodologie spécifique à utiliser.
- Secrétaire : Responsable de l'enregistrement des discussions à l'aide d'un logiciel adapté.
- Responsable projet
- Instrumentiste (à la demande)
- Représentant de Fabrication
- Représentant de procès
- Représentant Construction
- Animateur (Ingénieur confirmé n'ayant pas de responsabilité sur le projet ou sur L'installation)

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

Tableau 17 Exemple de tableau l'HAZOP

		Date:															
		Ligne ou équipement :															
Noeud	Paramètre	Déviations	Causes	Conséquences	Avant Réduction des Risques			Protections Existantes Safeguards			Après Réduction des Risques			Recommandations	Après Recommandation		
					G	P	R			G	P	R			G	P	R

5.6. Procédure HAZOP de FERTIAL ARZEW : [35]

1. Sélectionner le premier nœud
2. Établir l'intention de conception et les conditions opératoires
3. Appliquer le premier mot-clé au premier paramètre
4. Identifier toutes les causes et les enregistrer : seules les causes dont l'origine est à l'intérieur du nœud sont prises en compte
5. Identifier la/les conséquence(s) sans barrière de protection. Les conséquences peuvent être à l'intérieur du nœud ou à l'extérieur du nœud. Dans la pratique, on se limitera aux nœuds voisins.
6. Évaluer la/les conséquence(s) et les fréquences, d'abord sans barrière de protection.
7. Lister toutes les barrières existantes.
8. Évaluer à nouveau la/les conséquence(s) et les fréquences, cette fois avec toutes les barrières de protection en place
9. Si les barrières existantes sont jugées insuffisantes, les membres de l'équipe doivent se mettre d'accord sur les recommandations à prendre pour réduire le risque au niveau acceptable. Pour valider les recommandations l'accord de 75% des participants est suffisant.
10. Évaluer à nouveau la/les recommandation(s) et les fréquences pour réduire le risque au niveau acceptable
11. Continuer avec le mot-clé suivant. Après l'application de tous les mots guides sur le premier paramètre, continuer avec le paramètre suivant. Une fois tous les mots guides utilisés, continuer sur le prochain nœud jusqu'à couvrir tout le système étudié.

5.6.1. Paramètres et Déviations - mots clés :

- Les paramètres auxquels sont accolés les mots-clés dépendent bien sûr du système considéré. Généralement, l'ensemble des paramètres pouvant avoir une incidence sur la sécurité de l'installation doit être sélectionné. De manière fréquente.
- Les mots-clés, accolés aux paramètres importants pour le procédé, permettent de générer de manière systématique les dérives à considérer.

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

Tableau 18 Paramètres et Déviations selon la procédure de FERTIAL ARZEW

Paramètres	Mots guides	Paramètres	Mots guides
Débit	-Trop de -Pas de / pas assez de /Inverse	Composition	-autre
Pression	-Trop de -Pas assez de	Perte d'utilité	-Perte d'air instrument -Perte d'électricité -Perte d'eau de service -Perte de vapeur -Etc.
Température	-Trop de -Pas assez de	Operations	-Maintenance -Start-up -Shut-down
Niveau	-Trop de -Pas assez de		

5.6.2. Cotation :

Après l'identification des risques et problèmes potentiels, une évaluation du risque est réalisée en identifiant la fréquence d'occurrence ainsi que la gravité des conséquences.

Cette évaluation est basée sur le principe de la matrice de risque. Les conséquences sont classées en quatre catégories :

- La sécurité pour le personnel du site
- La sécurité pour les personnes situées à l'extérieur du site
- L'environnement
- La production

Le but final est d'identifier toutes les dérives potentielles relatives aux installations de FERTIAL ARZEW.

La matrice de risque à utiliser pour la cotation, ainsi que les classes de gravité et de probabilité sont dans les tables suivantes :

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

Probabilité	Probable	5	G1P5	G2P5	G3P5	G4P5	G5P5
	Improbable	4	G1P4	G2P4	G3P4	G4P4	G5P4
	Très improbable	3	G1P3	G2P3	G3P3	G4P3	G5P3
	Extrêmement improbable	2	G1P2	G2P2	G3P2	G4P2	G5P2
	Extrêmement rare	1	G1P1	G2P1	G3P1	G4P1	G5P1
			1	2	3	4	5
			Modéré	Sérieux	Majeur	Catastrophique	Désastreux
			Gravité				

Classification de risque	Description
	Acceptable
	ALARP
	Inacceptable

Figure 37 Matrice de risque selon la procédure FERTIAL ARZEW

5.6.3. ALARP, Acceptable, Inacceptable :

La définition du mot ALARP (as low as reasonably praticabl) signifie que le risque est tolérable si le cout nécessaire de l'investissement de la barrière proposée (recommandation) est supérieur au cout de la perte potentielle.

Le niveau de risque est faible qu'il est raisonnable d'attendre avec les moyens et la technologie disponible, d'une part et lorsque la relation entre l'investissement et la barrière de sécurité recommandé est supérieure au cout de la perte potentielle, toutefois l'application des moyens et barrières de sécurité se fait toujours dans la logique de la maitrise des risques et de leur minimisation au stade acceptable.

- acceptable : le niveau de risque résiduel est considéré comme négociable d'autres mesures pour réduire le risque ne sont pas requise.

- inacceptable : le risque ne peut être justifier sauf dans des situations extraordinaires.

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

Tableau 19 Échèle de gravité selon la procédure FERTIAL ARZEW

Gravité	Personnel	Public	Environnement	Production/biens
G5	Décès multiples. Hospitalisation multiples avec effets irréversibles	Un décès Incapacité permanente, multiples Hospitalisation ou effet majeur de santé publique	Pollution majeure externe au site et / ou une perte importante de la vie aquatique	Plus de 180 jours de perte de Production
G4	Un à trois décès. Incapacité permanente, multiples Hospitalisation ou effet majeur de santé publique	Blessures Grave ou effet sur la santé avec une ou plusieurs journées d'arrêt de travail ou des effets importants sur la santé	Pollution importante avec des conséquences environnementales externes au site	Plus de 30 jours et moins de 180 jours de perte de production
G3	Blessures Grave ou effet sur la santé avec une ou plusieurs journées d'arrêt de travail ou des effets importants sur la santé	Blessures mineures ou effet sur la santé. Traitement médical avec travail restreint ou effet sur la sante à moyen terme	Une importante pollution interne au site	Plus de 5 jours et moins de 30 jours de perte de production
G2	Blessures mineures ou effet sur la santé. Traitement médical avec travail restreint ou effet sur la sante à moyen terme	Blessé léger ou effet sur la santé. Traitement médical, effets sur la santé mineur, premiers secours.	Déversement modéré dans la limite du site	Plus de 1 jours et moins de 5 jours de perte de production
G1	Blessé léger ou effet sur la santé. Traitement médical, effets sur la santé mineur, premiers secours.	Pas d'effet à l'extérieur du site	Léger effet. Déversement dans les limites du site, sans conséquences sur l'environnement	Moins de 1 jour de perte de production

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

Tableau 20 Échèle de probabilité selon la procédure FERTIAL ARZEW

Probabilité	Description	Fréquence
P5	Probable Pourrait se produire plusieurs fois pendant la vie d'une installation	$>10^{-2}$
P4	Improbable Pourrait se produire une fois sur ensemble de 10 à 20 unités similaires sur une période de 20 à 30 ans	10^{-2} à 10^{-3}
P3	Très improbable Une fois par an sur un ensemble de plus de 1000 unités Pourrait se produire une fois sur un ensemble de 100 à 200 unités similaires sur une période de 20 à 30 ans est déjà survenu dans la société, mais des mesures correctives ont été prises	10^{-3} à 10^{-4}
P2	Extrêmement improbable Est déjà survenu dans l'industrie, mais des mesures correctives ont été prises	10^{-4} à 10^{-5}
P1	Extrêmement rare Evènement physiquement possible mais n'a jamais ou rarement eu lieu sur une période de 20 à 30 ans pour un grand nombre de sites	$<10^{-5}$

5.7. Informations nécessaires pour la méthode HAZOP :

Toute la documentation utilisée doit être mise à jour, en devant travailler, dans chaque cas, avec les dernières révisions qui reflètent fidèlement l'actuel état des processus.

La documentation suivante est nécessaire pour réaliser une étude HAZOP :

- Description du procédé
- PFDs
- P&IDs
- Bilan matières
- Lay-outs
- Description des interlocks, diagrammes causes et effets
- Procédures opératoires
- Material safety data sheet (MSDS)

5.8. Rapport HAZOP :

Un rapport doit être préparé avec le résultat de l'étude. Le contenu du rapport doit inclure (Méthode HAZOP, Procédure FERTIAL, 2015) :

- Introduction
- Objectifs
- Description des installations concernées
- Description de la méthodologie
- Liste des nœuds étudiés
- Lieu de dates des sessions HAZOP

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

- Recommandations HAZOP
- Feuilles de travail HAZOP
- Liste des participants
- Documentations utilisées
- P&ID's

5.9. Limites et avantages :

L'HAZOP est un outil particulièrement efficace pour les systèmes thermo- hydrauliques. Cette méthode présente tout comme l'AMDE un caractère systématique et méthodique. Considérant, de plus, simplement les dérives de paramètres de fonctionnement du système, elle évite entre autres de considérer, à l'instar de l'AMDE, tous les modes de défaillances possibles pour chacun des composants du système.

En revanche, l'HAZOP ne permet pas dans sa version classique d'analyser les événements résultant de la combinaison simultanée de plusieurs défaillances.

Par ailleurs, il est parfois difficile d'affecter un mot clé à une portion bien délimitée du système à étudier. Cela complique singulièrement l'identification exhaustive des causes potentielles d'une dérive. En effet, les systèmes étudiés sont souvent composés de parties interconnectées si bien qu'une dérive survenant dans une ligne ou maille peut avoir des conséquences ou à l'inverse des causes dans une maille voisine et inversement. Bien entendu, il est possible a priori de reporter les implications d'une dérive d'une partie à une autre du système. Toutefois, cette tâche peut rapidement s'avérer complexe.

Enfin, L'HAZOP traitant de tous types de risques, elle peut être particulièrement longue à mettre en œuvre et conduire à une production abondante d'information ne concernant pas des scénarios d'accidents majeurs.

6. Nœud papillon : [36]

6.1. Historique et domaine d'application

Le « Nœud Papillon » est une approche de type arborescente largement utilisée dans les pays européens comme les Pays-Bas qui possèdent une approche probabiliste de la gestion des risques. Le Nœud Papillon est utilisé dans différents secteurs industriels par des entreprises comme SHELL qui a été à l'origine du développement de ce type d'outils.

6.2. Principe

Le nœud papillon est un outil qui combine un arbre de défaillances et un arbre d'événements

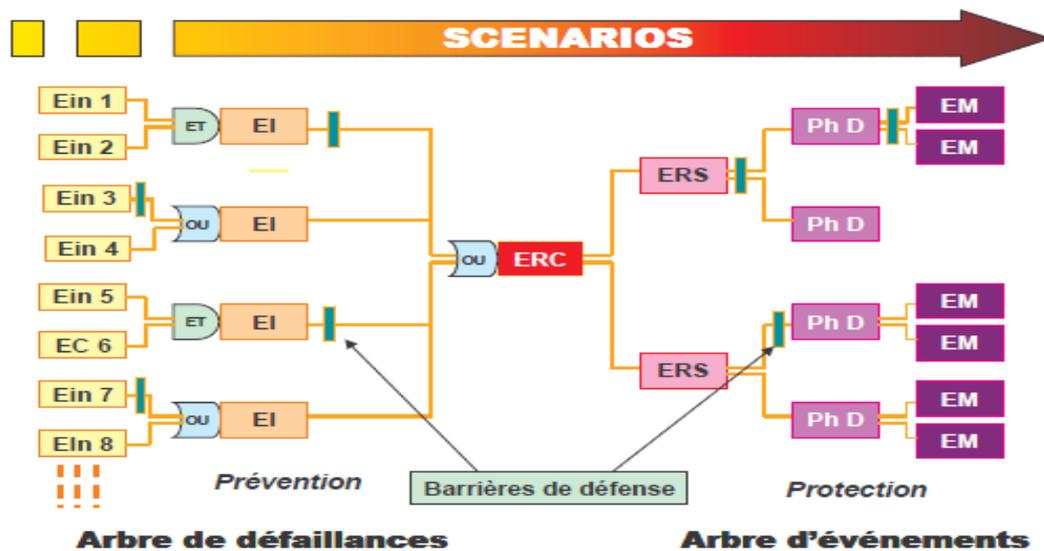


Figure 38 Représentation de scénarios d'accident selon le modèle du nœud papillon

Le point central du Nœud Papillon, appelé ici Evènement Redouté Central, désigne généralement une perte de confinement ou une perte d'intégrité physique (décomposition). La partie gauche du Nœud Papillon s'apparente alors à un arbre des défaillances s'attachant à identifier les causes de cette perte de confinement. La partie droite du Nœud Papillon s'attache quant à elle à déterminer les conséquences de cet évènement redouté central tout comme le ferait un arbre d'évènements.

Sur ce schéma, les barrières de sécurité sont représentées sous la forme de barres verticales pour symboliser le fait qu'elles s'opposent au développement d'un scénario d'accident. En pratique, ajouter une barrière dans l'arbre correspond à ajouter un évènement « défaillance de la barrière » lié par une porte ET à l'évènement qui la précède.

De fait, dans cette représentation, chaque chemin conduisant d'une défaillance d'origine (évènements indésirable ou courant) jusqu'à l'apparition de dommages au niveau des éléments vulnérables (effets majeurs) désigne un scénario d'accident particulier pour un même évènement redouté central.

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

Cet outil permet d'apporter une démonstration renforcée de la bonne maîtrise des risques en présentant clairement l'action de barrières de sécurité sur le déroulement d'un accident.

Tableau 21 Légende des évènements figurant sur le modèle du nœud papillon

Désignation	Signification	Définition	Exemples
EIn	Evènement Indésirable	Dérive ou défaillance sortant du cadre des conditions d'exploitation usuelles définies.	Le sur remplissage ou un départ d'incendie à proximité d'un équipement dangereux peuvent être des évènements initiateurs
EC	Evènement Courant	Evènement admis survenant de façon récurrente dans la vie d'une installation.	Les actions de test, de maintenance ou la fatigue d'équipements sont généralement des évènements courants.
EI	Evènement Initiateur	Cause directe d'une perte de confinement ou d'intégrité physique.	La corrosion, l'érosion, les agressions mécaniques, une montée en pression sont généralement des évènements initiateurs
ERC	Evènement Redouté Central	Perte de confinement sur un équipement dangereux ou perte d'intégrité physique d'une substance dangereuse	Rupture, Brèche, Ruine ou Décomposition d'une substance dangereuse dans le cas d'une perte d'intégrité physique
ERS	Evènement Redouté Secondaire	Conséquence directe de l'évènement redouté central, l'évènement redouté secondaire caractérise le terme source de l'accident	Formation d'une flaque ou d'un nuage lors d'un rejet d'une substance diphasique
Ph D	Phénomène Dangereux	Phénomène physique pouvant engendrer des dommages majeurs	Incendie, Explosion, Dispersion d'un nuage toxique
EM	Effets Majeurs	Dommages occasionnés au niveau des éléments vulnérables (personnes, environnement ou biens) par les effets d'un phénomène dangereux	Effets létaux ou irréversibles sur la population Synergies d'accident
Barrières ou Mesures de Prévention		Barrières ou mesures visant à prévenir la perte de confinement ou d'intégrité physique	Peinture anti-corrosion, Coupure automatique des opérations de dépotage sur détection d'un niveau très haut...
Barrières ou Mesures de Protection		Barrières ou mesures visant à limite les conséquences de la perte de confinement ou d'intégrité physique	Vannes de sectionnement automatiques asservies à une détection (gaz, pression, débit), Moyens d'intervention...

6.3. Déroulement :

Le Nœud Papillon, s'inspirant directement des arbres des défaillances et d'évènements, doit être élaboré avec les mêmes précautions.

S'agissant d'un outil relativement lourd à mettre en place, son utilisation est généralement réservée à des évènements jugés particulièrement critiques pour lesquels un niveau élevé de démonstration de la maîtrise des risques est indispensable.

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

En règle générale, un Nœud Papillon est construit à la suite d'une première analyse des risques menée à l'aide de méthodes plus simples comme l'APR ou l'HAZOP par exemple.

6.4. Limites et avantages :

Le Nœud Papillon offre une visualisation concrète des scénarios d'accidents qui pourraient survenir en partant des causes initiales de l'accident jusqu'aux conséquences au niveau des éléments vulnérables identifiés.

De ce fait, cet outil met clairement en valeur l'action des barrières de sécurité s'opposant à ces scénarios d'accidents et permet d'apporter une démonstration renforcée de la maîtrise des risques.

En revanche, il s'agit d'un outil dont la mise en œuvre peut être particulièrement coûteuse en temps. Son utilisation doit donc être décidée pour des cas justifiant effectivement un tel niveau de détail.

7. Facteurs de risque externe autour FERTIAL ARZEW :

a) Voies de circulations extérieures :

Les voies de circulation les plus proches de l'établissement sont des voies aménagées desservant les sites industriels situées dans la zone industrielle d'ARZEW. L'accès au site FERTIAL se fait à partir de la route nationale 13 située à l'intérieur de la zone industrielle.

Le site industriel de FERTIAL est aussi desservi par la ligne de chemin de fer qui assure les opérations d'approvisionnement en matières premières et de distribution de produits finis.

b) Chute d'aéronef :

Les aérodromes les plus proches sont situés à Oran à environ 30 km d'Arzew (Aéroport de l'aviation civile à Essenia ainsi que l'aéroport militaire situé à Oran (Bousfère et Tafraoui).

La zone industrielle d'Arzew en général, et le site FERTIAL en particulier, est interdite aux survols des avions.

c) Les attentats et actes de malveillance :

Parmi les principaux risques de dommages délibérés qui pourraient se produire dans l'usine, nous avons les actes de terrorisme ; de plus, il est possible qu'une attaque se produise avec comme finalité un vol ou une agression du personnel. Ce type d'agression peut causer de graves dommages aux installations comme la destruction des réservoirs et des équipements, des incendies et des explosions, etc.

d) La foudre :

La foudre est un phénomène naturel rare dans la région mais reste une source potentielle d'inflammation dangereuse. La foudre a tendance à frapper en haute altitude et les objets bons

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

conducteurs d'électricité comme le métal. Les instruments de paratonnerre et de mise à la terre doivent être pris en compte lors de la conception du bac.

e) Conditions météorologiques extrêmes :

- Températures maximales : Le maximum absolu de la température observé dans la région atteint 40°C, cette température est nettement inférieure aux températures d'auto inflammation et de décomposition des produit chimiques mise en œuvre
- Neige, vent et inondation : Le site n'est pas soumis à des fortes chutes de neige ou d'inondation.

Les conditions météorologiques ne présentent pas de risque particulier pour les instruments et les produits mise en œuvre.

f) Séisme :

Le Règlement Parasismique Algérien RPA 99 définit les zones sismiques en Algérie. FERTIAL ARZEW est situé dans une région qui est classée en niveau IIa. Dans le zonage sismique algérien. Aucun Séisme fort n'a affecté la région depuis le développement du pôle d'Arzew. Le risque d'activité sismique à Arzew n'est pas négligeable. Les conditions sismiques doivent être prises en compte dans la conception du bac.

g) Refroidissement trop rapide pendant la mise en service :

Si le refroidissement du réservoir d'ammoniac est exécuté trop rapidement lors de la mise en service, il pourrait y avoir une perte de confinement. La procédure à suivre pour la mise en service doit être conçue pour éviter ce danger. Puisque cette opération est menée pendant une période très limitée de la durée de vie des réservoirs et que la perte de confinement se produirait pendant la mise en service, on considère que le scénario ne contribue pas à la fréquence des fuites potentielles lors de l'exploitation.

h) Les surpressions et les dépressions :

L'ammoniac contenu dans les réservoirs, à une pression légèrement supérieure à la pression atmosphérique, produit en permanence du gaz d'évaporation en quantité plus ou moins importante et donc des variations de la pression interne des réservoirs. Suivant les cas de fonctionnement du terminal, la production d'évaporation peut être excessive et conduire à des surpressions (par exemple lors de déchargement), ou peut être insuffisante et conduire à des dépressions (par exemple soutirage rapide d'un réservoir).

i) La corrosion :

L'NH₃ liquéfier n'est pas corrosif. De plus, les matériaux utilisés pour la paroi interne en acier inoxydable à 9% nickel résistent très bien à la corrosion. Mais, il existe un risque de corrosion pour la paroi externe du réservoir du fait de l'implantation du réservoir dans une zone industrielle et proximité de la mer. Toutefois, cette corrosion reste improbable du fait des matériaux utilisés.

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

j) Le facteur humain :

Les différentes opérations effectuées sur le site, sont réalisées à l'aide du personnel ou avec l'aide du personnel d'entreprises sous-traitantes. L'erreur et/ou la défaillance humaine lors d'opérations dangereuses, peuvent être considérées comme une source de danger supplémentaire. Cette source de danger inhérente à toute entreprise est connue sous le nom de facteur humain. Les causes profondes à l'origine des accidents majeurs sont imputables à 64% à l'erreur humaine. Ces erreurs humaines peuvent être dues à l'opérateur proprement dit (11% des causes) ou à un dysfonctionnement de l'organisation (53% des causes). (CEDLM)

Le facteur humain est une source de danger quand les comportements se traduisent par :

- Erreurs individuelles : une prise de risque, la transgression de règles,
- Défaillances organisationnelles : une mauvaise représentation du travail et des dangers qui l'accompagnent, une difficulté de perception de l'information pour la prise de décision, une déresponsabilisation de l'employé face aux dangers, un manque de culture « sécurité ».

k) Érosion et affaissement des terrains gagnés sur les eaux :

Une partie de l'assiette choisie pour l'emplacement du réservoir terrain est un terrain partiellement remblayé sur la mer. L'action des eaux peut donc provoquer une érosion ou un affaissement du terrain remblayé, mais ce type de phénomène progresse lentement. La zone devra être surveillée pour détecter toute érosion ou affaissement. Des mesures de contrôle de la qualité et de surveillance pendant la construction permettront d'atténuer le risque d'érosion ou d'affaissement.

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

8. Application de l'analyse préliminaire des risques (APR) :

Tableau 22 Application de l'analyse préliminaire des risques (APR) sur le bac de stockage d'ammoniac 2102-F de FERTIAL

Système	Risque	Causes	Conséquence	P I	G I	R I	Prévention existante	P	Protection existante	G	R	Recommandation
Bac d'NH3 2102-F	1- Rupture	-augmentation de la température, la pression à l'intérieur du bac de stockage	- Rupture du bac de stockage -explosion de nuage de vapeur VCE -nuage ATEX - effet dominant su toute la zone -BLEVE	5	5	P 5 G 5	- vanne de contrôle et marche arrêt (PCV, XCV) - soupapes de sécurité PSV - indicateurs et transmetteurs de pression et température (PI, PT, TI, TT) -Système de détection (haute température HT, détecteur haute pression PIC) - alarme haute pression PAH avec une signalisation dans la salle de commande (DCS) -procédé d'arrêt d'urgence ESD1 - système torchage (ME-02) - Système de contrôle automatique. - système BOG	2	-réseau d'extinction fixe anti incendie -moyen mobiles de lutte incendie -double parois (cuvette de rétention) -extincteurs, bouches d'incendie équipées, hydrants et lances d'incendie - Réponse d'urgence des services médicaux. - Evacuation et plan de réponse d'urgence - Plan de réponse au déversement des hydrocarbures et d'échappement de gaz. - plan interne d'intervention	3	P 2 G 3	- mettre en place un programme d'entretien et maintenance préventives des équipements - installation d'un système de détection et extinction fire and gaz

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

	- défaillance du système retour de gaz (recirculation et mise en froid)		5	4	P 5 G 4	- système de récupération BOG - Procédure d'arrêt d'urgence ESD 1	3		3 P 3 G 3	
	-agression thermique externe		4	2	P 4 G 2	-Système de détection (haute température HT, détecteur haute pression PIC) - Formation du personnel	2		1 P 2 G 1	
2- Perte de confinement et fuite d'ammoniac (intoxication)	- remplissage incontrôlé (niveau haut)	-Risque d'effet toxique, contamination de la faune et la flore -Intoxication des travailleurs -Propagation d'ammoniac aux riverains -Contamination du milieu aquatique et les nappes phréatiques	4	4	P 4 G 4	- vanne de contrôle et marche arrêt (PCV, XCV) - vannes de drainage et sectionnement (SP 207, SP 202) - indicateurs et transmetteurs de pression et température (PI, PT, LI, LT) - alarme niveau haut LAH - level switch LS - procédure opératoire de chargement	2	-Equipements de protection individuelle : Appareils respiratoires Autonomes, masques spéciaux pour l'ammoniac, lunette adéquat, gants ... - Equipe d'intervention de réponse au déversement entraînée. - Plan de réponse au déversement des	3 P 2 G 3	- LSH et alarme associée à vérifier - installation d'un system de détection et extinction fire and gaz

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

			-feu de nappe -explosion UVCE				-procédé d'arrêt d'urgence ESD1 - système de torchage (ME-02) -Procédure de transfert d'NH3 bac à bac - APG DE 90-245 - Manuel opératoire - Formation du personnel	hydrocarbures et d'échappement de gaz. - Procéder dans l'immédiat au contrôle de l'aire polluée. -réseau d'extinction fixe anti incendie -moyen mobiles de lutte incendie -double parois (cuvette de rétention)				
		Corrosion		5	4	P 5 G 4	- nuance du métal des équipements bien étudié - protection cathodique - Inspection, maintenance et contrôle régulier. - Peinture anti corrosion. - Inhibiteur de corrosion sur la surface interne du bac.	2	-extincteurs, bouches d'incendie équipées, hydrants et lances d'incendie - Réponse d'urgence des services médicaux. - Evacuation et plan de réponse d'urgence - plan interne d'intervention	3	P 2 G 3	
		Mal étanchéité, détérioration de joints/brides		4	3	P 4 G 3	- Maintenance préventive minimum tous les 6 mois (remplacement systématique des joints et détection des fuites).	2		2	P 2 G 2	

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

						<ul style="list-style-type: none"> - Système d'alarme avec une signalisation dans la salle de commande (DCS). - vanne de contrôle et marche arrêt (PCV, XCV) -procédé d'arrêt d'urgence ESD1 - Système d'isolation de l'installation 			
		Phénomène de fatigue (fragilité et usure d'une partie)	4	3	<p style="text-align: center;">P 4 G 3</p>	<ul style="list-style-type: none"> - APG DE 90-245 - les procédures d'entretien et de maintenance - Maintenance corrective 	2	1	<p style="text-align: center;">P 2 G 1</p>
		Fissure d'une ligne d'ammoniac	4	4	<p style="text-align: center;">P 4 G 4</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Détection des fissures et micro fissures par ultrasons. - APG DE 90-245 - les procédures d'entretien et de maintenance - Maintenance corrective - nuance du métal des équipements bien étudiier 	2	3	<p style="text-align: center;">P 2 G 3</p>

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

		- défaillance des indicateurs et/ou transmetteurs de pression température, niveau (fausse indication)		4	3	P 4 G 3	- redondance de (PI, PT, TI, TT, LI, LT) - Contrôle opérationnel. - les procédures d'entretien et de maintenance - APG DE 90-245	2		2	P 2 G 2	
		Stratification (ROLLOVER)		3	5	P 3 G 5	-Procédure de transfert d'NH3 bac à bac -système de mesure de la densité LTD 201 - vanne de contrôle (XCV) - vannes de drainage et sectionnement (SP 207, SP 202)	2		3	P 2 G 3	
Incendie	Travaux à feu nu lors des opérations de maintenance	Incendie avec un risque d'effet domino sur Toute la zone de stockage -BLEVE		3	5	P 3 G 5	- Permis à chaud -Consignes de sécurités	2	- Procéder dans l'immédiat au contrôle de l'aire polluée. -réseau d'extinction fixe anti incendie	2	P 2 G 2	

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

		Court-circuit électrique, électricité statique		3	4	P 3 G 4	<ul style="list-style-type: none"> -Mise à la terre -Equipement électrique adapté, avec contrôle périodique 	2	<ul style="list-style-type: none"> -moyen mobiles de lutte incendie -double parois (cuvette de rétention) -extincteurs, bouches d'incendie équipées, hydrants et lances d'incendie - Réponse d'urgence des services médicaux. - Evacuation et plan de réponse d'urgence - plan interne d'intervention 	3	P 2 G 3	
--	--	---	--	---	---	------------------	---	---	---	---	------------------	--

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

8.1. Synthèse de l'analyse APR :

L'application de la méthode APR nous a permis de faire une analyse exhaustive sur les risques et dangers relatifs au système (bac de stockage d'ammoniac) à travers laquelle on a réussi à :

- Identifier les principaux risques (rupture, Perte de confinement et fuite d'ammoniac (intoxication), incendie)
- Hiérarchiser d'une façon générale les causes ainsi les conséquences possibles susceptibles d'être rencontrés sur le système étudié.

Tableau 23 Résultats de l'analyse APR sans la prise en compte des barrières de sécurité

Zone	Inacceptable	ALARP	Acceptable
Nombre des évènements	8	5	0

- Identifier les éléments importants pour la sécurité (EIPS) : nous avons constaté que la présence de ces EIPS est strictement indispensable. C'est-à-dire l'absence de l'un de ces EIPS conduit directement aux évènements redoutés.
- Ces risques cités ont pour origines possibles des défaillances matérielles, des erreurs opératoires, des agressions externes, ou encore des changements des conditions atmosphériques.

Tableau 24 Résultats de l'analyse APR après la prise en compte des barrières de sécurité

Zone	Inacceptable	ALARP	Acceptable
Nombre des évènements	0	1	12

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

9. Application de la méthode d'analyse HAZOP :

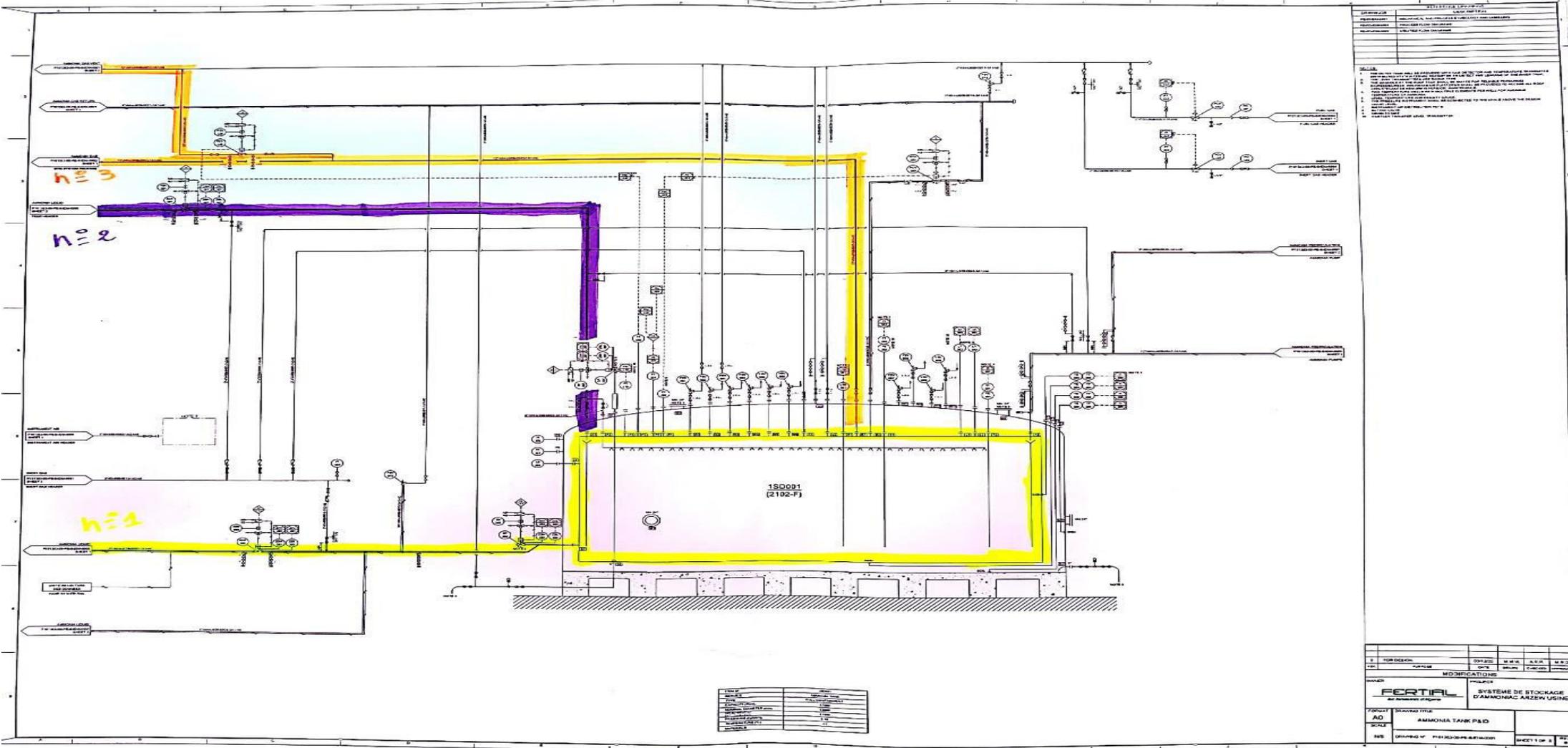


Figure 39 plan les nœuds étudié

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

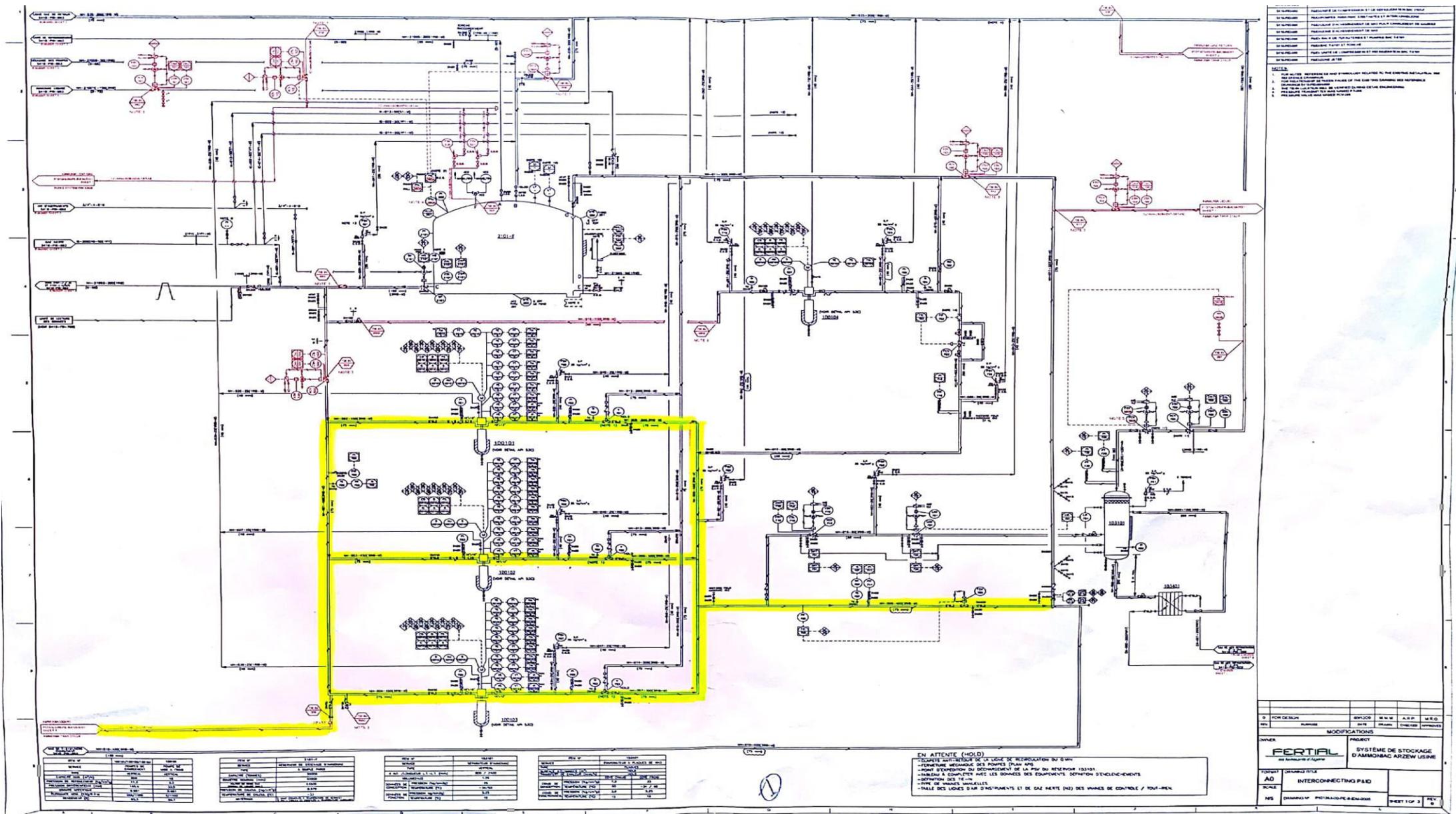


Figure 40 Plan de bac 2102-F de l'ammoniac (FERTIAL) vers les trois pompes 1D0101 / 02 /03

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

Tableau 25 bac Nœud N°1 : bac de stockage vers les trois pompes 1D0101 / 02/ 03

Processus : Nouveau bac de stockage d'ammoniac 2102-F Capacité 32000 T plan P&ID : P101363-00-PE-II-IDM-0001 et P101363-00-PE-II-IDM-0005 tableau N° :1			Date :03/04/2022		Révision : 0														
			HAZOP chairman :		BOUROUFALA mohammed ryad														
			Membres d'équipe :		- MEKRANFAR Housseyn, -CHAKROUN Abderrahmane														
Nœud	Paramètres	Déviation	Causes	Conséquences	Avant Réduction des Risques			Protections Existantes Safegards			Après Réduction des Risques			Recommandations			Après Recommandation		
					G	P	R	G	P	R	G	P	R	G	P	R	G	P	R
Nœud N°1 : bac de stockage vers les trois pompes 1D0101 / 02 /03 (P= entre 10 mb et 40 mb T=-33°)	Pression	Trop de pression	<ul style="list-style-type: none"> - défaillance du système BOG (augmentation de la phase NH3 vapeur) - défaillance du système de recirculation d'ammoniac (mise en froid) - défaillance des indicateurs et/ou transmetteurs de pression (fausse indication) - augmentation de la Température d'NH3 alimentation - remplissage incontrôlé (niveau haut) 	-Rupture du bac	G 5	P 5	G 5 P 5	<ul style="list-style-type: none"> - XCV 220 ,PXV 203 d'urgence , PCV 203 - PSV parois intérieur 001 / 004 (vers ATM) , 002 /003 (vers torche) - PSV parois extérieur 007,008 (vers ATM) - PIC 203, PIC 220, PT 203,TI et TT (201 / 202), LI et LT (202 / 203) - redondance de (PI, PT ,TI, TT ,LI, LT) - PAH 203 et PAHH 220 - procédure opératoire de 	G 4	P 2	G 4 P 2	<ul style="list-style-type: none"> - mettre en place un programme d'entretien et maintenance préventives des équipements - installation d'un system de détection et extinction fire and gaz -substituer ou renforcer les pompes électriques par d'autres Motopompes - prévoir des cameras thermique 	G 4	P 1	G 4 P 1				

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

		<ul style="list-style-type: none"> -Arrêt brusque des pompes de transfert en service -Contre pression au niveau de refoulement des pompes de transfert d'NH3 -élévation de température (agression thermique) 			<ul style="list-style-type: none"> chargement - APG DE 90-245 - système de torchage (ME-02) - double parois (cuvette de rétention) -Procédure de transfert d'NH3 bac à bac -Procédure d'arrêt d'urgence ESD 1 - Manuel opératoire - Formation du personnel -réseau d'extinction fix anti incendie -moyen mobiles de lutte incendie 							
			-rupture de canalisation	G 4	P 5	<ul style="list-style-type: none"> - PI 709 - TI 705 - redondance de (PI PT TI TT) - APG DE 90-245 - PSV 015 - SP -202 - Procédure de transfert d'NH3 bac à bac - Procédure d'arrêt d'urgence ESD 1 - Manuel opératoire - Formation du personnel -réseau d'extinction fix anti 	G 4	P 2	<ul style="list-style-type: none"> - mettre en place un programme d'entretien et maintenance préventives des équipements - vanne manuelle d'isolement en amont des pompes de chargement - réduire le nombre des brides et les connexions - installation d'un system de détection et extinction fire and gaz 	G 4	P 1	<ul style="list-style-type: none"> G 4 P 1

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

		<p>continue)</p> <ul style="list-style-type: none"> - défaillance des pompes de chargements - défaillance du système retour de gaz (ouverture brusque de PCV-203 	<p>garniture des pompes de transfert</p>		<p>ESD 1</p> <ul style="list-style-type: none"> - Manuel opératoire - Formation du personnel 		<ul style="list-style-type: none"> - installer un système d'arrosage au niveau des pompes de transfert d'NH3 - VSV en amont des pompes de chargement 		
			<ul style="list-style-type: none"> - implosion du réservoir possible - libération de NH3 dans l'atmosphère 	<p>G 5 P 3</p>	<ul style="list-style-type: none"> - XCV 220, PXV 203 d'urgence, PCV 203 - VSV parois intérieur 005 / 006, - VSV parois extérieur 009 / 010 - PIC 203, PIC 220, PT 203, TI et TT (201 / 202), LI et LT (202 / 203) - redondance de (PI PT TI TT LI LT) - PAL 203 et PALL 203 - (APG DE 90-245) - double parois (cuvette de rétention) - Procédure d'arrêt d'urgence ESD 1 - Manuel opératoire - Formation du personnel 	<p>G 4 P 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> - mettre en place un programme d'entretien et maintenance préventives des équipements - installation d'un system de détection et extinction fire and gaz 	<p>G 4 P 1</p>	<p>G 4 P 1</p>

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

						-réseau d'extinction fixe anti incendie -moyens mobiles de lutte incendie						
Débit	Trop de débit	Démarrage de toutes les pompes aux mêmes temps	<ul style="list-style-type: none"> - Sur-remplissage d'NH3 (niveau haut) - élévation de pression, niveau et température à l'intérieur du bac - élévation de pression, température à l'intérieur de la conduite d'NH3 - surcharge sur le système de recirculation (mise en froid) d'NH3 et système BOG 	G 2	P 4	<ul style="list-style-type: none"> - XCV 220 ,PXV 203 d'urgence , PCV 203 -FCV 705 - PSV parois intérieur 001 / 004 (vers ATM) , 002 /003 (vers torche) - PSV parois extérieur 007,008 (vers ATM) - PIC 203, PIC 220, PT 203, TI et TT (201 / 202), LI et LT (202 / 203) - redondance de (PI, PT ,TI, TT ,LI, LT) - PAH 203 et PAHH 220 - LS 204 - procédure opératoire de chargement - (APG DE 90-245) - système de torchage (ME-02) - Procédure d'arrêt d'urgence ESD 1 - soupape de sécurité PSV(220) - double parois (cuvette de rétention) 	G 2	P 2	<ul style="list-style-type: none"> - prévoir un débitmètre au niveau du collecteur de la ligne remplissage et la conduite de décharge avec une alarme de débit haut FAH - installation d'un système de détection et extinction fire and gaz 	G 2	P 1	G 2 P 1

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

		- rayonnement thermique externes (agression thermique)	bac, les équipements	TT) - PAH 203 et PAHH 220 -possibilité de refroidie la ligne de chargement par gravité - isolation thermique du bac et la conduite d' NH3 - procédure opératoire de chargement - APG DE 90-245 - système de torchage (ME-02) - Procédure d'arrêt d'urgence ESD 1 - Procédure de transfert d'NH3 bac à bac - double parois (cuvette de rétention) - Manuel opératoire - Formation du personnel - réseau d'extinction fix anti incendie - moyen mobiles de lutte incendie	- installation d'un system de détection et extinction fire and gaz - prévoir des cameras thermique
--	--	--	----------------------	---	---

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

		Pas assez de Température	RAS	RAS				RAS				RAS			
Niveau	Trop de Niveau	<p>-Défaillance de la vanne XCV-201 (remplissage incontrôlé)</p> <p>- défaillance des indicateurs et/ou transmetteurs de niveau (fausse indication)</p>	<p>-Augmentation de pression</p> <p>-Remplissage excessif du réservoir, risque d'endommagement du réservoir et de perte de matériel, également blessures graves pour le personnel et impact sur l'environnement.</p> <p>-possibilité de Passage d'NH3 liquide vers les lignes de gaz BOG (12"-NH-U80II-0043-1A1-HC) et lignes retour de gaz (8"-NH-U80II-0036-1A1-HC et 8"-NH-U80II-0051-3A1-HC)</p>	<p>G 4</p> <p>P 4</p>	<p>G 4</p> <p>P 4</p>	<p>- XCV 220 ,PXV 203 d'urgence, PCV 203, XCV 203</p> <p>- SP-207 , SP-202</p> <p>- PIC 203, PIC 220, PT 203, et LT (202 / 203), LTD 201</p> <p>- PAH 203 et PAHH 220</p> <p>- LAH 203 et LAHH 203</p> <p>- LS 204</p> <p>- redondance de (PI PT LI LT)</p> <p>- procédure opératoire de chargement</p> <p>- Procédure de transfert d'NH3 bac à bac</p> <p>- Procédure d'arrêt d'urgence ESD 1</p> <p>- système de torchage (ME-02)</p> <p>- double parois (cuvette de rétention)</p> <p>- APG DE 90-245</p> <p>- Manuel opératoire</p> <p>- Formation du personnel</p> <p>-réseau d'extinction fixe anti incendie</p> <p>-moyen mobiles de lutte incendie</p>	<p>G 3</p> <p>P 2</p>	<p>G 3</p> <p>P 2</p>	<p>- mettre en place un programme d'entretien et maintenance préventives des équipements</p> <p>- LSH et alarme associée à vérifier</p> <p>- installation d'un system de détection et extinction fire and gaz</p>	<p>G 3</p> <p>P 1</p>	<p>G 3</p> <p>P 1</p>				

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

		dans l'NH3					équipements bien étudier - APG DE 90-245							
Perte d'utilité	Perte d'électricité	- Problèmes du fournisseur	- Augmentation de pression suite à l'arrêt du system BOG et système de recirculation (mise en froid) - perte d'éclairage	G	P	G	- Ligne de secours du fournisseur - XCV 220, PXV 203 d'urgence, PCV 203 (en position de sécurité) - PSV parois intérieur 001 / 004 (vers ATM), 002 /003 (vers torche) - PSV parois extérieur 007,008 (vers ATM) - APG DE 90-245 - système de torchage ME-02 - double parois (cuvette de rétention) - Manuel opératoire - Formation du personnel -moyen mobiles de lutte incendie	G	P	G	- demander un réseau électrique indépendant (Groupe électrogène ou bien alimentation GTA) -substituer ou renforcer les pompes électriques par d'autres Motopompes - installation des vannes manuelle de contrôle sur le réseau d'NH3 (en cas de perte d'électricité) - entretien surveillance et vérification régulière des installations électriques - installation d'un system de détection et extinction fire and gaz	G	P	G
				2	4	2	4	1	3	1	2	1	2	1
	Perte d'air instrument	- Défaillance des compresseurs d'air instrument - fissuration du conduit d'air	- instabilité des paramètres de marche -dysfonctionnement des vannes automatiques	G	P	G	-Ligne de secours d'alimentation d'air instrument - Manuel opératoire - Formation du personnel	G	P	G				
				1	3	1		1	2	1				

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

	Opérations	Maintenance	<ul style="list-style-type: none"> - non-respect du manuel et les procédures - mauvaise configuration des instruments des mesures (LCV PCV FCV) 	<ul style="list-style-type: none"> - Vibration des pompes. - Echauffement exagéré des équipements. - Fuite légère d'NH3 	G 1	P 4	G 1 P 4	<ul style="list-style-type: none"> - Alarme de sécurité de l'état d'ouverture / fermeture des vannes. - les procédures d'entretien et de maintenance - Maintenance corrective - Inspection périodique 	G 1	P 3	G 1 P 3				
		Start-up	RAS	RAS				RAS				RAS			
		shut-down	RAS	RAS				RAS				RAS			

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

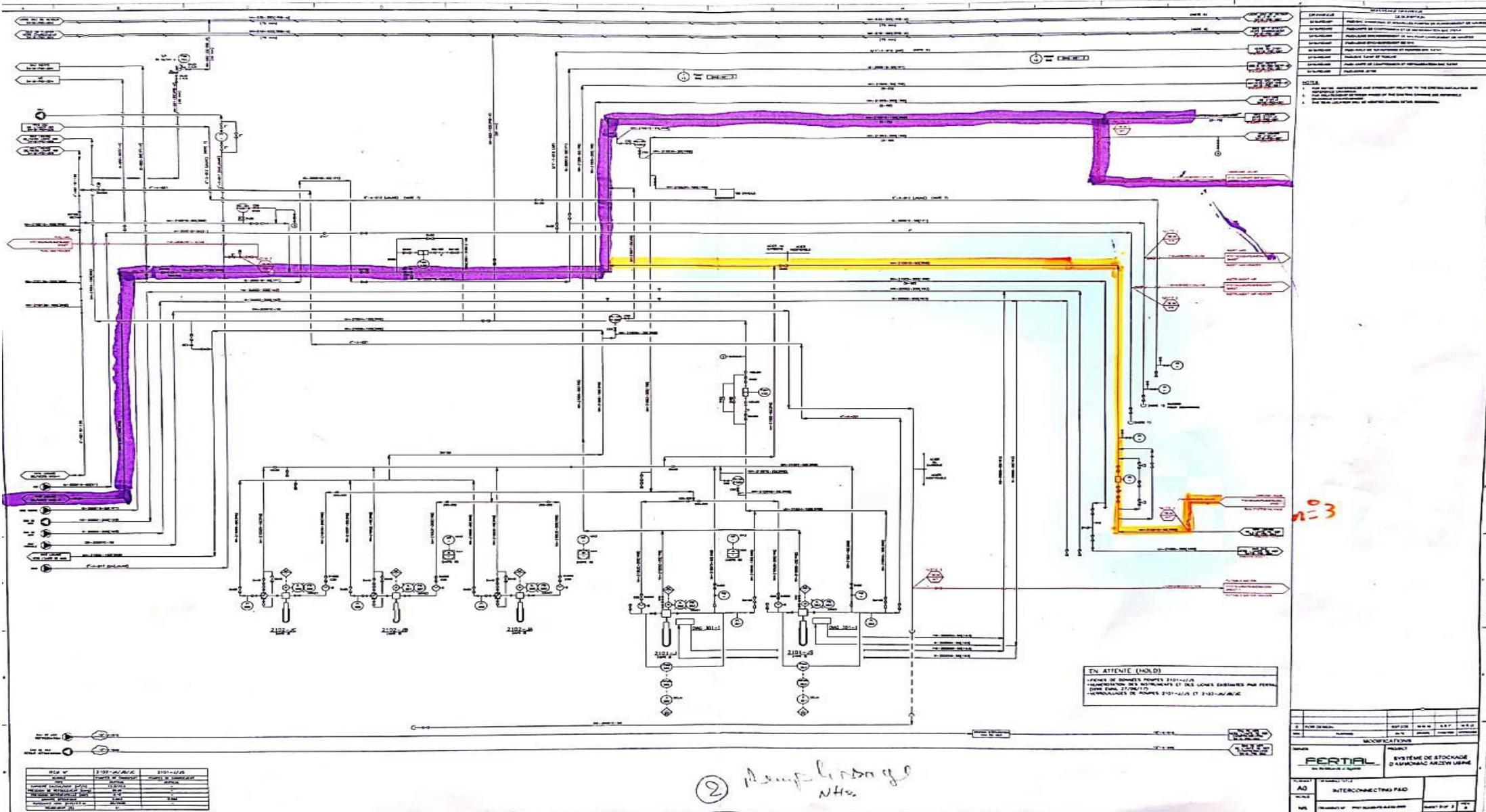


Figure 41 Plan de ligne 6" de remplissage d'ammoniac liquide vers bac de stockage 2102-F

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

Tableau 26 nœud N°2 : ligne 6" de remplissage d'ammoniac liquide vers bac de stockage 2102-F

Processus : Nouveau bac de stockage d'ammoniac 2102-F Capacité 32000 T plan P&ID : P101363-00-PE-II-IDM-0001 et P101363-00-PE-II-IDM-0005 tableau N° :2			Date :	03/04/2022	Révision :	0													
			HAZOP chairman :	BOUROUFALA Mohammed Ryad															
			Membres d'équipe :	- MEKRANFAR Housseyn, - CHAKROUN Abderrahmane															
Nœud	Paramètres	Déviation	Causes	Conséquences	Avant Réduction des Risques			Protections Existantes Safeguards			Après Réduction des Risques			Recommandations			Après Recommandation		
					G	P	R	G	P	R	G	P	R	G	P	R	G	P	R
Nœud N°2 ligne 6" de remplissage d'ammoniac liquide vers bac de stockage 2102-F (P=10 bars T=-33°)	Pression	Trop de pression	- défaillance des indicateurs et/ou transmetteurs de pression (fausse indication) - Arriver d'NH3 des unités un peu chaud - trop de débit d'NH3 liquide venant du system BOG - défaillance des pompes de chargements (débit de refoulement haut) - Fermeture brusque de la vanne XCV 201	-rupture et / ou endommagent de la canalisation	G 4	P 5	R 4 5	- PI 702, 704, 706, PIT 711 - TI 701, 702, 703, TIT 707 - PSV 702, 705, 706, 707 - SP -207 - XSV 201 - Procédure d'arrêt d'urgence ESD 1 - APG DE 90-245 - Manuel opératoire - Formation du personnel -réseau d'extinction fix anti incendie -moyen mobiles de lutte incendie				G 3	P 3	R 3	- PSV en amont de XCV201 - Prévoir un PT en amont de XCV 201 - prévoir PAH et PAHH au niveau de la ligne de chargement - Mettre en place un programme d'entretien et maintenance préventives des équipements - installations d'un system de détection et extinction fire and gaz	G 2	P 2	R 3 2	

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

		Pas assez de pression	RAS	RAS				RAS				RAS			
	Débit	Trop de débit	- Démarrage de toutes les pompes aux même temps	- élévation de pression, température a l'intérieur de la conduite d'NH3 - trop de niveau dans le bac de stockage	G 4	P 4	<ul style="list-style-type: none"> - PI 702, 704, 706, PIT 711 - TI 701, 702, 703, TIT 707 - PSV 702, 705, 706, 707 - SP -207 - XSV 201 - LT (202 / 203), LTD 201 - LAH 203 et LAHH 203 - LS 204 - redondance de (LI LT) - procédure opératoire de chargement - Procédure de transfert d'NH3 bac à bac - Procédure d'arrêt d'urgence ESD 1 - système de torchage (ME-02) - double parois (cuvette de rétention) - APG DE 90-245 - Manuel opératoire - Formation du personnel - réseau d'extinction fix anti incendie 	G 3	P 2	<ul style="list-style-type: none"> - prévoir des vannes d'arrêt au plus pres des pompes d'ammoniac - Mettre en place un programme d'entretien et maintenance préventives des équipements - prévoir un débitmètre au niveau du collecteur de la ligne remplissage avec une alarme de débit haut FAH - installation d'un system de détection et extinction fire and gaz 	G 2	P 1	<ul style="list-style-type: none"> G 2 P 1 		

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

		Pas assez de Température	RAS	RAS				RAS				RAS				
	Niveau	Trop de Niveau	N/A	N/A				N/A				N/A				
		Pas assez de Niveau	N/A	N/A				N/A				N/A				
	Composition	Huil dans l'NH3 depuis les unités de production	-Voir le circuit d'ammoniac (nœud 1)	-Voir le circuit d'ammoniac (nœud 1)												
		Dépassement de 0,5% de quantité d'eau dans l'NH3	-Voir le circuit d'ammoniac (nœud 1)	-Voir le circuit d'ammoniac (nœud 1)												
	Perte d'utilité	Perte d'électricité	-Voir le circuit d'ammoniac (nœud 1)	-Voir le circuit d'ammoniac (nœud 1)												
		Perte d'air instrument	-Voir le circuit d'ammoniac (nœud 1)	-Voir le circuit d'ammoniac (nœud 1)												
	Opérations	Maintenance	-Voir le circuit d'ammoniac (nœud 1)	-Voir le circuit d'ammoniac (nœud 1)												
		Start-up	RAS	RAS												
		shut-down	RAS	RAS												

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

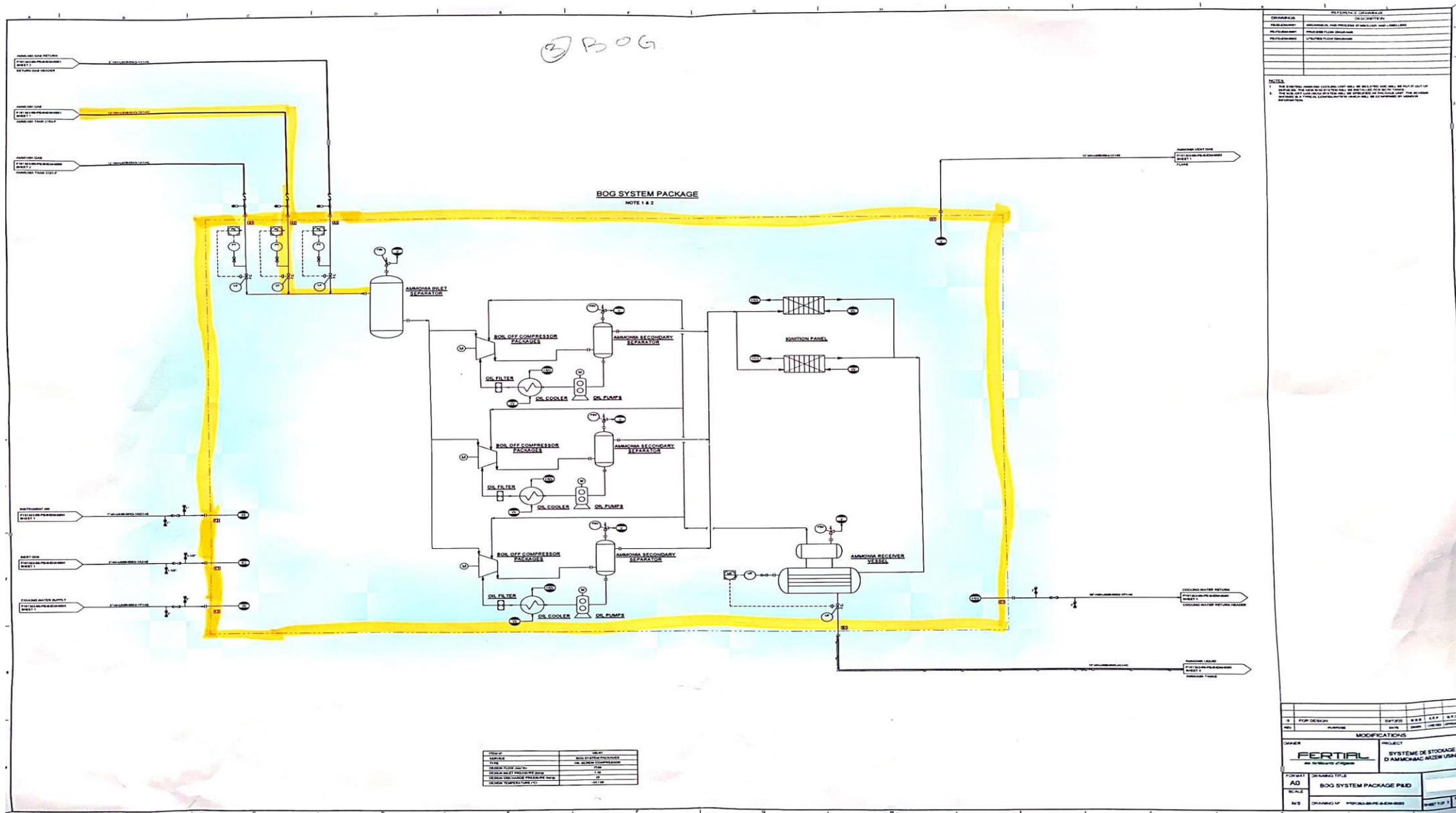


Figure 42 Plan de ligne 12" de refoulement des gaz d'ammoniac vers le système package BOG

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

Tableau 27 nœud N°2 : ligne 12" de refoulement des gaz d'ammoniac vers le système package BOG

Processus : Nouveau bac de stockage d'ammoniac 2102-F Capacité 32000 T plan P&ID : P101363-00-PE-II-IDM-0001 et P101363-00-PE-II-IDM-0005 tableau N°:3			Date :03/04/2022		Révision : 0										
			HAZOP chairman : BOUROUFALA mohammed ryad												
Membres d'équipe : - MEKRANFAR Housseyn, - CHAKROUN Abderrahmane															
Nœud	Paramètres	Déviation	Causes	Conséquences	Avant Réduction des Risques			Protections Existantes Safegards	Après Réduction des Risques			Recommandations	Après Recommandation		
					G	P	R		G	P	R		G	P	R
Nœud N°3 : ligne 12" de refoulement des gaz d'ammoniac vers le système package BOG	Pression	Trop de pression	<ul style="list-style-type: none"> - surcharge sur le système BOG (compresseurs, pompes d'huile, séparateur d'ammoniac) - vanne XCV-220 bloqué fermé - défaillance du système de retour de gaz - défaillance des indicateurs et/ou transmetteurs de pression (fausse indication) - augmentation de la 	<ul style="list-style-type: none"> - endommagement voire l'éclatement de la ligne - dommages des compresseurs et équipements connecté - Pollution environnementale 	G 3	P 4	R 4	<ul style="list-style-type: none"> - système de torchage (ME-02) - XCV-220 XSV- 220 - PT -220 PIC -220 - PAHV 220 - PT et PC (BOG système package) - les PSV (BOG système package) - clapet anti-retour 	G 2	P 2	R 2	<ul style="list-style-type: none"> - Mettre en place un programme d'entretien et maintenance préventives des équipements - installation d'un system de détection et extinction fire and gaz 	G 1	P 2	R 2

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

							<ul style="list-style-type: none"> package) - clapet anti-retour - compresseur de secours en position stand-up - Procédure d'arrêt d'urgence ESD 1 - APG DE 90-245 - Manuel opératoire - Formation du personnel -réseau d'extinction fix anti incendie -moyen mobiles de lutte incendie 						
	Pas de débit	<ul style="list-style-type: none"> - arrêt du système BOG - défaillance des compresseur - bac vide 	RAS				RAS						
	Inverse débit	RAS	RAS				RAS						
Température	Trop de Température	<ul style="list-style-type: none"> - dégradation d'isolation thermique de la canalisation - rayonnement thermique externes (agression thermique) - défaillance du système mise en froid - Trop de débit (NH3 gaz) - variation de pression dans le bac 	<ul style="list-style-type: none"> - possibilité d'Endommagement de la ligne et les équipements connecté -Arrêt de système BOG 	G 2	P 2	<ul style="list-style-type: none"> G 2 P 2 	<ul style="list-style-type: none"> - système de torchage (ME-02) - XCV-220 XSV- 220 - PT -220 PIC -220 - PAHH 220 - PT et PC (BOG système package) - les PSV (BOG système package) 	G 1	P 1	<ul style="list-style-type: none"> G 1 P 1 	<ul style="list-style-type: none"> - prévoir des cameras thermique 		

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

							<ul style="list-style-type: none"> - clapet anti-retour - possibilité de refroidie la ligne de chargement par gravité - isolation thermique de la ligne - compresseur de secours en position stand-up - Procédure d'arrêt d'urgence ESD 1 - APG DE 90-245 - Manuel opératoire - Formation du personnel -réseau d'extinction fix anti incendie -moyen mobiles de lutte incendie 										
		Pas assez de Température	RAS	RAS													
	Niveau	Trop de Niveau	N/A														
		Pas assez de Niveau	N/A														
	Composition	Huile dans l'NH3 depuis les	-Voir le circuit d'ammoniac (nœud 1)														

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

		unités de production																
		Dépassement de 0,5% de quantité d'eau dans l'NH3	-Voir le circuit d'ammoniac (nœud 1)															
	Perte d'utilité	Perte d'électricité	-Voir le circuit d'ammoniac (nœud 1)															
		Perte d'air instrument	-Voir le circuit d'ammoniac (nœud 1)															
	Opérations	Maintenance /Démarrage/ Arrêt	-Voir le circuit d'ammoniac (nœud 1)															
		Start-up	RAS															
		shut-down	RAS															

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

Tableau 28 liste des recommandations

Item	Recommandations	Service	Priorité	Date proposée pour la réalisation	Date de clôture d'Action	Commentaires
R01	- mettre en place un programme d'entretien et maintenance préventives des équipements	Technique, Service inspection, Maintenance		15/05/2022	15/06/2022	
R02	- installation d'un system de détection et extinction faire and gaz	Technique, Instrumentation		22/05/2022	22/06/2022	
R03	-substituer ou renforcer les pompes électriques par d'autres Motopompes	Maintenance, Instrumentation		22/05/2022	22/06/2022	
R04	- prévoir des cameras thermique	Technique, Maintenance		15/05/2022	15/06/2022	
R05	-vanne manuelle d'isolement en amant des pompes de chargement	Technique, Service inspection, Maintenance		22/05/2022	22/06/2022	
R06	- réduire le nombre des brides et les connexions	Technique, Service inspection, Maintenance		07/05/2022	07/06/2022	
R07	-installer un système d'arrosage au niveau des pompes de transfert d'NH3	Technique, Maintenance		22/05/2022	22/06/2022	
R08	- VSV en amant des pompes de chargement	Maintenance, Instrumentation		07/05/2022	07/06/2022	
R09	- prévoir un débitmètre au niveau du collecteur de la ligne remplissage et la	Maintenance, Instrumentation		07/05/2022	07/06/2022	

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

	conduite de décharge avec une alarme de débit haut FAH					
R10	- inspection régulière d'isolation thermique du bac et les canalisation connecté	Technique, Service inspection, Maintenance		15/05/2022	15/06/2022	
R11	- prévoir TAH	Maintenance, Instrumentation		07/05/2022	07/06/2022	
R12	-prévoir un Système de déluge	Technique, Service inspection, Maintenance		22/05/2022	22/06/2022	
R13	- LSH et alarme associée à vérifier	Maintenance, Instrumentation		07/05/2022	07/06/2022	
R14	- prévoir LSL	Maintenance, Instrumentation		07/05/2022	07/06/2022	
R15	- demander un réseau électrique indépendant (Groupe électrogène ou bien alimentation GTA)	Technique, Maintenance		22/05/2022	22/06/2022	
R16	- PSV en amont de XCV201	Maintenance, Instrumentation		07/05/2022	07/06/2022	
R17	- Prévoir un PT en amont de XCV 201	Maintenance, Instrumentation		15/05/2022	15/06/2022	
R18	- prévoir PAH et PAHH au niveau de la ligne de chargement	Maintenance, Instrumentation		15/05/2022	15/06/2022	
R19	- prévoir des vannes de sectionnement au niveau de la ligne de remplissage	Maintenance, Instrumentation		15/05/2022	15/06/2022	
R20	- rénovation du calorifugeage de la canalisation de remplissage	Technique, Service inspection, Maintenance		22/05/2022	22/06/2022	
R21	- prévoir des vannes d'arrêt au plus près des pompes d'ammoniac	Maintenance, Instrumentation		15/05/2022	15/06/2022	

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

R22	- prévoir TAH et TAHH au niveau de la canalisation de chargement d'NH3	Maintenance, Instrumentation		15/05/2022	15/06/2022	
R23	- Mise en service des 03 compresseurs	Technique, Service inspection, Maintenance, Instrumentation		07/05/2022	07/06/2022	

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

9.1. Synthèse de l'analyse HAZOP :

L'étude HAZOP n'est pas seulement un outil précieux pour la conception et le développement de nouveaux systèmes d'exploitation. Elle peut également être utilisée pour l'examen des dangers et des problèmes potentiels liés à différents états de l'exploitation d'un système donné (démarrage, attente, fonctionnement normal, arrêt normal, arrêt d'urgence, etc.).

Pour chaque déviation du paramètre, on a identifié les causes possibles, évalué les conséquences résultantes immédiates ou retardées et noté la sécurité existante en assurant la protection de la zone de stockage d'ammoniac.

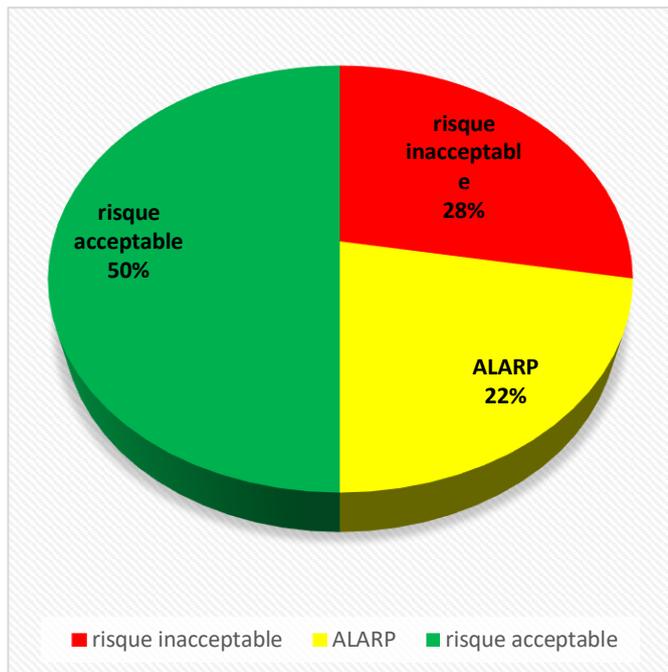


Figure 43 Résultats de l'analyse HAZOP avant la prise en compte des barrières de sécurité

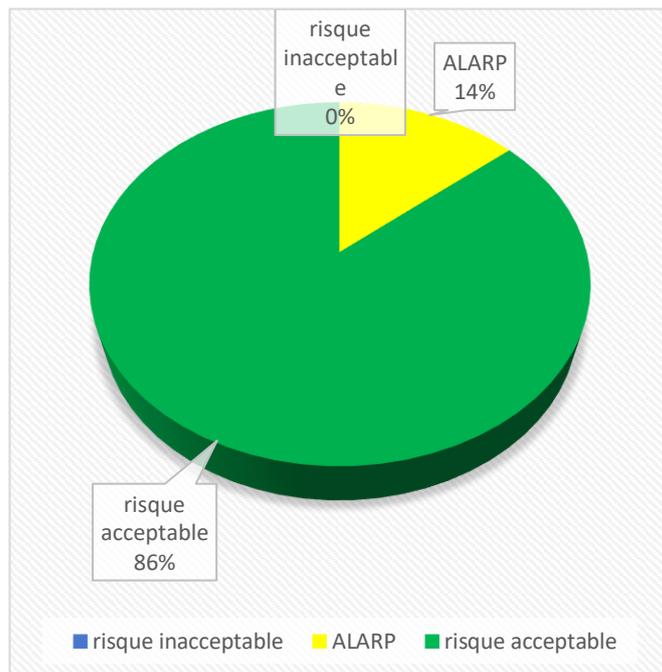


Figure 44 Résultats de l'analyse HAZOP après la prise en compte des barrières de sécurité

Les dérives des paramètres retenus ont pour causes possibles des défaillances matérielles, des erreurs opératoires, des agressions externes ou encore des changements des conditions atmosphériques. Les conséquences résultantes peuvent influencer sur la sécurité du bac de stockage d'ammoniac ou les autres installations, peuvent également conduire à un phénomène dangereux tel que débordement du bac, incendie et voir même une explosion due à une déviation des paramètres de stockage (élévation de la température ou de la pression).

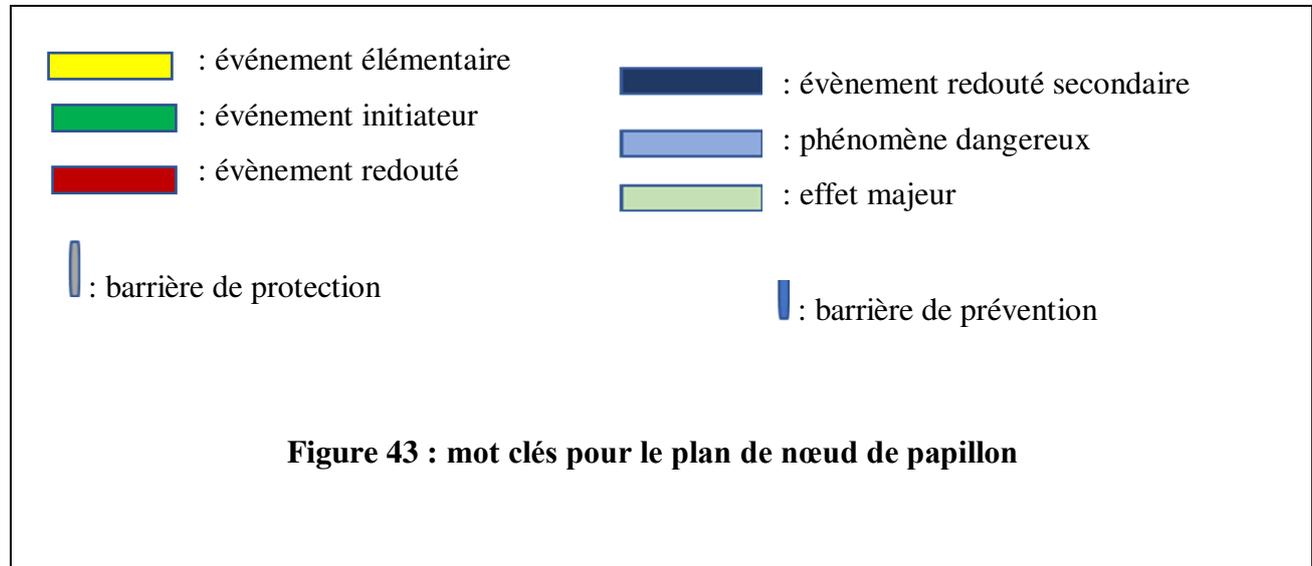
Afin de lutter contre les fuites et les déversements des bacs et d'autres éléments tels que la cuvette de rétention, sont nécessaires pour la sécurité, leur absence présente une menace réelle pour le personnel (intoxication, brûlure...) et pour l'environnement (contamination du sol, milieu aquatique, nappes phréatiques, faune et la flore...).

De plus, lorsqu'un élément mettant pour garantir la sécurité telle que la soupape d'un bac, s'ouvre sans être collectée (directement vers l'atmosphère).

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

10. Application de la méthode nœud de papillon :

Nous poursuivons, dans cette section, notre analyse par l'application de la méthode nœud de papillon pour la Rupture du bac de stockage d'ammoniac 2102-F, elle est utilisée dans le but d'identification des événements redoutés analysé par l'analyse HAZOP et APR.



Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

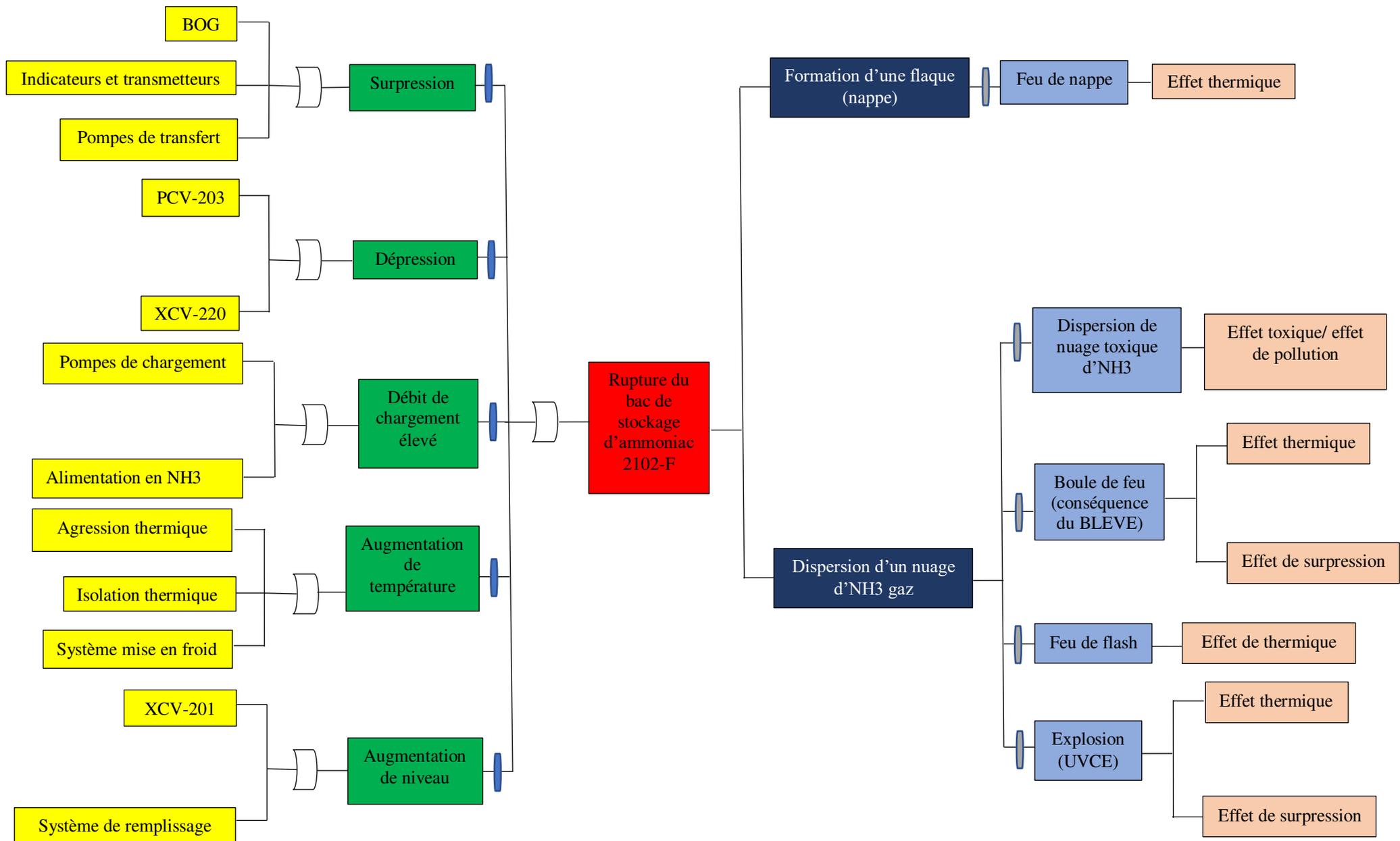


Figure 44 application du nœud de papillon

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

Tableau 29 : les barrières de prévention

Événement initiateur	Barrière de prévention
La surpression	<ul style="list-style-type: none"> - XCV 220, PXV 203 d'urgence, PCV 203 - PSV parois intérieur 001 / 004 (vers ATM), 002 /003 (vers torche) - PSV parois extérieur 007,008 (vers ATM) - PIC 203, PIC 220, PT 203, TI et TT (201 / 202), LI et LT (202 / 203) - redondance de (PI, PT, TI, TT, LI, LT) - PAH 203 et PAHH 220 - procédure opératoire de chargement - APG DE 90-245 - système de torchage (ME-02) - Procédure de transfert d'NH3 bac à bac - Procédure d'arrêt d'urgence ESD 1 - Manuel opératoire - Formation du personnel
Dépression	<ul style="list-style-type: none"> - XCV 220, PXV 203 d'urgence, PCV 203 - VSV parois intérieur 005 / 006, - VSV parois extérieur 009 / 010 - PIC 203, PIC 220, PT 203, TI et TT (201 / 202), LI et LT (202 / 203) - redondance de (PI PT TI TT LI LT) - PAL 203 et PALL 203 - (APG DE 90-245) - Procédure d'arrêt d'urgence ESD 1 - Manuel opératoire - Formation du personnel
Débit de chargement élevé	<ul style="list-style-type: none"> - XCV 220, PXV 203 d'urgence, PCV 203 -FCV 705 - PSV parois intérieur 001 / 004 (vers ATM), 002 /003 (vers torche) - PSV parois extérieur 007,008 (vers ATM) - PIC 203, PIC 220, PT 203, TI et TT (201 / 202), LI et LT (202 / 203) - redondance de (PI, PT, TI, TT, LI, LT) - PAH 203 et PAHH 220 - LS 204 - procédure opératoire de chargement - (APG DE 90-245) - système de torchage (ME-02)

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

	<ul style="list-style-type: none"> - Procédure d'arrêt d'urgence ESD 1 - soupape de sécurité PSV (220) - Procédure de transfert d'NH3 bac à bac - Manuel opératoire - Formation du personnel
Augmentation de température	<ul style="list-style-type: none"> - XCV 220, PXV 203 d'urgence, PCV 203 - PSV parois intérieur 001 / 004 (vers ATM), 002 /003 (vers torche) - PSV parois extérieur 007,008 (vers ATM) - PIC 203, PIC 220, PT 203, TI et TT (201 / 202) - redondance de (PI, PT, TI, TT) - PAH 203 et PAHH 220 - possibilité de refroidie la ligne de chargement par gravité - isolation thermique du bac et la conduite d'NH3 - procédure opératoire de chargement - APG DE 90-245 - système de torchage (ME-02) - Procédure d'arrêt d'urgence ESD 1 - Procédure de transfert d'NH3 bac à bac - Manuel opératoire - Formation du personnel
Augmentation de niveau	<ul style="list-style-type: none"> - XCV 220, PXV 203 d'urgence, PCV 203, XCV 203 - SP-207, SP-202 - PIC 203, PIC 220, PT 203, et LT (202 / 203), LTD 201 - PAH 203 et PAHH 220 - LAH 203 et LAHH 203 - LS 204 - redondance de (PI PT LI LT) - procédure opératoire de chargement - Procédure de transfert d'NH3 bac à bac - Procédure d'arrêt d'urgence ESD 1 - système de torchage (ME-02) - APG DE 90-245 - Manuel opératoire - Formation du personnel

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

Tableau 30 : les barrières de protection

Phénomène dangereux	Barrière de protection
<ul style="list-style-type: none"> - Feu de nappe - Boule de feu (conséquence du BLEVE) - Feu de flash - Explosion (UVCE) 	<ul style="list-style-type: none"> -réseau d'extinction fixe anti incendie -moyen mobiles de lutte incendie -double parois (cuvette de rétention) -extincteurs, bouches d'incendie équipées, hydrants et lances d'incendie - Réponse d'urgence des services médicaux. - Evacuation et plan de réponse d'urgence - Plan de réponse au déversement des hydrocarbures et d'échappement de gaz. - plan interne d'intervention - Equipe d'intervention de réponse au déversement entraînée.
<p>Dispersion de nuage toxique d'NH₃</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Procéder dans l'immédiat au contrôle de l'aire polluée. -double parois (cuvette de rétention) - Réponse d'urgence des services médicaux. - Evacuation et plan de réponse d'urgence - Plan de réponse au déversement des hydrocarbures et d'échappement de gaz. - plan interne d'intervention -Equipements de protection individuelle : appareils respiratoires autonomes, masques spéciaux pour l'ammoniac, lunette adéquat, gants ...

10.1. Analyse des résultats nœud papillon :

En tenant compte des moyens de prévention et de protection en place, on aura pour ces phénomènes :

Tableau 31 degré de criticité pour chaque phénomène exploité

Phénomène	Probabilité	Gravité	Criticité
Feu de nappe	2	1	G1 P2
Dispersion de nuage toxique d'NH ₃	2	1	G1 P2
Boule de feu (conséquence du BLEVE)	2	1	G1 P2
Feu de flash	1	1	G1 P1
Explosion	2	1	G1 P2

Chapitre 04 : évaluation des risques liée au nouveau bac 2102-F

Le scénario est donc redoutable et redouté, avec un niveau de risque acceptable après la mise en place des barrières de sécurité technique et organisationnelle pour réduire la probabilité et la gravité de l'événement c'est-à-dire la rupture du bac et prévenir tout risque de dispersion (la perte de confinement) de l'ammoniac a l'atmosphère.

Il est également important d'assurer un système efficace de maintenance et d'inspection des détecteurs de gaz.

11. Conclusion :

En se basant sur l'étude bibliographique, nous avons choisir de faire une évaluation des risques avec les trois méthodes APR, HAZOP et Nœud papillon. Ces études nous on permet d'identifier les paramètres causé les risques (défaillances matérielles...) et conséquence d'une manière précise (rupture, dispersion de l'Ammoniac, perte de confinement...) et proposé les barrières de prévention et protection pour garantir la sécurité du bac, le personnel et l'environnement.

**CHAPITRE 5 :
MODELISATION DES
SCENARIOS
CATASTROPHIQUES
SUR LE BAC 2102-F**

Chapitre 05 : modélisation des scénarios catastrophique sur le bac 2102-F

1. Introduction

Dans ce chapitre et Dans le cadre de notre étude la dernière étape consiste à modéliser et simuler les scénarios d'un accident majeur relatif à un bac d'ammoniac au sein de FERTIAL ARZEW. Afin d'analyser des conséquences des risques et les effets potentiels retiré des analyses faites dans le chapitre précédent.

L'évaluation des conséquences est affinée grâce à une quantification des effets lorsque cela s'avère nécessaire. Le calcul des conséquences est réalisé à l'aide du logiciel PHAST.

PHAST (process Hazard Analysis Software Tool) est un est un logiciel qui a été développé par DNV software pour évaluer les conséquences des fuites de gaz, des incendies, des explosions, de la toxicité et des autres dangers technologiques reliés à diverses industries. Il utilise les propriétés thermodynamiques issues de la banque de données DIPPR (Design Institute for Physical Properties) des produits et il détermine lui-même, en fonction des conditions de pression et de température, les caractéristiques de l'écoulement du fluide ; que ce soit un débit liquide, gazeux ou biphasique.

2. Les données de la modélisation :

2.1. Environnement socioculturel [37]

La zone industrielle d'Arzew s'étend sur quatre communes qui sont Arzew, Ain El Bya, Bethioua et Mers El Hadjadj. Ces quatre communes partagent toute la superficie de la zone située sur la bande littorale de Arzew jusqu'à Mers El Hadjadj.

Tableau 32 donnée de l'environnement socioculturel des zones avoisinant au complexe FERTIAL

Commune	Population au 31/12/2004	Superficie km ²	Densité hab/km ²	Projection population 2006	Projection population 2010	Projection population 2020
Arzew	86.950	71,90	1.209	93.684	108.756	157.916
Ain El Bya	36.700	36,15	1.015	39.695	46.437	68.738
Bethioua	16.700	108,57	154	17.341	18.697	22.569
Mers El Hadjadj	12.600	52,29	241	13.393	18.512	20.536
Total	152.950	268,91	567	164.113	192.402	269.759
Wilaya d'Oran	1.462.750	2114,00	692	1.539.943	1.718.793	2.364.213

Chapitre 05 : modélisation des scénarios catastrophique sur le bac 2102-F



Figure 45 Localisation des activités limitrophes du complexe Fertial-Arzew

Chapitre 05 : modélisation des scénarios catastrophique sur le bac 2102-F

2.2. Industries situées à proximité :

De nombreux établissements implantés dans la zone industrielle sont proches du site FERTIAL (GPL, pétroliers, etc.). La majorité d'entre eux présente des risques significatifs vis-à-vis du complexe et vice versa (voir Figure) car il s'agit d'installations classées pour la protection de l'environnement. Ces établissements peuvent présenter, de par les produits qu'ils mettent en œuvre (GPL, hydrocarbures, etc.) ou qu'ils entreposent, des risques d'incendie et d'explosion (potentiel calorifique significatif). La présence de ces entreprises peut donc aggraver le risque dans l'environnement de l'établissement.

2.3. Données météorologiques

Le climat de la zone d'étude est classé semi-aride chaud.

a) Les températures

A Arzew, la moyenne de température annuelle de 2019 est de 19,6 °C.

La saison très chaude dure 2,9 mois, du 24 juin au 20 septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 35°C. Le jour le plus chaud de l'année est le 07 juillet, avec une température moyenne maximale de 44,5 °C et minimale de 28 °C.

La saison fraîche dure 3,8 mois, du 23 novembre au 17 mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 19 °C. Le jour le plus froid de l'année est le 13 janvier, avec une température moyenne minimale de 5 °C et maximale de 16 °C.

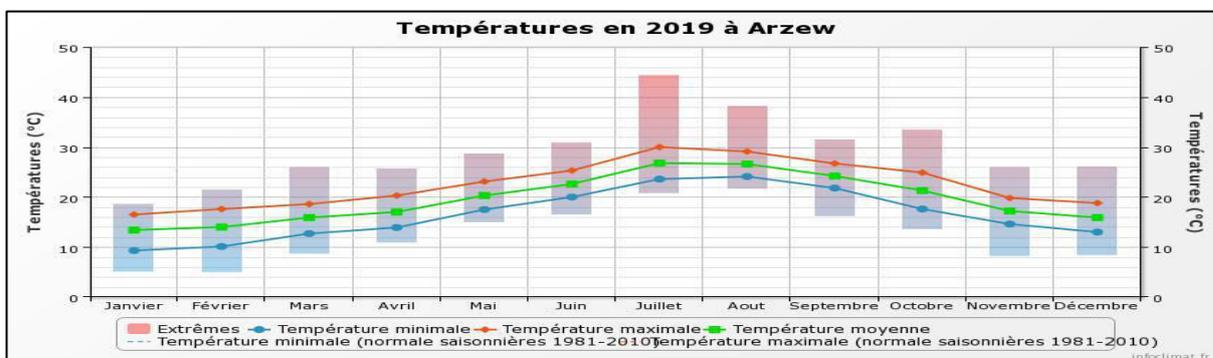


Figure 46 Histogramme des températures de l'année 2019 à Arzew

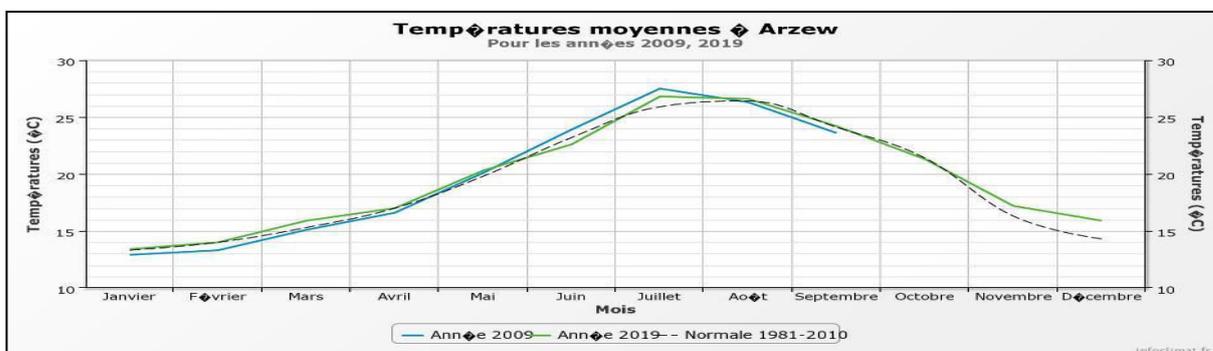


Figure 47 Variation de la température mensuelles moyennes sur Arzew entre 1981 et 2019

Chapitre 05 : modélisation des scénarios catastrophique sur le bac 2102-F

b) Les vents

Cette section traite du vecteur vent moyen horaire étendu (vitesse et direction) à 10 mètres au-dessus du sol. Le vent observé à un emplacement donné dépend fortement de la topographie locale et d'autres facteurs, et la vitesse et la direction du vent instantané varient plus que les moyennes horaires.

La vitesse horaire moyenne du vent à Arzew connaît une variation saisonnière modérée au cours de l'année.

La période la plus venteuse de l'année dure 6,5 mois, du 4 novembre au 21 mai, avec des vitesses de vent moyennes supérieures à 40,7 kilomètres par heure. Le jour le plus venteux de l'année 2019 est le 19 février, avec une vitesse moyenne du vent de 70,9 kilomètres par heure.

La période la plus calme de l'année dure 5,5 mois, du 21 mai au 4 novembre. Le jour le plus calme de l'année 2019 était le 3 août, avec une vitesse moyenne horaire du vent de 13,6 kilomètres par heure.

Deux régimes de vent dominant sont distingués :

- Le régime Nord à Nord-est, de mars à octobre, est particulièrement dominant entre juin et septembre.
- Le régime Ouest à Sud-ouest, de Septembre à mai, est particulièrement dominant entre novembre et février.

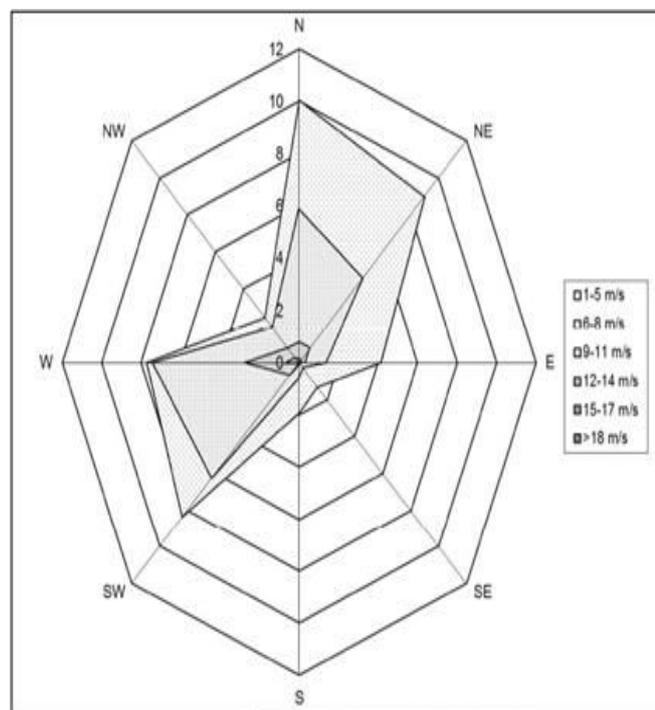


Figure 49 Rose des vents dominants et leurs vitesses à Arzew

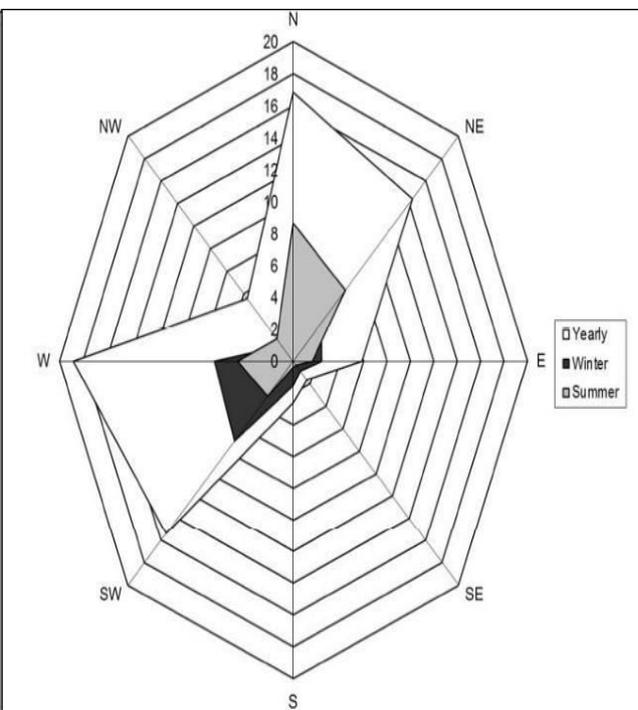


Figure 48 Direction des vents dominants dans les différentes saisons de l'année à Arzew

Chapitre 05 : modélisation des scénarios catastrophique sur le bac 2102-F

c) L'humidité :

Etant donné que la zone d'étude se situe sur les côtes méditerranéennes, le taux d'humidité est élevé toute l'année, le moyen de varie entre 57% et 80%.

La distribution des résultats de l'humidité relative moyenne de la zone d'étude montre que la valeur maximale d'humidité de l'air est obtenue au mois de juillet. La valeur minimale est enregistrée en Décembre. Le reste de l'année les valeurs moyennes de l'humidité restent élevée. La stabilité atmosphérique :

Tableau 33 Taux d'humidité à Arzew-Oran entre 2009 et 2018

%	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Moyenne
Janvier	79.6	81.1	79.3	70	67	77	81.6	77	73	71	75.66
Février	70.2	77.4	74	70	77.6	74.6	67	69.3	74.6	74.1	72.88
Mars	72.5	66.7	73.5	69	62.6	70	73.3	66	61	68	68.29
Avril	72.3	63.2	66.3	88	75.3	72	65.6	72.3	67	67	70.9
Mai	70	63.6	63.3	63.3	54.3	62.3	66.3	64.3	62	68.3	63.77
Juin	69.3	69	60.6	67.3	69.6	72	72.6	71	70.9	68.6	69.09
Juillet	73	77.3	70	81.2	72.2	68.4	73.5	73	73.9	70.1	80.61
Aout	73	76.3	75.1	70.9	74.1	69.9	73.6	70	70	73.1	72.6
Septembre	71	75.2	71.3	69.7	71	67.9	73	71.1	72.6	69.9	71.27
Octobre	75	66	69	56	71	79	77	73	80	67	71.3
Novembre	66	62.2	60.9	65	58.6	58	66	69.1	58.3	69	63.3
Décembre	54.9	53.1	50	50	50.9	66	64.3	62.9	60	57.9	57

2.4. La stabilité atmosphérique :

La stabilité atmosphérique est souvent décrite à l'aide des classes de stabilité de Pasquill. On distingue 6 classes :

- Classe A : « très instable »
- Classe B : « instable »
- Classe C : « légèrement instable »
- Classe D : « neutre »
- Classe E : « stable »
- Classe F : « très stable »

Il existe cependant d'autres systèmes de classification comme celle de Doury qui ne définit que deux classes : les classes de diffusion normale (DN) qui regroupent les classes A à D de Pasquill et les classes de diffusion faible (DF) qui regroupent les classes E et F de Pasquill.

Chapitre 05 : modélisation des scénarios catastrophique sur le bac 2102-F

De plus certaines conditions de stabilité ne sont pas compatibles avec certaines vitesses de vent. Le tableau qui suit donne un exemple de la compatibilité des classes de stabilité de Pasquill avec certaines conditions météorologiques.

Tableau 34 Exemple de la compatibilité des classes de stabilité atmosphériques

Vitesse du vent à 10m [m/s]	Jour (diurne)			Nuit (nocturne)	
	Rayonnement solaire incident			Selon une couverture Nuageuse	
	Fort	Modéré	Faible	Entre 4/8 et 7/8	< 3/8
<2	A	A-B	B	F	F
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

Les données météorologiques utilisées dans cette étude sont basées sur les données climatologiques de la zone d'Arzew :

Tableau 35 Condition météorologique de la modalisation d'accident majeur

Condition	Vitesse de vent (m/s)	Direction du vent	Stabilité de l'air	Humidité (%)	Température (c°)
Jour	5	NNE	D	70	25
Nuit	3	NNE	F	70	15

2.5. Seuil de référence pour les effets :

Les valeurs seuils d'effets retenues sont celles de l'arrêté ministériel français 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 des ICPE soumises à autorisation.

a) Thermiques

Nous utiliserons les seuils thermiques suivants pour quantifier et mesurer les effets d'un accident majeur sur l'homme et les effets dominos possibles sur les structures.

Sur l'homme :

Tableau 36 Seuil thermique des effets sur l'homme

Seuils thermique	Effets
3 kW/m ²	Seuil des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine
5 kW/m ²	Seuil des premiers effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine
8 kW/m ²	Seuil des effets létaux significatifs Correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine

Chapitre 05 : modélisation des scénarios catastrophique sur le bac 2102-F

Pour la structure :

Tableau 37 Seuil thermique des effets sur les structures

Seuils thermique	Effets
5 kW/m ²	Seuil des destructions de vitres significatives
8 kW/m ²	Seuil des effets domino et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures
16 kW/m ²	Seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton
20 kW/m ²	Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton
200 kW/m ²	Seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes.

b) Surpression

Nous utiliserons les seuils thermiques suivants pour quantifier et discuter des effets d'un accident majeur sur l'homme et les effets dominos possibles sur les bâtiments :

Pour l'homme :

Tableau 38 Seuil de surpression des effets sur l'homme

Seuils de surpression	Effets
20 mbar	Seuils des effets irréversibles correspondant à la zone des effets indirects par bris de vitres et de glaces sur l'homme
50 mbar	Seuils des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine
140 mbar	Seuil des premiers effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine
200 mbar	Seuil des effets létaux significatifs correspondant à la zone des dangers très Graves pour la vie humaine

Pour la structure :

Tableau 39 Seuil de surpression des effets sur les structures

Seuils de surpression	Effets
20 mbar	Seuil des destructions significatives de vitres
50 mbar	Seuil des dégâts légers sur les structures
140 mbar	Seuil des dégâts graves sur les structures
200 mbar	Seuil des effets domino
300 mbar	Seuil des dégâts très graves sur les structures

Chapitre 05 : modélisation des scénarios catastrophique sur le bac 2102-F

3. Rapport de synthèse des conséquences :

Scénario : Rupture du bac de stockage d'ammoniac 2102-F de capacité de 32000 tonnes rempli à 80 % au sein du complexe FERTIAL ARZEW

3.1. Pool vaporisation :

Tableau 40 la vaporisation de la nappe après l'épandage de l'ammoniac dans la cuvette de rétention

5D	3F
- Le taux de vaporisation maximale de la nappe a atteint 12190,80 (kg/s) dans un temp estimé à 1524,08 (s) second	- Le taux de vaporisation maximale de la nappe a atteint 10531,14 (kg/s) dans un temp estimé à 1828,85 (s) second
- le rayon maximal de la nappe est de 1147,29 (m)	- le rayon maximal de la nappe est de 1199,53 (m)
- le temps que met la nappe a s'évaporer totalement est de 3600,72 (s).	- le temps que met la nappe a s'évaporer totalement est de 3600,72 (s).

Pool Vaporisation Rate vs Time

Catastrophic rupture

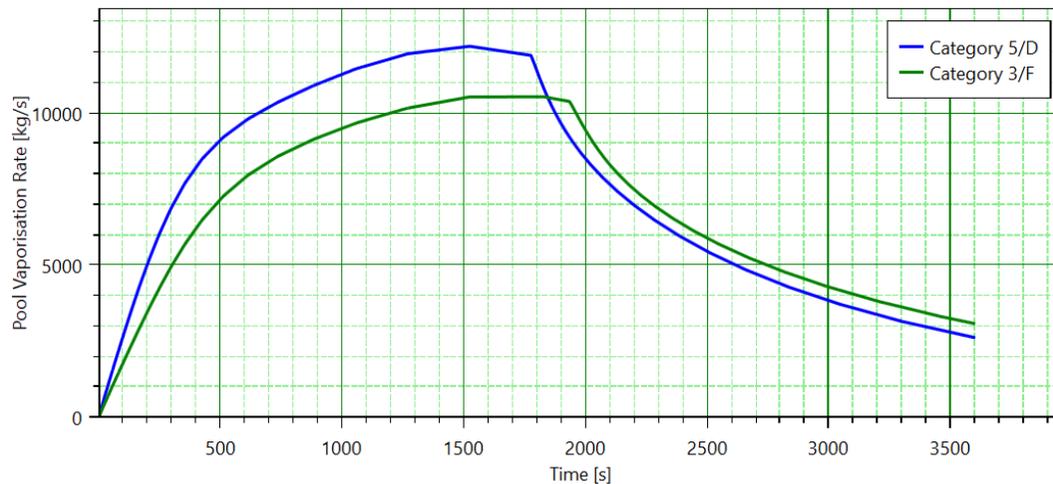


Figure 50 Le taux de vaporisation de la nappe en fonction de temp

Pool Radius vs Time

Catastrophic rupture

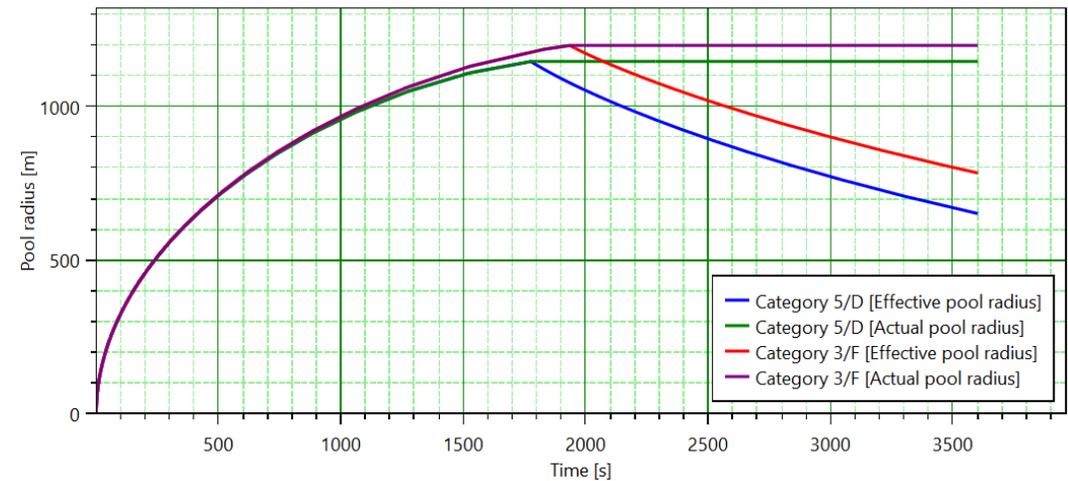


Figure 51 Le rayon de la nappe vaporisé

Chapitre 05 : modélisation des scénarios catastrophique sur le bac 2102-F

3.2. La dispersion d'un nuage de gaz

Tableau 41 la distance et concentration de gaz dispersé

5D	3F
- la concentration maximale de dispersion du gaz est de 500241,62 (ppm) à une distance de 70,36 (m)	- la concentration maximale de dispersion du gaz est de 434410,66 (ppm) à une distance de 76,57 (m)
- la dispersion de nuage de gaz atteint 22933,07 (m) au maximum comme la figure montre	- la dispersion de nuage de gaz atteint 30938,07 (m) au maximum

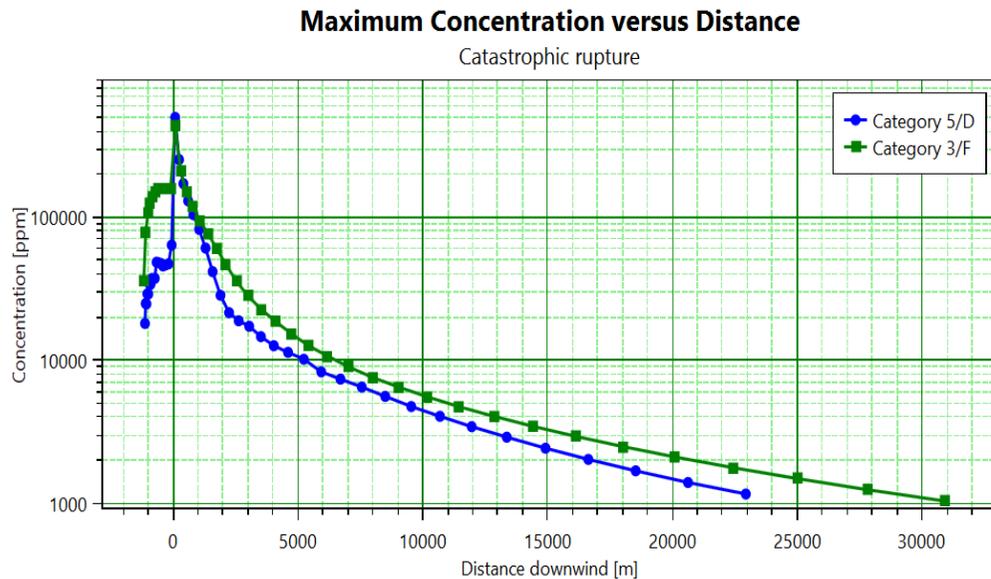


Figure 52 Concentration maximale en fonction de la distance



Figure 53 La distance maximale que le nuage de gaz peut atteindre

Chapitre 05 : modélisation des scénarios catastrophique sur le bac 2102-F

3.3. La toxicité

Tableau 42 dose et distance de gaz toxique

5D	3F
<ul style="list-style-type: none"> - la dose maximale de nuage toxique de l'ammoniac est de $9,56512 \cdot 10^{10}$ (ppm/min) à une distance de 190,088 (m) avec une probabilité de décès de 90 (%) - probabilité de décès déminue a 50 (%) a une distance de 5512,55(m) - le nuage toxique de l'ammoniac a atteint 17298(m) au maximum et plusieurs zones sont touché avec une probabilité de décès différente selon la distance et la durée d'exposé comme la figure montre 	<ul style="list-style-type: none"> - la dose maximale de nuage toxique de l'ammoniac est de $9,57628 \cdot 10^{11}$ (ppm/min) à une distance de 270,426 (m) avec une probabilité de décès de 100 (%) - probabilité de décès déminue a 50 (%) a une distance de 8924,06 (m) - le nuage toxique de l'ammoniac a atteint 25149,6 (m) au maximum et plusieurs zones sont touché avec une probabilité de décès différente selon la distance et la durée d'exposé comme la figure montre

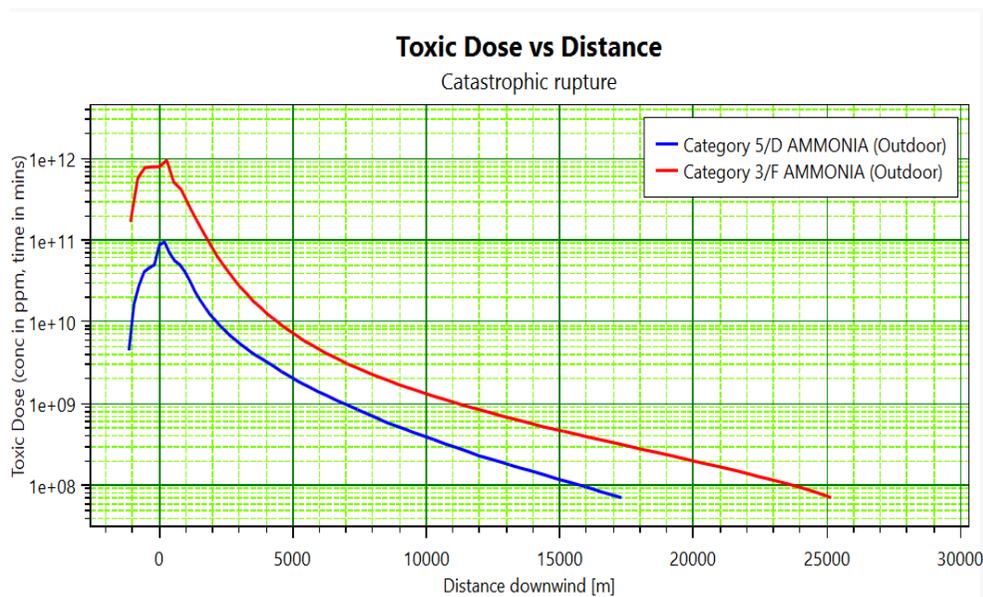


Figure 54 La dose toxique de l'ammoniac en fonction de la distance

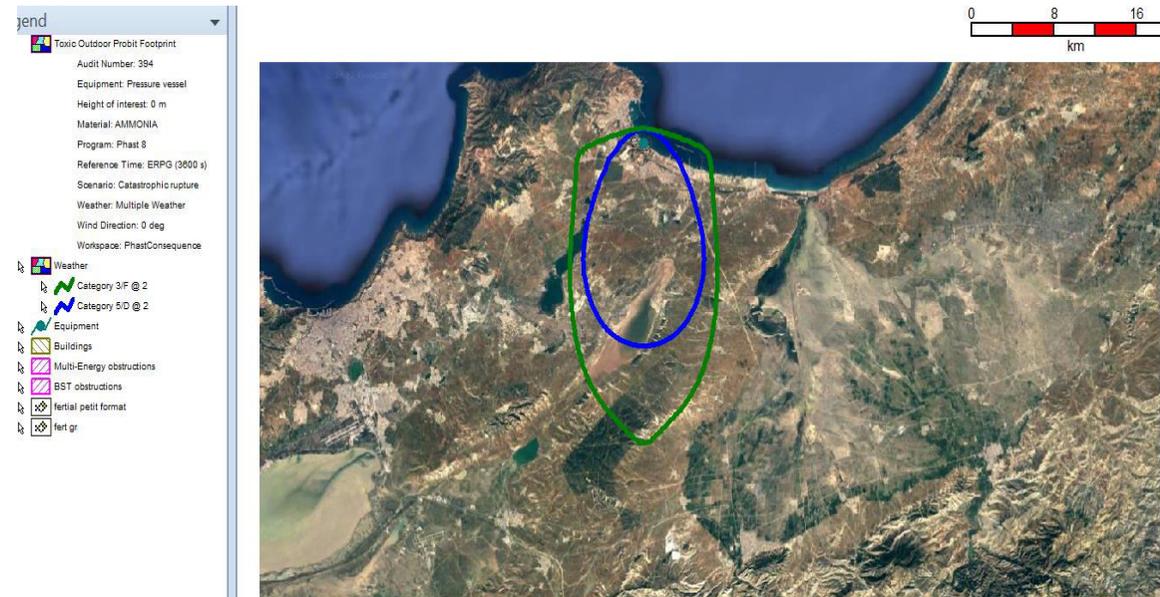


Figure 55 L'empreinte de nuage toxique

Chapitre 05 : modélisation des scénarios catastrophique sur le bac 2102-F

3.4. Fireball (boule de feu, conséquence du BLEVE) :

Tableau 43 puissance et distance de boule de feu

5D	3F
<p>-La puissance d'émission de flammes maximal a atteint 95,6506 (kW/m²) sur une distance de 21,16(m) et une durée estimée à 5,61259 (s) avec un rayon maximal de 144,03 (m)</p> <p>- la distance maximal de la boule de feu a atteint 497,647 (m) sur une hauteur de 432,091 (m) dans le ciel.</p> <p>-la boule de feu dure 16,8378 (m)</p> <p>-en distingue 3 zones de radiation thermiques :</p> <p>- une zone bleue de radiation thermique (4 kW/m²) a une distance de 497,647 (m) elle englobe presque la totalité du complexe FERTIAL ARZEW avec une probabilité de décès estimé entre 6,21698.10⁻⁰⁶ et 0 (%)</p> <p>- Une zone verte de radiation thermique (12,5 kW/m²) a une distance de 275,499 (m) qui touche le bac de stockage d'ammoniac 2101-F à proximité avec une probabilité de décès estimé entre 6,21698.10⁻⁰⁶ et 0,2 (%)</p> <p>- Une zone rouge de radiation thermique (37,5 kW/m²) sur une distance de de 128,254 (m) avec une probabilité de décès estimé entre 0,2 et 0,99 (%) selon la distance</p>	<p>-La puissance d'émission de flammes maximal a atteint 95,6506 (kW/m²) sur une distance de 21,16(m) et une durée estimée à 5,61259 (s) avec un rayon maximal de 144,03 (m)</p> <p>- la distance maximal de la boule de feu a atteint 518,489 (m) sur une hauteur de 432,091 (m) dans le ciel.</p> <p>-la boule de feu dure 16,8378 (m)</p> <p>-en distingue 3 zones de radiation thermiques :</p> <p>- une zone jaune de radiation thermique (4 kW/m²) a une distance de 518,489 (m) elle englobe presque la totalité du complexe FERTIAL ARZEW avec une probabilité de décès estimé entre 6,47161.10⁻⁰⁶ et 0 (%)</p> <p>- Une zone beige de radiation thermique (12,5 kW/m²) a une distance de 287,686 (m) qui touche le bac de stockage d'ammoniac 2101-F à proximité avec une probabilité de décès estimé entre 6,47161.10⁻⁰⁶ et 0,17 (%)</p> <p>- Une zone bleu clair de radiation thermique (37,5 kW/m²) sur une distance de de 134,315 (m) avec une probabilité de décès estimé entre 0,17 et 0,99 (%) selon la distance</p>

Chapitre 05 : modélisation des scénarios catastrophique sur le bac 2102-F

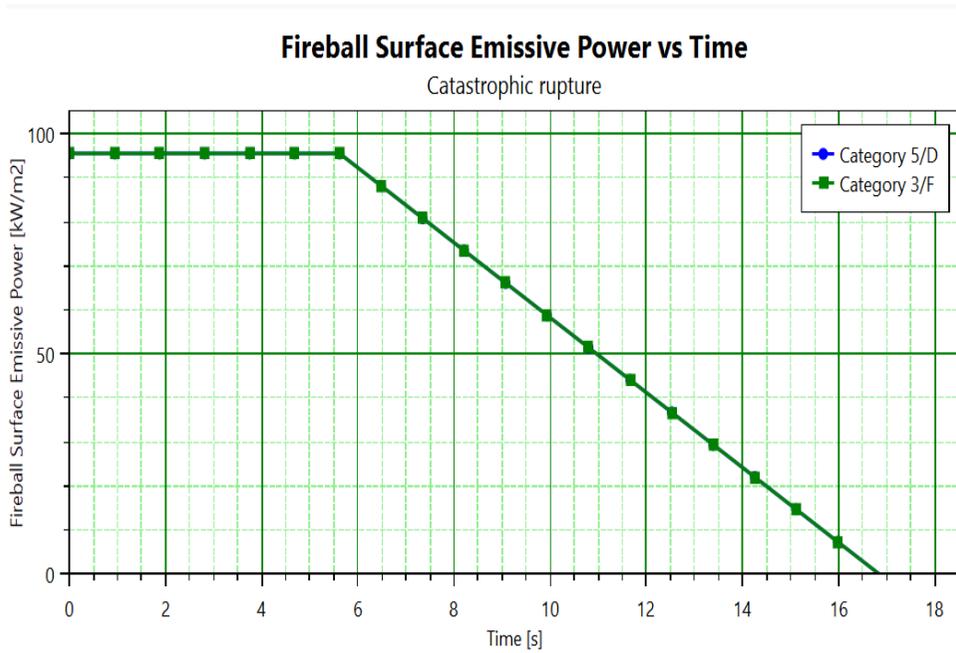


Figure 57 Les radiations thermiques dégager par la boule de feu en fonction de temp

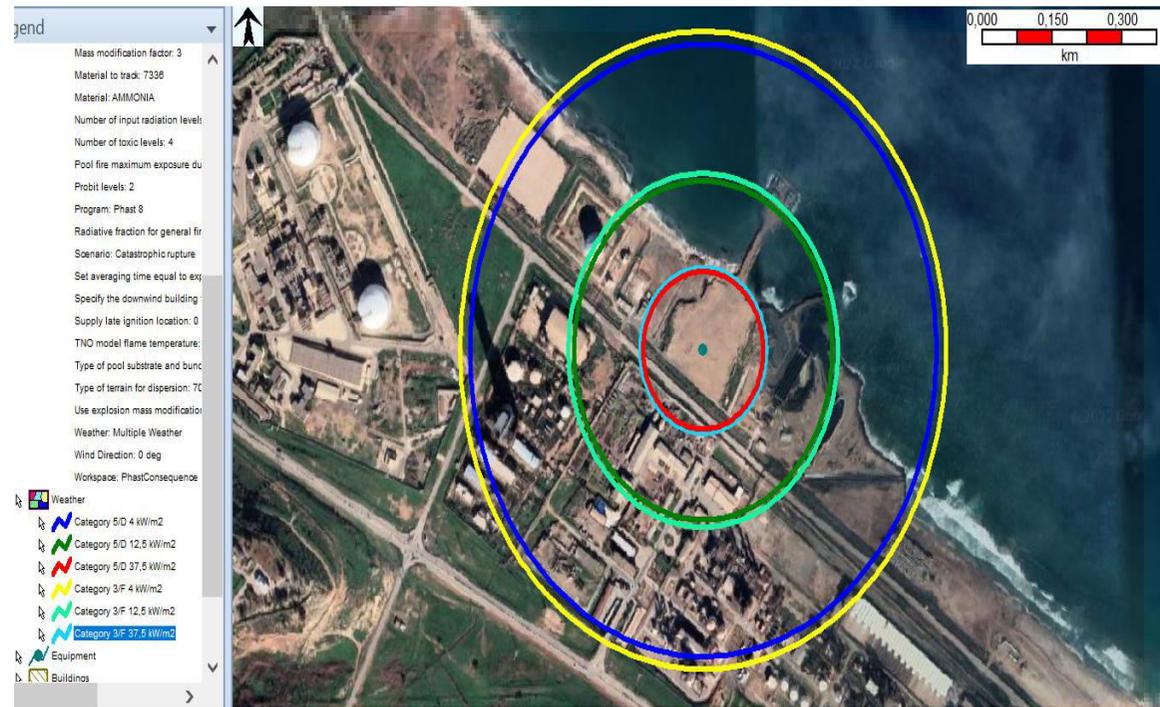


Figure 56 Les effets de la boule de feu (vue satellite)

Chapitre 05 : modélisation des scénarios catastrophique sur le bac 2102-F

3.5. Late Pool fire (Feu de nappe) :

Tableau 44 distance et longueur de feu de nappe

5D	3F
<ul style="list-style-type: none"> - le feu de nappe s'étend sur une zone de 2294,59 (m) - la longueur des flammes de feu de nappe atteint 272,076 (m) - en distingue une zone bleue de radiations thermiques (4 kW/m^2) a une distance de 1843,76(m) qui affecte le complexe GP2Z, RTO, LIND GAZ, Institut Algérien du Pétrole. 	<ul style="list-style-type: none"> - le feu de nappe s'étend sur une zone de 2399,06 (m) - la longueur des flammes de feu de nappe atteint 274,204 (m) - en distingue une zone mauve de radiations thermiques (4 kW/m^2) a une distance de 1948,74(m) qui affecte le complexe GP2Z, RTO, LIND GAZ, Institut Algérien du Pétrole.

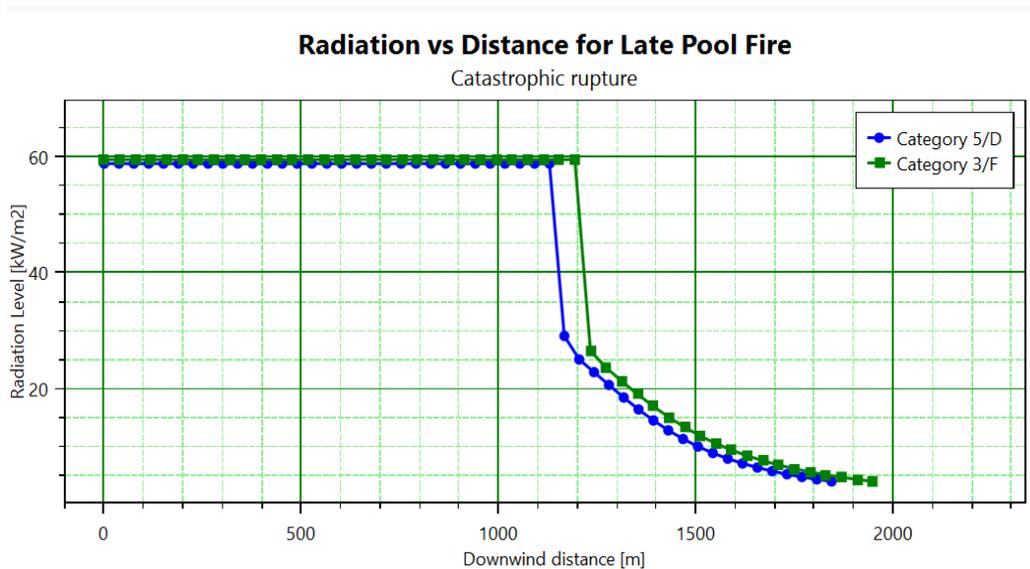


Figure 58 Les radiations thermiques de feu de nappe en fonction de la distance



Chapitre 05 : modélisation des scénarios catastrophique sur le bac 2102-F

3.6. Flash fire (feu de flash) :

Tableau 45 Limites inferieur et supérieure d'explosivité

5D	3F
<ul style="list-style-type: none"> - le cercle bleu représente la limite supérieure d'explosivité (LSE) d'ammoniac qui s'étend à une distance de 443,406(m) - le cercle jaune représente la limite inferieur d'explosivité (LIE) d'ammoniac qui s'étend à une distance de 1048,24 (m) du point de rupture du bac, la zone de danger englobe le complexe GP2Z, une partie de RTO (probabilité des effets dominos) 	<ul style="list-style-type: none"> - le cercle rouge représente la limite supérieure d'explosivité (LSE) d'ammoniac qui s'étend à une distance de 469,884 (m) - le cercle mauve représente la limite inferieur d'explosivité (LIE) d'ammoniac qui s'étend à une distance de 1323,37 (m) du point de rupture du bac, la zone de danger englobe le complexe GP2Z, LIND GAZ, une partie de RTO (probabilité des effets dominos)

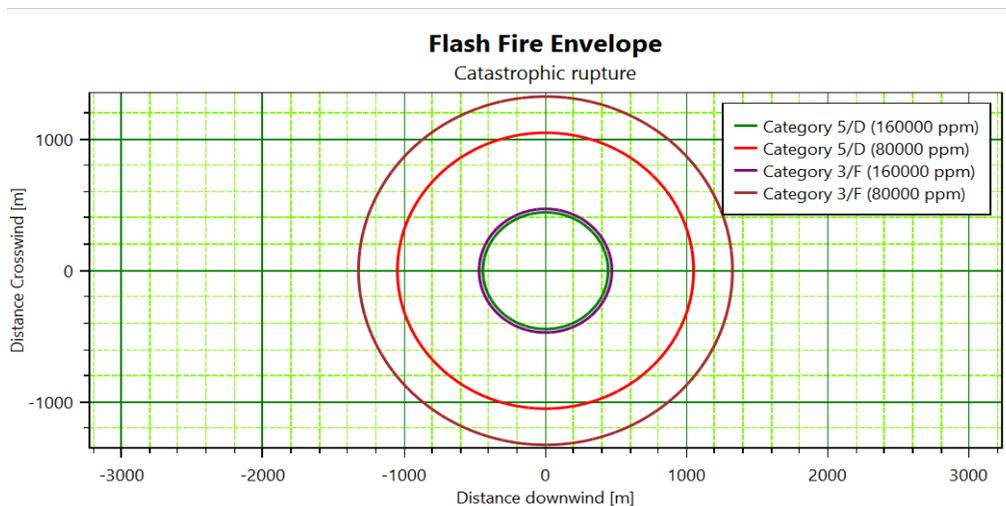


Figure 60 Rayon de feu de flash



Figure 61 Feu de flash (vue satellite)

Chapitre 05 : modélisation des scénarios catastrophique sur le bac 2102-F

3.7. Explosion :

Tableau 46 radiation de pression

5D	3F
<ul style="list-style-type: none"> - selon le graphe l'onde maximal de la surpression atteint 19,70 (bar) a une distance de 258,08(m) - en distingue 3 zones de seuil de surpression : - une onde de 0,02068 (bar) en bleu qui atteint une distance de 1405,15 (m), la zone de danger touché par les effets de surpression englobe le complexe GP2Z, LIND GAZ, une partie de RTO (probabilité des effets dominos) - une onde de 0,1379 (bar) en vert qui atteint une distance de 550,698 (m) - une onde de 0,2068 (bar) en rouge qui atteint une distance de 533,007 (m) 	<ul style="list-style-type: none"> - selon le graphe l'onde maximal de la surpression atteint 19,70 (bar) a une distance de 1273,97(m) - en distingue 3 zones de seuil de surpression : - une onde de 0,02068 (bar) en jaune qui atteint une distance de 1687,15 (m), la zone de danger touché par les effets de surpression englobe le complexe GP2Z, LIND GAZ, une partie de RTO (probabilité des effets dominos) - une onde de 0,1379 (bar) en gris qui atteint une distance de 1359,13 (m) - une onde de 0,2068 (bar) en beige qui atteint une distance de 1339,33 (m)

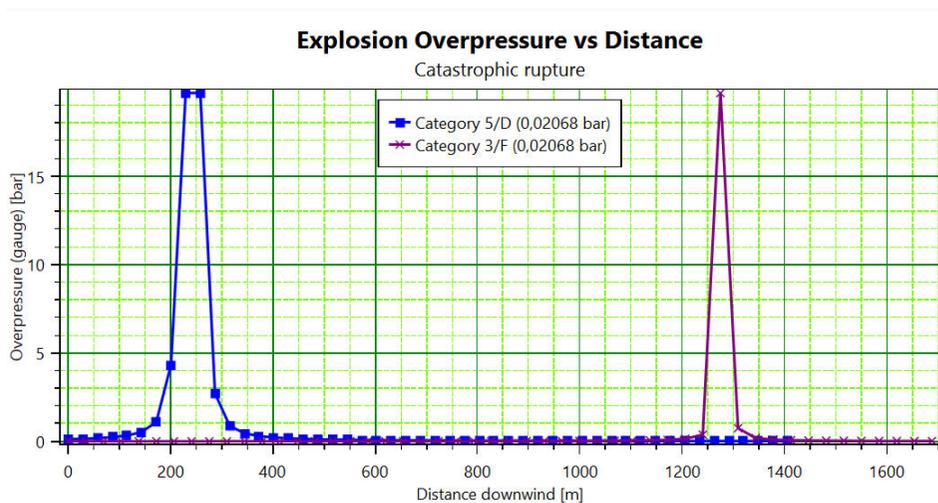


Figure 62 La surpression du a l'explosion en fonction de la distance



Figure 63 Les seuils des effets d'explosion (UVCE)

Chapitre 05 : modélisation des scénarios catastrophique sur le bac 2102-F

4. Conclusion

Après ces résultats obtenir par le logiciel PHAST concernant la modélisation d'un scenario d'accident majeur (rupture du bac de stockage d'ammoniac 2102-F de FERTIAL ARZEW) et les conséquences engendrées par l'accident en a constaté que le risque qui a le plus grand impact :

- La concentration maximale de dispersion du gaz dans le jour est de 500241,62 (ppm) à une distance de 70,36 (m) et dans la nuit est de 434410,66 (ppm) à une distance de 76,57 (m)
- La dispersion de nuage de gaz atteint 22933,07 (m) au maximum pendant le jour et 30938,07 (m) dans la nuit.
- Le nuage toxique de l'ammoniac a atteint 17298(m) au maximum pendant le jour et 25149,6 (m) pendant la nuit. IL peut toucher plusieurs zones avec une probabilité de décès différente selon la distance et la durée d'exposé.

L'annexe A présent les consignes de sécurité adoptée par le complexe FERTIAL afin de protéger leurs salaries et installations.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

L'Algérie est concernée par les risques industriels. En effet la concentration de sa population se situe sur la frange côtière la plus vulnérable et la plus

Industrialisée.

Cette étude s'est intéressée à l'analyse des risques générés par la zone de stockage (bac 2102-F) de l'ammoniac liquide En profitant de retours d'expérience des accidents produits (rupture, perte de confinement...) dans des installations similaires à celle de l'usine FERTIAL d'Arzew.

En effet, un accident doit être restitué dans son contexte et en particulier son contexte technologique. La plupart de ces accidents de réservoir aurait pu être évitée si l'art dans la conception, la construction, l'entretien et l'exploitation a été pratiqué et les exigences de système de la sécurité a été mis en œuvre et exécuté.

L'analyse de risques d'accidents majeurs s'inscrit dans un cadre plus large de gestion des risques. Sa réalisation permet de connaître les accidents potentiels associés à l'implantation ou la présence d'une installation.

La connaissance des conséquences et les risques pour les populations, l'environnement et les territoires environnants contribue à une meilleure gestion de ceux-ci par leur réduction, la mise en place de mesures de sécurité et d'atténuation, la mise sur pied d'une planification des mesures d'urgence et d'un programme de gestion de risques adapté à la nature des accidents potentiels majeurs identifiés.

Gérer les risques d'une installation vise à identifier, analyser et réduire au maximum le risque ou à le maintenir dans ces limites acceptables. Donc, la gestion des risques est essentielle dans la réussite des entreprises en termes de protection des personnes, des biens et de l'environnement et même son image de qualité.

Le travail présenté dans ce mémoire s'articule sur deux parties principales :

La première partie est consacrée à l'étude bibliographique, elle contient trois chapitres.

Dans le premier chapitre nous mettons l'accent sur la gestion des risques et ainsi que des généralités sur les méthodes d'analyse des risques applicable dans le domaine d'évaluation des risques. Avec une brève présentation du cadre législative pour mieux mettre en évidence le travail vis à vis la réglementation et les normes.

Le deuxième chapitre est dédié à la présentation du complexe FERTIAL qui a fait l'objet de notre étude d'une manière générale et des généralités sur l'Ammoniac d'une manière particulière. Le troisième chapitre un aperçu sur le stockage de l'ammoniac ce qui facilite le recensement des données et donné une vision générale sur l'ampleur des dégâts relatifs à la difficulté de stockage d'ammoniac qui peuvent nous aidée dans l'analyse de risque.

La deuxième partie pratique est présentée dans le quatrième et cinquième chapitre, elle est relative à l'analyse de l'accidentologie et retour d'expérience avec une étude par l'analyse préliminaire des risques qui peuvent être présentée dans le bac de stockage de l'ammoniac 2102-F. Nous constatons que l'explosion du bac de stockage et la propagation d'un nuage de vapeur toxique et inflammable représentent un niveau de risque plus élevé. Ensuite une l'analyse par la méthode HAZOP a été effectué qui nous a montré que :

Conclusion générale

- Les paramètres clés (température, débit, pression, niveau) possèdent un risque de nature technique dont l'enchaînement peut conduire à des événements non souhaités.
- Les dérives des paramètres retenus ont pour causes possibles des défaillances matérielles, des erreurs opératoires, des agressions externes ou encore des changements des conditions atmosphériques.
- Les conséquences résultantes peuvent influencer sur la sécurité du bac de stockage d'ammoniac ou les autres installations, peuvent également conduire à un phénomène dangereux tel que la rupture du bac, incendie et voir même une explosion due à une déviation des paramètres de stockage (élévation de la température ou de la pression).

Puis une analyse par nœud de papillon est élaborée pour les scénarios d'accident lie au nouveau bac de stockage afin de mettre en place les barrières de sécurité de prévention et de protection et l'évaluation de leurs performances. Enfin une modélisation d'un scénario catastrophique (rupture du bac de stockage 2102-F) par le logiciel PHAST qui nous a permis de simuler l'impact et les conséquences de ces évènements redoutes.

De ce contexte, il ressort clairement de la présente étude des dangers que si, malgré tout, des accidents sont susceptibles de se produire sur le bac de stockage. Les mesures mises en place, tant en termes de prévention, de détection et de limitation des conséquences, permettent d'assurer un niveau de maîtrise des risques qui correspond aux standards internationaux (reposant à la fois sur la probabilité d'occurrence et sur la gravité des conséquences) vis-à-vis de l'activité exploitant pour les installations.

Enfin, et malgré les difficultés de terrain rencontrées, nous pouvons dire que notre étude a été menée à bien, elle nous a offert une expérience très riche en informations dans divers domaines et nous a forcé à déployer un effort vraiment considérable pour finaliser ce travail.

Bibliographie

Bibliographie

- [1] ISO, 1999.
- [2] OHSAS18001, 1999.
- [3] Griot et Ayrat, 2002.
- [4] Villemeur, 1988.
- [5] Griot et Ayrat, 2002.
- [6] ISO, CEI Guide 73, 2002.
- [7] CHNINA.S, Analyse des risques, Paris: Centre de Lorraine INRS, 2012.
- [8] HSE Five steps to risk assessment. HSE Books, INDG 1 63(rev2).
- [9] DEBRAY.B & CHAUMETTE.S & DESCOURIERE.S & TROMMETER.V , 2006, Méthodes d'analyse des risques générés par une installation industrielle éd., rapport d'étude.N°INERIS-DRA-2006-P46055-CL47569.
- [10] CEI 300-3-9, 1995.
- [11] Méthodes d'analyse des risques générés par une installation industrielle, INERIS - DRA - 2006-P46055-CL47569 : Ω 7.
- [12] AMEUR.S, Etude des risques liés au bac souterrain du complexe GNL4Z, Thèse de magistère. Université d'Oran, 2009.
- [13] AMEUR.S, Etude des risques liés au bac souterrain du complexe GNL4Z, Thèse de magistère. Université d'Oran, 2009.
- [14] PIERRE PERILHON, ANDRE LAURENT membres du réseau ARI, quatorzièmes entretiens jacques cartier, colloque, Risques industriels et risques urbains : vers une même approche ?, lyon, france, 3 et 4 décembre.
- [15] Etude de danger Fertial usine d'Arzew, 2016.
- [16] S. TOUATI, 2006.
- [17] «Fertial, les Fertilisants d'Algérie,» [En ligne]. Available: <https://www.fertial-dz.com/outil.html>.
- [18] «Fertial, les Fertilisants d'Algérie,» [En ligne]. Available: <https://www.fertial-dz.com/outil.html>.
- [19] Etude de danger Fertial usine d'Arzew.
- [20] Procédure de gestion des risques Fertial/Arzew, 2015.
- [21] Etude de danger Fertial usine d'Arzew, 2016.
- [22] Etude de danger Fertial usine d'Arzew, 2016.
- [23] Référentiels, normes et guides de bonnes pratiques pour le stockage, le chargement et le déchargement de l'ammoniac rapport final N° DRA-10-102957-01613B, INERIS, 22/06/2010.
- [24] Technologie des parcs de stockage et terminaux, Département Génie des Transports U.M.Constantine Master 1 TDH S2, 2019-2020.
- [25] «l'IRMa Institut des Risques Majeurs,» [En ligne]. Available: <https://www.mementodumaire.net/risques-technologiques/rt-1-risque-industriel/>.
- [26] «CADREMPLOI,» [En ligne]. Available: <https://www.cadremploi.fr/editorial/conseils/conseils-carriere/comment-le-retour-dexperience-peut-il-ameliorer-votre-management>.
- [27] Fertial/Arzew, Procédure de gestion des risques.

Bibliographie

- [28] ARIA N° 717.
- [29] ARIA n°5421.
- [30] ARIA n°29517.
- [31] ARIA N° 717.
- [32] INERIS – DRA – 2006-P46055-CL47569 : Ω 7 : Méthodes d’analyse des risques générés par une installation industrielle.
- [33] Formation SF6 la Méthode HAZOP.
- [34] (Knowlton, Ellis, 1992), a Manual of Hazard & Operability Studies: The Creative Identification of Deviations and Disturbances, Chemetics, Vancouver, BC, Canada, 1992).
- [35] Reference procédure HAZOP FERTIAL ARZEW.
- [36] INERIS – DRA – 2006-P46055-CL47569 : Ω 7 : Méthodes d’analyse des risques générés par une installation industrielle.
- [37] Source DPAT (Direction de la Planification et de l’Aménagement du Territoire de la wilaya d’Oran).

Annexe 01

1. Consignes de sécurité générales de FERTIAL ARZEW :

A. Personnel sans mission assignée :

Tout le personnel de l'usine sans mission spécifique assignée dans ce Plan suit les procédures liées aux niveaux d'urgences déclenchés.

Dans le cas où il se trouve sur le lieu de l'incident ou en zone d'évacuation lorsqu'il est informé de la situation d'urgence, il s'éloigne du lieu affecté par l'urgence, abandonne son travail en laissant en situation sur le lieu dans lequel il se trouve et se rassemble au point de rassemblement prévu.

B. Personnel sous-traitant, visiteurs, personnel en stage, etc :

Lorsqu'il est informé de l'état d'urgence, ce personnel externe à l'usine doit :

- Eviter de paniquer
- Déconnecter toutes les machines avec moteur électrique ou à explosion qui sont utilisées et fermer les bouteilles de gaz.
- Abandonner le travail de manière ordonnée.
- Laisser son véhicule dans une situation sûre et hors de zones de passage.
- Aller à pied au point de rassemblement le plus proche.
- Se soumettre aux ordres du chef de la zone et ce en s'identifiant.

2. Consignes d'évacuation :

Depuis chaque point de l'usine, ont été établies des routes d'évacuation accessibles et sûres. Jusqu'aux points de rassemblements, de manière à garantir le décompte du personnel présent dans les installations en cas d'urgence.

A. Situations d'évacuation :

Le Directeur des Operations Internes (DOI) en fonction du Niveau de l'Urgence et des conditions de chaque cas concret, sera chargé de décréter l'évacuation en la communiquant au Chef de poste de commandement opérationnel (PCO). L'Equipe d'Evacuation évacuera la Zone en suivant la route jusqu'au lieu indiqué par le DOI ou Chef de PC Opérationnel. Cependant, les Contrôleurs de Rassemblement, si les circonstances l'exigent, pourront ordonner l'évacuation de ce personnel en informant de ce fait le Chef de l'Intervention ou son remplaçant.

B. Points de rassemblements

Ils sont prévus à plusieurs endroits des points de rassemblement dans des zones sûres dépendant des vents dominants. Le point de rassemblement principal situé juste à la sortie de l'usine constitue l'emplacement principal pour toutes les personnes qui se trouvent sur le site.

Annexes

C. Avertissement d'évacuation

Les diverses situations d'évacuation du personnel, définies antérieurement, sont communiquées par téléphone, talkies walkies ou par haut-parleurs.

Les avertissements d'évacuation incluront, selon la procédure, des indications sûres :

- La zone à évacuer.
- La route d'évacuation à utiliser. Le Point de Rassemblement.
- L'information supplémentaire nécessaire.

D. Actions en situation d'évacuation :

L'ordre d'évacuation lors d'une urgence sera réalisé par le DOI, qui déterminera les actions nécessaires pour procéder au déplacement du personnel, ainsi que par l'Equipe d'Evacuation, qui la mettra en œuvre. La procédure d'action pendant l'évacuation est la suivante :

1. Laisser ce que vous êtes en train de faire surtout s'il n'est pas indispensable dans les tâches d'évacuation.
2. Abandonner de manière ordonnée le bâtiment ou l'unité. Si la route d'évacuation est bloquée par le feu, utiliser les moyens d'extinction d'incendies pour ouvrir une voie échappatoire.
3. Si on soupçonne qu'une certaine personne a été bloquée dans le bâtiment ou dans l'unité affectée, le notifier immédiatement à l'Equipe d'Evacuation ou le Contrôleur de rassemblement.
4. S'adresser aux lieux de concentration prévus.
5. Indépendamment de ce qui indiqué précédemment, le personnel à évacuer suivra les indications formulées par l'Equipe d'Evacuation pendant l'urgence.
6. Le Contrôleur de Rassemblement vérifiera la présence du personnel sous sa responsabilité, en informant de toute anomalie le Coordinateur du Trafic et du Rassemblement qui en informera le DOI. L'Equipe d'Evacuation vérifiera la présence du personnel sous sa responsabilité, en informant de toute anomalie le Chef d'Evacuation qui en informera le DOI.

Selon le plan d'évacuation de FERTIAL ARZEW :

- Les points de rassemblement sont marqués par la couleur vert
- Le point principal est marqué par la couleur rouge

Annexes

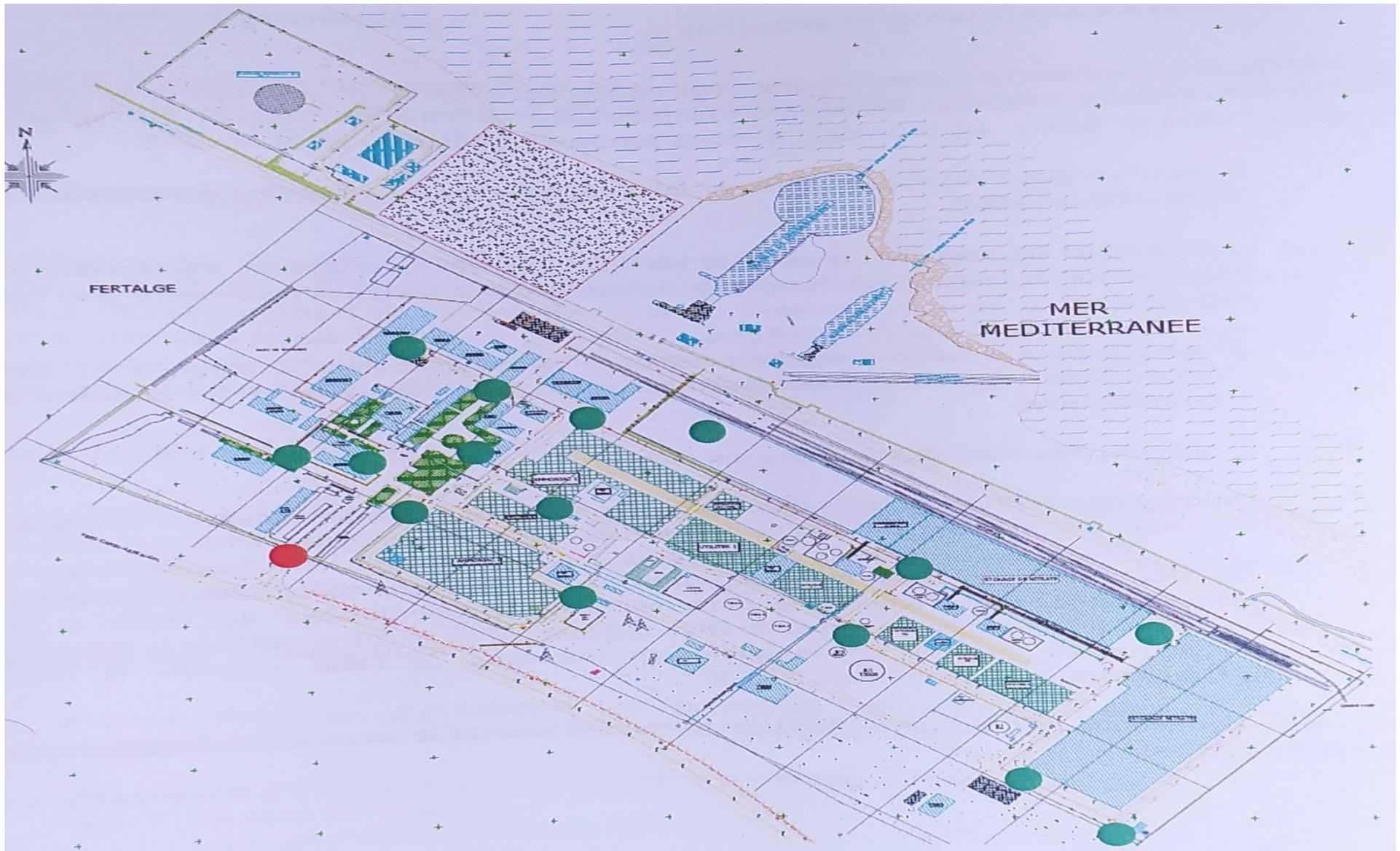


Figure 1 Les Point de Rassemblement et les chemins d'évacuation

Annexes

3. Procédure d'alertes :

4.1. Procédure d'alarmes et d'alertes des personnels de l'établissement :

Tableau 1 situation d'urgence et plans d'action de FERTIAL ARZEW

Cause d'accident		Activation		Action à prendre				
		Par	depuis	Signal sonore sur site	Equipe intervention	PCO	PDOI	Personnel non impliqué sur site
Alarme	Alarme process en salle de contrôle	-	-	Non	-	-	-	-
Petite urgence (1)	Témoin visuel d'un incident ou incident imminent	Chef de quart	SDC	Non	-	Chef de quart de la zone concernée et avisé	-	Reste son poste. Est informé oralement s'il est dans la zone
Urgence partielle (2)	Demande chef PCO car urgence requiert la mobilisation de l'équipe de 2 ^{ème} intervention	Chef PCO	SDC	1 minute —————	1 ^{ère} et 2 ^{ème} intervention vers la SDC	Se réunit / prévenir le DOI	Se réunit si juger nécessaire par le DOI	Reste à son poste. Le sécurisé et se tient prêt à évacué le site.
Urgence générale (3)	Demande chef PCO car urgence requiert la mobilisation de l'ensemble des l'équipes d'intervention ainsi que l'aide extérieur	Chef PCO	SDC	1 minute -----	1 ^{ère} et 2 ^{ème} intervention + appui : se dirige vers la SDC	Se réunit / prévenir le DOI	Se réunit	Se dirige vers le point de rassemblement
Fin incident	- Fuite stoppée -HC récupérés -feu contrôlé		SDC	3 coups ---	Démobilisation équipes d'intervention	Démobilisation du PCO	Démobilisation du PDOI	Retour aux postes de travail

Annexes

4.2. Procédure d'alertes des services publics de secours

En cas de dépassement des moyens d'intervention de l'établissement, le DOI fait appel aux services publics de secours. Le centre de coordination opérationnel de la Protection Civile doit être alerté par un numéro d'urgence 14 ou par une ligne directe, non par une ligne spécialisée.

- Personnels chargés de l'alerte : Poste de Direction des Opérations Internes (PDOI), Coordinateur de communication 2
- Destinataires :
 - Protection civile : 14
 - Gendarmerie nationale d'Arzew
 - Service de Santé - FIR

L'avertissement d'un accident grave et la demande d'aide extérieure doivent être réalisés avec la plus grande promptitude, verbalement par téléphone et par fax.

Dès le déclenchement du PII, et même si aucune aide externe n'est requise, le PDOI se doit d'en informer la Protection Civile locale ou le Ministère de l'Industrie et de l'Environnement.

4.3. Procédure d'alertes des établissements signataires d'une convention d'aide mutuelle

Le Poste de Direction des Opérations Internes (PDOI) est chargé de l'alerte. Dans le cas où une urgence de Niveau 2 ou 3 se produit, le DOI a l'obligation d'avertir les installations qui forment part du Plan de Assistance Mutuelle de la zone industriel d'Arzew pour qu'il se maintienne en état d'alerte. Pour tout incident. L'Unité doit aviser le Centre de Coordination des Opérations CCO/FIR. Différentes actions peuvent être demandées au CCO en fonction de l'importance de l'incident :

- L'Appel de l'Unité vers la FIR peut se limiter à donner « l'Alerte », Dans ce cas, la FIR (Force d'Intervention de Réserve) se mobilise et suit l'évolution de la situation.
- L'Appel de l'Unité peut-être une demande de secours FIR. Dans ce cas, la FIR dépêche les secours appropriés.
- L'Unité sinistrée sollicite la mise en œuvre du PAM, FIR déclenche, coordonne le PAM et mobilise le PCT (Poste de Commandement Tactique).

Données à transmettre lors de l'appel : Ici l'entreprise Fertial d'Arzew,

- La nature et l'ampleur de l'incident.
- Le lieu de l'incident,
- L'heure de l'incident.

4.4. Procédure d'information des autorités locales :

En cas d'accident industriel, et même si aucune aide externe n'est requise, le PDOI se doit d'en informer les autorités locales.

- Destinataires :

Annexes

- Le Wali
- Le Président de l'APC du lieu d'implantation o Le Directeur de Wilaya chargé de l'Industrie
- Le Directeur de Wilaya de l'Environnement
- Le Directeur de Wilaya du secteur concerné

Données à transmettre lors de l'appel :

- Zone sinistrée
- Nature et ampleur du sinistre
- Nombre de blessés recensés
- Origine du sinistre (où, quand et comment)
- Produits en cause
- Impact sur la population et l'environnement
- Maitrise du risque
- Renforts demandés
- Conseil de prudence à divulguer

4.5. Procédure d'information des populations et des établissements voisins :

Le Chef d'établissement veille à ce que la fonction communication soit assurée. Le PDOI est responsable des communications avec l'extérieur.

- Données à transmettre lors de l'appel :

- Zone sinistrée
- Adresse du site
- Nature du sinistre
- Origine du Sinistre (où, quand et comment)
- Produits en cause
- Impact sur la population et l'environnement
- Maitrise du risque
- Conseil de prudence

Par exemple, dans le cas où une urgence se produit impliquant l'activation du Plan d'Intervention du Port d'Arzew, il faudra communiquer l'urgence aux Autorités Portuaires du Port d'Arzew.