



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**

## MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

**Filière :** Sécurité Industrielle

**Spécialité :** Sécurité prévention/intervention

### Thème

La gestion des risques par l'application de la méthode AMDEC au processus de fabrication de nitrate d'ammonium et au leur stockage.

Présenté et soutenu publiquement par :

Mr. Aboubakr MIMOUNI

et

Mr. Ahmed Younes NASRI

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Mme.TALBI Zahera	.....	Univ d'Oran 2/IMSI	Présidente
Mr. LALAOUI Mohamed El amine	.....	Univ d'Oran 2/IMSI	Encadreur
Mr.NADJI Amine	.....	Univ d'Oran 2/IMSI	Examineur

Année 2020/2021

# *Remerciements*

Nous remercions avant tout ALLAH le tout puissant d'avoir nous donner le courage, la volonté et la patience de mener à terme le présent travail.

Nous remercions également nos familles pour les sacrifices qu'elles ont faits pour que nous terminions nos études.

On exprime notre admiration à notre directeur de thèse Mr. LALAOUI Mohamed El amine chef de département de sécurité à l'IMSI qui a accepté de diriger ce travail et de nous accompagner durant celui-ci. Leurs conseils, leur expérience et leur disponibilité ont été précieux pour cette aventure.

Nous remercions aussi tous les enseignants du département de sécurité de l'IMSI.

On profite encore de ces quelques lignes de liberté pour remercier les responsables de l'unité nitrate d'ammonium de Fertial/Arzew ; Mr HADJADJ Mohamed, Mr BOUNACEUR Omar et Mr BENDEROVICH Bachir pour nous avoir transmis leur savoir, leur expérience et leur passion tout au long de notre pratique.

Nous remercions les membres de la direction QHSE Fertial/Arzew.

Notre gratitude va ensuite à nos deux rapporteurs, Mr NADJI Amine et Mme TALBI Zahera pour avoir accepté de faire partie du jury de cette thèse.

Enfin, nos remerciements à tous nos amis, nos collègues qui nous ont soutenu et encouragé pour la réalisation de cet humble mémoire.

# *Dédicace*

Quel beau et difficile moment à la fois dans la rédaction de la thèse en écrivant « les remerciements », les sentiments sont inexprimables en pensant à toutes les personnes qui ont fait ce voyage avec nous depuis le début de la thèse. Ces remerciements représentent les derniers instants de rédaction de cette thèse. Cet exercice de composition n'en demeure pas moins complexe par crainte d'omettre des personnes. Cette étude n'aurait pu être menée à bien et à terme sans celles-ci et leurs précieuses aides.

Je dédie cette thèse à ma chère mère Fatima, Source inépuisable de tendresse, de patience et de sacrifice, ta prière et ta Bénédiction m'ont été d'un grand secours tout au long de ma vie. À mon très cher père Laid, tu es le meilleur, tu as été et tu seras toujours un exemple pour moi par tes qualités humaines, ta persévérance et perfectionnisme. à ma toute ma famille pour son soutien ; Mansour Nour Elhouda, Anas, Mohamed Islam, mes frères, mes sœurs, aucun remerciement ne saurait exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour eux.

J'adresse un remerciement tout particulier à mes collègues au travail, et surtout les ingénieurs de la direction QHSE fertial/Arzew.

Un grand merci également à mes amis qui parfois sans qu'ils le sachent ont embelli mes jours de recherches par leur présence, et qui m'ont incité à continuer.

Viennent maintenant les remerciements à celle que je ne pourrai jamais remercier par des mots ; Mme M. Zahia, merci, tu as partagé avec moi les meilleurs moments de ma vie, les plus difficiles aussi, ta présence durant mon cursus de l'ingénierat à l'université de Batna la période allant du 2006 à 2011 ne m'a procuré que le courage et la confiance.

Et pour conclure ces remerciements, merci à ma grande famille et à tous mes proches, ainsi qu'à toutes les personnes que je n'ai pas pu citer.

*Aboubakr mimouni*

# *Dédicace*

Je dédie ce mémoire

A mon cher père décédé NASRI AEK que dieu lui fasse miséricorde.

Et à ma chère mère BENSALD HOURIA la femme en fer pour son amour inestimable, ces sacrifices, sa confiance, son soutien et toutes les valeurs qu'elle a su m'inculquer ainsi Mohamed et Abd El Krim mes deux frères pour leur tendresse, leur complicité et leur présence.

Sans oublié aussi tous mes amis pour les bons moments partager ensemble

Un merci aussi pour tous mes profs du primaire jusqu'à mes fin d'études.

Et pour conclure je remercie toute ma famille et mes proches. Merci à tous que je n'ai pas pu citer.

*Ahmed Younes NASRI*

# Table des matières

Remerciements.....	01
Dédicaces.....	02
Résumé.....	10
Index des figures.....	12
Liste des tableaux.....	14
Liste des abréviations.....	15
Introduction générale.....	16
Introduction générale .....	16
1. Introduction .....	19
2. Le risque : concepts généraux.....	19
2.1. Notion de danger .....	19
2.2. Notion de risque.....	19
2.3. Notion de risque majeur .....	21
2.4. Notion de dommage [ISO/CEI Guide 51 :2014] .....	21
2.5. Notion de détonation.....	21
2.6. Notion d'événement dangereux [ISO/CEI Guide 51 :2014] .....	22
2.7. Notion de situation dangereuse [ISO/CEI Guide 51 :2014] .....	22
2.8. Notion de prévention intrinsèque [ISO/CEI Guide 51 :2014] .....	22
2.9. Notion d'accident Selon OHSAS 18001 .....	22
2.10. Notion de traumatismes et pathologies.....	22
2.11. Notion de sécurité.....	22
2.12. Source de risque [ISO 31000 :2018] .....	22
2.13. Événement [ISO 31000 :2018].....	22
2.14. Conséquence [ISO 31000 :2018] .....	23
2.15. Vraisemblance [ISO 31000 :2018] .....	23
2.16. Probabilité Guide ISO 73 :2009 .....	23
2.17. La fréquence Guide ISO 73 :2009 .....	23
2.18. Classification des risques.....	24
2.19. Gestion des risques .....	24
2.20. Appréciation du risque [ISO/CEI Guide 51 :2014] .....	26
2.21. Identification des risques Guide ISO 73 :2009.....	26
2.22. Analyse des risques .....	26
2.23. Méthodes d'analyse des risques .....	27

2.23.1.	« What if ».....	27
2.23.2.	« HAZOP » .....	27
2.23.3.	Ishikawa .....	27
2.23.4.	Safety audit .....	28
2.23.5.	Nœud papillon .....	28
2.23.6.	Arbre de défaillance .....	29
2.23.7.	APR : Analyse préliminaire de risques. ....	29
2.23.8.	AMDEC : Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité .....	29
2.24.	Évaluation des risques.....	30
2.25.	Réduction du risque .....	30
2.26.	Traitement des risques ISO 73 :2009 Processus de modification du risque .....	30
2.27.	Partage des risques ISO 73 :2009 .....	31
2.28.	Moyen de maîtrise [ISO 31000 :2018].....	31
2.29.	Acceptabilité et critères d'acceptabilité du risque .....	32
2.29.1.	Notion l'acceptabilité du risque .....	32
2.29.3.	Risque acceptable .....	32
2.29.3.	Critères d'acceptabilité du risque .....	33
2.30.	Critères d'acceptabilité et Objectifs de sécurité.....	33
2.30.1.	Critère de Chauncey Starr .....	34
2.30.2.	Critère de Farmer .....	35
2.31.	Méthodes d'évaluation de la criticité.....	35
2.31.1.	Évaluation Qualitative .....	36
2.31.2.	Évaluation Semi-Quantitative .....	37
2.31.3.	Évaluation Quantitative.....	38
2.31.3.1.	Indice du risque.....	39
2.31.3.2.	Mesure du risque individuel.....	39
2.31.3.3.	Mesure du risque sociétal .....	39
2.32.	Matrice de criticité : état de l'art .....	39
2.32.1.	Présentation de la matrice de criticité .....	39
2.32.2.	Exemples de matrices de criticité.....	40
2.32.2.1.	Matrice de criticité utilisée par le groupe pétrolier Total-Fina-Elf.....	40
2.32.2.2.	Matrice de criticité utilisée par groupe pharmaceutique Aventis .....	41
2.32.2.3.	Matrice de criticité utilisée par Ferial .....	41
2.32.2.4.	Matrice de criticité utilisée par le HSE.....	42

3.	Conclusion.....	44
1.	Introduction .....	45
2.	Identification de l'établissement.....	45
2.1.	Coordonnées du site d'exploitation .....	46
2.2.	Coordonnées du siège social en Algérie .....	46
2.3.	Historique du complexe .....	51
2.4.	Les installations.....	52
3.	Classification de l'entreprise .....	53
4.	L'environnement de l'établissement.....	54
4.1.	Emplacement géographique .....	54
4.2.	Industries situées à proximité .....	55
4.3.	Voies de circulation intérieures.....	57
4.4.	Voies de circulations extérieures .....	57
4.5.	Données météorologiques.....	58
5.	Description générale des installations .....	59
5.1.	Unité de de production NH3 .....	59
5.2.	Unité de production d'acide nitrique .....	60
5.3.	Unité de production du nitrate d'ammonium .....	60
5.4.	Unité ammoniac I (NH3) – U 10I .....	61
5.4.1.	Description générale de l'unité .....	61
5.4.2.	Stockage de l'unité.....	64
5.5.	Unité ammoniac II (NH3).....	64
5.5.1.	Description générale de l'unité .....	64
5.5.2.	Stockage de l'unité.....	67
5.6.	Unité de fabrication d'acide nitrique .....	67
5.6.1.	Description générale de l'Unité.....	67
5.7.	Unité de production de nitrate d'ammonium .....	68
5.7.1.	Description générale de l'unité .....	68
5.8.	Unité de pompage eau de mer .....	69
5.8.1.	Description générale de l'unité .....	69
5.9.	Unité d'électrochloration .....	69
5.10.	Les utilités .....	71
6.	Organisation de Fertial en termes de sécurité .....	72
6.1.	Système de gestion HSE .....	72

6.2.	Politique de gestion de la sécurité .....	72
7.	Conclusion.....	74
<b>CHAPITRE 3</b> .....		<b>75</b>
1.	Introduction .....	75
2.	L'approche suivie.....	75
3.	La méthode d'analyse utilisée .....	75
3.1.	AMDEC.....	76
3.2.	Pourquoi AMDEC.....	76
3.3.	Historique de la méthode AMDEC .....	76
3.4.	Types d'AMDEC et définitions .....	77
3.4.1.	AMDEC Produit .....	77
3.4.2.	AMDEC Procédé (process) :.....	77
3.4.3.	AMDEC Moyen de production :.....	77
3.5.	Définition d'un mode de défaillance, d'une cause de défaillance et de l'effet de cette défaillance	77
3.6.	Methodologie d'AMDEC.....	78
3.6.1.	Constitution d'un groupe de travail .....	80
3.6.2.	Evaluation des modes de défaillance potentielle .....	80
3.6.3.	Evaluation des défaillances et calcul de criticité .....	81
3.6.4.	Hiérarchisation de la criticité .....	82
3.7.	La cotation utilisée .....	82
3.8.	Avantage et inconvénients de la méthode .....	84
3.8.1.	La satisfaction du client : .....	84
3.8.2.	Le pilotage de l'amélioration continue : .....	84
3.8.3.	La réduction de coûts : .....	84
3.8.4.	L'optimisation de contrôles : .....	85
3.8.5.	L'élimination des causes de défaillances : .....	85
3.8.6.	Coûts souvent élevés au début de l'application.....	85
3.8.7.	Ne permet pas parfois de prendre en compte la combinaison de plusieurs défaillances. ...	85
3.8.8.	Parfois difficile à animer car regroupant des responsables de secteurs qui ont souvent du mal à respecter les séances de travail. ....	85
3.8.9.	Nécessité de Brainstorming .....	85
4.	Description de l'unité de production de nitrate d'ammonium NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> .....	85
4.1.	Evaporation de l'ammoniac .....	86
4.2.	Neutralisation.....	86



4.3.	Evaporation.....	86
4.4.	Concentration et granulation .....	87
4.5.	Refroidissement et Préparation du Produit fini.....	87
4.6.	Evaporation de l'Ammoniac et Conditionnement de l'Air .....	88
4.7.	Lavage de l'Air de Refroidissement .....	88
4.8.	Stockage.....	88
5.	Retour d'expérience d'accidents/incidents .....	91
5.1.	Répartition des accidents/incidents site Fertial en fonction de leur origine .....	91
5.2.	Répartition des accidents/incidents site Fertial en fonction des équipements concernés ...	91
6.	Scénario de décomposition de nitrate d'ammonium.....	92
6.1.	L'auto échauffement .....	93
6.2.	La décomposition thermique simple : .....	93
6.3.	La décomposition thermique auto-entretenu (DAE) :.....	93
6.4.	La détonation : .....	94
6.4.1.	Exemple de détonation de NA « l'explosion de la West Fertilizer Company ».....	95
7.	Probabilité d'occurrence de l'événement de décomposition.....	97
7.1.	Phénomène de détonation des engrais ammonitrates.....	97
7.2.	Phénomène de décomposition des engrais ammonitrates .....	97
8.	Réglementation applicable au NA.....	98
8.1.	Réglementation algérienne .....	98
8.2.	Directives SEVESO .....	99
9.	Analyse et synthèse des résultats.....	99
10.	Recommandations .....	111
11.	Conclusion .....	111
<b>CHAPITRE 4.....</b>		<b>112</b>
1.	Introduction.....	112
2.	Identification et évaluation des risques d'accidents majeurs à Fertial/Arzew .....	112
3.	Contrôle des opérations et de l'exploitation .....	114
3.1.	Gestion des modifications .....	115
3.2.	Gestion des situations d'urgence .....	115
3.3.	Surveillance des performances .....	115
3.3.1.	Investigations d'incidents et d'accidents .....	115
3.3.2.	Accidentologie et retour d'expérience.....	116
4.	Principales mesures de prévention / protection .....	116

4.1.	Prévention des atmosphères explosibles.....	116
4.2.	Prévention du risque d'ignition .....	116
4.3.	Prévention des erreurs humaines .....	117
5.	Principes de mise en sécurité des installations .....	117
5.1.	Mesures spécifiques aux équipements sous pression.....	118
5.2.	Moyens d'intervention .....	118
5.2.1.	Moyens de détection et d'alerte.....	118
5.2.2.	Moyens fixe de lutte anti incendie.....	118
5.2.3.	Moyens mobiles de lutte anti incendie .....	121
5.2.4.	Organisation des secours .....	121
6.	Contrôle pour le stockage de produit fini .....	121
7.	Points faibles constatés .....	124
8.	Conclusion .....	125
	<b>Conclusion générale</b> .....	<b>126</b>
	<b>Références bibliographique</b> .....	<b>128</b>

## Résumé

Le procédé fabrication de nitrate d'ammonium rencontre de temps à autres des problèmes qui pénalisent leurs fonctionnements et limitent leurs fiabilités par conséquent provoque des accidents chez l'exploitant et même chez le client.

Le présent travail porte essentiellement sur l'analyse de l'ensemble des dysfonctionnements qui peuvent nuire à la bonne qualité de produit, par conséquent engendrent des risques. Durant notre stage pratique nous avons effectué une analyse des risques pour chaque section de production à savoir : la neutralisation, granulation, le refroidissement et le stockage, les résultats de l'analyse ont été présentés et discutés.

Par la suite, nous avons appliqué la méthode AMDEC sur les différents dépassements par rapport aux spécifications ou les paramètres de production de nitrate d'ammonium, ce qui permet de comprendre les causes racines, puis trouver des solutions adéquates (plan d'actions) pour y remédier. Ainsi, nous avons généralisé cette méthode sur l'ensemble des sections de l'unité jusqu'au stockage de produit fini. Pour finir, nous avons proposé des solutions qui peuvent aider à réduire la criticité ou la gravité qui conduit à des scénarios indésirables

### Mots clés :

Modes de défaillances, AMDEC

## ملخص

تواجه عملية تصنيع نترات الأمونيوم من وقت لآخر مشاكل تعيق عملياتها وتحد من موثوقيتها، مما يتسبب في وقوع حوادث للمشغل وحتى للعملاء.

يركز هذا العمل على تحليل جميع الأعطال التي يمكن أن تؤثر على جودة المنتج الجيدة، وبالتالي تولد مخاطر. خلال فترة تدريبنا العملي، أجرينا تحليلاً للمخاطر لكل قسم من أقسام الإنتاج وهي: المعايرة، التحبيب، التبريد والتخزين، تم عرض نتائج التحليل ومناقشته

قمنا بعد ذلك على تطبيق ت.أ.ن.خ على التجاوزات المختلفة مقارنة بالموصفات أو معلمات إنتاج نترات الأمونيوم، مما يجعل من الممكن فهم الأسباب الجذرية، ثم إيجاد الحلول المناسبة (خطة العمل) للمعالجة. وبالتالي، فقد قمنا بتعميم هذه الطريقة على جميع أقسام الوحدة حتى تخزين المنتج النهائي. أخيراً، اقترحنا حلولاً يمكن أن تساعد في تقليل الأهمية أو الخطورة التي تؤدي إلى سيناريوهات غير مرغوب فيها

## Abstract

From time to time, the ammonium nitrate manufacturing process encounters problems which penalize their operations and limit their reliability, therefore causing accidents for the operator and even for the customer.

This work focuses on the analysis of all the malfunctions that can affect good product quality, and therefore generate risks. During our practical internship we carried out a risk analysis for each production section namely: neutralization, granulation, cooling and storage, the results of the analysis were presented and discussed.

Subsequently, we applied the AMDEC method on the various exceedances compared to the specifications or the production parameters of ammonium nitrate, which makes it possible to understand the root causes, then to find adequate solutions (action plan) for remediate. Thus, we have generalized this method over all the sections of the unit up to the storage of the finished product. Finally, we have proposed solutions that can help reduce the criticality or severity that leads to unwanted scenarios. Keywords: Failure modes, FMEA.

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Caractérisation du risque.....	21
<b>Figure 2</b> : Processus de gestion du risque.....	25
<b>Figure 3</b> : Processus de management de risque issu de la norme ISO31000.....	26
<b>Figure 4</b> : Nœud papillon.....	28
<b>Figure 5</b> : Exemple d'un arbre de défaillance.....	29
<b>Figure 6</b> : Principe ALARP.....	32
<b>Figure 7</b> : Critère de Farmer.....	35
<b>Figure 8</b> : Graphe de risque IEC61511.....	37
<b>Figure 9</b> : Matrice de risque utilisée par Total-Fina-Elf.....	40
<b>Figure 10</b> : Matrice de risque de l'usine Fertial/Arzew.....	42
<b>Figure 11</b> : Grille de criticité du HSE.....	42
<b>Figure 12</b> : Complexe Fertial/Arzew.....	45
<b>Figure 13</b> : Localisation de la ville d'Arzew- Région de L'Oranie.....	46
<b>Figure 14</b> : Localisation géographique de Fertial/Arzew sur Google Earth.....	46
<b>Figure 15</b> : Vue aérienne du site Fertial/Arzew.....	47
<b>Figure 16</b> : Organigramme général du complexe Fertial- Arzew.....	50
<b>Figure 17</b> : L'organisation de la structure « Sécurité industrielle/Intervention.....	51
<b>Figure 18</b> : Localisation des activités limitrophes du complexe Fertial-Arzew.....	55
<b>Figure 19</b> : Voies de circulation extérieures à Fertial/Arzew.....	58
<b>Figure 20</b> : Rose des vents dominants et leurs vitesses à Arzew.....	59
<b>Figure 21</b> : L'arrivée du Gaz naturel de RTO vers unités ammoniac I et II.....	62
<b>Figure 22</b> : Schéma du procédé de fabrication de l'ammoniac « CHEMICO ».....	63
<b>Figure 23</b> : Unité ammoniac II.....	65
<b>Figure 24</b> : Procédé de fabrication d'ammoniac « KELLOG ».....	66
<b>Figure 25</b> : Unité d'électrochloration.....	70
<b>Figure 26</b> : Politique SST de l'entreprise Fertial.....	73
<b>Figure 27</b> : AMDEC Procédé.....	77
<b>Figure 28</b> : La démarche AMDEC.....	79
<b>Figure 29</b> : Enchaînement logique d'une cause à ces effets.....	80
<b>Figure 30</b> : Critères de cotation.....	83
<b>Figure 31</b> : Grille de criticité utilisée.....	84
<b>Figure 32</b> : Nitrate d'ammonium (Produit fini Fertial/Arzew) .....	86

<b>Figure 33</b> : Procédé de fabrication NA.....	91
<b>Figure 34</b> : Scénario de décomposition thermique simple.....	94
<b>Figure 35</b> : Scénario de Décomposition thermique Auto-Entretenu.....	94
<b>Figure 36</b> : Scénario de détonation.....	94
<b>Figure 37</b> : Photo montrant la sévérité de l'explosion.....	96
<b>Figure 38</b> : Photo montrant l'enchaînement de l'explosion.....	97
<b>Figure 39</b> : Les contours d'effets sur l'homme.....	114
<b>Figure 40</b> : Les distances d'effet de la détonation.....	115
<b>Figure 41</b> : Le plan du réseau fixe de lutte incendie.....	121
<b>Figure 42</b> : Stockage NA sacs de 50kg.....	123
<b>Figure 43</b> : Stockage en big bag .....	123
<b>Figure 44</b> : Consignes de sécurités au niveau d'hangar de stockage.....	124
<b>Figure 45</b> : Hangar de stockage N°12 montrant la façon d'entreposage des différentes matières y compris les Bigbag.....	125

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Liste des capacités de production et des unités de stockage des unités.....	49
<b>Tableau 2</b> : Liste des unités de production du complexe Fertial à Arzew.....	53
<b>Tableau 3</b> : Classification du complexe Fertial/Arzew.....	54
<b>Tableau 4</b> : Principales activités industrielles à proximité de FERTIAL.....	57
<b>Tableau 5</b> : Caractéristiques du stockage d'ammoniac U80I.....	64
<b>Tableau 6</b> : Caractéristiques du stockage d'ammoniac U80II.....	67
<b>Tableau 7</b> Les quatre questions de base de l'AMDEC.....	80
<b>Tableau 8</b> Tableau de synthèse de la démarche AMDEC.....	82
<b>Tableau 9</b> Le stockage des matières premières et des produits finis des unités 30II.....	89
<b>Tableau 10</b> Répartition des substances en fonction de l'origine de l'accident/incident.....	92
<b>Tableau 11</b> Répartition des accidents/incidents en fonction de l'équipement concerné.....	93
<b>Tableau 12</b> Nitrate d'ammonium : Substances responsables des risques d'accidents majeurs au sein du complexe Fertial, Arzew.....	93
<b>Tableau 13</b> Tableau AMDEC.....	109
<b>Tableau 14</b> Plan d'action.....	111
<b>Tableau 15</b> les distances d'effets toxiques (en m) .....	114
<b>Tableau 16</b> Les distances d'effets de surpression.....	115
<b>Tableau 17</b> Moyens fixe de lutte anti incendie (pompes et bacs de stockage d'eau incendie) .....	120
<b>Tableau 18</b> Points faibles constatés.....	126

## Liste des abréviations

AMDEC : Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité

NA: Nitrate d'ammonium

PI : Pressure indicator

PCV: Pressure control valve.

LCV: Level control valve.

FCV: Flow control valve.

LT: Level transmetere.

NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>: Nitrate d'ammonium.

HNO<sub>3</sub> : Acide nitrique.

NH<sub>3</sub> : Ammoniac.

IPR : Indice de priorité de risque.

U70 : Unité 70 de stockage.

U30 : Unité 30 de production de nitrate d'ammonium.

TI: Temperature indicator.

ISO: International Organization System.

pH : Potentiel Hydrogène.

PPM : Partie Par Million

ALARP : “as low as reasonably practicable” : un niveau de risque aussi bas que possible



## Introduction générale

### Introduction générale

« Plus faibles sont les risques, meilleure est l'entreprise »

Les risques et les risques technologiques ont toujours existé, « *dès que l'homme a maîtrisé le feu, il s'est brûlé* », le risque est inhérent à l'entreprise et constitue même son essence. Créer une entreprise revient déjà à prendre un risque. Historiquement, L'homme a de tout temps été confronté aux dangers ; catastrophes naturelles, de maladies, de guerres ou de tout autre manifestation. Au 17<sup>e</sup> siècle les philosophes et les moralistes englobaient le risque dans la notion de prudence alors que la notion de risque a été introduite dès que les probabilités ont été développées au 18<sup>e</sup> siècle.

L'histoire de l'industrie ne peut être pensée en faisant abstraction des risques, l'ère de la révolution industrielle a par ailleurs attiré l'attention sur ceux-ci. Le risque est inhérent à l'entreprise et constitue même son essence. Créer une entreprise revient déjà à prendre un risque, ces risques ont émergé alors avec le progrès technologique, avec l'augmentation des capacités de production mais également de stockage, cette ère a vu la naissance de la notion de gestion des risques. Par conséquent l'inexistence du risque zéro a accompagné une demande sans cesse de protection et d'assurance. Dans les industries, on parle toujours à la sécurité des installations car une simple erreur ou dysfonctionnement d'un système est causé à l'arrêt des plusieurs services d'une entreprise ainsi que leurs effets nocifs sur les travailleurs et beaucoup plus sur leur santé.

Le 20<sup>e</sup>me siècle était le théâtre de nombreux accidents industriels à savoir l'explosion d'un nuage de gaz à Feyzin en 1966 a fait 18 morts, une explosion d'un nuage de cyclohexane à Flixborough en 1974 a endommagé 90 % du bâti dans un rayon de 3,5 km et occasionné 28 morts et 89 blessés graves, une fuite de produits toxiques à Seveso en 1976 a contaminé 1800 hectares de terre. L'usine AZF de Toulouse est détruite le 21 septembre 2001 par l'explosion d'un stock de 300 tonnes de nitrate d'ammonium, entraînant la mort de 31 personnes dans un rayon de 500 mètres, faisant 2500 blessés dans un rayon de 4 km et de lourds dégâts matériels. Les dommages causés par cette explosion sont considérables sur le site et dans un rayon de 3 km, plus de 80 ha du site ont été dévastés, son souffle et son onde de choc a endommagé 26000 logements, pour les plus touchés il a fallu reloger les habitants, c'est à dire près de 1200 familles.

## Introduction générale

L'explosion d'AZF a été jalonnée par nombreux accidents impliquant le produit du nitrate d'ammonium qui ont plus ou moins défrayés la chronique, tel que l'explosion qu'est survenue dans un centre de stockage de la West Fertilizer Company à West (Texas), où 270 tonnes de nitrate d'ammonium étaient stockées. Le bilan définitif de la catastrophe est de 15 morts, 200 blessés et 350 habitations détruites. La catastrophe est due à l'explosion de FGAN (Fertiliser Grade Ammonium Nitrate : nitrate d'ammonium pour l'agriculture) dont 30 ont détoné sur les 40 à 60 tonnes qui étaient stockées. La détonation se produisit à la suite d'un incendie de 20 minutes et qu'elle est due à l'ajout de matières combustibles au nitrate d'ammonium.

Les dernières explosions au port de Beyrouth le 4 août 2020, de 2750 tonnes de nitrate d'ammonium stockés a fait 207 morts et plus de 6 500 blessés, ces explosions qui s'ajoutent aux plus connus, mettent en avant l'ampleur spatiale des dommages matériels mais aussi humains en dehors desdits sites et les moyens d'action mis en œuvre pour protéger la population interne et/ou externe. Les effets et les conséquences de ces accidents montrent aussi l'importance de la mise en place d'une prévention et d'une gestion des risques, et comme la mémoire des catastrophes constitue un des moteurs de l'acculturation aux risques, ces accidents ont permis également d'accroître les connaissances sur les risques et accidents industriels majeurs. La société s'est appuyée sur ce retour d'expérience pour faire progresser la prévention et la sécurité.

Le bilan désastreux de ces catastrophes impliquant le nitrate d'ammonium nous a poussé à relever un défi à travers de ce mémoire pour déployer une gestion des risques générés par le procédé de fabrication de nitrate d'ammonium. Notre champ d'étude ne concernera pas que les risques liés au processus de fabrication mais il mérite d'être étendu au stockage.

Et pour être à la hauteur de ce défi, nous avons dû choisir un site classés Seveso seuil haut, un fleuron de l'industrie pétrochimique et un leader en production de nitrate d'ammonium, Fertial/Arzew était le site industriel le plus approprié pour notre étude dont le risque majeur est omniprésent.

L'enjeu de ce travail de recherche est de permettre d'identifier toutes les causes potentielles des phénomènes dangereux en identifiant leurs mécanismes d'occurrence, hiérarchiser leurs criticités avec la finalité d'établir un plan d'action et des recommandations.

## Introduction générale

L'objectif est donc de fournir une méthodologie pour l'analyse et la prévention du risque d'accidents, nous proposons dans ce travail d'atteindre cet objectif en développant des scénarios d'accidents liées aux défaillances de processus de production de NA et au stockage, qui vont servir de base de la méthode d'analyse des risques qu'on a choisie AMDEC ,une méthode qui s'appuyant sur un raisonnement inductif (causes conséquences), pour l'étude organisée des causes, des effets des défaillances et de leur criticité.

Après avoir défini le sujet de l'étude, plusieurs problématiques ont émergé auxquels nous devons répondre dans ce travail ou de développé dans un autre :

Quels sont, aujourd'hui, les risques jugés inacceptables relatifs à la production/stockage de nitrate d'ammonium ? Quelles sont les situations opérationnelles envisageables en présence d'un phénomène de décomposition NA pressenti ou avéré ? Quelle est la pertinence des systèmes de fonction de sécurité du procédé de fabrication de NA ? Quelle est les risques auxquels l'exploitant est aujourd'hui confronté ? Comment est-il en capacité de les analyser et de les mesurer ? Est-il susceptible de les anticiper et de les prévenir ? Quelle est la pertinence des systèmes de protections installées au stockage de NA ? Dans l'état actuel des hangars de stockage de nitrate d'ammonium, l'explosion de Beyrouth pourrait-elle se produire à Fertial ?

Pour atteindre notre objectif tracé, ce manuscrit est composé de quatre chapitres :

- Le premier chapitre, c'est l'aspect théorique de notre sujet, terminologie en matière d'analyse des risques, le processus d'analyse de risques et une chronologie des méthodes d'analyse de sécurité des systèmes.
- Le second chapitre consacré à la présentation du complexe.
- Le troisième chapitre c'est l'étude de cas (application de la méthode AMDEC).
- Le quatrième chapitre c'est une évaluation de la performance des systèmes de sécurité existants.

Nous concluons notre travail par une conclusion générale. Et en fin, certaines informations complémentaires, utiles à notre étude sont regroupées en annexes.

### **1. Introduction**

Ce chapitre traitera des principaux concepts de la gestion des risques. Nous nous intéressons aux méthodes d'analyse des risques, notamment la matrice des risques, ses avantages et limites. En ce sens, nous proposons quelques matrices de criticité des risques utilisées dans différents secteurs d'activité y compris l'usine Fertial. Et avant de commencer ce sujet, nous présentons d'abord les définitions liées aux termes clés tels que le danger, le risque, la sécurité, la gestion des risques et l'acceptabilité.

### **2. Le risque : concepts généraux**

#### **2.1. Notion de danger**

Selon la norme IEC 61508 [IEC 98], le danger désigne une nuisance potentielle pouvant porter atteinte aux personnes, aux biens (détérioration ou destruction) ou à l'environnement.

La norme ISO 45001 :2018 définit le danger comme étant une source susceptible de causer traumatisme et pathologie.

Selon la norme [ISO/CEI Guide 51 :2014] le danger est une Source potentielle de dommage.

Les dangers peuvent avoir une incidence directe sur les personnes, par des blessures physiques ou des troubles de la santé, ou indirecte, au travers de dégâts subis par les biens ou l'environnement.

Soulignons que de nombreux termes sont employés, selon les normes ou les auteurs, autour de la notion de danger et la rendent ambiguë. De plus, les dictionnaires associent souvent le terme danger au terme risque. En effet, plusieurs dictionnaires proposent le terme risque comme synonyme du terme danger, ce qui explique le fait qu'un grand nombre de personnes utilisent indifféremment ces termes.

Même les documents et les textes officiels confondent danger et risque.

#### **2.2. Notion de risque**

La perception des dommages potentiels liés à une situation dangereuse se rapporte à la notion de risque. Le terme risque a plusieurs significations. De même, les risques peuvent être de nature très variée et beaucoup de classifications ont été proposées.

## Chapitre 1

Les définitions du risque à deux dimensions sont assez proches. Selon Villemeur [VIL 98], le risque est une mesure d'un danger associant une mesure de l'occurrence d'un événement indésirable et une mesure de ses effets ou conséquences.

Et selon la norme ISO 45001 :2018, un risque est l'effet de l'incertitude.

Le Risque selon [ISO/CEI Guide 51 :2014] est la Combinaison de la probabilité de la survenue d'un dommage et de sa gravité

Selon ISO 31000 :2018 le risque est l'effet de l'incertitude sur les objectifs.

Note 1 à l'article : Un effet est un écart par rapport à un attendu. Il peut être positif, négatif ou les deux à la fois, et traiter, créer ou entraîner des opportunités et des menaces.

Note 2 à l'article : Les objectifs peuvent avoir différents aspects, être de catégories différentes, et peuvent concerner différents niveaux.

Note 3 à l'article : Un risque est généralement exprimé en termes de sources de risque, événements potentiels avec leurs conséquences et leur vraisemblance.

Cependant, il existe des définitions légèrement plus complexes dans lesquelles apparaît une troisième dimension : l'acceptabilité du risque, seuil en dessous duquel on accepte l'existence du danger bien que sa gravité et sa probabilité d'occurrence ne soient pas nulles.

Dans la suite du présent travail, le terme risque est lié sans ambiguïté aux risques encourus dans la conduite des systèmes.

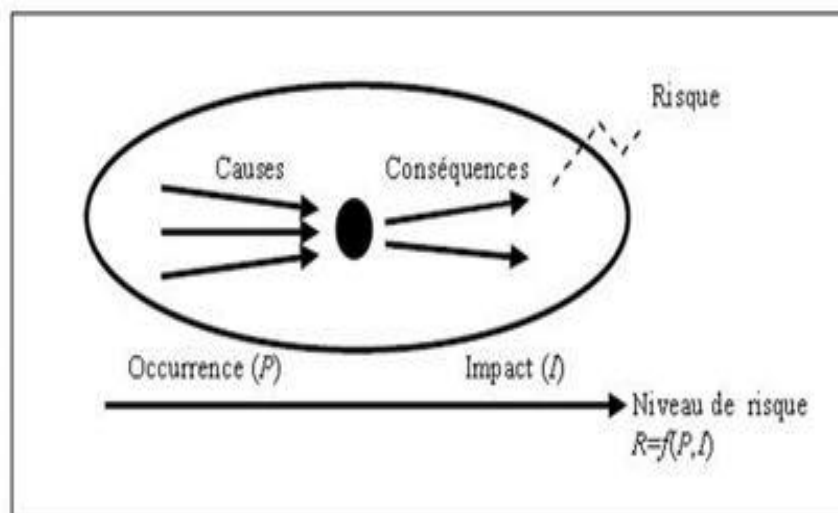
Qualitativement, le risque se caractérise par :

– L'ampleur des dommages, suite à un événement redouté, selon un critère de gravité (critique, marginal, mineur, insignifiant, etc.). Ce critère tient compte de l'appréciation des conséquences en termes de pertes humaines (blessures, mort) ou en termes de pertes économiques (coûts liés aux dégradations, etc.) ;

– Le caractère incertain lié à l'apparition d'un événement redouté (fréquent, rare, improbable, etc.) provoquant le dommage à partir d'une situation dangereuse déterminée.

Selon Gouriveau [GOU 03], le risque peut être défini par l'association d'événements causes et conséquences d'une situation donnée. Les événements-causes peuvent être caractérisés par leur occurrence (P) et les événements-effets par leur impact (I) (voir figure 1). La corrélation de ces grandeurs permet de construire un indicateur de risque  $R = f(\text{Occurrence}, \text{Impact})$

## Chapitre 1



**Fig.1** Caractérisation du risque

### 2.3. Notion de risque majeur

C'est la possibilité d'un événement 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. [Procédure gestion des risques Ferial 2DQE 006-S.]

### 2.4. Notion de dommage [ISO/CEI Guide 51 :2014]

Signifie la blessure physique ou atteinte à la santé des personnes, ou atteinte aux biens ou à l'environnement

### 2.5. Notion de détonation

Une détonation est un des régimes de propagation de l'onde de combustion résultant d'une explosion. Il est donc nécessaire dans un premier temps de rappeler la définition d'une explosion donnée par le Groupement Français de Combustion (2004) : « Libération soudaine d'énergie plus ou moins confinée, plus ou moins maîtrisée, avec ou sans conséquences externes. L'explosion peut donner lieu à une onde de pression (onde de souffle), à une boule de feu. Dans le cas de l'explosion chimique, le processus de libération d'énergie peut être une déflagration ou une détonation. » [Etude des phénomènes physiques associés à la propagation d'ondes consécutives à une explosion et leur interaction avec des structures, dans un environnement complexe Pierre-Emmanuel Sauvan]

Le Groupement Français de Combustion (2004) donne la définition suivante pour une détonation : « Propagation plus ou moins autonome d'une zone de combustion couplée à un complexe d'ondes de choc qui la précède, se faisant avec une vitesse supérieure à la célérité du son par rapport au milieu réactif. Le mode de détonation est caractérisé par une augmentation de la pression et de la masse volumique en même temps qu'une décélération des gaz par rapport à la zone réactionnelle qu'ils traversent. Les relations et équations de Rankine-Hugoniot impliquent que dans ce mode la vitesse de propagation de la zone réactionnelle doit être supersonique par rapport aux gaz frais. Dans une détonation, la combustion procède par auto-inflammation du mélange comprimé par l'onde de choc associée »

## Chapitre 1

### 2.6. Notion d'événement dangereux [ISO/CEI Guide 51 :2014]

Est l'événement qui provoque un dommage.

### 2.7. Notion de situation dangereuse [ISO/CEI Guide 51 :2014]

Est la situation dans laquelle des personnes, des biens ou l'environnement sont exposés à un ou plusieurs dangers.

### 2.8. Notion de prévention intrinsèque [ISO/CEI Guide 51 :2014]

Mesures prises pour éliminer des dangers et/ou réduire des risques par une modification de la conception ou des caractéristiques de fonctionnement du produit ou du système.

### 2.9. Notion d'accident Selon OHSAS 18001

L'accident est un événement imprévu entraînant la mort, une détérioration de la santé, des lésions, des dommages ou autres pertes.

### 2.10. Notion de traumatismes et pathologies

C'est l'effet négatif sur l'état physique, mental ou cognitif d'une personne.

### 2.11. Notion de sécurité

La Sécurité est l'absence de risque intolérable [ISO/CEI Guide 51 :2014]

La sécurité est souvent définie par rapport à son contraire : elle serait l'absence de danger, d'accident ou de sinistre.

Et suivant le guide ISO/CEI 73 [ISO 02] élaboré par l'ISO sur la terminologie du management du risque, la sécurité est l'absence de risque inacceptable, de blessure ou d'atteinte à la santé des personnes, directement ou indirectement, résultant d'un dommage au matériel ou à l'environnement.

### 2.12. Source de risque [ISO 31000 :2018]

Tout élément qui, seul ou combiné à d'autres, est susceptible d'engendrer un risque.

### 2.13. Événement [ISO 31000 :2018]

Occurrence ou changement d'un ensemble particulier de circonstances

Note 1 à l'article : Un événement peut être unique ou se reproduire et peut avoir plusieurs causes et plusieurs conséquences.

Note 2 à l'article : Un événement peut être quelque chose qui est attendu, mais qui ne se produit pas, ou quelque chose auquel on ne s'attend pas, mais qui se produit.

Note 3 à l'article : Un événement peut être une source de risque.

## Chapitre 1

### 2.14. Conséquence [ISO 31000 :2018]

Effet d'un événement affectant les objectifs

Note 1 à l'article : Une conséquence peut être certaine ou incertaine et peut avoir des effets positifs ou négatifs, directs ou indirects, sur l'atteinte des objectifs.

Note 2 à l'article : Les conséquences peuvent être exprimées de façon qualitative ou quantitative.

Note 3 à l'article : Toute conséquence peut déclencher des effets en cascade et cumulatifs.

### 2.15. Vraisemblance [ISO 31000 :2018]

Possibilité que quelque chose se produise

Note 1 à l'article : Dans la terminologie du management du risque, le mot « vraisemblance » est utilisé pour indiquer la possibilité que quelque chose se produise, que cette possibilité soit définie, mesurée ou déterminée de façon objective ou subjective, qualitative ou quantitative, et qu'elle soit décrite au moyen de termes généraux ou mathématiques (telles une probabilité ou une fréquence sur une période donnée).

Note 2 à l'article : Le terme anglais « likelihood » (vraisemblance) n'a pas d'équivalent direct dans certaines langues et c'est souvent l'équivalent du terme « probability » (probabilité) qui est utilisé à la place. En anglais, cependant, le terme « probabilité » (probabilité) est souvent limité à son interprétation mathématique. Par conséquent, dans la terminologie du management du risque, le terme « vraisemblance » est utilisé avec l'intention qu'il fasse l'objet d'une interprétation aussi large que celle dont bénéficie le terme « probabilité » (probabilité) dans de nombreuses langues autres que l'anglais.

### 2.16. Probabilité Guide ISO 73 :2009

Mesure de la probabilité d'occurrence exprimée par un nombre compris entre 0 et 1, où 0 est l'impossibilité et 1 la certitude absolue.

### 2.17. La fréquence Guide ISO 73 :2009

Nombre d'événements ou de résultats par unité de temps définie

Note 1 à l'article : La fréquence peut être appliquée à des événements passés ou à des événements futurs potentiels, où elle peut être utilisée comme mesure de vraisemblance / probabilité.



## Chapitre 1

### 2.18. Classification des risques

Dans la littérature, on trouve plusieurs classifications des risques. Selon Tanzi [TAN 03], l'analyse des risques permet de les classer en cinq grandes familles :

- Les risques naturels : inondation, feu de forêt, avalanche, tempête, séisme, etc. ;
- Les risques technologiques : d'origine anthropique, ils regroupent les risques industriels, nucléaires, biologiques, ruptures de barrage, etc., les risques de transports collectifs (personnes, matières dangereuses) sont aussi considérés comme des risques technologiques ;
- Les risques de la vie quotidienne : accidents domestiques, accidents de la route, etc. ;
- Les risques liés aux conflits.

Une des classifications les plus répandues est de classer les risques en deux catégories : les risques naturels et les risques liés à l'activité humaine. Selon cette classification, les risques peuvent être naturels dans le sens où ils ont trait à un événement sans cause humaine directe avérée. Les causes directes supposées ou indirectes ne doivent pas modifier cette distinction.

Les risques liés à l'activité humaine recouvrent un ensemble de catégories de risques divers :

- les risques techniques, technologiques, industriels et nucléaires ;
- les risques liés aux transports ;
- les risques sanitaires ;
- les risques économiques, financiers, managériaux ;
- les risques médiatiques ;
- les risques professionnels.

### 2.19. Gestion des risques

Selon le Guide [ISO 73 :2009] la Gestion des risques est : les activités coordonnées pour diriger et contrôler une organisation en ce qui concerne le risque.

La gestion des risques est une opération commune à tout type d'activité. Les objectifs visés peuvent concerner par exemple :

- le gain de rentabilité et de productivité ;
- la gestion des coûts et des délais ;
- la qualité d'un produit...

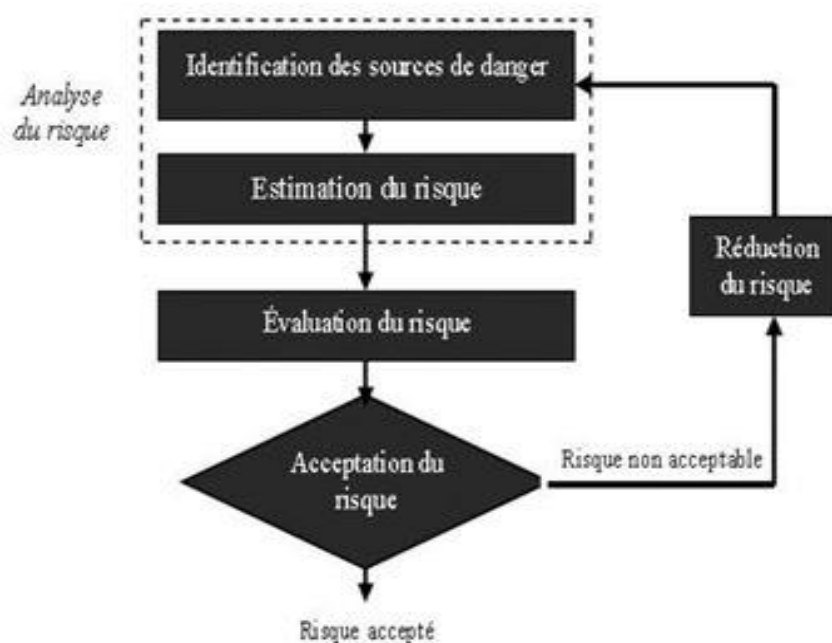
La gestion du risque peut être définie comme l'ensemble des activités coordonnées en vue de réduire le risque à un niveau jugé tolérable ou acceptable. Cette définition, cohérente avec les concepts présentés dans les guides ISO/CEI 51 et 73 [ISO 99], s'appuie, ainsi, sur un critère d'acceptabilité du risque.

## Chapitre 1

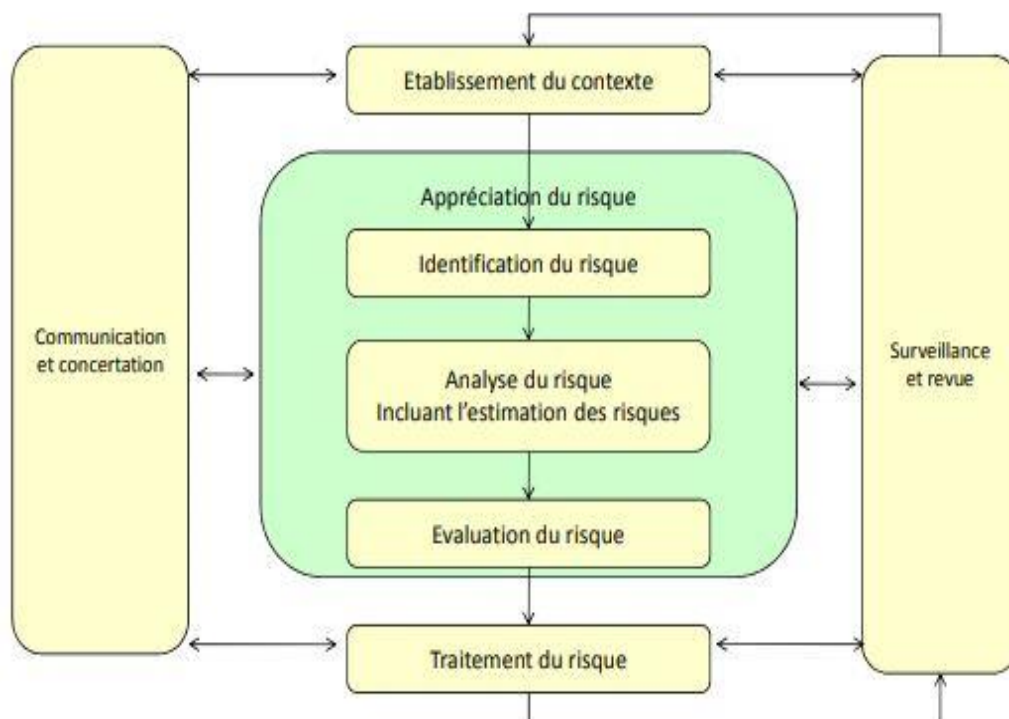
De manière classique, la gestion du risque est un processus itératif qui inclut notamment les phases suivantes (voir figure 2) :

- Appréciation du risque (analyse et évaluation du risque) ;
- Acceptation du risque ;
- Maîtrise ou réduction du risque.

Signalons que lorsque la gestion des risques s'applique à un système complexe mobilisant plusieurs acteurs, ce processus doit s'accompagner d'une étape de communication. Cette dernière peut concerner les dangers identifiés ou les mesures prises pour la maîtrise des risques associés.



**Fig.2** Processus de gestion du risque



**Fig.3** Processus de management de risque issu de la norme ISO31000

### 2.20. Appréciation du risque [ISO/CEI Guide 51 :2014]

Processus englobant une analyse du risque et une évaluation du risque.

### 2.21. Identification des risques Guide ISO 73 :2009

Processus de recherche, de reconnaissance et de description des risques

Note 1 à l'article : L'identification des risques implique l'identification des sources de risques, des événements, de leurs causes et de leurs conséquences potentielles.

Note 2 à l'article : L'identification des risques peut impliquer des données historiques, une analyse théorique, des opinions éclairées et d'experts, et les besoins des parties prenantes

### 2.22. Analyse des risques

Selon [ISO/CEI Guide 51 :2014] l'analyse du risque Utilisation systématique des informations disponibles pour identifier les dangers et estimer le risque.

L'analyse du risque est définie aussi dans le guide ISO/CEI 51 [ISO 99] comme : « l'utilisation des informations disponibles pour identifier les phénomènes dangereux et estimer le risque ».

## Chapitre 1

L'analyse des risques vise tout d'abord à identifier les sources de danger et les situations associées qui peuvent conduire à des dommages sur les personnes, l'environnement ou les biens. Dans un second temps, l'analyse des risques permet de mettre en lumière les barrières de sécurité existante en vue de prévenir l'apparition d'une situation dangereuse (barrières de prévention) ou d'en limiter les conséquences (barrières de protection).

Consécutivement à cette identification, il s'agit d'estimer les risques en vue de les hiérarchiser et de pouvoir les comparer ultérieurement à un niveau de risque jugé acceptable.

### 2.23. Méthodes d'analyse des risques

L'analyse des risques se fait par l'utilisation de méthodes, d'outils et d'un système d'évaluation. Il existe un nombre illimité de méthodes et à chacune ses forces et ses faiblesses, ci-dessous quelques méthodes :

#### 2.23.1. « What if »

La méthode "What-if" est en fait un brainstorming effectué par un groupe d'experts. On pose des questions sur un certain nombre de situations ou d'événements possibles et on examine ce qui peut se passer si la situation ou l'événement en question devait se produire. Par exemple : que se passe-t-il si l'indication de niveau dans le récipient de production X est fautive ?

#### 2.23.2. « HAZOP »

Une méthode couramment appliquée dans l'industrie de transformation est "HAZOP" (Hazard and Operability Study), Pour les opérations pertinentes dans le processus, on pose un certain nombre de questions en faisant usage d'adverbes comme : non, trop, trop bas, trop tard... Les questions concernent les paramètres de la transformation, comme la pression, la température, la concentration, le débit... et on examine quelles anomalies peuvent se produire par rapport au fonctionnement normal. Par exemple : que se passe-t-il si la température du récipient X1 devient trop élevée ?

Méthode « Ishikawa »

#### 2.23.3. Ishikawa

Où la méthode de l'arête de poisson peut être décrite comme une méthode visant à ordonner des suggestions émises lors d'un brainstorming. La première étape consiste en une formulation du risque. On détermine ensuite quels facteurs sont associés et pour chaque facteur, on recherche la façon dont il peut influencer directement ou indirectement le risque.

## Chapitre 1

### 2.23.4. Safety audit

Un “Safety audit” est un contrôle du management sur le plan de la sécurité. Un audit est effectué par un ou plusieurs experts (auditors) qui, le plus souvent, suivent une liste de questions prioritaires. L’audit peut concerner certains aspects partiels et peut être effectué à chaque stade de la vie d’une installation

### 2.23.5. Nœud papillon

C’est un outil graphique de représentation des séquences accidentelles puis comme support à l’estimation de la probabilité. Il rassemble un arbre des défaillances et un arbre des événements autour d’un même événement redouté central (ERC). Par consensus, les ERC sont des situations dangereuses. Par exemple, on trouvera la rupture du barrage, mais également la rupture de vanne, la rupture d’un bouchon de galerie ... Le nœud papillon permet d’avoir une vision globale des scénarios d’accident en mettant en exergue leurs causes, les liens logiques existant entre elles et les barrières de sécurité

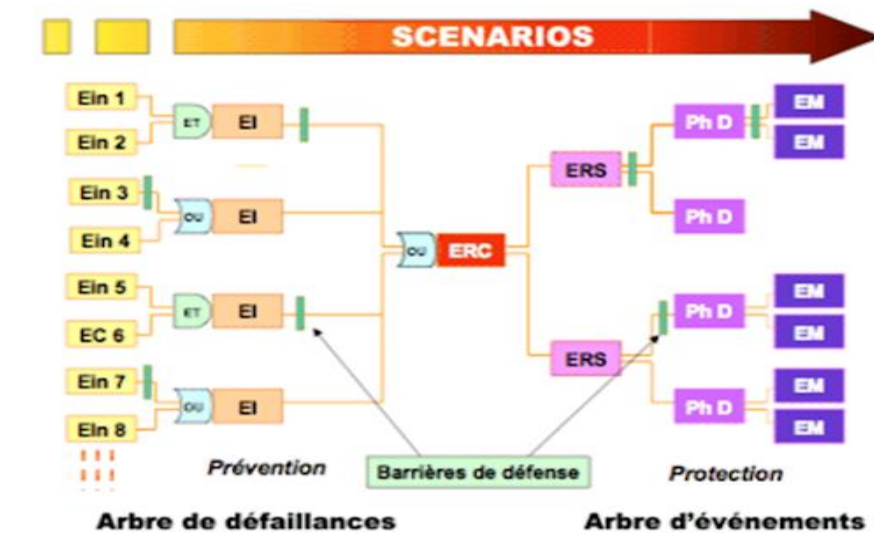


Fig.4 Nœud papillon

## Chapitre 1

### 2.23.6. Arbre de défaillance

Est une méthode d'analyse déductive basée sur la réalisation d'une arborescence qui permet d'identifier les combinaisons de défaillances ou de causes amenant à la réalisation d'un événement redouté (ou événement indésirable).

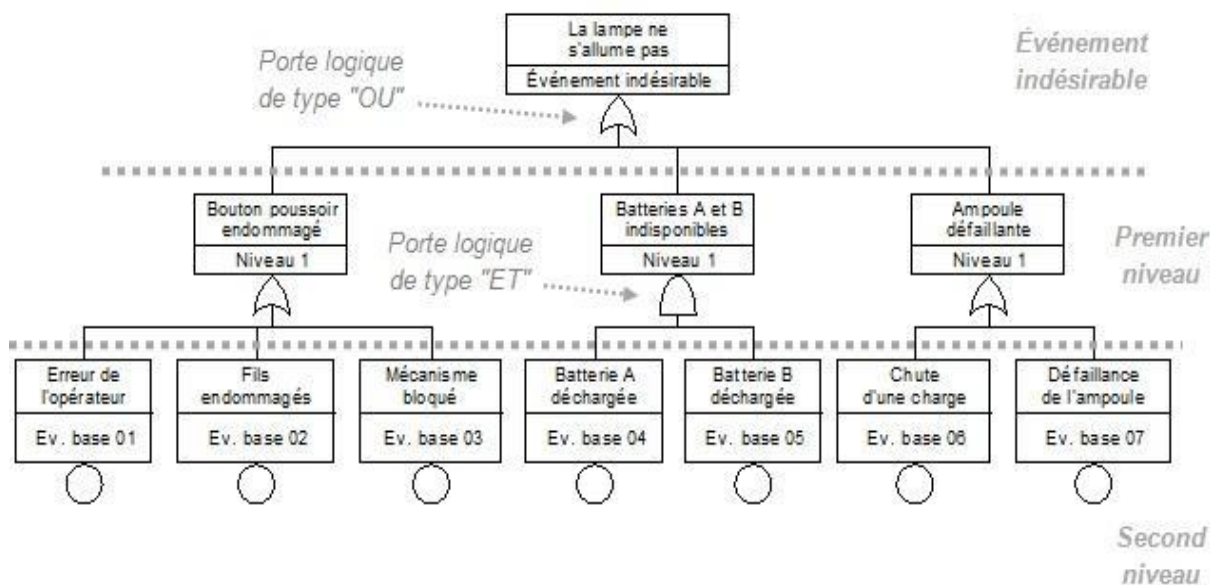


Fig.5 Exemple d'un arbre de défaillance.

### 2.23.7. APR : Analyse préliminaire de risques.

Selon la norme CEI-300-3-9 (CEI 300-3-9, 1995), l'analyse préliminaire des risques (APR) « est une technique d'identification et d'analyse de la fréquence du danger qui peut être utilisée lors des phases amont de la conception pour identifier les dangers et évaluer leur criticité »

### 2.23.8. AMDEC : Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité

Est un outil de sûreté de fonctionnement (SdF) et de gestion de la qualité. AMDEC est la traduction de l'anglais FMECA (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis, litt. « analyse des modes, des effets et de la criticité des défaillances »), désignation d'une méthode élaborée par l'armée américaine dans les années 1940.

## Chapitre 1

L'AMDEC se distingue de l'AMDE (Analyse des modes de défaillance et de leurs effets, traduction de l'anglais FMEA ou Failure Modes and Effects Analysis) par une quantification portée par la notion de criticité C.

La criticité d'un mode de défaillance se détermine généralement par le produit (indice de fréquence)  $\times$  (indice de gravité)  $\times$  (indice de détection). Ces indices sont définis par le client. AMDEC ça sera la méthode qu'on va utiliser lors de notre étude.

### 2.24. Évaluation des risques

Est un processus global d'identification des risques, d'analyse des risques et d'évaluation des risques. Guide ISO 73 :2009

Et selon [ISO/CEI Guide 51 :2014] l'évaluation du risque c'est une procédure fondée sur l'analyse du risque pour déterminer si le risque tolérable a été dépassé.

L'évaluation du risque désigne aussi une procédure fondée sur l'analyse du risque pour décider si le risque tolérable est atteint [ISO 99]. En pratique, cette phase peut être accompagnée d'une quantification détaillée et précise (par opposition à l'estimation des risques qui reste très simplifiée) des grandeurs qui caractérisent le risque.

Comme précisé précédemment, ce processus peut être plus ou moins complexe selon les critères retenus pour définir l'acceptation du risque.

### 2.25. Réduction du risque

La réduction du risque (ou maîtrise du risque) désigne l'ensemble des actions ou dispositions entreprises en vue de diminuer la probabilité ou la gravité des dommages associés à un risque particulier [ISO 99]. De telles mesures doivent être envisagées dès lors que le risque considéré est jugé inacceptable.

De manière très générale, les mesures de maîtrise du risque concernent :

- la prévention, c'est-à-dire réduire la probabilité d'occurrence de la situation de danger à l'origine du dommage ;
- la protection, visant à limiter la gravité du dommage considéré.

Les mesures de réduction du risque doivent être envisagées et mises en oeuvre tant que le risque est jugé inacceptable.

### 2.26. Traitement des risques ISO 73 :2009 Processus de modification du risque

Note 1 à l'article : Le traitement des risques peut impliquer :

## Chapitre 1

- Éviter le risque en décidant de ne pas démarrer ou poursuivre l'activité qui fait naître le risque ;
- Prendre ou augmenter le risque pour saisir une opportunité ;
- Supprimer la source de risque ;
- Changer la vraisemblance ;
- Modifier les conséquences ;
- Partage du risque avec une ou plusieurs autres parties [y compris les contrats et le financement du risque ; et
- Retenir le risque par décision éclairée.

Note 2 à l'article : Les traitements des risques qui traitent des conséquences négatives sont parfois appelés « atténuation des risques », « élimination des risques », « prévention des risques » et « réduction des risques ».

Note 3 à l'article : Le traitement des risques peut créer de nouveaux risques ou modifier des risques existants.

### **2.27. Partage des risques ISO 73 :2009**

Forme de traitement du risque impliquant la répartition convenue du risque avec d'autres parties.

Note 1 à l'article : Les exigences légales ou réglementaires peuvent limiter, interdire ou imposer le partage des risques.

Note 2 à l'article : Le partage des risques peut être effectué par le biais d'une assurance ou d'autres formes de contrat.

Note 3 à l'article : La mesure dans laquelle le risque est réparti peut dépendre de la fiabilité et de la clarté des accords de partage.

Note 4 à l'article : Le transfert des risques est une forme de partage des risques

### **2.28. Moyen de maîtrise [ISO 31000 :2018]**

Action qui maintient et/ou modifie un risque

Note 1 à l'article : Un moyen de maîtrise du risque inclut, sans toutefois s'y limiter, n'importe quels processus, politique, dispositif, pratique ou autres conditions et/ou actions qui maintiennent et/ou modifient un risque.

Note 2 à l'article : Un moyen de maîtrise du risque n'aboutit pas toujours nécessairement à la modification voulue ou supposée.



## Chapitre 1

### 2.29. Acceptabilité et critères d'acceptabilité du risque

#### 2.29.1. Notion l'acceptabilité du risque

La notion d'acceptabilité permet de distinguer ce qui peut être, dans les pertes occasionnées par la manifestation d'un aléa, perçu comme tolérable par les parties prenantes. Cette notion peut évoluer avec le temps suivant la progression de l'information de même que la culture du risque.

Cette notion, définie à travers un ensemble de critères « critères d'acceptabilité » (appelés aussi « niveaux du risque ou niveaux d'intolérabilité ») et rendue opérationnelle au niveau de la grille de criticité, permet d'améliorer, de réviser ou de proposer des mesures de réduction du risque et de ce fait, de reconsidérer les pratiques d'analyse et d'évaluation des risques.

Notons que l'acceptabilité concerne le risque et non la gravité du dommage ou sa probabilité d'occurrence considérée séparément. Ces définitions soulignent également le fait que l'acceptabilité dépend de valeurs courantes de notre société souvent fondées sur des données associées aux phénomènes naturels. Ainsi, nous acceptons de prendre le risque de mourir en prenant l'avion si la probabilité de ce décès par cette cause est identique (voire inférieure) à la probabilité de décès induit par un séisme ou une crise cardiaque (pour un corps sain).

#### 2.29.3. Risque acceptable

Selon OHSAS 18001, le risque acceptable est un risque qui a été réduit à un niveau tolérable pour un organisme en regard de ses obligations légales et de sa propre politique de santé et de sécurité au travail. Selon le guide ISO/IEC 51 [ISO 99], le risque acceptable est un risque accepté dans un certain contexte et fondé sur les valeurs admises par la société.

Le terme « risque acceptable » peut prendre des significations différentes.

« As Low As Reasonably Achievable » (ALARA) et « As Low As Reasonably Practicable » (ALARP) développées au niveau international dans le domaine nucléaire.

Notons que la limite maximale du risque acceptable est estimée à des valeurs différentes pour le HSE et le VROM :  $10^{-4}$  par an pour le public habitant dans le voisinage du site industriel pour le premier et  $10^{-6}$  par an pour le second.



Fig.6 Principe ALARP

## Chapitre 1

### 2.29.3. Critères d'acceptabilité du risque

La définition de critères d'acceptabilité du risque est une étape-clé dans le processus de gestion du risque dans la mesure où elle va motiver la nécessité de considérer de nouvelles mesures de réduction du risque et rétroactivement, influencer la façon de mener l'analyse et l'évaluation des risques.

A ce propos, la définition du risque acceptable donnée dans le guide ISO/CEI 51 [ISO 99], laisse transparaître la difficulté de retenir des critères objectifs et forfaitaires pour l'acceptation du risque.

### 2.30. Critères d'acceptabilité et Objectifs de sécurité

La définition des critères d'acceptabilité du risque est une étape cruciale et bien souvent délicate. Il est entendu que ces critères sont fonction du contexte de l'établissement concerné et des objectifs poursuivis dans la gestion des risques.

Ainsi, avant d'entreprendre un programme d'élaboration et éventuellement de démonstration de sécurité, il importe de fixer les objectifs de ce programme le plus clairement possible. Cette démarche exige que le problème ait été convenablement défini et délimité [LIE 76].

Quand on parle de l'analyse de sécurité d'un système, il est toujours difficile de délimiter exactement l'étude. Dans quelle intention d'abord mène-t-on cette analyse ?

- S'agit-il de minimiser la probabilité ou la gravité des événements portant atteinte à la sécurité ?
- S'agit-il de parvenir à une meilleure optimisation économique ?
- S'agit-il d'évaluer une solution technique, ou de comparer plusieurs dispositifs ?
- S'agit-il de démontrer la conformité à des règlements ou de normes officielles, ou à des spécifications imposées par le client ?

Et surtout,

- Quelle étendue doit-on donner à l'étude ?

Voici, à titre d'exemple, quelques-unes des questions préliminaires posées dans le cas d'analyse de sécurité d'une centrale nucléaire :

- Jusqu'où faut-il aller dans la recherche des événements portant atteinte à la sécurité ?
- Faut-il inclure les typhons, les tremblements de terre, l'écrasement d'un gros avion porteur sur la centrale, etc. ?
- Faut-il inclure dans l'analyse les problèmes soulevés par la pollution ?
- Faut-il tenir compte des actions humaines néfastes à la sécurité des systèmes ?

## Chapitre 1

– A partir de quelle gravité, les accidents doivent-ils être pris en considération ? Si on choisit un critère relatif au nombre de jours d'arrêt de travail, encore convient-il de fixer le seuil acceptable ?

Il existe plusieurs conceptions générales susceptibles d'inspirer le choix de ces critères. Citons par exemple celles exprimées par Chauncey Starr [LIE 76] et Farmer [FAR 67].

### 2.30.1. Critère de Chauncey Starr

Pour déterminer le niveau de risque acceptable, on serait tenté d'utiliser une approche économique en optimisant le rapport entre l'utilité sociale de telle évolution technologique et le coût, direct et indirect, que la communauté est obligée de consentir pour réaliser ce progrès. Dans le coût indirect interviennent de multiples éléments, tels que les problèmes d'environnement et de pollution, les retombées sur le marché de l'emploi, l'impact des changements sur le psychisme des individus, la qualité de la vie familiale, et naturellement les conséquences des accidents. Il est rare que le compromis entre l'utilité et le coût ait pu être déterminé au terme d'un raisonnement global dans l'intérêt d'une communauté ; il résulte le plus souvent d'un grand nombre de micro-optimisations fondées sur des intérêts particuliers plutôt que sur l'intérêt général. Aussi, est-il difficile de dire, dans l'absolu, où se situe le compromis optimal pour la communauté ; on doit alors se contenter de rechercher, à partir des données disponibles, quel est le niveau de risque traditionnellement acceptable.

En d'autres termes, la question peut être ainsi posée : quel accroissement du taux de mortalité par accident peut-on accepter pour un progrès qui entraîne un accroissement de  $x$  % du revenu national par tête ? Encore cette formulation est-elle trop restrictive puisqu'elle identifie la mesure de l'utilité sociale au revenu national par tête sans tenir compte des autres paramètres qui peuvent jouer sur la qualité de la vie ? [LIE 76]. Chauncey Starr a tenté d'établir une corrélation entre la probabilité d'accidents mortels par heure d'exposition au risque et l'utilité sociale. En examinant les taux d'accidents dans diverses industries d'extraction (carrières, mines de charbon, mines de métaux),

Chauncey Starr est arrivé à la conclusion que le risque acceptable est sensiblement proportionnel au cube de l'utilité [CHA 69].

## Chapitre 1

### 2.30.2. Critère de Farmer

Un autre type d'approche a été utilisé par Farmer [FAR 67] sur l'idée que chaque événement est caractérisé par sa probabilité et son coût (exprimé par exemple, en dollars). Il existerait dans le plan

Probabilité-Coût une frontière séparant une zone inacceptable d'une zone acceptable. En coordonnées logarithmiques, cette fonction serait une droite de pente -1.5. Ainsi apparaît la conception qu'il existe une probabilité maximale admissible fonction décroissante de la gravité (figure 7).

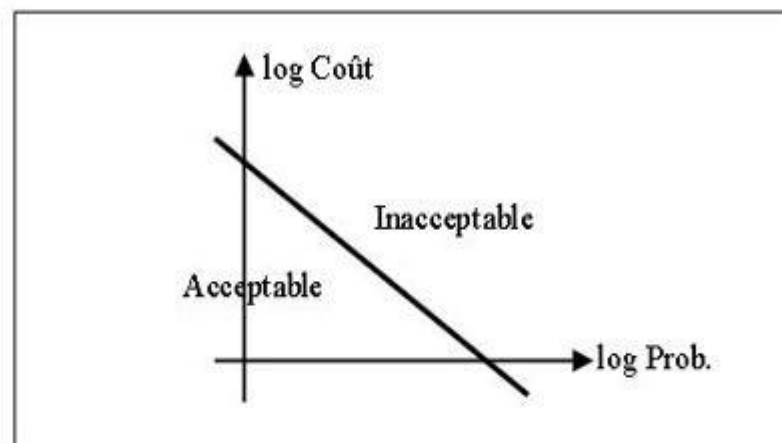


Fig.7 Critère de Farmer

### 2.31. Méthodes d'évaluation de la criticité

Deux formes d'évaluation de la criticité peuvent être rencontrées : évaluation subjective/objective et évaluation qualitative/quantitative.

L'évaluation subjective est effectuée par jugements d'experts en s'appuyant sur leur expérience et leurs connaissances. Quant à l'évaluation objective, elle est strictement tirée des études techniques (essentiellement par des statistiques) d'évènements qui se sont déjà produits (enquêtes, expérimentation).

S'agissant de la deuxième forme, l'évaluation de la criticité peut être effectuée de trois manières

[DZI 06] :

- Qualitativement ;
- Semi-quantitativement ; où
- Quantitativement.

## Chapitre 1

### 2.31.1. Évaluation Qualitative

L'évaluation qualitative de la criticité consiste à utiliser un système de classement qualitatif qui vise à caractériser les risques, sur la base des questionnaires, d'avis d'expert, d'échelles descriptives ou numériques pour décrire l'intensité des conséquences potentielles et la vraisemblance que ces conséquences se produisent. Les méthodes qualitatives sont basées sur un jugement de conformité.

Elles sont, en effet, utilisées dans la vérification de la concordance du niveau de sécurité avec les spécifications des règlements et des normes. Ces règles font référence à des dispositifs indépendants qui représentent les exigences minimales devant être satisfaites pour atteindre un certain niveau de sécurité acceptable [DZI 06].

Il s'agit par exemple des grilles de criticité à description qualitative et de méthodes qui permettent d'allouer le niveau d'intégrité de sécurité (SIL : Safety Integrity Level) à partir de la connaissance des risques associés au procédé. La méthode la plus utilisée est le Graphe de risque décrit dans la norme IEC 61508 [IEC 98].

Le graphe de risque s'appuie sur l'équation suivante :  $R = f \times C$ , où R est le risque en l'absence de systèmes relatifs à la sécurité, f est la fréquence de l'événement dangereux en l'absence de systèmes relatifs à la sécurité et C'est la conséquence de l'événement dangereux.

La fréquence de l'événement dangereux f est supposée être le résultat des trois facteurs suivants :

- La fréquence et la durée d'exposition dans une zone dangereuse ;
- La possibilité d'éviter l'événement dangereux ;
- La probabilité que l'événement dangereux se produise en l'absence de systèmes relatifs à la sécurité, c'est ce qu'on appelle la probabilité d'occurrence non souhaitée.

Finalement, nous obtenons les quatre paramètres de risque suivants :

- Fréquence et durée d'exposition au danger (F) ;
- Possibilité d'éviter l'événement dangereux (P) ;
- Probabilité de l'occurrence non souhaitée (W) ;
- Conséquence de l'événement dangereux (C).

En combinant ces paramètres, on obtient le graphe de risque dont un exemple est présenté sur la figure 8.

Ce graphe s'explique de la manière suivante : L'utilisation des paramètres de risque C, F et P aboutit à un certain nombre de sorties ( $X_1, X_2, \dots, X_n$ ). Chaque sortie est consignée dans une des trois échelles (W1, W2 et W3). Chaque échelle indique le SIL nécessaire que doit satisfaire le système. La mise en correspondance avec W1, W2 ou W3 permet de réaliser la contribution

## Chapitre 1

d'autres mesures de réduction du risque. Le décalage dans les échelles W1, W2 et W3 est nécessaire pour avoir trois niveaux différents de réduction des risques. Le graphe est composé de l'échelle W3, qui fournit la réduction minimale du risque grâce à des mesures spécifiques, c'est-à-dire la plus forte probabilité de l'apparition d'un événement non désiré. L'échelle W2 caractérise une contribution moyenne et l'échelle W1 caractérise une contribution maximale. La sortie finale du graphe de risque donne le SIL du Système Instrumenté de Sécurité (SIS) et correspond à une mesure de la réduction nécessaire du risque pour le système.



**Fig.8** Graphe de risque IEC61511

### 2.31.2. Évaluation Semi-Quantitative

L'évaluation Semi-Quantitative de la criticité s'applique à la catégorisation des paramètres de risque (la fréquence et la gravité), et le 'score' final du risque est obtenu moyennant différentes méthodes.

L'approche d'évaluation de la criticité est dite semi-quantitative, dans le sens où les probabilités de défaillance et les conséquences qui en découleraient sont classées dans des catégories dont les critères sont exposés à l'exploitant [HOU 00].

Cette approche peut être utilisée pour évaluer les risques liés aux processus [MOO 97], et permet de décrire la manière dont se développe un scénario d'accident. Elle comprend les étapes suivantes [SAL 08] :

- Identifier les scénarios d'accident ;
- Identifier les événements de base pour chaque scénario. Les événements de base ayant causé des défaillances ou débouché vers un succès de la sécurité du système sont pris en compte ;
- Associer à chaque scénario sa probabilité d'occurrence correspondante ;
- Estimer la probabilité (catégorie approximative d'occurrence) ;

## Chapitre 1

- Effectuer l'analyse des conséquences ;
- Associer à chaque conséquence son taux de gravité ;
- Evaluer la criticité du risque comme étant la combinaison de la fréquence et de la gravité.

La méthode la plus répandue est la matrice de criticité. Une présentation détaillée de la matrice de criticité et des pratiques qui en découlent fera l'objet de la section suivante.

Citons également la méthode RPN (Risk Priority Number), qui est une partie intégrante de l'Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC), appliquée dans le secteur automobile et initialement développée par Ford Motor Company [FMC 88].

Le RPN est utilisé pour évaluer la criticité les modes de défaillances d'un système en vue d'entreprendre des mesures correctives visant à réduire les effets de ceux jugés critiques. La méthode utilise les paramètres suivants :

- sa fréquence d'occurrence (O) ;
- la gravité de ses effets (S) ; et
- la probabilité qu'il sera détecté au cours du prochain test (D).

Chaque paramètre est représenté sur une échelle de 1 à 10 avec cinq niveaux pour la gravité et la fréquence et six niveaux pour la détectabilité ; à chaque classe est attribuée une description qualitative et/ou quantitative. Ainsi le RPN (donné par la relation :  $RPN = O \times S \times D$ ) sera coté sur une échelle de

1 à 1000. Les modes défaillance ayant les valeurs du RPN les plus élevées seront considérés comme les plus critiques [BOW 03].

Ce tableau montre les critères d'évaluation utilisés pour caractériser le paramètre (O) et les termes linguistiques correspondants.

### 2.31.3. Évaluation Quantitative

L'évaluation quantitative de la criticité repose sur un modèle mathématique qui conduit à une valeur numérique de criticité basé sur des valeurs numériques des probabilités, de la vulnérabilité et des conséquences pouvant correspondre au coût monétaire, au taux de mortalité ou d'invalidité, au taux de dégagement d'un produit dangereux, ... [CCP 00]. C'est une tâche complexe, une série d'analyses et de calculs qui usent de divers modèles de simulation, particulièrement dans l'analyse des effets physiques, ce qui exige un software spécial (PHAST, SAFETI, ALOHA, ...).

Dans une évaluation quantitative sont évalués les dommages causés sur les personnes à l'aide de deux métriques le risque individuel et le risque sociétal.

## Chapitre 1

Les résultats issus de l'analyse quantitative doivent être représentés d'une façon relativement facile à comprendre et à utiliser. La présentation du risque réduit le volume d'information à une forme 'gérable', le résultat final peut être une valeur unique (indice du risque), une forme graphique (courbes, contours,)

### 2.31.3.1. Indice du risque

Peut être une valeur unique ou une tabulation de nombres. Certains indices sont des valeurs relatives sans aucune spécification de l'unité de mesure, leur signification dépend du contexte de la méthodologie de calcul.

### 2.31.3.2. Mesure du risque individuel

C'est la mesure de la probabilité qu'une personne exposée de façon permanente au danger soit tuée. Il peut prendre la forme d'une valeur unique, d'une table de nombres, comme il peut être représenté sur une carte de localisation géographique par des courbes d'iso-risque individuel (contours).

### 2.31.3.3. Mesure du risque sociétal

C'est la mesure de la probabilité qu'un groupe de personnes situées dans la zone d'effet d'un accident soit tué. Il peut prendre la forme d'une valeur unique, d'un ensemble nombres tabulés ou d'un graphe d'estimation du risque. Généralement, le risque sociétal est représenté à l'aide de courbes dites F/N

(F : Fréquence par an, Nombre de morts).

## 2.32. Matrice de criticité : état de l'art

### 2.32.1. Présentation de la matrice de criticité

Il est nécessaire de faire apparaître clairement, lors d'une évaluation des risques, l'ensemble des scénarios étudiés, en précisant pour chacun, la probabilité ou fréquence d'occurrence et la gravité potentielle de ses conséquences. Pour y parvenir, les matrices ou grilles de criticité, intégrant ces deux dimensions, sont utilisées dans un souci de clarté. Cette grille est un outil d'aide à la décision pour :

- la hiérarchisation des scénarios pouvant mener à un accident majeur.
- la définition de mesures de réduction des risques à la source.
- l'élaboration des plans d'action (de prévention et de protection).



## Chapitre 1

### 2.32.2. Exemples de matrices de criticité

Dans le but d'identifier des éléments structurants pour les matrices de criticité et d'acceptabilité des risques, nous avons examiné un ensemble de grilles utilisées dans différents domaines et dans différents.

#### 2.32.2.1. Matrice de criticité utilisée par le groupe pétrolier Total-Fina-Elf

La notation Total-Fina-Elf est la résultante de deux rapprochements successifs : de Total avec la société pétrolière belge PetroFina, qui a donné naissance à Total-Fina, puis de Total-Fina avec Elf Aquitaine, qui a engendré le groupe Total-Fina-Elf.



**Fig.9** Matrice de risque utilisée par Total-Fina-Elf

L'approche d'évaluation adoptée par Total-Fina-Elf consiste en l'utilisation d'une grille de criticité qui offre la possibilité d'utiliser 6 niveaux de gravité et 5 niveaux de probabilité :

**Gravité** : Les niveaux sont :

- Niveau 0 : conséquences nulles ;
- Niveau 1 : conséquences mineures ;
- Niveau 2 : conséquences significatives ;
- Niveau 3 : conséquences critiques (blessures limitées à l'unité) ;
- Niveau 4 : conséquences catastrophiques (effets létaux limités à l'établissement) ;
- Niveau 5 : conséquences catastrophiques (blessures hors établissement).

Les trois premiers niveaux correspondent à des dégradations sensibles de l'équipement source.

**Probabilité** : Les niveaux sont :

- Niveau 1 : scénario très peu probable ;
- Niveau 2 : scénario extrêmement rare ;
- Niveau 3 : scénario rare ;
- Niveau 4 : scénario possible mais peu fréquent ;

## Chapitre 1

- Niveau 5 : scénario fréquent.

La probabilité est issue de données statistiques sur les incidents et accidents, qui peuvent permettre de connaître les causes de défaillance mais ne sont pas toujours très adaptées au contexte d'utilisation (selon l'ancienneté et un certain nombre de paramètres d'influence).

L'impact de l'établissement sur l'environnement (au sens large) est également étudié.

Le niveau de criticité est défini à partir du couple (niveau de gravité, niveau de probabilité) et est identifié dans la matrice de classification présentée sur la figure I.9 :

### 2.32.2.2. Matrice de criticité utilisée par groupe pharmaceutique Aventis

Aventis est un groupe pharmaceutique européen né en 1999. La grille Aventis (voir figure I.10) est utilisée dans le but de définir des plans d'action et d'améliorer le management des risques. Elle comporte trois niveaux de risque :

- Acceptable (vert) ;
- Améliorable (jaune) ;
- Indésirable (rouge).

Les conclusions données lors de l'utilisation de cette grille passent par une validation d'experts. Pour les scénarios dont les gravités sont de l'ordre de 4 ou 5 dans la matrice de criticité et où le risque en zones jaune ou rouge, il est nécessaire d'établir des « fiches de risque ». Pour cela, une approche par barrière est utilisée. Dans ce cas est effectuée une évaluation de l'impact des :

- moyens de prévention sur la probabilité de l'événement ;
- moyens de protection sur la gravité des conséquences.

### 2.32.2.3. Matrice de criticité utilisée par Ferial

Classification de risque	Description
Vert	Acceptable
Jaune	ALARP
Rouge	Inacceptable

## Chapitre 1

Probable	5					
Improbable	4					
Très improbable	3					
Extrêmement improbable	2					
Extrêmement rare	1					
<b>Fréquence</b>		1	2	3	4	5
<b>Gravité</b>		Modéré	Sérieux	Majeur	Catastrophique	Désastreux

**Fig.10** Matrice de risque de l'usine Fertial/Arzew

### 2.32.2.4. Matrice de criticité utilisée par le HSE

La grille de criticité du HSE se présente de la manière suivante :

<b>Probabilité</b>						
(1) Extrêmement imp.	2	3	4	5		
(2) Très improbable	3	4	5	6		
(3) Improbable	4	5	6	7		
(4) Possible mais...	5	6	7	8		
(5) Probable dans la..	6	7	8	9		
		(1) Rejet négligeable	(2) Rejet faible	(3) Rejet moyen	(4) Rejet fort	<b>Gravité</b>

**Fig.11** Grille de criticité du HSE

La gravité des conséquences est évaluée de manière quantitative, à partir de l'évaluation du rejet en NH<sub>3</sub>, et présentée de manière qualitative. Quatre catégories sont définies :

- Rejet négligeable : < 0,5 t NH<sub>3</sub> ;
- Rejet faible : 0,5 – 5 t NH<sub>3</sub> ;
- Rejet moyen : 5 – 50 t NH<sub>3</sub> ;
- Rejet fort : > 50 t NH<sub>3</sub>.

Les classes de probabilités sont estimées en 10-n /an pour coter la fréquence des événements recensés suite à la phase d'identification des dangers. Cinq classes sont identifiées :

- Extrêmement improbable dans la durée de vie de l'installation : < 10<sup>-5</sup> /an ;

## Chapitre 1

- Très improbable dans la durée de vie de l'installation : entre  $10^{-5}$  et  $10^{-4}$  / an ;
- Improbable dans la durée de vie de l'installation : entre  $10^{-4}$  et  $10^{-3}$  / an ;
- Possible dans la durée de vie de l'installation : entre  $10^{-3}$  et  $10^{-2}$  / an ;
- probable dans la durée de vie de l'installation :  $> 10^{-2}$ /an.

Les cotations en gravité (1 à 4) et fréquence (1 à 5) sont additionnées entre elles pour obtenir la criticité de l'événement. Sont exclus tous les scénarios dont le score est inférieur à 3. Les scénarios avec un score = 3 sont tous sélectionnés et traités de la même manière.

L'analyse des grilles de criticité montre une grande diversité de pratique. Ceci s'est traduit par l'absence d'échelles ou de métriques communes :

- A l'exception de quelques grilles, les critères restent tout de même très qualitatifs et peuvent induire à des différences notables d'appréciation.
- On constate que le sens des termes employés pour définir chaque classe varie sensiblement d'une grille à l'autre.

Conclusion quant à l'échelle de gravité

On a pu constater que :

- Les conséquences les plus souvent prises en compte sont celles sur : les personnes, les biens, le matériel, l'environnement, et la réputation de l'entreprise.
- Les échelles de gravité répertoriées présentent, quand elles sont de nature qualitative, un nombre d'échelons s'étalant entre 3 et 6.
- Aucune précision n'est donnée sur la manière de déterminer un niveau qualitatif. Autrement dit, il n'existe pas de critères affichés d'évaluation de la gravité selon les différents aspects. A titre d'exemple : le niveau de gravité / environnement = Effet important (2) est très subjectif. Il manque ainsi des critères plus explicites pour déterminer les niveaux de gravité.
- La présence de deux pratiques : des échelles où les conséquences sont distinguées (non agrégées) et des échelles de gravité où les conséquences sont agrégées. Notons que s'il n'y a qu'une conséquence prise en compte dans le cadre de cette échelle de gravité, l'agrégation n'a pas lieu d'être (voir tableau I.7).
- Conclusion quant à l'échelle de fréquence

On a pu constater :

- L'utilisation de méthodes différentes d'estimation de la probabilité : fréquence d'occurrence, possibilité, etc.

## Chapitre 1

- L'utilisation de référentiels événementiels, temporels, décisionnels et spatiaux, différents.
- Que la probabilité est souvent estimée de manière relative et non absolue.
- Que les échelles de probabilité d'occurrence examinées présentent, quand elles sont de nature qualitative ou semi-quantitative, un nombre d'échelon s'étalant entre 3 et 6. Notons que l'une des seules échelles purement quantitatives est celle de la grille de criticité OFEFP. Ceci s'explique par l'effort important entrepris pour disposer d'un maximum de données quantifiables.
- Conclusion quant à l'échelle des niveaux de criticité et d'acceptabilité

Le niveau de criticité (de risque) est le résultat d'agrégation des deux dimensions gravités, et probabilité d'occurrence. On constate que :

- Le niveau de risque peut prendre des significations différentes d'une grille à l'autre selon la méthode ou l'approche utilisée pour déterminer l'une des deux dimensions gravités et probabilité.

Ainsi, un niveau de criticité obtenu avec une grille « A » et un autre obtenu avec une grille « B » n'ont pas forcément la même signification et les mêmes implications en termes de mesures.

- Les classes de cotation choisies peuvent sensiblement varier entre les organismes.

### 3. Conclusion

Tout système industriel est susceptible de générer des risques de nature variée, la gestion des risques est une des composantes fondamentales de la gestion d'un système, elle est essentielle à la réussite des entreprises que soit en terme économique ou environnement, l'analyse de risques est une étape clé du processus de gestion des risques.

Dans ce chapitre, nous avons présenté le cadre général de notre travail. Nous avons d'abord repris les notions-clés telles que le danger, le risque, la sécurité et l'accident et nous avons introduit la notion d'acceptabilité des risques.

Ensuite nous avons présenté les différentes méthodes d'analyse de risques

Nous nous sommes concentrés également sur la matrice de criticité et d'acceptabilité laquelle s'intègre dans le cadre d'application de la démarche AMDEC.

### 1. Introduction

Ce chapitre, ça sera consacré essentiellement de faire une présentation du complexe dont nous avons réalisé notre étude.

### 2. Identification de l'établissement

L'Etude AMDEC que nous avons réalisé concerne l'unité de production de nitrate d'ammonium et au stockage du complexe d'Ammoniac et d'Engrais Azotés de l'usine d'Arzew – Fertial.

La société des fertilisants d'Algérie FERTIAL Arzew est située dans la zone industrielle d'Arzew qui est à environ 30 km à l'est de la ville d'Oran, à 40 km à l'ouest de la ville de Mostaganem et à 3 km environ du Port d'Arzew.



**Fig.12** Complexe Fertial/Arzew

## Chapitre 2



**Fig.13** Localisation de la ville d'Arzew- Région de L'Oranie

### 2.1. 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

### 2.2. 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



**Fig.14** Localisation géographique de Fertial/Arzew sur Google Earth.



**Fig.15** Vue aérienne du site Fertial/Arzew



## Chapitre 2

Le complexe Fertial Arzew est situé entre les différents sites de Sonatrach Aval, GL1Z, GL2Z, GP1Z et GP2Z.

Dans le cadre de son domaine d'activité, la société des fertilisants d'Algérie FERTIAL SPA Arzew produit et commercialise :

- L'ammoniac anhydre liquide (-33° C) : 570 000 tonnes/an
- Nitrate d'Ammonium granulé à usage agricole et Technique et Calcium Ammonium Nitrate 27% Azote (CAN 27) : 180 000 tonnes/an
- L'acide nitrique : 260 000 tonnes/an.

Les unités de stockage et les capacités de production des différentes unités sont présentées ci-après :

Unités de production	Capacité de Traitement
Une unité d'ammoniac-procédé Chemico - 10I	1 000 t/j
Une unité d'ammoniac - Procédé Kellogg - 10II	1 000 t/j
Une unité d'acide nitrique - 20I (hors service)	0 t/j
Une unité d'acide nitrique - 20II A & 20II B	400 t/j/unit
Une unité de nitrate d'ammonium Prillé - 30I (hors service)	0 t/j
Une unité de nitrate d'ammonium - 30II A & 30II B	500 t/j/unit
Utilités technique - 50I	120 T <sub>vap</sub> /h
Utilités technique - 50II (hors service)	0 T <sub>vap</sub> /h
Utilités technique - 50III	45 T <sub>vap</sub> /h
NPK blending - 70II	500 t/j
Unité de dessalement (pomperie) - 90I	180 m <sup>3</sup> /h (50I)
Unité de dessalement (pomperie) - 90II	243 m <sup>3</sup> /h (50II) 80 m <sup>3</sup> /h (50III)
Centrale électrique (Turboalternateur GTA)	24 MW
Unités de stockage	Capacité
Stockage acide nitrique – 20I	1 200 t
Stockage acide nitrique – 20II A & 20II B	1 600 t
Stockage acide sulfurique - 50I	12 t
Stockage acide sulfurique - 50II	12 t
Stockage acide sulfurique - 50III	175 t
Centre de conditionnement et stockage du nitrate d'ammonium - 70I	10 000 t
Centre de conditionnement et stockage du nitrate d'ammonium - 70II	10 000 t
Centre de conditionnement et stockage de NPK - 70II	3 000 t

## Chapitre 2

<b>Unités de production</b>	<b>Capacité de Traitement</b>
Un stockage d'ammoniac - 80I	20 000 t
Un stockage d'ammoniac - 80II	20 000 t

**Tableau 1** Liste des capacités de production et des unités de stockage des unités

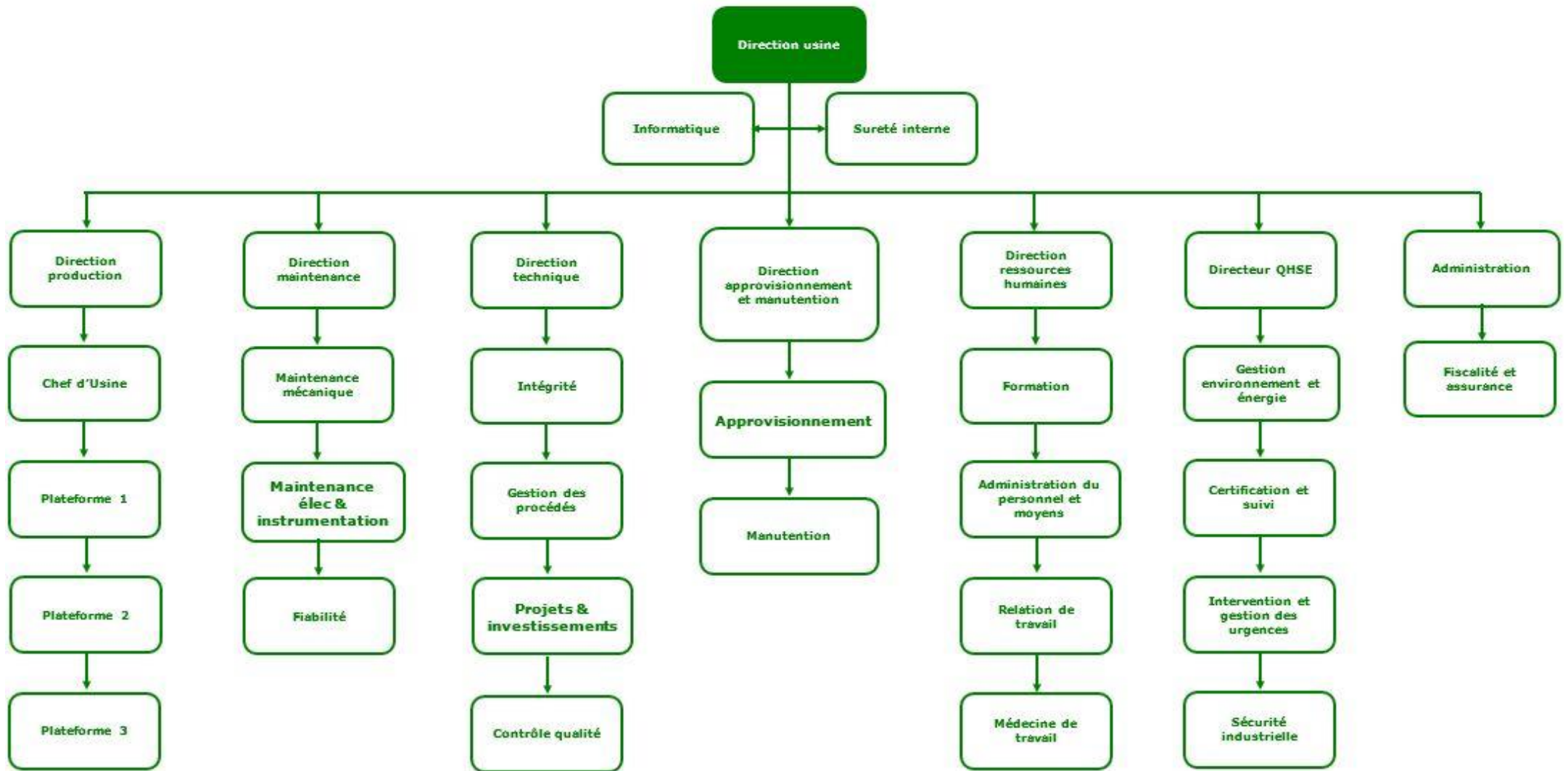
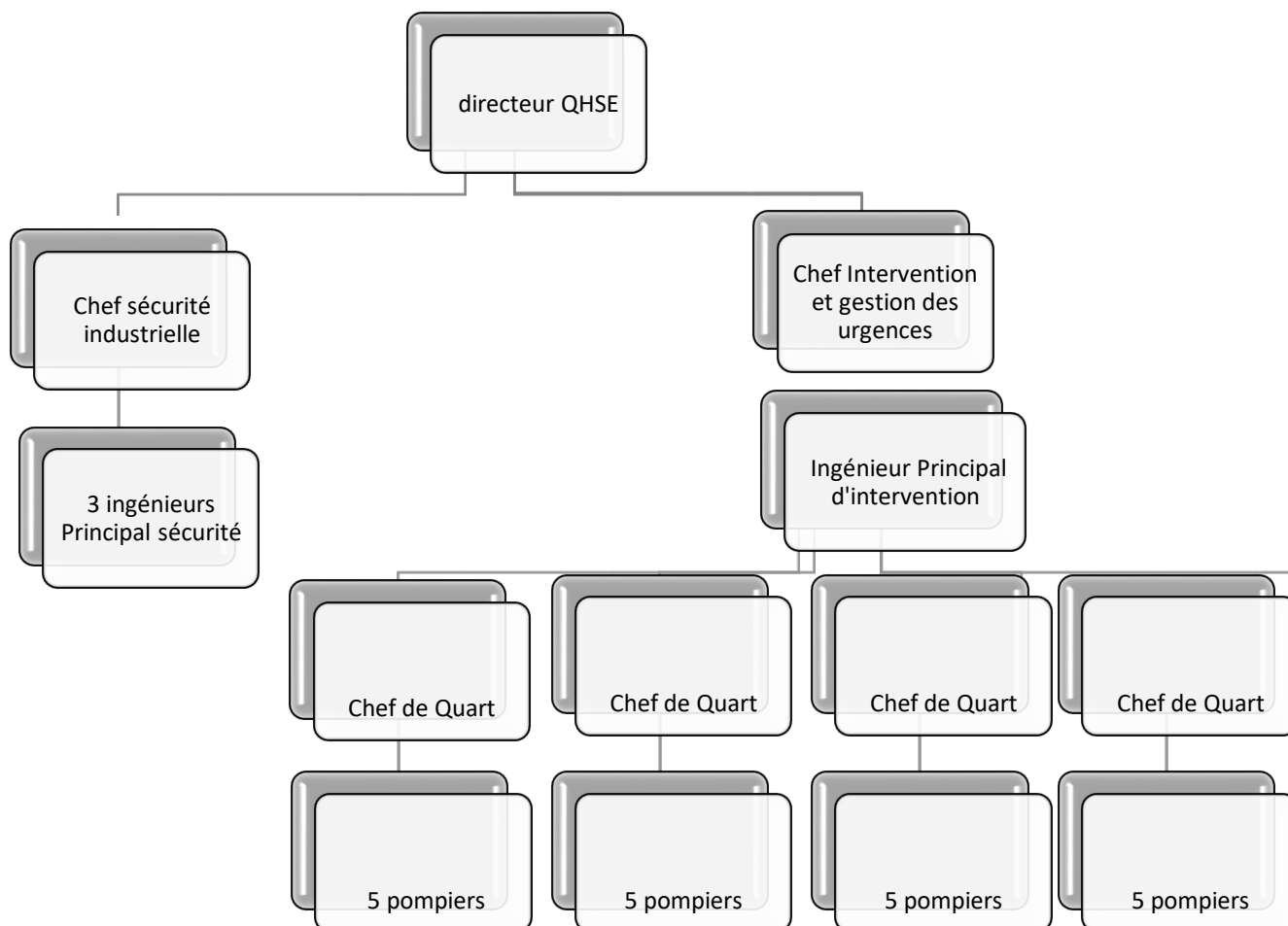


Fig.16 Organigramme général du complexe Fertial- Arzew.

## Chapitre 2

L'organisation de la structure « Sécurité industrielle/Intervention » est présentée dans la figure ci-dessous.



**Fig.17** L'organisation de la structure « Sécurité industrielle/Intervention ».

### 2.3. Historique du complexe

L'historique du complexe d'ammoniac et d'engrais azotés (CEA/Z) est :

- ✓ **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)

## Chapitre 2

- ✓ **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, Fertial 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 : Fertial 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 Fertial est détenue à 49 % par le Groupe Villar-Mir, 34% par l'état algérien et 17 % par Groupe ETRHB.
- ✓ **Décembre 2018** : FERTIAL est à nouveau placée sous tutelle du Ministère de l'Energie.

### 2.4. Les installations

Les installations opérationnelles réparties sur le site d'Arzew sont :

- Unité de de production NH3
- Unité de production d'acide nitrique
- Unité de production du nitrate d'ammonium

Le tableau ci-dessous résume les principales dates de mises en service et de modifications des différentes unités ainsi que leurs capacités de production

Unités	Date de mise en service/modifications
Une unité d'ammoniac-procédé Chemico - 10I	1970/1979
Une unité d'ammoniac - Procédé Kellogg -10II	1981
Une unité d'acide nitrique - 20I	1969/1987
Une unité d'acide nitrique - 20II A & 20II B	1981
Une unité de nitrate d'ammonium Prillé - 30I	1969/1987/2000
Une unité de nitrate d'ammonium - 30II A & 30II B	1975/1981/2007
Un stockage d'ammoniac - 80I	1969/1985
Un stockage d'ammoniac - 80II	1981/2000/2001/2008

## Chapitre 2

Unités	Date de mise en service/modifications
Centre de conditionnement et stockage du nitrate d'ammonium - 70I	1970/1985/1996
Centre de conditionnement et stockage du nitrate d'ammonium - 70II	1981
Unité de dessalement (pomperie) - 90I	1969
Unité de dessalement (pomperie) - 90II	1981
Utilités technique - 50I	1969
Utilités technique - 50II	1981/1993
Utilités technique - 50III	1981
Centrale électrique	1981

**Tableau 1** Liste des unités de production du complexe Fertial à Arzew

### 3. Classification de l'entreprise

La classification du Complexe FERTIAL est établie ainsi comme suit :

Données de base	
<b>Activité</b>	Fabrication d'engrais azotés
<b>Produits de base rentrant dans la fabrication du produit fini</b>	Méthane, eau, azote de l'air
<b>Dangers Principaux</b>	CH <sub>4</sub> (méthane) : Hautement inflammable et explosif NH <sub>3</sub> (Ammoniac): Toxique et dangereux pour l'environnement NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (Nitrate d'Ammonium): Comburant et détonant HNO <sub>3</sub> (Acide nitrique): Corrosif
Classification réglementaire	
<b>Selon Décret n° 07-144</b>	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
<b>Selon Instruction R1</b>	Réalisation d'une Etude d'impact sur l'Environnement
<b>Selon Décret exécutif N° 06-198 du 31 mai 2006</b>	Réalisation d'une Etude de Dangers et un Audit environnemental

## Chapitre 2

Classification réglementaire	
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	<b>Ammoniac :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Catégorie principale Seveso : Substance désignée</li><li>• Autre catégorie Seveso : H2 – Catégorie 3</li><li>• Q1/Q2 : 50/ 200 (selon tableau 2)</li><li>• Classe de danger ONU : 2.3</li></ul>
	<b>Acide Nitrique :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Catégorie principale Seveso : P8 – Catégorie 3</li><li>• Autre catégorie Seveso : Corrosif – Catégorie 1A</li><li>• Q1/Q2 : 50/ 200 (selon tableau 2)</li><li>• Classe de danger ONU : 8</li></ul>
	<b>Nitrate d'Ammonium :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Catégorie principale Seveso : Substance désignée</li><li>• Autre catégorie Seveso : P8 – Catégorie 3</li><li>• Q1/Q2 : 1250/5000 (selon tableau 1)</li><li>• Classe de danger ONU : 5.1</li></ul>

**Tableau 3** Classification du complexe Fertial/Arzew

### 4. L'environnement de l'établissement

#### 4.1. 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 un partie de la cité Essalam (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 2

### 4.2. 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 Fig.) 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.

Les informations relatives à aux établissements voisins de FERTIAL sont présentées dans le tableau suivant.



**Fig.18** Localisation des activités limitrophes du complexe Fertial-Arzew



## Chapitre 2

Réf. sur fig.	Etablissement	Activités	Localisation au plus proche (/ Fertial)
2	FERTALGE	Production d'engrais liquide azoté / Site abandonné	0m
3	GP2Z	Séparation des gaz GPL en propane et butane	210m
4	RTO	Transport par canalisation hydrocarbures, stockage et expédition du brut, condensât, gaz naturel, GPL	420m
5	RTO		330m
6	LINDE		125m
8	NAFTAL AVM		1120m
10	GL1Z & GL2Z		1530m
11	Port méthanier de Bethioua		1790m
13	KAHRAMA		3770m
14	GL3Z		4160m
15	GL4Z	En cours de démantèlement	1110m
16	CP1Z	Complexe Méthanol et Résines Synthétiques	1930m
17	RA1Z	Raffinage du pétrole brut	1770m
18	SOMIZ	Société de Maintenance Industrielle d'Arzew	2110m
19	SOTRAZ	Société de Transport d'Arzew	2670m
20	GREIF	Fabrication de fûts métalliques	2990m
21	UDE		3320m
22	GCB	Société Nationale de Génie Civil et Bâtiments	3390m

## Chapitre 2

23	GTP	Réalisation d'ensemble industriels et prestations de service en matière de maintenance industrielle	3390m
24	FIR STATION A	Force d'Intervention Rapide (Station A)	2880m
25	PCT	Poste de Commandement Tactique	2810m
26	CFS	Centre de formation Sécurité (qui dépend de GL4Z doit également être désaffecté)	2650m

**Tableau 4** Principales activités industrielles à proximité de FERTIAL

### 4.3. Voies de circulation intérieures

Le site de FERTIAL comprend plusieurs voies de circulation intérieures et périphériques desservant les différentes unités industrielles implantées dans la zone.

Les voies de circulation internes du complexe FERTIAL permettent l'accès à toutes les zones du site. Les agents de la protection civile pourraient donc intervenir aisément en toute circonstance nécessitant leur assistance.

La voirie entourant les installations, les zones de manœuvre et de stationnement ont été conçues pour la libre circulation des véhicules de secours entre autres.

### 4.4. 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.



**Fig.19** Voies de circulation extérieures à Fertial/Arzew

### 4.5. Données météorologiques

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.

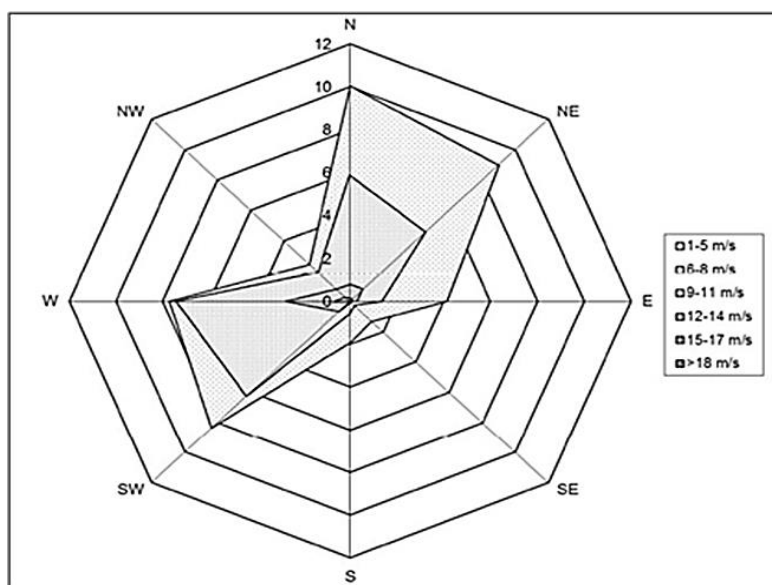
La période la plus venteuse de l'année dure 6,5 mois, du 4 novembre au 21 mai, avec des vitesses de vent moyennes supérieures à 40,7 kilomètres par heure. Le jour le plus venteux de l'année 2019 est le 19 février, avec une vitesse moyenne du vent de 70,9 kilomètres par heure.

## Chapitre 2

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.



**Fig.20** Rose des vents dominants et leurs vitesses à Arzew. « EDD d'usine »

## 5. Description générale des installations

Les installations opérationnelles réparties sur le site d'Arzew sont :

### 5.1. Unité de de production NH3

- Désulfuration
- Reforming primaire
- Reforming secondaire
- Conversion de CO
- Décarbonatation
- Méthanation
- Synthèse d'ammoniac
- Réfrigération d'ammoniac
- Régénération Amine

## Chapitre 2

- Stockage de l'ammoniac

### 5.2. Unité de production d'acide nitrique

- Evaporation d'ammoniac
- Compression d'air
- Oxydation catalytique du mélange air + ammoniac
- Absorption du NO<sub>2</sub> par l'eau donnant du HNO<sub>3</sub>
- Conversion du NO en NO<sub>2</sub>
- Récupération gaz de queue
- Stockage acide nitrique

### 5.3. Unité de production du nitrate d'ammonium

- Neutralisation de l'acide nitrique par l'ammoniac
- Granulation de la solution concentrée de nitrate d'ammonium
- Conditionnement des granulés de nitrate (refroidissement, criblage et enrobage)
- Récupération des condensats
- Centre de conditionnement du nitrate d'ammonium
- Stockage de Nitrate d'ammonium

Dans le cadre de son domaine d'activité, la société des fertilisants d'Algérie FERTIAL SPA Arzew produit et commercialise :

- L'ammoniac anhydre liquide (-33° C)
- L'ammonitrate granulé à usage agricole et Technique
- Le Calcium Ammonium Nitrate 27% Azote (CAN 27),actuellement l'unité est en arret.
- L'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>).

Le complexe d'ammoniac et d'engrais azoté d'Arzew a été réalisé en deux étapes :

- La première phase du complexe, comprenant :
  - Une unité d'ammoniac de 1000 tonnes/jour - procédé Chemico ;
  - Une unité d'acide nitrique qui est aujourd'hui hors service ;
  - Une unité de nitrate d'ammonium prillé qui est aujourd'hui hors service ;

## Chapitre 2

Un stockage d'ammoniac de 20.000 T ;

- Un atelier de conditionnement et de stockage de nitrate d'ammonium ;
- Toutes les utilités nécessaires au fonctionnement de ces unités de production.
- Quant à la seconde étape du complexe, comprenant :
  - Une unité d'ammoniac de 1000 tonnes/jour - Procédé Kellogg ;
  - Deux (02) unités d'acide nitrique de 400 tonnes/jour chacune ;
  - Deux (02) unités de nitrate d'ammonium de 500 tonnes/jour chacune ;
  - Un atelier de conditionnement et de stockage de nitrate d'ammonium ;
  - Un stockage d'ammoniac de 20.000 T ;
  - Toutes les utilités nécessaires au fonctionnement des unités de production

Une opération de rénovation de la première plateforme est lancée en 1980 pour préserver les capacités de production. Le complexe s'est doté dans le cadre de cette opération d'une centrale électrique de 24 MW et la réalisation des interconnexions entre les deux plates-formes celle de 1966 et de 1975. Ces interconnexions comprenaient l'électricité, vapeur et eau de mer.

### 5.4. Unité ammoniac I (NH<sub>3</sub>) – U 10I

#### 5.4.1. Description générale de l'unité

L'unité de production d'ammoniac I est d'une capacité de 1.000 T/J selon le procédé **CHEMICO** comprend un Steam reforming suivi d'une conversion à deux niveaux, du CO en CO<sub>2</sub>, à haute et basse température.

Le gaz naturel provient principalement de RTO (Région Transport Ouest) pour alimenter l'unité d'ammoniac I au sein de Fertil Arzew.

Le CO<sub>2</sub> est éliminé en premier à l'aide de Triéthanolamine (TEA) puis à l'aide de Monoéthanolamine (MEA).

Les traces de CO et CO<sub>2</sub> sont transformés en CH<sub>4</sub> au niveau de la section méthanisation avant compression.

Le gaz de synthèse est porté à 220-230 bars par un compresseur à trois corps entraînés par un groupe de deux (2) turbines (Turbines HP fonctionnant à 100 bars et 440 °C et une turbine BP à 40 bars et 314 °C utilisant la vapeur HP détendue dans l'étage HP).

La synthèse de l'ammoniac se fait dans un réacteur type CHEMICO à trois (3) lits de catalyseurs à base d'oxyde de fer.

L'ammoniac produit est refroidi et soutiré à deux niveaux de température :

- -17 °C dans le ballon de recette pour une utilisation directe au niveau des unités acide nitrique et nitrate.

## Chapitre 2

- A  $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$  après compression, l'ammoniac sort à  $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$  et 1 atm est stocké dans un bac de 20.000 T pour exportation avec la récupération de la phase vapeur par des compresseurs de reliquéfaction.



**Fig.21** L'arrivée du Gaz naturel de RTO vers unités ammoniac I et II

## Chapitre 2

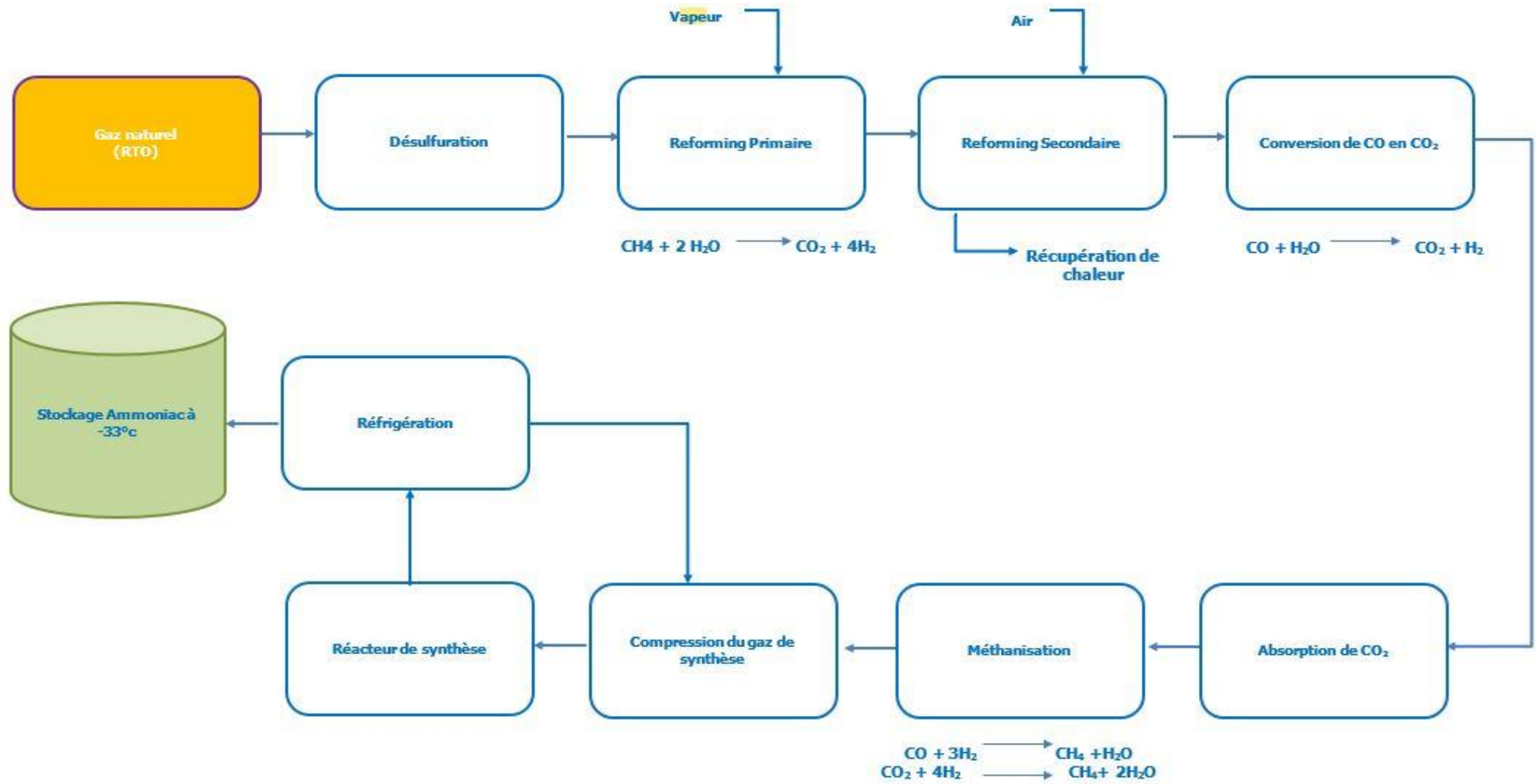


Fig.22 Schéma du procédé de fabrication de l'ammoniac « CHEMICO »



## Chapitre 2

### 5.4.2. Stockage de l'unité

Les caractéristiques du stockage d'ammoniac produit, unité 80I localisé sur le port, sont présentées dans le tableau suivant :

PRODUIT	Nbre	Type /construction	Dimensions	Capacité totale		Rétention	
				m3	T	Surface (m2)	Volume (m3)
NH3 Ammoniac Anhydre liquide	1	Bac à toit fixe	H=14m / diam=52m	29700	20000	/	/

**Tableau 5** Caractéristiques du stockage d'ammoniac U80I

Ce stockage est accompagné de trois compresseurs de réfrigération pour liquéfier les vapeurs d'ammoniac pendant le stockage. Cette station a été rénovée en 1998.

### 5.5. Unité ammoniac II (NH3)

#### 5.5.1. Description générale de l'unité

**Capacité de production** : 1000 tonnes /jour

**Procédé de fabrication** : Procédé Kellog utilisant le gaz naturel par craquage à la vapeur de l'hydrogène.

**Processus de fabrication de l'ammoniac** :

1. Reforming primaire du gaz naturel dans le four de reforming
2. Reforming secondaire pour finaliser la réaction de reforming avec de l'air
3. Conversion du CO vers le CO2 (conversion à haute température et conversion à basse température).
4. Séparation du CO2 du gaz de process par absorption avec une solution MEA
5. Méthanisation des traces du CO et CO2 compression du gaz de synthèse, avec quatre lits catalytiques à 140 bars et synthèse de l'ammoniac
6. Séparation de l'ammoniac produit aux sections de réfrigération à une température de -33°C et stockage.



**Fig.23** Unité ammoniac II

Le processus de fabrication est présenté sur la figure ci-dessous :

## Chapitre 2

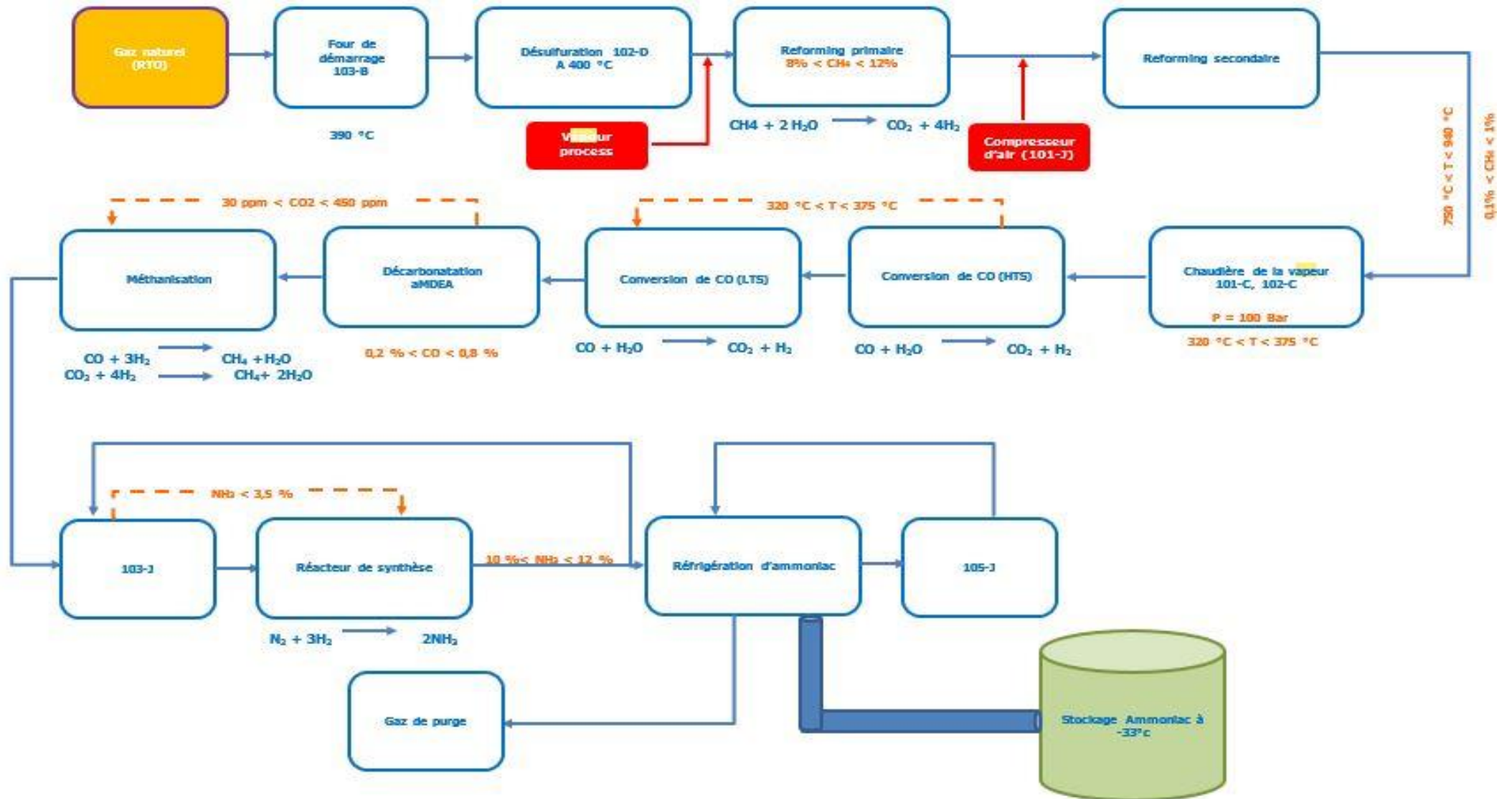


Fig.24 Procédé de fabrication d'ammoniac « KELLOG »

## Chapitre 2

### 5.5.2. Stockage de l'unité

Les caractéristiques du stockage d'ammoniac produit, unité 80II au nord du site sont présentées dans le tableau suivant.

PRODUIT	Nbre	Type /construction	Dimensions	Capacité totale		Rétention	
				m3	T	Surface (m2)	Volume (m3)
NH3 Ammoniac Anhydre liquide	1	Bac à toit fixe	H=23.5m / diam=40m	29500	20000	9 540	30 500

**Tableau 6** Caractéristiques du stockage d'ammoniac U80II

Ce stockage est accompagné de deux compresseurs de réfrigération pour liquéfier les vapeurs d'ammoniac pendant le stockage.

## 5.6. Unité de fabrication d'acide nitrique

### 5.6.1. Description générale de l'Unité

A ce jour l'unité acide nitrique I est hors service.

Il existe deux unités acides nitriques similaires, 20II-A et 20II-B. Chaque unité est dessinée pour une capacité productive de 400 Tm/jour d'acide nitrique à 100 %. Elles sont divisées en blocs productifs suivants :

- Compression d'air, évaporation d'ammoniac et mélange des deux.
- Oxydation de l'ammoniac et train d'échange
- Refroidissement des gaz d'oxydation.
- Refroidissement et absorption des gaz d'oxydation avec eau
- Combustion catalytique du gaz de queue
- Stockage final, Consommation et Expédition

Cette installation produit de l'acide nitrique par oxydation de l'ammoniac en oxyde azoté, par oxydation secondaire de l'oxyde azoté (NO) en dioxyde azoté (NO<sub>2</sub>) et par adsorption du dioxyde d'azote dans l'eau.

## Chapitre 2

L'air filtré est comprimé dans un compresseur axial à 9,66 bars abs et 232 °C puis est mélangé avec de l'ammoniac surchauffé. Ce mélange réagit de façon exothermique dans le brûleur.

L'ammoniac en présence d'un catalyseur en platine rhodié, produit de l'oxyde azoté (NO). Le mélange obtenu passe par des échangeurs de chaleur afin de récupérer la chaleur produite et provoquer l'oxydation de l'oxyde azoté (NO) en dioxyde azoté (NO<sub>2</sub>) en présence de l'oxygène en excès.

Le mélange produit est envoyé dans une colonne d'absorption à une température de 60°C où le dioxyde azoté (NO<sub>2</sub>) est absorbé dans l'eau pour former l'acide nitrique.

Le gaz de queue provenant de la tête de la tour d'adsorption est réchauffé par les gaz nitreux sortant du brûleur d'ammoniac et réagit avec le gaz naturel (CH<sub>4</sub>) dans le réacteur de réduction (NO<sub>x</sub>), la température atteindra es 760°C d'où le dioxyde d'azote résiduel est réduit de sorte qu'il se produise un gaz d'échappement de cheminée incolore.

L'énergie produite par le gaz de queue chaud est récupérée dans une turbine de détente, laquelle, produit une grande partie de l'énergie requise par le compresseur d'air.

### 5.7. Unité de production de nitrate d'ammonium

#### 5.7.1. Description générale de l'unité

A ce jour l'unité nitrate I est hors service.

Il existe deux unités nitrate égale, 30II-A et 30II-B. Chaque unité a une capacité de production de 500 Tm/jour d'ammonitrate granulé suivant les étapes suivantes :

1. Evaporation de l'ammoniac et conditionnement de l'air
2. Neutralisation et premier étage d'évaporation
3. Deuxième évaporation et granulation
4. Refroidissement et préparation du produit fini
5. Lavage de l'air de refroidissement de la granulation
6. Stockage et charge

L'acide nitrique 57 % de concentration avec une petite quantité d'acide sulfurique est additionnée a l'ammoniac gazeux produit dans l'installation d'évaporation. Ils sont introduits dans des proportions contrôlées dans un neutraliseur LR1511/2511 après avoir été réchauffés. La neutralisation est effectuée sous une pression de 4 bars et 180 ° C suivant la réaction :



## Chapitre 2

La solution de nitrate d'ammonium produite, qui a une concentration de 77%, se déverse dans un réservoir intermédiaire LV1516/2516.

La solution de nitrate d'ammonium venant du neutraliseur est alimentée, via un réservoir intermédiaire LV1512/2512, dans un évaporateur, dans lequel elle est concentrée à environ 95%. Elle est alors envoyée à un évaporateur de type descendant, et où le nitrate d'ammonium atteint une concentration de 99,8 %. Le mélange liquide descend par gravité à la tour de granulation où se forment les gouttes de nitrate, lesquelles se solidifient durant leur chute dans la tour.

Les grains formés sont dirigés vers le refroidisseurs à l'aide d'un convoyeur. Ils passent ensuite dans un crible. La fraction commerciale passe par l'enrobeur, où un anti-mottant lui est additionné, avant d'envoyer le nitrate d'ammonium aux silos de stockage.

L'air utilisé pour solidifier et pour refroidir le nitrate passe par une unité de refroidissement et de lavage, en retournant de nouveau dans la tour où l'excès d'air passe par un autre laveur et est envoyé à l'atmosphère.

### 5.8. Unité de pompage eau de mer

#### 5.8.1. Description générale de l'unité

Le complexe Fertial Arzew dispose de deux stations de pompage d'eau de mer.

Ces stations sont composées de :

- Conduites d'amenées d'eau de mer,
- Bassins
- Pompes de capacités de 6400 m<sup>3</sup>/h

L'eau est amenée vers des bassins de tranquillisation ou bassin tampon ou six pompes d'eau de mer de capacité 6400 m<sup>3</sup>/h (Quatre(04) sont en service et les deux autres sont maintenues en secours). Ces pompes assurent l'alimentation en eaux de mer pour les trois utilités (I, II et III) qui sont situées respectivement au niveau des unités Ammoniac I, Ammoniac II et Acide nitrique et Nitrate I et II.

Une station de chloration permet de traiter l'eau de mer ainsi pompée afin d'éviter le développement de micro-organismes dans les canalisations.

### 5.9. Unité d'électrochloration

La prolifération de la flore et de la faune marine dans les circuits de réfrigération des installations industrielles de bord de mer est combattue efficacement par des injections de chlore actif dans l'eau de mer servant au refroidissement. Cette protection est assurée à la fois par une vaccination continue et par des vaccinations séquentielles dites « choc ».

## Chapitre 2

Pour y parvenir, une unité d'électrochloration a été dimensionnée pour produire 125 kg/h de chlore actif ou hypochlorite de sodium (NaClO) grâce à l'électrochloration de l'eau de mer. La concentration comme chlore actif de la solution d'hypochlorite de sodium associée à cette production est de 1.5 mg/l.

Elle se situe au niveau de l'unité de pompage d'eau de mer au nord du site entre les 2 bassins.



**Fig.25** Unité d'électrochloration

L'électrolyseur EM201 est constitué de quatre unités Seacolor<sup>®</sup>. Le débit maximal d'eau de mer alimenté et filtrée est de 84 m<sup>3</sup>/h.

La réaction globale se produisant aux bornes de l'électrolyseur est la suivante :



L'opérateur peut contrôler la production de chlore actif entre 10% et 100% de la capacité nominale de l'électrolyseur (125 kg/h de chlore actif) en réglant le courant continue d'alimentation de l'électrolyseur.

L'eau de mer chlorée sortant de l'électrolyseur est une solution d'hypochlorite de sodium contenant du gaz hydrogène et une petite quantité de matières solides en suspension formées par des réactions secondaires qui ont eu lieu lors de l'électrolyse. Cette eau de mer est transférée au réservoir TK201, d'une capacité de 60m<sup>3</sup>, où l'hydrogène gazeux est séparé de la solution d'hypochlorite de sodium.

Pour la capacité nominale de production de chlore actif (125 kg/h), le débit maximal de production d'hydrogène gazeux est de 46 Nm<sup>3</sup>/h.

## Chapitre 2

Le ciel gazeux du réservoir TK201 contenant l'hydrogène gazeux est dilué constamment par un courant d'air soufflé par le ventilateur K301A/B (un en opération, l'autre en standby). Cette ventilation permet d'éviter tout danger d'explosion car la quantité d'hydrogène contenue à l'intérieur du réservoir et du tuyau d'échappement est maintenue en dessous de 1% vol alors que la limite inférieure d'inflammabilité de l'hydrogène est de 4% vol.

La capacité nominale d'un ventilateur est de 4600 Nm<sup>3</sup>/h. le démarrage de l'électrolyseur est conditionné au fonctionnement d'un ventilateur.

La solution d'hypochlorite présente dans le réservoir TK201 est pompée par les pompes :

- P201A/B vers les bassins d'eau de mer 1 et 2 pour une vaccination continue dont le débit est contrôlé en continu à l'aide du FIT201 et de la soupape FCV201. Chacun des bassins est alimenté par un débit de 36 m<sup>3</sup>/h d'hypochlorite de sodium ;
- P202A/B vers les bassins d'eau de mer 1 et 2 alternativement pour une vaccination dites « choc » pendant 20min toutes les 6 heures. Le débit est contrôlé à l'aide du FIT202 et de la soupape FCV202

La sécurité de très haut ou très bas niveau dans le réservoir TK201 engendre une alarme et arrête l'électrolyseur ou les pompes de soutirage.

### 5.10. Les utilités

Les différentes unités sont des unités motrices et primordiales pour le complexe de production.

Elle a pour but de satisfaire le besoin du complexe en matière d'utilités telles que : eau dessalée, vapeur, électricité.

Le complexe FERTIAL Arzew possède trois utilités (50I, 50II, 50III) :

- La première est connectée avec l'unité Ammoniac I
- La deuxième se trouve au niveau de l'unité Ammoniac II
- Et la troisième est rattachée aux unités Acide nitrique I et II



## Chapitre 2

### 6. Organisation de Fertial en termes de sécurité

#### 6.1. Système de gestion HSE

La Direction de Fertial a établi une série de systèmes, politiques et procédures qui forment le fondement de gestion de la sécurité du groupe. Ceux-ci ont été développés et mis en œuvre avec succès depuis de nombreuses années sur les sites d'exploitation du groupe.

Cette section a pour objectif de décrire les systèmes, les politiques et les procédures qui composent le système de gestion de la sécurité.

Le système de gestion HSE (Santé, Sécurité et Environnement) de Fertial Arzew constitue le fondement des méthodes d'identification et de résolution de toutes les questions de santé, de sécurité et de respect de l'environnement.

Ce système repose sur la combinaison d'une politique HSE, principes directeurs et procédures dans le but d'atténuer les risques HSE pour l'entreprise, les employés, les sous-traitants, les visiteurs, le public, ainsi que les environnements internes et externes.

Pour les besoins de description, le système de gestion HSE de FERTIAL Arzew a été divisé conformément aux sections du décret 15-09 et repris dans les paragraphes suivants.

#### 6.2. Politique de gestion de la sécurité

L'entreprise dispose d'une déclaration de politique écrite en matière de HSE voir Fig.25

L'entreprise dispose de procédures HSE décrivant le système de gestion HSE.

Les objectifs concrets de la politique HSE à moyen terme sont inclus dans les objectifs quinquennaux de l'entreprise.

Les objectifs concrets de la politique HSE à court terme sont fixés :

- Dans les plans annuels d'actions
- Dans les indicateurs de performances HSE : bilans mensuels et les différents indices, audit et inspection, exercices PII...

La Direction de Fertial s'assure que la politique HSE est connue par tous les travailleurs. La déclaration de politique est affichée à des endroits appropriés. La déclaration de politique fait l'objet de communication et de discussion lors de la formation d'induction des nouveaux membres du personnel. La ligne hiérarchique exécute régulièrement des tournées au cours desquelles on porte une attention systématique à la sécurité. La Direction Fertial s'assure que la politique de prévention en matière de sécurité fait l'objet d'un suivi et d'une évaluation systématique. Il existe un système pour le suivi mensuel de l'exécution réelle et dans les temps des actions du plan d'actions annuel, à travers le bilan HSE Annuel.

## Chapitre 2

La politique en matière de sécurité est systématiquement abordée lors de comité de direction HSE.



### 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.

16 MAI 2019



STEPHANE DIEUDE

Directeur Général P/I

Fig.26 Politique SST de l'entreprise Fertial

## **Chapitre 2**

### **7. Conclusion**

À travers de ce chapitre nous avons constaté que Fertial avec ses principaux produits, est une installation classé Seveso seuil haut et que Fertial/Arzew a établi une série de systèmes, politiques et procédures qui forment le fondement de gestion de la sécurité du groupe. Ceux-ci ont été développés et mis en œuvre avec succès depuis de nombreuses années sur les sites d'exploitation du groupe.

## L'APPLICATION DE LA METHODE AMDEC AUX PROCEDES DE FABRICATION DE NITRATE D'AMMONIUM ET AUX STOCKAGES

### 1. Introduction

Les engrais minéraux à base de nitrates d'ammonium sont utilisés en Algérie dans l'agriculture et pour le secteur militaire, ils peuvent, dans des circonstances particulières, être la source de phénomènes dangereux tels que la décomposition thermique ou la détonation. Il n'existe pas de « feu d'engrais » proprement dit, les engrais se décomposent sans flammes en produisant des fumées très toxiques

Le but final de ce chapitre est de répondre aux questions suivantes :

- Que peut-il arriver à Fertial/Arzew ? Quelle est la probabilité de survenance des dégâts ?
- Quelles sont les conséquences lorsqu'un événement indésirable se produit ?
- Le risque est-il acceptable et, le cas échéant, quelles sont les mesures nécessaires pour atteindre un niveau de risque acceptable ?

Pour répondre à ces questions et autres, nous allons développer une approche qui nous aidera largement.

### 2. L'approche suivie

Nous devons noter que toute analyse de risque doit se nourrir de l'expérience passée comme point de départ à l'identification des dangers.

Il est impératif d'intégrer lors des sessions d'identification des dangers la connaissance historique ou accidentologie interne et externe du site d'Arzew de manière à vérifier que les systèmes de prévention et de protection des installations intègrent ces scénarios.

Pour l'accidentologie externe, une recherche doit être faite auprès des grandes banques de données sur les accidents industriels pour voir si les substances dont l'utilisation est envisagée ou des substances ayant des propriétés comparables ont déjà donné lieu à des accidents graves.

### 3. La méthode d'analyse utilisée

Disposer d'une méthode d'évaluation du risque est nécessaire pour définir l'acceptabilité du risque. Il est donc indispensable de fixer des critères d'acceptabilité pour les effets et pour le niveau de probabilité. Ce ou ces critères visent à délimiter les événements probables des événements peu probables.

## Chapitre 3

### 3.1. AMDEC

AMDEC est une analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité, un outil d'analyse puissant qui peut identifier pleinement le risque de dérive des processus, des produits ou de moyen de production. Il fait partie de la logique de gestion des risques ; son objectif est de développer des plans d'actions préventives pour éliminer ou réduire les risques liés à la sécurité des utilisateurs, la mauvaise qualité, la baisse de productivité et l'insatisfaction des clients. L'AMDEC se définit comme une « méthode inductive d'analyse de système utilisée pour l'analyse systématique des causes, des effets des défaillances qui peuvent affecter les composants de ce système ». Cette méthode est systématique, participative et préventive.

Nous devons noter que AMDEC est à la fois un moyen d'amélioration de produit et une analyse de risques.

### 3.2. Pourquoi AMDEC

La méthode a fait ses preuves dans les industries suivantes : spatiale, armement, mécanique, électronique, électrotechnique, automobile, nucléaire, aéronautique, chimie, informatique. Dans le domaine de l'informatique la méthode d'Analyse des Effets des Erreurs Logiciel (AEEL) a été développée. Cette approche consiste en une transcription de l'AMDEC dans un environnement de logiciels. Aujourd'hui, dans un contexte plus large comme celui de l'industrie de la pétrochimie, la prévention n'est pas limitée à la fabrication. Il est maintenant possible d'anticiper les problèmes dans tous les systèmes du processus d'affaires et de rechercher à priori des solutions préventives. C'est pourquoi l'application de l'AMDEC dans les différents systèmes du processus d'affaires est très utile.

### 3.3. Historique de la méthode AMDEC

L'AMDEC a été créée aux États-Unis par la société Mc Donnell Douglas en 1966. Elle consistait à dresser la liste des composants d'un produit et à cumuler des informations sur les modes de défaillance, leur fréquence et leurs conséquences. La méthode a été mise au point par la NASA et le secteur de l'armement sous le nom de FMEA pour évaluer l'efficacité d'un système. Dans un contexte spécifique, cette méthode est un outil de fiabilité. Elle est utilisée pour les systèmes où l'on doit respecter des objectifs de fiabilité et de sécurité. À la fin des années soixante-dix, la méthode fut largement adoptée par Toyota, Nissan, Ford, BMW, Peugeot, Volvo, Chrysler et d'autres grands constructeurs d'automobiles.

Malgré de nombreuses critiques en raison du coût et de la charge de son application, elle reste l'une des méthodes les plus étendues et les plus efficaces. En fait, il est de plus en plus utilisé non seulement dans le matériel, mais aussi dans les systèmes, les fonctions et les logiciels pour la sécurité, la maintenance et la disponibilité.

Par conséquent, cette méthode est maintenant largement recommandée à l'échelle internationale et est utilisée systématiquement dans toutes les industries dangereuses (telles que l'énergie nucléaire, l'aérospatiale et les produits chimiques) dans le but d'effectuer une analyse préventive de la sécurité opérationnelle.

Cette méthode a été largement introduite dans les normes de qualité (normes ISO 9000) pour faciliter la mise en place d'un système de gestion de la qualité structuré.

## Chapitre 3

### 3.4. Types d'AMDEC et définitions

Il existe 3 types d'AMDEC. En effet, la méthode AMDEC peut être mise en œuvre au niveau du produit, du processus ou des moyens.

#### 3.4.1. AMDEC Produit

Identifier les risques générés par la conception et valider la définition d'un produit pour en assurer la qualité.

#### 3.4.2. AMDEC Procédé (process) :

Identifier les risques liés aux procédés, et valider le processus de fabrication afin d'assurer la qualité du produit, et ça sera l'approche qu'on va utiliser dans notre pratique.



Fig.27 AMDEC Procédé.

#### 3.4.3. AMDEC Moyen de production :

Identifier les risques de panne du moyen de production et garantir la disponibilité (fiabilité et maintenabilité) du moyen

### 3.5. Définition d'un mode de défaillance, d'une cause de défaillance et de l'effet de cette défaillance

Par défaillance on entend simplement qu'un produit, un composant ou un ensemble :

Ne fonctionne pas, ne fonctionne pas au moment prévu, ne s'arrête pas au moment prévu, fonctionne à un instant non désiré, fonctionne, mais les performances requises ne sont pas obtenues.

## Chapitre 3

Le mode de défaillance est la façon dont un produit, un composant, un ensemble, un processus ou une organisation manifeste une défaillance ou s'écarte des spécifications. Voici quelques exemples pour illustrer cette définition :

Déformation, vibration, coincement, desserrage, corrosion, fuite, perte de confinement, court-circuit, flambage, ne s'arrête pas, bloqué ouvert, ne démarre pas, dépasse la limite supérieure tolérée... etc.

Une cause de défaillance est évidemment ce qui conduit à une défaillance. On définit et on décrit les causes de chaque mode de défaillance considérée comme possible pour pouvoir en estimer la probabilité, en déceler les effets secondaires et prévoir des actions correctives pour la corriger.

Les effets d'une défaillance sont les effets locaux sur l'élément étudié du système et les effets de la défaillance sur le produit final.

### 3.6. Methodologie d'AMDEC

Cette méthode est de nature prédictive. Elle nous permet d'imaginer d'éventuels dysfonctionnements. La réflexion porte sur la décomposition de manière systématique d'un système pour :

- Identifier les risques potentiels.
- Évaluer ses possibilités et ses conséquences.
- Identifier les mesures pouvant réduire ces risques.

Parmi les prérequis de la méthode AMDEC, il est essentiel de connaître le système à analyser et l'environnement correspondant. La méthodologie se décompose ensuite en quatre étapes :

- a. Constitution d'un groupe de travail.
- b. Evaluation des modes de défaillance potentielle.
- c. Evaluation des défaillances et calcul de criticité.
- d. Hiérarchisation de la criticité.

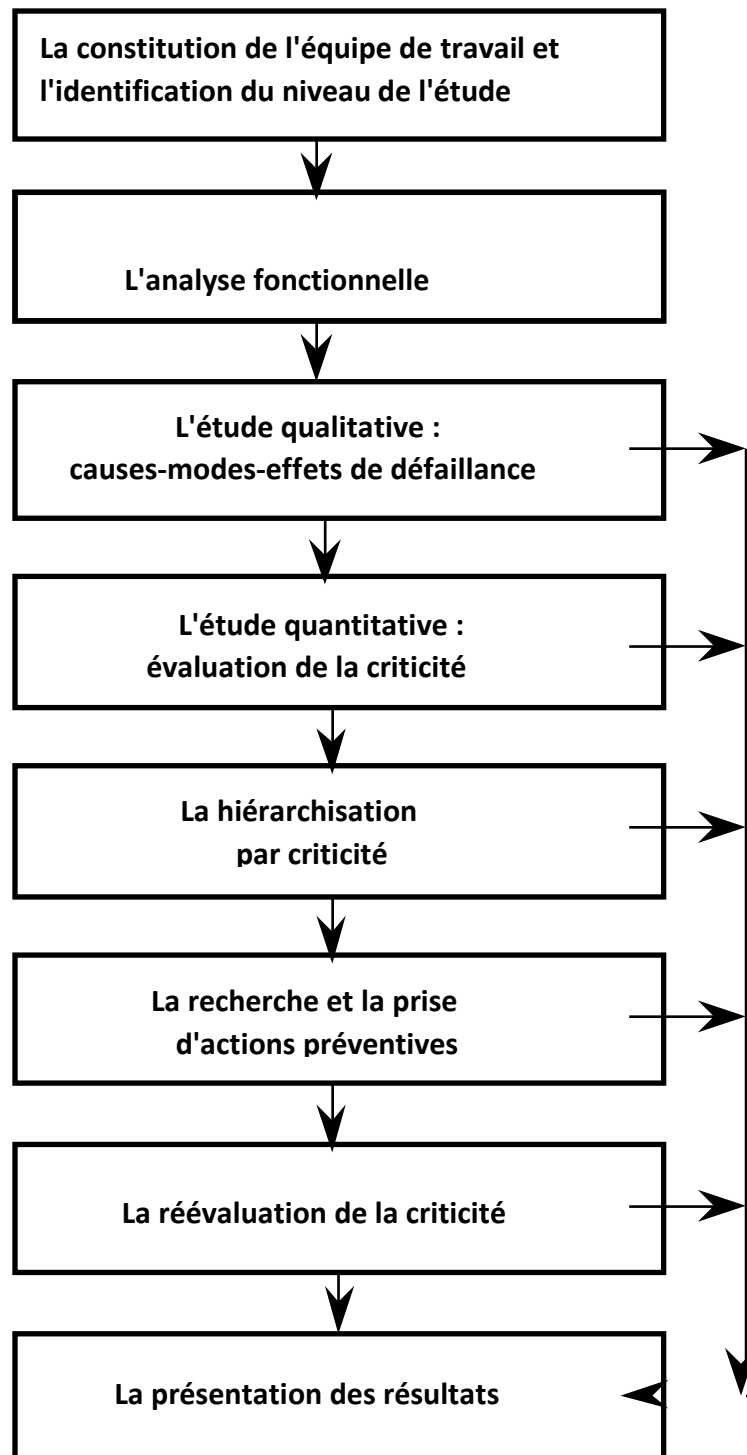


Fig.28 La démarche AMDEC



## Chapitre 3

### 3.6.1. Constitution d'un groupe de travail

La réflexion est basée sur un travail collégial. Un groupe multidisciplinaire et participant doit être mis en place, et l'expérience de chaque participant permet de réduire la subjectivité de chaque personne. Le but du projet doit être clairement énoncé et la planification de la réunion doit assurer le succès du projet. Par conséquent, ce travail signifie que toutes les parties prenantes devraient y assister régulièrement. La réunion doit être présidée par l'hôte responsable de l'organisation du rythme et de la promotion de la communication.

### 3.6.2. Evaluation des modes de défaillance potentielle

L'évaluation des modes de défaillance potentielle repose sur la réponse à 4 questions résumées dans le tableau.

Les activités du processus	Modes de défaillance	Les effets du mode de défaillance	Les causes probables du mode de défaillance	Moyens de détection
Il s'agit de quel processus	Qu'est-ce qui pourrait aller mal ?	Quels pourraient être les effets ?	Quelles pourraient être les causes ?	Comment faire pour voir ça ?

**Tableau 7** Les quatre questions de base de l'AMDEC (TELLAA & al., 2020)

La suite logique de cette réflexion est la suivante : une (des) causes indui(sen)t des modes de défaillance responsables d'effet(s) (Figure 6).



**Fig.29** Enchaînement logique d'une cause à ces effets.

Un « mode de défaillance potentielle » est la recherche de base de l'AMDEC. La question sous-jacente est « Qu'est ce qui pourrait aller mal ? ». Il s'agit d'identifier de manière exhaustive les « problèmes potentiels », c'est-à-dire de quelle manière une fonction ne peut continuer à se faire correctement. Cette question initiale doit-être murement analysée et réfléchie. Le questionnement exhaustif permet d'anticiper les problèmes qui pourraient rendre plus difficile la démarche initiale, nuire au client final ou avoir des conséquences économiques non attendues.

- Les « causes possibles » identifient qu'elles pourraient être les anomalies conduisant à la défaillance du système. Plusieurs causes peuvent être responsables d'un mode de défaillance et une même cause peut intervenir dans différents modes de défaillance.

## Chapitre 3

- Les « effets possibles » sont les conséquences du problème et sa concrétisation. Ils peuvent être immédiats ou différés, directs ou indirects et conduire eux-mêmes à un nouveau mode de défaillance.

- Moyens de détection (« Comment faire pour voir ça ? ») est un point important de l'AMDEC puisqu'il permet de mettre en avant les moyens de détection des modes de défaillance, de juger de la pertinence des actions proposées et de leur efficacité.

L'intérêt de l'AMDEC est d'identifier et de mettre en place :

- Des « mesures correctives » pour diminuer la gravité des effets.
- Des « mesures préventives » pour limiter la survenue et la fréquence des problèmes.

Pour cela, les actions peuvent être :

Correctives : actions courtes de remise en route rapide faisant suite à la survenue d'un risque au moment présent.

Préventives : actions planifiées avant que le dysfonctionnement ne se produise.

Amélioratives : actions modifiant totalement ou partiellement une étape afin de faire disparaître le problème.

### 3.6.3. Evaluation des défaillances et calcul de criticité

Bien que l'AMDEC conserve l'intégrité, le but de cette méthode est de prioriser les opérations à effectuer. Celui-ci est basé sur le calcul de la criticité ("C" en abréviation française AMDEC), également appelé IPR (Risk Priority Index-ou RPN: Risk Priority Number). Chaque Criticité (IPR) est quantifiée grâce à trois items :

- La gravité de son (ses) effet(s).
- La fréquence de sa (ses) cause(s).
- La détectabilité mise en relation avec les plans d'actions actuels ou envisagés La quantification repose sur le calcul du produit suivant :

L'échelle de cotation à appliquer sur chacun de ces items n'est pas imposée par l'AMDEC. Le groupe de travail AMDEC doit faire ses propres cotations en fonction de son procédé et de ses préoccupations. La cotation « 0 » n'existant pas (le risque zéro n'existe pas).

La cotation doit être attribuée de manière indépendante les unes des autres et de manière cohérente.

Le guide pratique AMDEC fournit un tableau de synthèse à remplir qui reprend la méthodologie associée à la quantification des problèmes potentiels (Tableau 2).

## Chapitre 3

<i>Modes de défaillance</i>	<i>Les effets du mode de défaillance</i>	<i>Gravité</i>	<i>Les causes probables du mode de défaillance Main d'œuvre /Matière /Méthode/Milieu /Moyen</i>	<i>Fréquence</i>	<i>Moyens de détection</i>	<i>DéTECTABILITÉ</i>	<i>Criticité</i>
Qu'est-ce qui pourrait aller mal ?	Quels pourraient être les effets ?	Quelles est la gravité relative ?	Quelles pourraient être les causes ?	Quelle est la probabilité relative d'apparition des causes ?	Comment faire pour voir ça ?	Quelle est l'efficacité relative des contrôles ?	Quelle est la priorité des points listés ?

**Tableau 8** Tableau de synthèse de la démarche AMDEC.

### 3.6.4. Hiérarchisation de la criticité

L'IPR permet de hiérarchiser les activités en fonction de leur criticité. La valeur de l'IPR elle-même n'est pas importante. Les différences par rapport aux autres scores (par exemple entre 32 et 64) permettent d'identifier les modes de défaillance les plus critiques et de déterminer ce qui doit être priorisé. Afin de les identifier plus précisément à l'avenir, vous pouvez également accorder plus d'attention au niveau (gravité, fréquence, détectabilité) de chaque élément.

### 3.7. La cotation utilisée

Les actions de préventions sont déclenchées si la gravité est égale à 4 ou si l'IPR est supérieur ou égal à 12

## Chapitre 3

Détection				
Note	Critère			
1	Détection automatisée (100%)			
2	Détection humaine			
3	Détection aléatoire			
4	Aucun moyen de détection			

Gravité				
Note	Critère			
	sur l'homme/utilisateur	sur l'environnement	sur l'activité (production)	sur le produit
1	Blessures légères infligées à des personnes	Rejet ayant des conséquences mineures	Perte mineure (perte production jusqu'à 2 jours ou dommages mineurs aux équipements)	Aucune incidence sur la conformité produit ou aucune incidence à ce que les processus atteignent les résultats escomptés Les conséquences sont traitées par des opérations de routine
2	Blessures graves permanentes infligées à une ou plusieurs personnes; décès d'une personne	Rejet limité au site, ayant des conséquences significatives	Perte locale (perte production jusqu'à 2 semaines ou dommages local d'équipements sans rechange)	Produit non-conforme mais fonctionnel sans réclamation client (le client ne s'aperçoit de rien) Impact modéré sur la réalisation des résultats escomptés
3	Décès de plusieurs personnes	Rejet à l'extérieur du site, ayant des conséquences importantes, auxquelles il peut être remédié rapidement sans laisser d'atteinte durable	Perte importante (perte production jusqu'à 6 mois ou dommages importants d'équipements essentiels)	Produit non-conforme non fonctionnel avec des réclamations clients Impact majeur sur la réalisation des résultats escomptés
4	Effet catastrophique, de très nombreuses personnes tuées	Rejet à l'extérieur du site, ayant des conséquences importantes, auxquelles il ne peut pas être remédié rapidement ou qui laissent des atteintes durables	Perte très importante (perte production plus que 6 mois ou dégâts considérables sur l'unité de procès)	Produit non-conforme avec mise en danger du client Impact significatif sur la réalisation des résultats escomptés

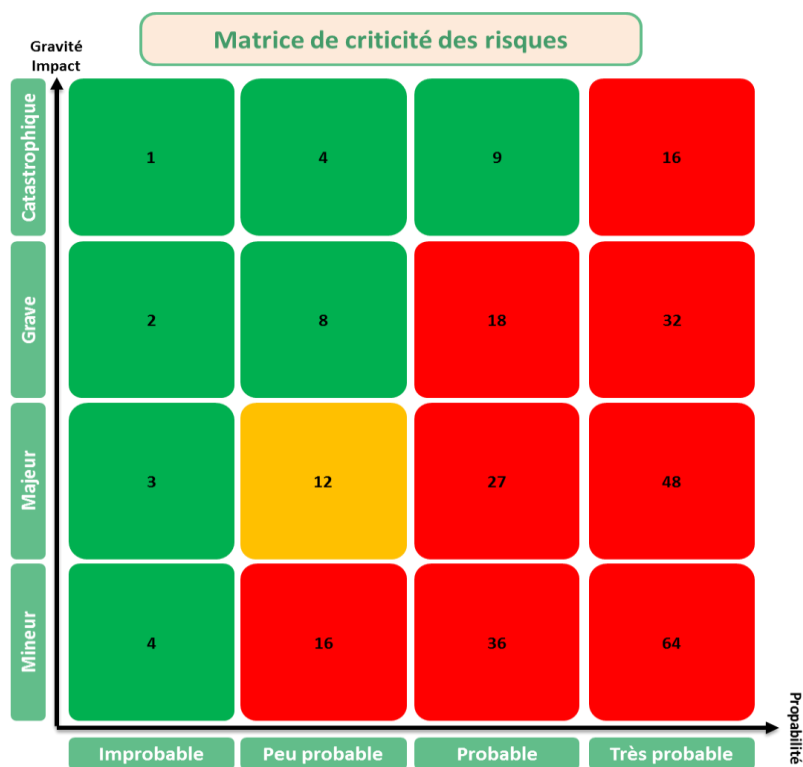
  

Fréquence	
Note	Critère
1	Peut se produire que dans des circonstances exceptionnelles
2	Pourrait se produire à un moment donné
3	Survendrait probablement dans la plupart des cas
4	Se produire dans la plupart des cas

Fig30 Critères de cotation

Critères	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	4	6	8
3	3	6	9	12
4	4	8	12	16

## Chapitre 3



**Fig31** Grille de criticité utilisée

Aucune action de prévention/correction ne sera déclenchée	Criticité acceptable
Les actions de prévention sont déclenchées si l'IPR(criticité) est supérieur ou égal à 16 ou si la gravité est égale à 4	Criticité indésirable
Des actions prévention/correction immédiates seront déclenchées	Criticité non acceptable

### 3.8. Avantage et inconvénients de la méthode

Les avantages des méthodes proposées par le guide AMDEC sont :

#### 3.8.1. La satisfaction du client :

Est l'objectif majeur de l'AMDEC, un objectif contre laquelle personne ne peut aujourd'hui s'élever. S'il n'y avait que ce seul argument en faveur de l'AMDEC, il devrait suffire à la rendre indispensable dans nos organisations.

#### 3.8.2. Le pilotage de l'amélioration continue :

Par la gestion de plan d'action l'élaboration et la gestion de ces plans avec les mises à jour régulières de l'AMDEC un des moyens majeurs de faire vivre l'amélioration continue et de démontrer sa mise en œuvre.

#### 3.8.3. La réduction de coûts :

Contrairement à ce que certains prétendant l'AMDEC vous aider à réduire les coûts internes d'obtention de la qualité a conditions de travaille aussi, sur les effets internes.

## Chapitre 3

Dans le cadre de l'AMDEC procédé sur les réductions des rebuts et de retouches. Les coûts externes eux aussi seront diminués.

Moins de retours garantis, moins de réclamations clients, moins de plaintes .... Etc

### **3.8.4. L'optimisation de contrôles :**

L'AMDEC vous aide à ne faire des contrôles que sur les points qui le nécessitent. Elle ne vous contraint pas à tout contrôler comme nous le voyons et l'entendons dire trop souvent.

### **3.8.5. L'élimination des causes de défaillances :**

C'est un des objectifs majeurs de l'AMDEC qui se traduira par la mise en place de mesures préventives voire par l'élaboration de plans d'actions.

**Les inconvénients d'AMDEC :**

### **3.8.6. Coûts souvent élevés au début de l'application.**

### **3.8.7. Ne permet pas parfois de prendre en compte la combinaison de plusieurs défaillances.**

### **3.8.8. Parfois difficile à animer car regroupant des responsables de secteurs qui ont souvent du mal à respecter les séances de travail.**

### **3.8.9. Nécessité de Brainstorming.**

Avant d'entamer notre analyse des risques, nous devons mentionner la classification du produit étudié, une description du procédé de fabrication de nitrate d'ammonium et un retour d'expérience d'accidents seront également recommandés :

## **4. Description de l'unité de production de nitrate d'ammonium $\text{NH}_4\text{NO}_3$**



**Fig.32** Nitrate d'ammonium (Produit fini Fertial/Arzew).

## Chapitre 3

### 4.1. Evaporation de l'ammoniac

L'ammoniac liquide venant de la batterie est envoyé à l'évaporateur d'ammoniac, LH2507/1507 ou la quantité nécessaire d'ammoniac pour alimenter le neutraliseur est évaporée.

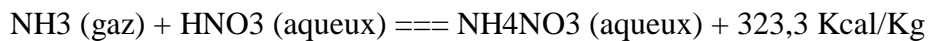
L'ammoniac liquide est fourni à une pression de 12 bars effectifs et une température de 0° C, est évaporé à une pression de 6 bars effectifs et une température d'environ 17° C.

Le gaz ammoniac venant de l'évaporateur, passe au travers d'un surchauffeur où il est légèrement surchauffé par échange de chaleur avec la vapeur basse pression.

### 4.2. Neutralisation

La neutralisation de l'ammoniac est effectuée avec de l'acide nitrique (concentration du 57%, température environ 40°C) venant du stockage auquel est ajouté une petite quantité d'acide sulfurique avant le neutraliseur. La neutralisation se fait sur deux lignes.

L'ammoniac évaporé et l'acide nitrique chaud entreront dans le tuyau intérieur du neutraliseur, constitué par un tube en U et un séparateur, où une forte réaction aura lieu, conformément à la formule suivante :



L'ammonitrate se produit en dégageant une quantité importante de chaleur. La réaction de l'ammoniac et de l'acide nitrique s'effectue dans le tube de mélange, provoquant la circulation de la solution de nitrate d'ammonium. Le neutraliseur LR1511/2511 travaille à une température d'environ 180° C est une pression de 3 bars effectifs.

La chaleur libérée par la réaction dans le neutraliseur est suffisante pour accroître la concentration de la solution de nitrate d'ammonium formée à environ 77%, par évaporation de l'eau.

Une partie de la solution de nitrate d'ammonium s'écoule du séparateur du neutraliseur, vers un bac intermédiaire LV1512/2512, l'autre partie de la solution continue à circuler dans le neutraliseur. Entre le neutraliseur et le réservoir intermédiaire, il y a une ligne d'équilibrage.

### 4.3. Evaporation

Du bac intermédiaire, la solution de nitrate d'ammonium est envoyée à l'évaporateur du premier étage LH1513/2513 par différence de pression.

La solution est concentrée à environ 95% à 130° C et 0,3 bar absolu, au moyen de la vapeur produit au neutraliseur.

Le mélange liquide-vapeur de l'évaporateur est séparé en une phase gazeuse et une phase liquide.

La solution de nitrate d'ammonium du séparateur s'écoule jusqu'à un pot de garde barométrique LV1515/2515 pourvu d'un traçage vapeur.

## Chapitre 3

Le trop-plein du pot de garde barométrique est envoyé au bac de nitrate, qui est équipé avec un serpentin de chauffage LV1513/2513.

### 4.4. Concentration et granulation

La solution d'ammonitrate à 95% venant de l'évaporateur du 1<sup>er</sup> étage LH1513/2513 sera dirigée vers le bac de stockage de nitrate d'ammonium LV1516/2516 d'où elle sera ensuite envoyée au concentrateur, où l'ammonitrate se concentrera jusqu'à 99,8 %.

Après son passage par le concentrateur, le Nitrate fondu est vidé par gravité dans le bac homogénéisateur.

L'homogénéisateur est le bac dans lequel les éléments suivants sont mélangés :

- La matière de charge (dolomite)
- Le rejet du crible
- Acide phosphorique -Le nitrate à 99.8%

L'agitateur assure une agitation efficace de façon à ce qu'il permet la fusion complète du rejet et une dispersion homogène de la matière de charge insoluble dans le nitrate.

Le mélange homogénéisé s'écoule par gravité vers quatre buses où il se transforme en gouttelettes.

Les buses comportent une plaque perforée, dont les trous sont continuellement nettoyés au moyen d'une brosse, qui tourne à une vitesse fixe.

Durant la chute dans la tour de granulation, les gouttes sont refroidies par un courant d'air ascendant introduit à la base de la tour par un ventilateur.

Les grains sont repris au-dessous de la tour par la bande.

### 4.5. Refroidissement et Préparation du Produit fini

Le nitrate granulé tombe dans la bande et passe à travers l'émoteur pour rejoindre l'autre bande qui envoie le produit au tambour refroidisseur, où le nitrate est refroidi jusqu'à 30 ° C. À la sortie du refroidisseur l'élévateur de godets transporte le produit au crible, où le produit se sépare dans trois groupes :

- Le produit correspondant à la granulométrie demandée, est envoyé au tambour d'enrobage.
- Les fines sont recyclées à l'homogénéisateur à travers le transport pneumatique.
- Les grosses sont broyées dans le moulin et ils se joignent aux fins dans la bande transporteuse

Au produit fini est ajouté un agent anti-mottant dans l'enrobeur pour finalement être transporté à l'ensachage via plusieurs bandes transporteuses.



## Chapitre 3

### 4.6. Evaporation de l'Ammoniac et Conditionnement de l'Air

L'air est aspiré par le ventilateur du refroidisseur, pour être soumis à un traitement, et évacué à la tour de granulation.

L'air doit se soumettre à un traitement pour deux raisons :

- Il est trop chaud
- Il est trop humide.

Le refroidissement est obtenu par évaporation d'ammoniac liquide et l'ajustement de l'humidité relative par chauffage avec de la vapeur.

### 4.7. Lavage de l'Air de Refroidissement

L'air provenant de la concentration sera mélangé à celui de la tour de granulation pour être traité dans le système de lavage.

L'eau en circulation du laveur principal est pompée et refroidie avec de l'eau de mer pour être et postérieurement, être extraite et être filtrée afin d'éliminer les solides retenus dans l'eau. Une grande partie du clarifié de la filtration sera envoyée à nouveau au système de lavage, l'autre partie sera récupérée pour son utilisation dans la production des liquides et les solides séparés regagnent le dépôt de dolomite par la bande.

L'air froid, saturé et exempt de solide est aspiré après le lavage par une soufflante et est rendu en majeure partie dans la tour de granulation. On ajoute à cet air, l'air du tambour refroidissant et l'air de l'extérieur pour l'utiliser de nouveau dans la granulation.

L'air séparé de la première tour de lavage sera traité postérieurement dans une seconde colonne, où l'ammoniac et le nitrate d'ammonium entraînés par l'air jusqu'à 25 ppm seront éliminés. Dans ce laveur seront ajoutés les condensés du procédé de nitrate d'ammonium et il sera purgé par une solution qui sera envoyée au premier système de lavage.

### 4.8. Stockage

Le stockage des matières premières et des produits finis des unités 30II-A & B sont présentés dans le tableau suivant.

PRODUIT	Nbre	Type /construction	Capacité totale	Rétention	
			T	Surface (m2)	Volume (m3)
Nitrate d'ammonium/CAN 27 - Solide	200 000	Sacs en polypropylène de 50kg 30sacs max posés sur une palette	10 000	Sans Rétention	Sans Rétention

### Chapitre 3

		Stockage dans bâtiment 70I			
	200 000	Sacs en polypropylène de 50kg 30sacs max posés sur une palette Stockage dans bâtiment 70II	10 000	Sans Rétention	Sans Rétention
Produits finis NPK - Solide	60 000	Sacs en polypropylène de 50kg 30sacs max posés sur une palette Stockage au nord-est du bâtiment 70II	3 000	Sans Rétention	Sans Rétention

**Tableau 9** Le stockage des matières premières et des produits finis des unités 30II

Le mélange NPK (blending) est obtenu par une unité se trouvant à l'intérieur du hangar de stockage 70II, dans sa partie nord-est.

Etant donné le risque relatif au stockage du nitrate d'ammonium et ses dérivés, FERTIAL a mis en œuvre les mesures suivantes pour éviter l'occurrence d'un accident comme le dernier en date à AZF (France, 2001) :

- Stockage dédié uniquement au nitrate d'ammonium ;
- Stockage en lots séparés et espacés avec limitation de la quantité de chaque lot.
- Conditionnement du produit dans des sacs étanches de 50 kg, sur palette.
- Personnel habilité pour la manipulation du nitrate d'ammonium et sensibilisation continue sur notre manuel de bonne pratique de manipulation et de stockage du NA.
- Supervision permanente 24h/24h.
- Consignes de sécurité affichées et appliquées sur le lieu de stockage.
- Accès règlementé aux hangars de stockage.

Programme d'inspection sécurité des hangars de stockage par la Direction Usine, la direction QHSE et les responsables du périmètre.

### Chapitre 3

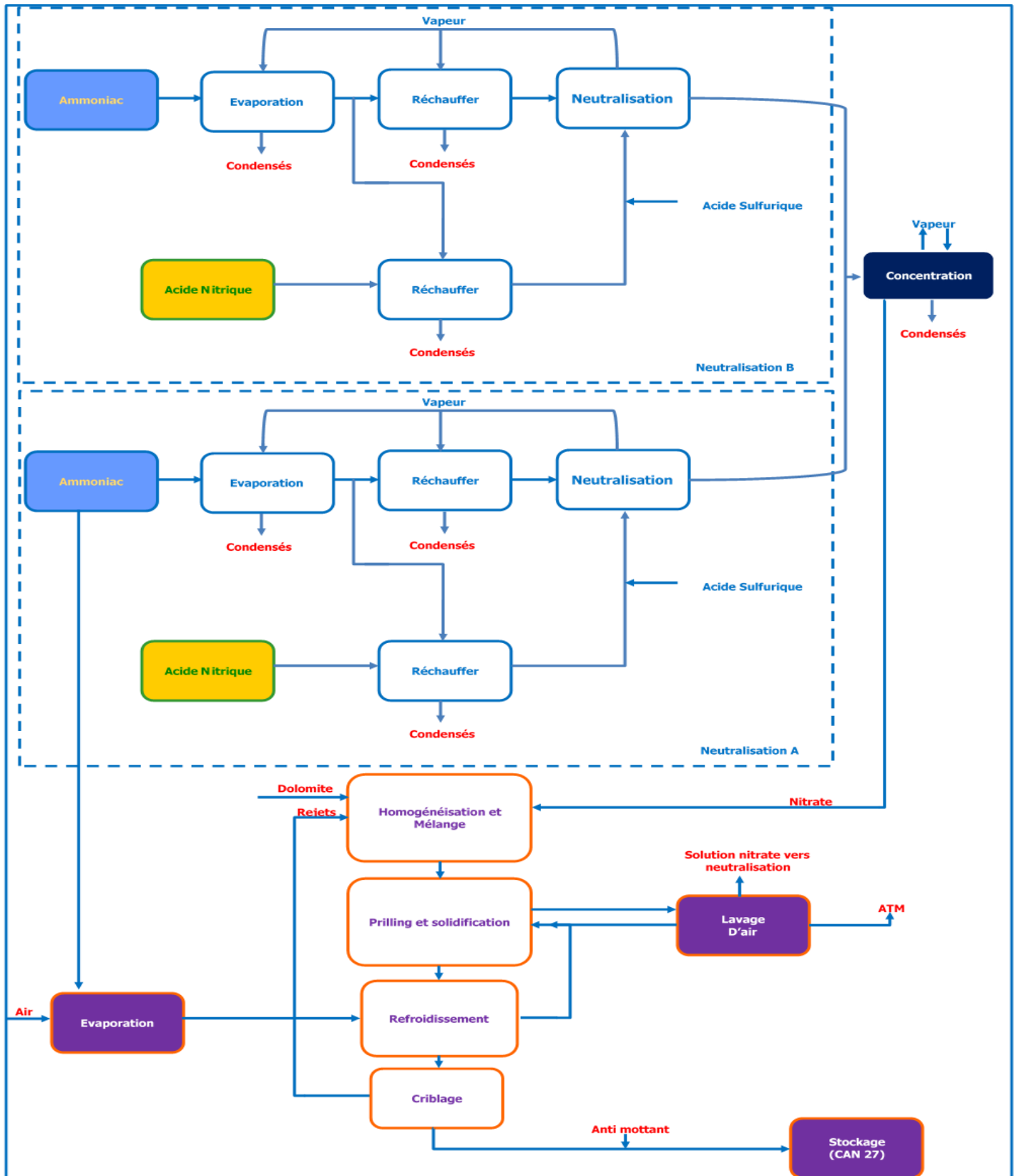


Fig.33 Procédé de fabrication de Nitrate d'ammonium

## Chapitre 3

### 5. Retour d'expérience d'accidents/incidents

#### 5.1. Répartition des accidents/incidents site Fertial en fonction de leur origine

Une autre possibilité est le classement des substances en fonction de l'origine (cause) de l'accident/incident. Seules les origines les plus significatives pour le cas étudié sont considérées. Les différents facteurs sont donnés ci-dessous

Cause	Ammoniac	Gaz Naturel	Nitrate Ammonium	Acide nitrique	NPK	Hydrogène	NOx
Malveillance	2	-	2	-	1	-	-
Corrosion	6	-	1	4	-	1	-
Electrique	6	-	2	3	-		2
Equipement	60	2	5	7	1	6	1
Erreur humaine	15	2	32	6	5	1	2
Extérieur	4	-	6	-	-	-	-
Maintenance	13	-	6	12	2	6	8
Météo	7	3	2	3	-	1	1
Bouchage	4	-	2	-	-	-	-
Autres/inconnus	47	6	40	21	13	14	7

Tableau 10 Répartition des substances en fonction de l'origine de l'accident/incident

#### 5.2. Répartition des accidents/incidents site Fertial en fonction des équipements concernés

La répartition en fonction des équipements concernés par les accidents permet de bien mettre en évidence ceux qui sont les plus touchés.

Equipement	Ammoniac	Gaz Naturel	Nitrate Ammonium	Acide nitrique	NPK	Hydrogène	NOx
Canalisation	28	4	4	4	-	6	2
Pompe/compresseur	19	2	3	6	-	4	3
Tank/réservoir/stockage	25	-	26	6	11	3	2

## Chapitre 3

<b>Vanne/joint/bride / équipement associé</b>	29	1	1	6	-	2	1
<b>Colonne/drum/laveur</b>	7	1	2	3	2	3	2
<b>Four/réchauffeur</b>	9	2	1	4	1	4	-
<b>Echangeur</b>	2	-	-	-	-	1	-
<b>Autres (transport...)</b>	45	3	57	24	8	4	6

**Tableau 11** Répartition des accidents/incidents en fonction de l'équipement concerné.

### 6. Scénario de décomposition de nitrate d'ammonium

Les engrais minéraux solides à base de nitrate d'ammonium, compte tenu de l'accidentologie observée sur plus de 100 ans d'utilisation intensive, ont fait l'objet de plusieurs études et retours d'expériences. La gestion de leurs risques commence par la connaissance des phénomènes dangereux et de leurs conditions d'occurrence. Leur compréhension permet de mieux déterminer les mesures préventives de réduction des risques à la source, qu'elles soient réglementaires ou de « bonnes pratiques », ainsi que les dispositions conservatoires et opérationnelles à prendre en cas d'apparition.

Unité	Nom de la substance	Classification suivant le règlement européen 1272/2008	Section	Quantité maximale (en tonne)	Fonction de la substance
			Stockage nitrate ammonium - 70II	10 000 t en sacs de 50kg/u 30sacs max posés sur une palette	
			Stockage NPK blending - 70II	3 000 t en sacs de 50kg/u 30sacs max posés sur une palette	
U30II A/B	Nitrate d'ammonium (6484-52-2)	H272 / H319	Neutralisation de l'acide nitrique par l'ammoniac. Granulation de la solution concentrée de nitrate d'ammonium Conditionnement des granulés de nitrate (refroidissement, criblage et enrobage) Récupération des condensats	Production : 1000 t/j	Produit final
			Stockage nitrate ammonium - 70I	10 000 t en sacs de 50kg/u 30sacs max posés sur une palette	

**Tableau 12** Nitrate d'ammonium : Substances responsables des risques d'accidents majeurs au sein du complexe Fertial, Arzew

## Chapitre 3

L'INERIS distingue les phénomènes dangereux suivants :

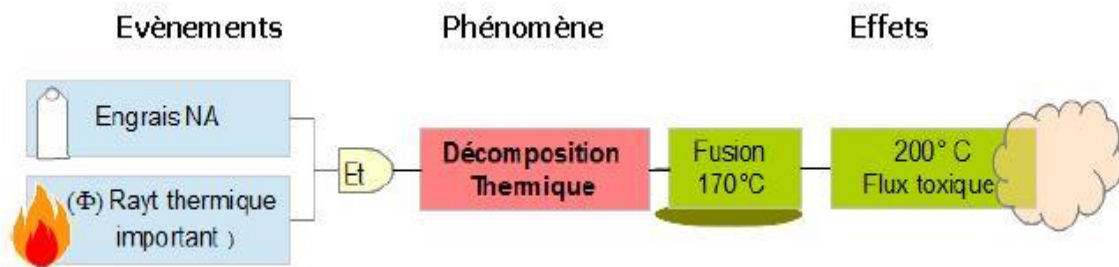
### 6.1. L'auto échauffement

Ce phénomène cité par l'INERIS, bien que très rare, a néanmoins déjà été constaté. Il concerne plus spécifiquement des engrais préparés par voie chimique et qui n'ont pas encore atteint leur phase de stabilité et de maturation.

Les bonnes pratiques professionnelles recommandent de stocker les engrais à une température inférieure à 50°C.

### 6.2. La décomposition thermique simple :

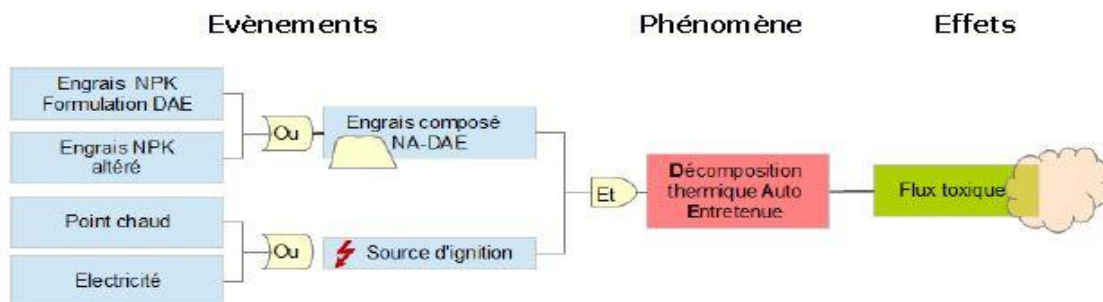
C'est une réaction « endothermique », elle nécessite un apport continu d'énergie par une source



externe. L'engrais exposé à un rayonnement thermique important, tel que celui généré par un incendie de matières combustibles proches, se décompose en produisant des fumées toxiques et corrosives.

Fig.34 Scénario de décomposition thermique simple

### 6.3. La décomposition thermique auto-entretenu (DAE) :



C'est une réaction « exothermique » qui s'auto-entretient une fois qu'elle a été amorcée. Elle est spécifique aux engrais composés « NK » ou « NPK » contenant du nitrate d'ammonium et des chlorures.

Fig.35 Scénario de Décomposition thermique Auto-Entretien.

## Chapitre 3

### 6.4. La détonation :

Le phénomène de détonation du nitrate d'ammonium concerne les nitrates d'ammonium, notamment ceux à haut dosage à plus de 28 % d'azote. Les engrais composés avec une teneur élevée de nitrate d'ammonium peuvent également présenter un risque (INERIS).

Les facteurs susceptibles de conduire à une détonation (seuls ou associés)

- Leur contamination par des produits combustibles ou incompatibles
- Leur chauffage par une source d'énergie et le confinement des gaz émis dans un espace clos
- Un impact violent par un projectile, onde de choc (explosion d'une bouteille de gaz) ou amorçage par une charge explosive.

Les effets de l'onde de surpression consécutive à un tel phénomène peuvent être calculés à l'aide d'une méthode d'équivalence TNT. L'application des formules suivantes permet de calculer les distances d'effets aux seuils de 25 mbar, 50 mbar et 160 mbar :

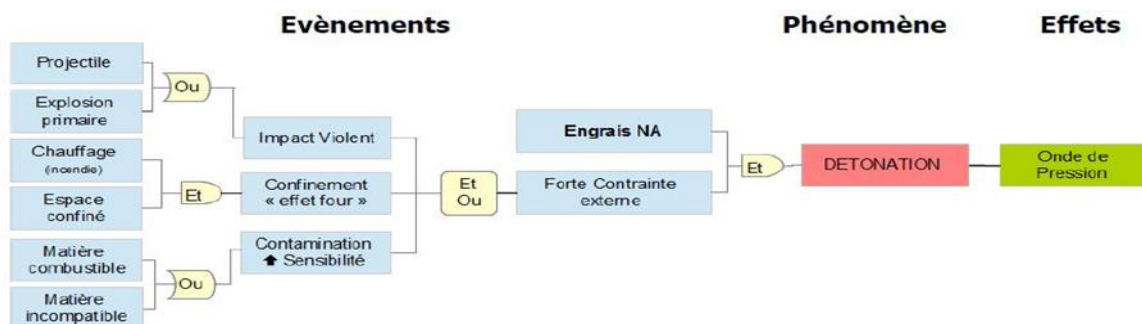
$$R (160 \text{ mbar}) = 8.14 (p \times E_q \times M)^{1/3}$$

$$R (50 \text{ mbar}) = 22 (p \times E_q \times M)^{1/3}$$

$$R (25 \text{ mbar}) = 40.7 (p \times E_q \times M)^{1/3}$$

Où

- R : rayon en mètres ;
- P : proportion de la masse M susceptible de détoner ;
- M : masse en kg des engrais à considérer ;
- Eq : coefficient d'équivalence TNT ;



Pour un nitrate d'ammonium répondant aux exigences de la norme de l'OTAN, les coefficients à appliquer sont :  $p=0,10$  et  $E_q = 0,30$ . Les ordres de grandeur des équivalents TNT à considérer varient en fonction de la teneur en azote de l'engrais considéré. Nous retiendrons un coefficient  $E_q$  égal à 0,30, enveloppe du cas le plus défavorable.

La valeur M, en kg, correspond à la masse de la plus grande case de stockage.

Fig.36 Scénario de détonation.

## Chapitre 3

### 6.4.1. Exemple de détonation de NA « l'explosion de la West Fertilizer Company »

L'explosion s'est produite en avril 2013 dans un dépôt d'engrais azotés situé dans la ville de West au Texas (États-Unis), située au nord de Waco, à la suite d'un incendie, entraînant d'importants dégâts humains et matériels.



**Fig.37** Photo montrant la sévérité de l'explosion.



### Chapitre 3



**Fig.38** Photo montrant l'enchaînement de l'explosion

## Chapitre 3

### 7. Probabilité d'occurrence de l'événement de décomposition

#### 7.1. Phénomène de détonation des engrais ammonitrates

Dans le cas des installations conçues, construites et exploitées dans les règles de l'art, les mesures de prévention réduisent au minimum les risques liés aux facteurs aggravants, les possibilités d'occurrence du phénomène de détonation peuvent être considérées comme extrêmement rares ( $\leq 10^{-6}/\text{an}$ ).

#### 7.2. Phénomène de décomposition des engrais ammonitrates

Les accidents relatés dans le retour d'expérience comme ayant mis en cause des engrais à base de nitrate se sont produits antérieurement à l'instauration des obligations de conformité des produits rappelées ci-dessus. Plusieurs incendies sont survenus ces dernières années dans des installations de stockage dans lesquelles des ammonitrates étaient également présents ; ces ammonitrates n'ont pas été affectés par le sinistre. Dans un recueil publié par la Fertilizer Society sur la sécurité des engrais à base de nitrate, l'auteur Mr Shah de ICI cite 70 incidents et accidents survenus entre 1961 et 1995 : l'ammonitrate 33,5 % N n'est jamais en cause.

Les principales causes envisageables d'une décomposition d'ammonitrates sont un feu en contact ou à proximité du produit, comme par exemple l'incendie d'une bande transporteuse ou d'un chouleur.

Cependant, toutes les dispositions sont prises pour supprimer les points chauds pouvant conduire à une réaction de décomposition. Notamment, il est interdit de fumer dans les installations. Les équipements et matériels de manutention susceptibles de présenter des points chauds ne sont pas en contact avec les produits stockés. Dans les locaux de stockage, les procédés de chauffage à flamme ou à résistance électrique sont interdits.

Toute intervention pour maintenance dans les installations de stockage nécessite un permis de feu délivré par le responsable de l'exploitation des installations. Les circuits et le matériel électrique doivent être en bon état, conformes et régulièrement vérifiés.

Sur base de ces considérations, nous pouvons aisément admettre que le phénomène de décomposition d'engrais ammonitrates est un phénomène possible mais relativement rare. D'après le Health and Safety Executive en Angleterre, une étude de feu sur le stockage d'ammonitrates a été réalisée en Angleterre entre 1961 et 1995, cette étude aboutit à la conclusion d'un taux d'occurrence de  $6 \cdot 10^{-4}/\text{an}$  pour un feu aboutissant à un incident notifiable au niveau des stockages des nitrates d'ammonium.

Les facteurs aggravants susceptibles d'augmenter les possibilités d'occurrence et la gravité sont notamment :

- les possibilités d'amorçage et de développement, dans le bâtiment ou à proximité du stockage, d'un incendie (présence de matériaux combustibles, de générateurs de chaleur par exemple) ;
- les possibilités de contamination des ammonitrates par des matières organiques solides, pulvérulentes ou liquides (hydrocarbures par exemple) ;

## Chapitre 3

- les dispositions constructives qui peuvent conduire dans un sinistre à un confinement sévère (cavité dans le sol par exemple)
- les possibilités d'accumulation au sol de produit fondu (flaques, rigoles par exemple) ;
- les possibilités de génération d'une onde de choc significative (présence de bouteilles de gaz comprimé par exemple) ;
- le nombre de cellules susceptibles de détoner compte tenu des caractéristiques des parois séparatives des cellules.

### 1. Phénomène de décomposition des engrais ammonitrates

Les ammonitrates peuvent faire l'objet d'une réaction de décomposition thermique dans le cas où ils sont soumis à une source d'énergie externe. La décomposition aura tendance à cesser dès épuisement du combustible à l'origine du phénomène, contrairement aux engrais composés pour lesquels, dans certains cas, la réaction amorcée sera auto-entretenu.

Les facteurs déterminants vis-à-vis de l'initiation du sinistre et de sa cinétique sont notamment les suivants :

- le potentiel calorifique de la source d'énergie à l'origine de la décomposition, pour les ammonitrates ;
- le temps mis pour détecter le phénomène depuis son amorçage : il s'agit du facteur déterminant vis-à-vis de la masse pouvant être affectée par la décomposition, donc de la quantité de produits de décomposition susceptibles d'être émis. Aussi, une attention particulière doit-elle être apportée aux dispositifs de détection (implantation, opérabilité) ;
- la qualité de confinement du bâtiment de stockage dans lequel se situe la cellule affectée ;
- la conception des cellules de stockage : dans le cas des ammonitrates, elle doit permettre l'écoulement de l'engrais en décomposition (fondu, à l'état liquide) vers l'extérieur de la cellule affectée, ce qui permet son refroidissement, donc l'arrêt du phénomène de décomposition ;
- les possibilités de propagation du phénomène aux cellules voisines ;
- les moyens humains et matériels disponibles sur le site, notamment leur opérabilité.

## 8. Réglementation applicable au NA

### 8.1. Réglementation algérienne

Il n'y a pas assez de réglementation algérienne concernant le NA

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

## Chapitre 3

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

### 8.2. Directives SEVESO

- La directive européenne 96/82/CE dite « Seveso 2 » concerne la gestion des risques majeurs pour les établissements qui stockent des substances identifiées à risques (80). Les engrais à base de nitrate d'ammonium sont visés par cette directive traduite en 2000 dans le code de l'environnement. En fonction des quantités détenues, cumulées, la directive fixe des seuils pour lesquels les établissements sont classés « Seveso seuil bas », « Seveso seuil haut ».

Ils doivent adopter les mesures de maîtrise des risques et de protection des populations fixées par le texte.

- La Directive 2012/18/UE qui dite « Seveso 3 » va abroger et remplacer la directive 96/82/CE à compter du 1er juin 2015.

Elle renforce le niveau d'information et de protection des citoyens, elle aligne la liste des substances aux changements apportés par le nouveau système de classification introduit par le règlement CLP déjà cité. Elle nécessite à ce titre de modifier la nomenclature française des ICPE, prévue par le Code de l'Environnement.

## 9. Analyse et synthèse des résultats

Notre travail a la prétention d'avoir abordé divers aspects de l'évaluation de la criticité et hiérarchiser les risques relatifs aux procédés de fabrication de nitrate d'ammonium et aux leur stockages et d'avoir tenté de développer un plan d'action performant selon l'objectif SMART. Les résultats de l'analyse des risques effectués sont présentés dans les tableaux suivants :

# Chapitre 3

Etude

AMDEC Processus " Production et Stockage NH4NO3 "

Entreprise



Révision N° 0

Objet : Analyse les modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité liés au processus de fabrication de Nitrate d'ammonium

Plan PCF 250 0002B

Ligne processus: Unité de production de Nitrate d'ammonium

Date : 03/05/2021

Équipe AMDEC      Leader d'équipe      Mr.MIMOUNI Aboubakr Ingénieur sécurité principal      Mr.BOUNACEUR Omar      Mr.HADJADJ Mohamed      Mr.NASRI AHMED Youness      Date de mise à jour      24/06/2021

N°	Les activités du processus	Modes de défaillance	Les effets du mode défaillance (sur le produit/l'environnement/utilisateur du produit)	Gravité	Les causes probables du mode de défaillance (Main d'œuvre /Matière /Méthode/Milieu /Moyen)	Fréquence	Moyens de détection (les contrôles actuels)	Déteçabilité	IPR Criticité	Actions pour réduire la criticité (recommandations)	Gravité	Fréquence	Déteçabilité	IPR Criticité
R1	La neutralisation	FCV001 d'acide défaillante ouverte (ou bypass défaillant ouvert)	Trop d'alimentation en HNO3	2	faute opératoire défaillance Ph mètre défaillance de la boucle de régulation	2	pH-mètre en ligne sur solution augmentation de concentration de HNO3 dans la solution analyse laboratoire lecture au niveau de SDC de débit haut	1	4	Vérifier et clarifier la situation des régulations automatiques des vannes de contrôle de niveau de l'installation de nitrate vis à vis des indications sur le P&IDs. Si nécessaire remettre en état les régulations et revoir l'analyse de risques.	2	1	1	2
R2			Chute de pH au niveau du neutraliseur	2		2		1	4		2	1	1	2
R3			Nitrate trop acide	2		2	1	4	2		1	1	2	
R4			Surremplissage du T3103	2		2	1	4	1		2	1	2	
R5		FCV001 défaillante fermée "Trop peu d'alimentation en HNO3"	chute de température de neutralisation	faute opératoire défaillance Ph mètre défaillance de la boucle de régulation défaillance opercule vanne	2	TISAH 202 (sécurité) TI214 (lecture) pH-mètre en ligne sur solution neutralisée	1	6	Automatiser FCV002 (vanne NH3) réfléchir d'injecter une solution eau chaude afin d'éviter le colmatage de nitrate dans le neutraliseur	2	2	1	4	
R6						Augmentation de pH dans le C3101	2	1	4	Automatiser FCV002 (vanne NH3)	1	2	1	2
R7			Envoi d'ammoniac vers la sortie tête du C3101			3	l'odeur TIAH202 avec alarme et interlock d'arrêt (thermocouples et transmetteurs dédoublés)	3	18	Installation des détecteurs d'ammoniac avec alarme à la sortie de C3101 Automatiser FCV002 (vanne NH3) La sécurité incendie en établissement d'un écran d'eau afin d'atténuer la toxicité installation d'un système de déluge ou un cerseau d'eau	2	2	1	4
R8	Vannes manuelles de réglage de la température de HNO3 sur le E3103 bloquées fermées	Perte de température de neutralisation	1	defaillance opercule vanne	2	TI214 TISAH202	1	2						0

## Chapitre 3

R9	Diffuseurs de HNO3 bouchés	Perte de réaction	1	Recyclage de nitrate d'ammonium provoque le bouchage des diffuseurs	1	TIsAH202 avec alarme et interlock d'arrêt (thermocouples et transmetteurs dédoublés)	1	1					
R10		Augmentation de pH dans le C3101	1		1	Ph mètre en ligne	1	1					
R11	Arrêt des pompes P3101A/B "Débordement T3103"	Fuite et solidification de Nitrate d'ammonium du T3103 sur la dalle	2	panne électrique désaccouplement	2	Alarme haute de niveau LIAHL501 Débitmètre FI600 reportée en salle de contrôle	1	4					0
R12	HCV607 (contrôlée par LIRCA607) défaillante fermée vers concentrateur	solidification de Nitrate d'ammonium sur la ligne	2	manque air instruement	2	Niveau bas au niveau T3201 Arret agitateur au niveau T3201 Chute brusque TI217	1	4					0
R13	Vannes recyclage auto HCV603 bloquée ouverte	débit insuffisant de solution nitrate vers E3201 Augmentation de T° dans concentrateur E3201 du à la chute du débit de Nitrate	2	l'électrovanne de HCV603 ne répond pas (bloquée ouverte)	2	Alarme haute de niveau LIAHL501 Débitmètre FI600 reportée en salle de contrôle	1	4					0
R14	FCV001 et FCV002 Bloquées ouverte	Trop de pression dans C3101 Température haute C3101	3	faute opératoire défaillance Ph mètre défaillance de la boucle de régulation	1	TISAH 202 (sécurité) TI 214 (lecture) pH-mètre en ligne sur solution neutralisée Soupape de sécurité Lecture de pression haute PI 121	1	3	Installer un idicateur de pression avec alarme au niveau DCS				
R15	PC114 (vanne de détente mécanique) bloquée ouverte	Augmentation du débit d'ammoniac	2	défaillance ressort de la vanne	2	FT002 PT101	1	4					
R16		Pollution environnementale	2		2	3	12	Installation des détecteurs d'ammoniac avec alarme à la sortie de C3101 La sécurité incendie en établissement d'un écran d'eau afin d'atténuer la toxicité installation d'un système de déluge ou un cerseau d'eau	1	2	1	2	
R17		Envoi de condensat basique plus chargé en ammoniac sortie E3101	1		2	Contrôle de pH avec opérateur (inclus procédure opératoire)	2	4					0
R18		Trop de pression d'NH3 à l'entrée du E3101	1		2	PCV 101 PT101 FCV002 Ph mètre PSV102A/B	1	2	Remettre en état la boucle de régulation du pH (QRC401) afin de permettre une régulation automatique de l'alimentation en NH3 du neutraliseur C3101.				

### Chapitre 3

R19	Défaillance de la boucle de contrôle de pression PCV101(NH3) bloquée ouverte	Trop de pression d'NH3 à l'entrée du E3101	1	Perturbation air instrument Faute opératoire Défaillance de la boucle de régulation	2	PCV 101 PT101 FCV002 Ph mètre PSV102A/B	1	2	Remettre en état la boucle de régulation du pH (QRC401) afin de permettre une régulation automatique de l'alimentation en NH3 du neutraliseur C3101.				0
R20		Augmentation du débit d'ammoniac FT002	2		2	FT002 PT101	1	4		0			
R21		Envoi de condensat basique plus chargé en ammoniac sortie E3101	2		2	Contrôle de pH avec opérateur (inclus procédure opératoire)	2	8		0			
R22		atteinte la santé du personnel Pollution environnementale	2		2		3	12		Installation des détecteurs d'ammoniac avec alarme à la sortie de C3101 La sécurité incendie en établissement d'un écran d'eau afin d'atténuer la toxicité installation d'un système de déluge ou un cerseau d'eau	1	2	2
R23	Vanne d'ammoniac FCV002 bloquée fermée	Augmentation de la pression dans le E3101	1	Perturbation air instrument Faute opératoire Défaillance de la boucle de régulation	2	Débitmètre FRC002 PI101 TI202	1	2					0
R24		pH trop bas dans le C3101	3		2	pH-mètre en ligne sur solution neutralisée	1	6	0				
R25	Défaillance (perforation) d'un tube dans l'échangeur E3101	Contamination du réseau vapeur par du NH3	2	choc thermique	2	laboratoire	2	8	Mettre en service de la station de récupération des condensats basiques au niveau de l'unité 30, pour limiter l'émission de vapeurs ammoniacales à l'atmosphère.	1	2	2	4
R26		Envoi de condensat basique plus chargé en ammoniac	1		2	Contrôle de pH avec opérateur (inclus procédure opératoire)	2	4		4			
R27	Défaillance d'un tube (perforation) dans l'échangeur E3103	Envoi de solution acide dans le réseau condensat	2	température tres haute de l'acide au dela de 80C°	2	Analyse laboratoire	2	8	Remise en service PH au niveau de chaudière	1	2	1	2
R28	mauvaise régulation de l'alimentation d'HNO3 FCV001 et NH3 FCV002	Perturbation importante de la réaction au niveau du neutraliseur	3	Défaillance de la boucle de régulation(défaillance de l'automate)	2	PT101 FT002 Perturbation Ph Perturbation concentration des réactifs	1	6					
R29		Perturbation importante de température,(haute de température provoque une décomposition du NH4NO3)	3		2	TI214 TIAH202 avec alarme et interlock d'arrêt (thermocouples et transmetteurs dédoublés)	1	6					

## Chapitre 3

R30	Arrêt de la pompe de l'acide nitrique	chute de température de neutralisation	3	faute opératoire Panne électrique Désaccouplement	2	TISAH 202 (sécurité) TI214 (lecture) pH-mètre en ligne sur solution neutralisée	1	6					
R31		Augmentation de pH dans le C3101	2			pH-mètre en ligne sur solution neutralisée concentration d'NH3 dans la solution	1	4					
R32		Envoi d'ammoniac vers la sortie tête du C3101	3			l'odeur TIAH202 avec alarme et interlock d'arrêt (thermocouples et transmetteurs dédoublés)	3	18	Installation des détecteurs d'ammoniac avec alarme à la sortie de C3101 Automatiser FCV002 (vanne NH3) La sécurité incendie en établissement d'un écran d'eau afin d'atténuer la toxicité installation d'un système de déluge ou un cerseau d'eau Automatisé le démarrage de la deuxième pompe (pompe de secours)	2	1	2	4
R33	Manque de vapeur	Pas d'évaporation d'ammoniac au niveau E3101 (Passage d'ammoniac liquide)	3	Déclenchement de la chaudière	2	TI201 (température acide) TI202 (température neutraliseur)	1	6					
R34	Défaillance du chapeau chinois au niveau de neutraliseur C3101	Pas de réaction	2	usure	2	TI202 Température basse	1	4					
R35	Défaillance de la ligne d'ammoniac	la perte de confinement d'une quantité importante d'ammoniac liquide. Le phénomène dangereux redouté est la formation d'une nappe d'ammoniac dont la dispersion pourra engendrer des effets toxiques	3	usure de la conduite (fatigue métal)	2	teste réglementaire "test d'épreuves" les rondes	2	12	augmenter la fréquences des gammes de la maintenance préventive	3	1	2	6



# Chapitre 3

Etude

AMDEC "Processus" Production et Stockage NH4NO3 "

Entreprise



Révision N° 0

Objet : Analyse les modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité liés au processus de fabrication de Nitrate d'ammonium

Plan PCF 250 0002B

Ligne processus: Unité de production de Nitrate d'ammonium


Date : 03/05/2021

Équipe AMDEC		Leader d'équipe	Mr.MIMOUNI Aboubakr Ingénieur sécurité principal	Mr.BOUNACEUR Omar Mr.AFFANE Mohamed	Mr.HADJADJ Mohamed Mr.NASRI AHMED Youness	Date de mise à jour		24/06/2021						
N°	Les activités du processus	Modes de défaillance	Les effets du mode défaillance (sur le produit/l'environnement/utilisateur du produit)	Gravité	Les causes probables du mode de défaillance (Main d'œuvre /Matière /Méthode/Milieu /Moyen)	Fréquence	Moyens de détection (les contrôles actuels)	Déteabilité	IPR Criticité	Actions pour réduire la criticité (recommandations)	Gravité	Fréquence	Déteabilité	IPR Criticité
R36	la concentration et granulation	Arrêt ventilateur K3206A ou filtre bouché	Perte de séchage au E3201A	2	Perte de tension électrique Désaccouplement Pénétration des objets durs au ventilateur	2	TI 221 TIC218 reportée au SDC TI 217 DéTECTEUR d'arrêt de fonctionnement du ventilateur	1	4	Mettre à jour le P&IDs JCDSA 0250 0003 B en incluant les modifications au niveau de l'installation de granulation.				0
R37			Concentration de NH4NO3 trop basse	2		2	Echantillonnage et mesure de température de cristallisation en sortie du concentrateur (toutes les 6 heures)	1	4					
R38		Trop de vapeur au E3202A (défaillance de ouverte TIC218)	Montée en température du nitrate d'ammonium en sortie du concentrateur	3	Défaillance de la boucle de la régulation Perturbation air instrument Faute opératoire	2	TRCAH217 avec déclenchement unité à 190°C	1	6	Dédoubler la prise de mesure de température TRC217 (sur le concentrateur E3201A) pour garder l'alarme de température haute indépendante de la boucle de régulation de la vanne TRC217.				0
R39		Arrêt des pompes P3101A/B	Peu de débit de nitrate d'ammonium avec montée en température voir une Décomposition explosive	3	Perte de tension électrique Désaccouplement Faute opératoire	2	TRCAH217 avec déclenchement unité à 190°C LIRCA507 avec alarme de niveau bas et intervention	1	6					0
R40		Perte vapeur 18 bars (VM) ou mauvaise régulation	Température trop basse au concentrateur E3201	3	Déclenchement de la chaudière Défaillance de la boucle de régulation	2	LIRCA507 avec alarme de niveau bas et intervention opératoire TI 221 TIC218 reportée au SDC TI 217	1	6					0
R41			Risque de solidification du NH4NO3 dans la ligne de sortie du concentrateur	3		2	LIRCA507 avec alarme de niveau bas et intervention opératoire TI 221 TIC218 reportée au SDC TI 218	1	6					0

### Chapitre 3

R42	vanne TRC224 bloquée fermée	Perte du réchauffage au bac de tête T3201A	2	Défaillance de la boucle de la régulation Perturbation air instrument Faute opératoire	2	TI222A/B (sur le bac de tête) et TI224 (sur le serpentín vapeur)	1	4					0
R43		Risque de solidification du NH4NO3 dans la ligne de sortie de bac de tête T3201A	2		2	TI215.1 LIRCA507 avec alarme de niveau bas Présence d'un opérateur avec contrôle de l'arrêt de la granulation	1	4					0
R44	vanne TRC224 bloquée ouverte	risque d'atteindre la température de détonation de nitrate d'ammonium avec dégagement de composés toxiques (NOx) au niveau de bac du tête par température haute	4	Défaillance de la boucle de la régulation Perturbation air instrument Faute opératoire	2	TI222A/B (sur le bac de tête) et TI224 (sur le serpentín vapeur)	1	8	revoir la régulation de la vanne de façon que sa défaillance n'engendre pas une température haute	4	1	1	4
R45	Arrêt des ventilateurs 31KM16	Perte de l'alimentation en air forcé	3	Perte de tension électrique Désaccouplement Surention du moteur	2	Ronde opérateur détection par odeur TI215,1 Retour de marche avec alarme bruit	1	6					0
R46		Non solidification du Nitrate	3		2		1	6			0		
R47		Prise en masse du Nitrate sur la grille	3		2		1	6			0		
R48		Reprise des blocs par le broyeur	3		2		1	6			0		
R49	Défaillance LCV 507 bloquée ouverte	augmentation du niveau dans le bac de tête T3201 voir un débordement de la solution nitrate chaude	1	Défaillance de la boucle de la régulation Perturbation air instrument Faute opératoire	2	TI220 LI 507	1	2					
R50	Défaillance la vanne de deux voies HCV 607 HS 611 (Hors service depuis la SDC)	solidification de Nitrate d'ammonium sur la ligne	2	manque air instrument	2	Niveau bas au niveau T3201 Arrêt agitateur au niveau T3201 Chute brusque TI217	1	4					
R51	déclenchement d'un incendie au niveau Y3201	Risque d'atteindre la température de détonation de nitrate d'ammonium du à un incendie	4	échauffement du moteur frottement	2		3	24	installation de détecteur linéaire de chaleur	3	2	1	6

# Chapitre 3

<b>Etude</b>	<b>AMDEC Processus" Production et Stockage NH4NO3 "</b>		
<b>Entreprise</b>		<b>Révision N° 0</b>	
<b>Objet</b> : Analyse les modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité liés au processus de fabrication de Nitrate d'ammonium	<b>Plan PCF 250 0002B</b>		
<b>Ligne processus</b> : Unité de production de Nitrate d'ammonium	<b>Date</b> : 03/05/2021		

<b>Équipe AMDEC</b>		<b>Leader d'équipe</b>	Mr.MIMOUNI Aboubakr Ingénieur sécurité principal	Mr.BOUNACEUR Omar Mr.AFFANE Mohamed	Mr.HADJADJ Mohamed Mr.NASRI AHMED Youness	<b>Date de mise à jour</b>	24/06/2021							
N°	Les activités du processus	Modes de défaillance	Les effets du mode défaillance (sur le produit/l'environnement/utilisateur du produit)	Gravité	Les causes probables du mode de défaillance (Main d'œuvre /Matière /Méthode/Milieu /Moyen)	Fréquence	Moyens de détection (les contrôles actuels)	Déteabilité	IPR Criticité	Actions pour réduire la criticité (recommandations)	Gravité	Fréquence	Déteabilité	IPR Criticité
R52	<b>Le refroidissement, criblage et enrobage</b>	Tapis transporteur Y3204 pris incendie	Risque de décomposition de nitrate d'ammonium avec dégagement de composés toxiques (NOx)	3	échauffement du moteur	2		3	18	installation de détecteur linéaire de chaleur adressable	3	2	1	6
R53		Défaillance le préselecteur Y3215	Aucune conséquence considérable	1		2	Retour de marche du moteur	1	2					
R54		Défaillance de la vanne TIC 219 bloquée ouverte (Disémidificateur E3203)	Température d'air très élevée provoque une non-conformité du produit	2	Défaillance de la boucle de la régulation Perturbation air instrument Faute opératoire	2	Ti219 Ti215.3	1	4					
R55		perforation les tubes du disémidificateur E3203	mélange vapeur/air qui augmente l'humidité de produit NA	2	usure	2	analyses laboratoire	2	8					
R56		Défaillance de la vanne TIC 219 bloquée fermée ou pas de passage de Vapeur (Disémidificateur E3203)	Température d'air très basse provoque une non-conformité du produit	2	Défaillance de la boucle de la régulation Perturbation air instrument Faute opératoire	2	Ti219 Ti215.3	1	4					
R57		perforation les tubes du disémidificateur E3204	fuite d'ammoniac	1	usure	2	PT113 ronde opérateur (odeur)	1	2					
R58		Défaillance PIC 113 bloquée ouverte	inverse de débit d'ammoniac liquide vers l'évaporateur E3101	1	Défaillance de la boucle de la régulation Perturbation air instrument Faute opératoire	2	PT113 LT511	1	2					
R59		Défaillance PIC 113 bloquée fermée	augmentation de la pression dans le ballon B3206 qui provoque détérioration du ballon	2	Défaillance de la boucle de la régulation Perturbation air instrument Faute opératoire	2	PT113 LT511 PSV 108 ronde opérateur (odeur)	1	4					
R60		Défaillance ventilateur K3204 arrêt	pas de refroidissement de NA	3	panne du moteur (électrique/mécanique)	2	Retour de marche du moteur Ti215.3	1	6					

## Chapitre 3

R61	Démontage des chicanes Y3208	arrêt partiel de production	1	détachement de fixation des chicanes	3	bruit anormal	3	9					
R62	Défaillance du refroidisseur Y3208	arrêt partiel de production	2	panne du moteur (électrique/mécanique)	2	retour de marche du moteur asservissement ronde oérateur	1	4					
R63	Bande transporteuse Y3202 pris incendie	Risque de décomposition de nitrate d'ammonium avec dégagement de composés toxiques (NOx)	3	échauffement du moteur	2		3	18	installation de détecteur linéaire de chaleur adressable	3	2	1	6
R64	Défaillance Elévateur à godet Y3203	arrêt partiel de production	2	panne du moteur (électrique/mécanique) déchirure de la bande	2	retour de marche du moteur asservissement ronde oérateur	1	4					
R65	défaillance du Tamis vibrant Y3212	mauvaise granulation	2	panne du moteur (électrique/mécanique)	2	retour de marche du moteur asservissement ronde oérateur	1	4					
R66	arrêt Enrobeur Y3210	arrêt partiel de production	2	panne du moteur (électrique/mécanique)	2	retour de marche du moteur asservissement ronde oérateur	1	4					
R67	Bande transporteuse Y3207 pris incendie	Risque de décomposition de nitrate d'ammonium avec dégagement de composés toxiques (NOx)	3	échauffement du moteur	2		3	18	installation de détecteur linéaire de chaleur adressable	3	2	1	6
R68	Défaillance la bande transporteuse KM08	arrêt partiel de production	2	panne du moteur (électrique/mécanique) déchirure de la bande	2	retour de marche du moteur asservissement ronde oérateur	1	4					

## Chapitre 3


Etude														AMDEC Processus" Production et Stockage NH4NO3 "			
Entreprise								Révision N° 0									
Objet : Analyse les modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité liés au processus de fabrication de Nitrate d'ammonium										Plan							
Ligne processus: Unité de production de Nitrate d'ammonium										Date : 03/05/2021							
Équipe AMDEC		Leader d'équipe		Mr.MIMOUNI Aboubakr Ingénieur sécurité principal		Mr.BOUNACEUR Omar Mr.AFFANE Mohamed		Mr.HADJADJ Mohamed Mr.NASRI AHMED Youness		Date de mise à jour		24/06/2021					
N°	Les activités du processus	Modes de défaillance	Les effets du mode défaillance (sur le produit/l'environnement/utilisateur du produit)	Gravité	Les causes probables du mode de défaillance (Main d'œuvre /Matière /Méthode/Milieu /Moyen)	Fréquence	Moyens de détection (les contrôles actuels)	Déteçtabilité	IPR Criticité	Actions pour réduire la criticité (recommandations)	Gravité	Fréquence	Déteçtabilité	IPR Criticité			
R69	Stockage Produit fini	Rupture de communication production/stockage	reception du produit non conforme dans les tremis	3	charge de travail importante	2	analyse laboratoire	2	12	organiser des réunions de groupe/sensibilisation sur l'importance de la communication	3	1	2	6			
R70		défaillance de système de pesage Peseuse Automatique 40 S 1101 B	variation du poids	2	colmatage de produit aux niveau de peseuse défaillance vérins	2	affichage automate	1	4					0			
R71		défaillance du détecteur de métaux	passage de produit contenant du corps métallique	4	l'hangar de stockage (humidité,corrosion,,)	2	sac test régulièrement	2	16	maintenance préventive mettre un deuxième détecteur en série comme barrière de sécurité	1	1	2	2			
R72		infiltration d'eau de pluie sur Bande transporteuse	humidité éleve	1	détachement de tol de la toiture existence des trous	2	chek liste de vérification	2	4						0		
R73		sac mal cousu Ensachage	humidité éleve	2	défaillance couseuse	2	l'operateur	2	8						0		
R74		utilisation de produit organique dans le hangar								0					0		
R75		déclaration d'un feu au niveau de la zone de stockage	Risque de décomposition - possible détonation du stockage de nitrate	4	court de circuit travaux de soudure sans permis de feu(analyse de risque) flammes nue contact avec des substances combustibles ou des agents réducteurs.	2	moyen de protection incendie mobile plan d'urgence (PII, PE et PAM) ronde opérateur	3	24	Mettre en service les déteçtions de fumée et de feu au niveau de la zone de stockage de nitrate pour limiter l'impact d'un potentiel incendie mettre en service le système Sprinkler interdire l'accès pour le personnel non autorisé mettre en place des caméra de surveillance Consigne pour éviter les points d'ignition (interdiction de fumer...)	2	2	1		4		
R76		Inflammation de poussière de nitrate	Risque de décompsition de nitrate d'ammonium avec dégagement de composés toxiques (NOx)	4	court de circuit travaux de soudure sans permis de feu(analyse de risque) flammes nue contact avec des substances combustibles ou des agents réducteurs.	2	moyen de protection incendie mobile plan d'urgence (PII, PE et PAM) ronde opérateur	3	24	Inclure le bâtiment de stockage de nitrate dans l'étude ATEX prochainement réalisée (vis à vis de la présence de poussière fine). Mettre en service les déteçtions de fumée et de feu au niveau de la zone de stockage de nitrate pour limiter l'impact d'un potentiel incendie mettre en service le système Sprinkler interdire l'accès pour le personnel non autorisé mettre en place des caméra de surveillance Consigne pour éviter les points d'ignition (interdiction de fumer...)	2	2	1		4		

Tableau 13 Tableau AMDEC

## Chapitre 3

Pour le plan d'action on optimise toujours le ratio : cout d'un sinistre/cout de la prévention et/ou protection :

<b>Le plan d'action</b>					
<i>Lignes Processus</i>	<i>N°</i>	<i>Mode défaillance</i>	<i>Action</i>	<i>Direction responsable</i>	<i>Objectif</i>
Neutralisation	R7	FCV001 défaillante fermée "Trop peu d'alimentation en HNO3"	Installation des détecteurs d'ammoniac avec alarme à la sortie de C3101 Automatiser FCV002 (vanne NH3) La sécurité incendie en établissement d'un écran d'eau afin d'atténuer la toxicité installation d'un système de déluge ou un cerseau d'eau	maintenance "instrumentation" QHSE "intervention et gestion des urgences"	Réduire IPR de 18 à 4
	R16	PC114 (vanne de détente mécanique) bloquée ouverte	Installation des détecteurs d'ammoniac avec alarme à la sortie de C3101 La sécurité incendie en établissement d'un écran d'eau afin d'atténuer la toxicité installation d'un système de déluge ou un cerseau d'eau	maintenance "instrumentation" QHSE "intervention et gestion des urgences"	Réduire IPR de 12 à 2
	R22	Défaillance de la boucle de contrôle de pression PCV101(NH3) bloquée ouverte	Installation des détecteurs d'ammoniac avec alarme à la sortie de C3101 La sécurité incendie en établissement d'un écran d'eau afin d'atténuer la toxicité installation d'un système de déluge ou un cerseau d'eau	maintenance "instrumentation" QHSE "intervention et gestion des urgences"	Réduire IPR de 12 à 4
	R32	Arrêt de la pompe de l'acide nitrique	Installation des détecteurs d'ammoniac avec alarme à la sortie de C3101 Automatiser FCV002 (vanne NH3) La sécurité incendie en établissement d'un écran d'eau afin d'atténuer la toxicité installation d'un système de déluge ou un cerseau d'eau Automatisé le démarrage de la deuxième pompe (pompe de secours)	maintenance "instrumentation" QHSE "intervention et gestion des urgences"	Réduire IPR de 18 à 4
	R35	Défaillance de la ligne d'ammoniac	Augmenter la fréquences des gammes de la maintenance préventive	maintenance " FIA "	Réduire IPR de 12 à 6
Granulation	R44	vanne TRC224 bloquée ouverte	Revoir la régulation de la vanne de façon que sa défaillance n'engendre pas une température haute	maintenance "instrumentation"	Réduire la fréquence d'occurrence de 2 à 1
	R51	déclenchement d'un incendie au niveau Y3201	Installation de détecteur linéaire de chaleur	maintenance "instrumentation"	Réduire IPR de 24 à 6
Réfrigération	R52	Tapis transporteur Y3204 pris incendie	installation de détecteur linéaire de chaleur adressable	maintenance "instrumentation"	Réduire IPR de 18 à 6
	R63	Bande transporteuse Y3202 pris incendie	installation de détecteur linéaire de chaleur adressable	maintenance "instrumentation"	Réduire IPR de 18 à 6
	R67	Bande transporteuse Y3207 pris incendie	installation de détecteur linéaire de chaleur adressable	maintenance "instrumentation"	Réduire IPR de 18 à 6

## Chapitre 3

Stockage	R69	Rupture de communication production/stockage	organiser des réunions de groupe/sensibilisation sur l'importance de la communication	manutention	Réduire IPR de 12 à 6
	R71	defaillance du détecteur de métaux	maintenance préventive mettre un deuxième détecteur en série comme barrière de sécurité	maintenace "FIA" maintenance "instrumentation"	Réduire IPR de 16 à 2
	R75	déclaration d'un feu au niveau de la zone de stockage	Mettre en service les détections de fumée et de feu au niveau de la zone de stockage de nitrate pour limiter l'impact d'un potentiel incendie mettre en service le système Sprinkler interdire l'accès pour le personnel non autorisé mettre en place des caméra de surveillance Consigne pour éviter les points d'ignition (interdiction de fumer...)	maintenance "instrumentation,dynamique" QHSE manutention	Réduire IPR de 24 à 4
	R77	Inflammation de poussière de nitrate	Inclure le bâtiment de stockage de nitrate dans l'étude ATEX prochainement réalisée (vis à vis de la présence de poussière fine). Mettre en service les détections de fumée et de feu au niveau de la zone de stockage de nitrate pour limiter l'impact d'un potentiel incendie mettre en service le système Sprinkler interdire l'accès pour le personnel non autorisé mettre en place des caméra de surveillance Consigne pour éviter les points d'ignition (interdiction de fumer...)	maintenance "instrumentation,dynamique" QHSE manutention	Réduire IPR de 24 à 4

**Tableau 14** Plan d'action

## Chapitre 3

### 10. Recommandations

Rappelons que la référence aux accidents/incidents historiques du au nitrate d'ammonium nous amène à garder en mémoire les cas suivants :

- Fuite limitée ou étendue suite à une défaillance mécanique, une surpression, une erreur humaine ou lors des travaux.
- Incendie suite à l'ignition de nitrate d'ammonium, de gaz naturel ou d'hydrogène causée par une défaillance mécanique ou lors de travaux de maintenance.
- Explosion suite à l'ignition d'une flaque de nitrate d'ammonium ou d'hydrogène causée par une défaillance mécanique, une surpression/dépression, des travaux maintenance ou une erreur humaine.

Alors les préconisations générales tirées de l'expérience ont montré qu'il faut :

1. En premier lieu, proscrire tout stockage dans un local, voire une zone, où existe un risque d'incendie élevé.
2. Réserver le local de stockage à l'usage exclusif, soit des engrais minéraux (à base de nitrate d'ammonium ou non).
3. Retenir un sol en béton pour les nitrates d'ammonium techniques,
4. Pour les engrais à base de nitrate d'ammonium (ammonitrates) :
  - a. Retenir un sol en béton dans le cas d'installations nouvelles,
  - b. Appliquer, pour les installations existantes, la réglementation concernant les installations classées soumises à autorisation,
5. Préférer le stockage en emballage plutôt qu'en vrac,
6. Limiter la masse de chaque tas en fonction du risque spécifique au produit,
7. Séparer les tas par un cloisonnement fixe ou mobile, de préférence en béton ou respecter un espacement de sécurité (4 ou 5 mètres) pour éviter la contamination.

### 11. Conclusion

Le but de l'AMDEC est de faire ressortir les points critiques afin de les éliminer, de prévoir un mode de prévention, en effet l'analyse de l'accidentologie a montré que le phénomène de détonation à Fertial/Arzew ne pouvait être exclu, pour les engrais simples à fort dosage en nitrate d'ammonium, en cas de dégradation importante (formation de fines), de contamination extérieure (principalement par des matières organiques et/ou combustibles), lorsque le produit est à l'état solide et qu'il est sollicité par un explosif puissant ou qu'il est à l'état liquide (fondu, à plus de 170°C, par exemple en cas d'incendie), et amorcé par une onde de choc significative ou en situation de fort confinement empêchant le libre dégagement des gaz normalement émis à cette température.



# **CHAPITRE 4**

## EVALUATION D'EFFICACITE ET DE LA PERFORMANCE DU SYSTEME DE SECURITE USINE FERTIAL/ARZEW

### **1. Introduction**

La Direction de Fertial/Arzew reconnaît que le fonctionnement approprié du site exige de se conformer aux plus hauts critères de performances en termes de santé, de sécurité et de respect de l'environnement.

Ce chapitre étudiera l'efficacité/performance de tous les systèmes de sécurité assurés par l'usine Fertial/Arzew pour faire face aux risques majeurs liés au NA, et avant d'entamer à cet étude nous allons citer tous les moyens de maîtrise existant.

### **2. Identification et évaluation des risques d'accidents majeurs à Fertial/Arzew**

Les risques majeurs provenant des opérations normales et anormales sont identifiés et leur éventualité et leur gravité sont évaluées à l'aide de la procédure 2DQE006-S (code de la procédure de l'entreprise)

L'identification et l'évaluation des risques couvrent toutes les phases des opérations y compris le stockage et le transfert des produits.

L'identification du risque couvre aussi l'évaluation des effets des événements se produisant en dehors du site, y compris les risques des conditions météorologiques anormales, les pannes d'électricité.

L'identification des risques majeurs, de leurs conséquences possibles et des mesures de prévention et de contrôle est détaillée lors des sessions d'analyse de risque pour chaque unité (stratégie de mise en sécurité de l'installation). Des revues des analyses de risque sont également prévues lors de chaque modification à travers la procédure de gestion des modifications.

Les résultats de telles évaluations de risque sont analysés. Les zones d'amélioration identifiées sont programmées et classées par priorité.

Les responsables hiérarchiques sont chargés de la gestion du processus d'identification et d'évaluation des risques. Le document d'indication sur l'évaluation du risque a été rédigé à cette fin et est en cours d'implémentation à travers la mise en application du système de permis de travail.

Des scénarios d'accidents majeurs sont pris en compte par Fertial ; identifiée et évalués également dans l'étude de dangers de l'entreprise EDD.

## Chapitre 4

Nous pouvons citer à titre exemple le scénario « défaillance de la section de neutralisation » :

L'évènement redouté étudié concerne la défaillance de la ligne d'ammoniac provoquant la perte de confinement d'une quantité importante d'ammoniac liquide. Le phénomène dangereux redouté est la formation d'une nappe d'ammoniac dont la dispersion pourra engendrer des effets toxiques. Les modélisations seront effectuées à l'aide du logiciel PHAST 6.7



**Fig.39** Les contours d'effets sur l'homme

Zone	Distances d'effet en mètres	
	Jour	Nuit
<b>Vigilance</b>	954	<b>790</b>
<b>A risque</b>	489	<b>401</b>
<b>Danger immédiat</b>	<b>166</b>	<b>123</b>

**Tableau 15** les distances d'effets toxiques (en m). « EDD d'usine »

Le scénario est redoutable et redouté avec un niveau de risque ALARP.

Pour consolider notre étude on va citer un autre scénario qui a été déjà évoqué à l'étude de dangers de Fertial, il s'agit de : la défaillance au sein de la zone de stockage des engrais ammonitrates : « Les événements redoutés pour les ammonitrates sont la décomposition thermique avec dégagement de composés toxiques (NOx) en présence d'une source de chaleur

## Chapitre 4

externe et la détonation suite ou non de la décomposition thermique, qui génère une onde de choc dévastatrice »

### Pour la détonation

Le tableau suivant reprend les distances d'effets de surpression associées au phénomène d'explosion du stockage de nitrate d'ammonium au niveau du stockage. Les contours d'effets sur l'homme sont illustrés sur la carte satellite.

Niveau de surpression (mbar)	Distances d'effet en mètres
<b>25</b>	<b>1475</b>
<b>50</b>	<b>797</b>
<b>160</b>	<b>295</b>



**Tableau 16** Les distances d'effets de surpression

**Fig.40** Les distances d'effet de la détonation. « EDD d'usine »

### **3. Contrôle des opérations et de l'exploitation**

Le risque d'incident avec possibilité de dégâts causés aux personnes, à l'environnement ou aux biens est minimisé par l'exercice d'un contrôle sur tous les aspects des opérations et de l'exploitation du complexe Fertial à Arzew.

## **Chapitre 4**

Les procédures d'exploitation y compris la maintenance sont adoptées et mises en application.

### **3.1. Gestion des modifications au sein des installations**

Une procédure de gestion des modifications 2DQE 008 QES « code de la procédure » est adoptée pour atteindre les objectifs de la gestion des modifications à l'égard de tout changement pouvant affecter la gestion des accidents majeurs.

Des procédures d'examen appropriées de l'après modification sont définies et mises en application.

La gestion des modifications couvre les modifications temporaires et permanentes et inclut les modifications opérationnelles urgentes.

Toute nouvelle installation ou installation de stockage sera installée conformément à des procédures spécifiques.

### **3.2. Gestion des situations d'urgence**

Les opérations sont menées de façon à protéger la communauté et le personnel de la compagnie contre les blessures et les maladies et à éviter les dommages sur l'environnement et les biens physiques. Cette politique s'étend à la protection contre les risques majeurs.

Un plan d'urgence sur site, appelé Plan Intervention Interne, est préparé et maintenu. Il détaille l'intervention nécessaire de la part du personnel de la Compagnie en cas d'accident majeur.

Le PII inclut des dispositions pour contacter les services d'urgence et les personnes dans l'environnement immédiat qui peuvent être affectés.

Ce document décrit les procédures d'intervention d'urgence en cas de catastrophe. Nous pouvons référer également au Plan d'Assistance Mutuelle (PAM). En ce qui concerne le PAM, un rapport d'intervention est établi automatiquement à chaque exercice.

Il tient compte d'un personnel compétent, bien formé sur l'intervention d'urgence dans le cadre du Plan sur site, des premiers soins et des moyens de lutte contre les incendies.

Le plan d'urgence est testé au moyen d'exercices réguliers et d'autres moyens appropriés.

Le plan d'urgence sur site est révisé périodiquement pour assurer son efficacité continue.

Le directeur HSE de Fertial doit garantir que le programme de test et de formation concernant le personnel du site soient achevés.

### **3.3. Surveillance des performances**

#### **3.3.1. Investigations d'incidents et d'accidents**

L'entreprise s'assure que tous les événements non désirables ou potentiels tels que les accidents, les incidents et les situations dangereuses sont rapportés et enregistrés (« Rapport Accident / Incident »).

## **Chapitre 4**

La Direction de Fertial organise régulièrement des campagnes de motivation afin d'inciter les travailleurs à signaler les situations dangereuses.

On exige également des entreprises extérieures qu'elles signalent les accidents et incidents.

Plusieurs formulaires existent pour signaler accidents, incidents et situations dangereuses. Leur fonctionnement est décrit dans la procédure 2DQE012-QES.

La Direction de Fertial s'assure que les événements non désirés rapportés font l'objet d'investigations appropriées selon la procédure 2DQE 008-S.

La Direction de Fertial s'assure que les défaillances techniques, les manquements au niveau du système de gestion de la sécurité soient aussi examinés.

Effectivement la méthodologie d'investigation prévoit des questions axées sur l'identification d'actions et conditions hors normes, les causes fondamentales et les conclusions au niveau du système de gestion HSE lors de la revue finale par le responsable du département touché.

En cas d'accidents majeurs, le coordinateur HSE assiste les investigateurs en déployant des techniques d'analyses de causes plus détaillées (ex : arbre des causes).

La Direction de Fertial s'assure que les situations/opérations similaires sont recherchées dans l'entreprise toute entière.

Le coordonnateur sécurité s'assure que les actions résultant de l'évaluation des accidents et des incidents sont effectivement exécutées et dans les temps.

### **3.3.2. Accidentologie et retour d'expérience**

La Direction de Fertial s'assure que les données pertinentes issues de l'expérience interne et externe sont collectées.

La Direction de Fertial s'assure que l'applicabilité au sein de l'entreprise des nouvelles données issues de l'expérience est évaluée et que si nécessaire, les recommandations nécessaires sont formulées.

La ligne hiérarchique examine les actions issues de l'investigation et s'assure qu'elles sont réalisées effectivement et dans les temps les appropriés.

Ces données, issues de l'expérience sont collectées et conservées d'une manière accessible pour l'utilisation interne.

## **4. Principales mesures de prévention / protection**

### **4.1. Prévention des atmosphères explosibles**

La prévention des atmosphères explosibles est assurée par l'emploi de matériel ATEX en adéquation avec les conditions de procédé et de ventilation du site.

### **4.2. Prévention du risque d'ignition**

La maîtrise des sources d'ignition est notamment assurée par :

## Chapitre 4

- L'interdiction de fumer à proximité des installations
- La fourniture d'un permis feu en cas de travaux à feu nu ou à point chaud,
- L'utilisation d'équipements ATEX au niveau des installations,
- La détection incendie au niveau des équipements identifiés comme étant à risque fort,
- Les routes internes sont éloignées des installations,
- La protection foudre assurant la captation et la descente des courants de foudre.

### 4.3. Prévention des erreurs humaines

Tout travail fait l'objet d'un permis de travail pouvant faire référence à une procédure écrite et censé être connue du personnel d'après le référentiel HSE groupe. Une sensibilisation aux risques présentés par les installations est réalisée à l'entrée sur site, y compris les sous-traitants.

## 5. Principes de mise en sécurité des installations

Les systèmes de sécurité suivants sont disponibles à divers endroits du site :

- PSV (soupapes)
- Détecteurs de gaz et détecteur d'incendie (système F&G)
- Détecteurs de fuite de produit toxique
- Système d'eau incendie
- Instrumentation de sécurité (système ESD)

Des PSVs ont été fournies pour protéger les équipements tels que colonnes, capacités, pipelines etc. pour décharger l'excès de pression à la torche/atmosphère dans le cas d'une pressurisation anormale due à une coupure d'eau de refroidissement ou à un incendie etc. Elles se situent généralement au-dessus de la colonne, au-dessus de la capacité. Elles déchargent normalement à la torche. Tous les dégagements acheminés à la torche sont d'abord envoyés au séparateur de la torche pour éliminer tout condensât. Le liquide entraîné par les dégagements est décanté, puis est pompé en fonction du contrôle de niveau du ballon.

Le système F&G inclut le bouton coup de poing manuel, la détection de feu, et la détection de gaz dans l'usine. Un panneau de représentation géographique a été installé dans la salle de contrôle centrale. Sur ce panneau figurent des schémas et les plans de localisation de chaque installation et bâtiment. La LED associée est éclairée sur le tableau synoptique, et une alarme sonore retentit lorsque le système reçoit un signal depuis la zone correspondante au type de détection. Le système de feu et gaz possède une interface avec le DCS. Toutes les valeurs analogiques et le statut des points d'alarmes ont été configurés dans le DCS et affichés sur les vues graphiques du DCS.

Un système ESD avec des interlocks est l'automate de sécurité des installations. Il est normalement non sollicité et en perpétuel auto test. Lorsque celui-ci est sollicité, une action d'urgence est réalisée. Celles-ci sont consignées dans la matrice « Cause and Effect ».

## Chapitre 4

### 5.1. Mesures spécifiques aux équipements sous pression

Les équipements sous pression sont soumis au décret APV / APG prescrivant un ensemble de contrôle à réaliser au niveau des équipements sous pression.

En règle générale, les équipements font l'objet de gammes de maintenance, notamment au niveau :

- Des fours,
- Des colonnes,
- Des ballons,
- Des aérorefroidisseurs
- Des échangeurs
- Des bacs de stockage.

La protection contre la corrosion est alors observée.

### 5.2. Moyens d'intervention

#### 5.2.1. Moyens de détection et d'alerte

Les moyens de détection et d'alerte incluent le système F&G.

La surveillance opérateur est aussi à prendre en compte. Celle-ci est au moins assurée par des rondes régulières et le passage d'opérateurs.

#### 5.2.2. Moyens fixe de lutte anti incendie

de	Bac stockage	Désignation	Caractéristiques		Localisation
			Débit	Pression	
		T6801	1500 m3		U60I
		77B2101	3000 m3		U60II
		T8102	1500 m3		U80I
Pomperies incendie		Pompe diesel P8301	300 m3/h	11,74 bar	U80I
		Pompe électrique P6801A	350 M3/h	12bar	U60I
		Pompe diesel P6801B	350 M3/h	12bar	
		Pompe auxiliaire P6802A	15 M3/h	10bar	
		Pompe auxiliaire P6802B	15 M3/h	10bar	
		Pompe auxiliaire P6401	10 M3/h	6bar	U60II
		Pompe électrique 77P2101A	700 M3/h	12bar	
		Pompe diesel 77P2101B	700 M3/h	12bar	
		Pompe jockey 77P2102	20 M3/h	10bar	

## Chapitre 4

**Tableau 17** Moyens fixe de lutte anti incendie (pompes et bacs de stockage d'eau incendie).

Les installations du réseau incendie de Fertial/Arzew couvrent les exigences de l'alimentation en eau de défense incendie.

Fertial dispose de deux réservoirs d'eau destinés à la défense incendie ayant une capacité totale de 4500 m<sup>3</sup>. Le stockage d'eau à incendie sera suffisant pour fonctionner pendant **8** et une demi-heures en continu.

Toutes les pompes sont de type centrifuge, de classement identique et raccordés en parallèle à la tête du réseau d'eau incendie.

La boucle principale du réseau incendie est équipée de :

- **65** poteaux incendie
- **31** lances moniteurs
- **38** RIA

Fertial/Arzew dispose également d'un réservoir d'eau (T-8102) destiné à la défense incendie (du bac d'ammoniac T8101) au niveau du port, ayant une capacité de **1500m<sup>3</sup>**. Le stockage d'eau à incendie sera suffisant pour fonctionner pendant **5** heures en continu.



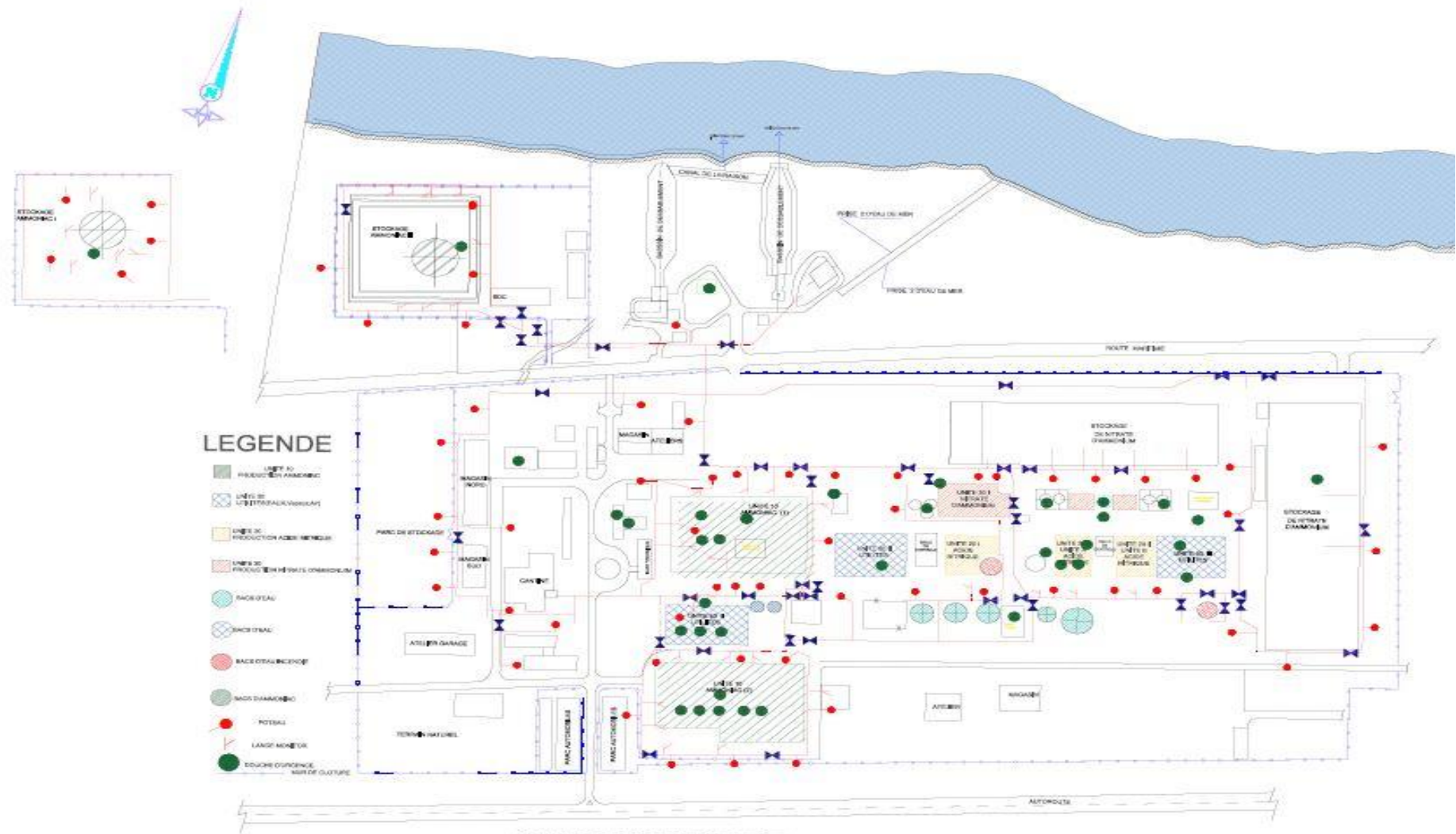


Fig.41 Le plan du réseau fixe de lutte contre incendie.

## Chapitre 4

### 5.2.3. Moyens mobiles de lutte anti incendie

Les moyens de lutte comprennent également des moyens mobiles répondant aux normes de sécurité en vigueur. Leur nature et inventaire au sein Fertial/Arzew sont les suivants :

- Camions mixtes :
  - Citerne émulseur d'une capacité de 2000 litres
  - Citerne eau avec une capacité 9500 litres
  - Canon fut émulseur de 5000L/min
  - Canon à tête turbo de 8000L/min
- 2 lances tractable
- Camion 1<sup>er</sup> secours
- 1 pompe diesel de vidange
- 3 pompes de vidange électrique
- Ambulance

### 5.2.4. Organisation des secours

Fertial/Arzew dispose d'un plan interne d'intervention PII, c'est un outil de gestion et de planification des urgences.

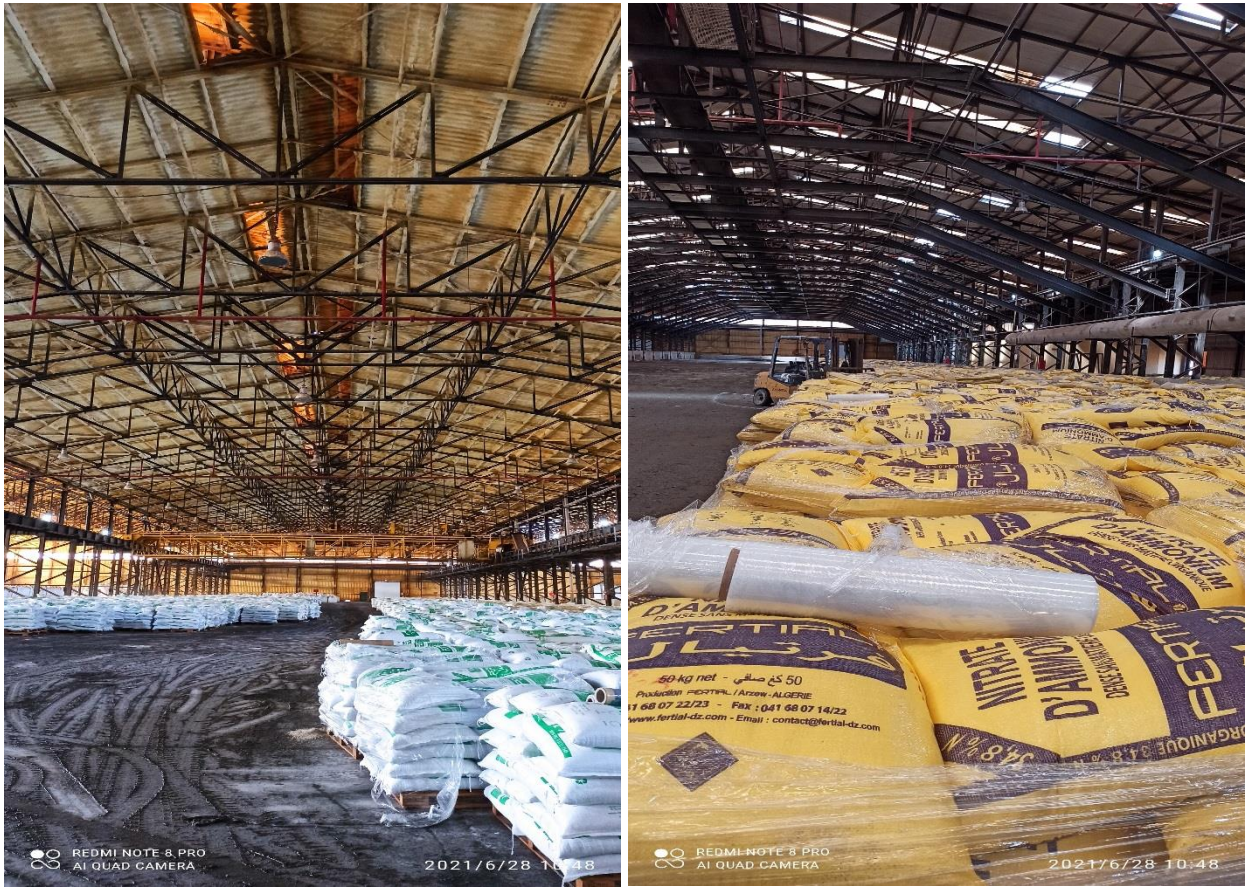
## 6. Contrôle pour le stockage de produit fini

Etant donné le risque relatif au stockage du nitrate d'ammonium et ses dérivés, FERTIAL a mis en œuvre les mesures suivantes pour éviter l'occurrence d'un accident comme le dernier à Beyrouth, le 4 août 2020 au niveau d' hangar numéro 12 de la zone portuaire :

- Stockage dédié uniquement au nitrate d'ammonium ;
- Stockage en lots séparés et espacés avec limitation de la quantité de chaque lot.
- Consignes de sécurité affichées et appliquées sur le lieu de stockage.
- Accès règlementé aux hangars de stockage.
- Programme d'inspection sécurité des hangars de stockage par la Direction Usine, la direction QHSE et les responsables du périmètre.

Ci-dessous quelques photos d'hangar de stockage de NA Fertial/Arzew

## Chapitre 4



**Fig.42** Stockage NA sacs de 50kg



**Fig.43** Stockage en big bag



Fig.44 Consignes de sécurités au niveau d'hangar de stockage



**Fig.45** Hangar de stockage N°12 montrant la façon d’entreposage des différentes matières y compris les Big bag.

### **7. Points faibles constatés**

Après avoir évalué les risques impliquant le nitrate d’ammonium au sein de site Fertial/Arzew, nous avons constatés les investissements remarquables à la matière de maitrise, sauf que notre travail consiste à identifier aussi les faiblesses et les dysfonctionnements de nature technique et opératoire pouvant conduire à un événement non souhaité dont la cible est humaine, environnementale ou la pérennité de l’usine.

À cet effet, nous avons relevés lors de notre études plusieurs écarts plus au moins significatifs qui peuvent influencer sur le système de sécurité à savoir :

## Chapitre 4

<i>L'anomalie constatée</i>	<i>L'effet</i>	<i>L'action</i>
Le système Sprinkler est hors service dans les deux hangars de stockage	Non maîtrise rapide des incendies déclarés à l'hangar	Remise en état de conformité le système de Sprinckler
Effectif d'intervention est très réduit	Non maîtrise rapide les urgences déclarées	Recrutement Formation pour les nouveaux pompiers
Façon de stockage qui rend les moyens de lutte contre incendie inaccessible (extincteurs, RIA)	Non maîtrise rapide des incendies déclarés à l'hangar	Remise en état de conformité en respectant les règles d'art du stockage
La réserve d'eau incendie qui dépend toujours à KAHRAMA	Non maîtrise des situations d'urgences	Réfléchir de créer un système d'alimentation d'eau de secours à partir des bacs d'eau d'utilité
La longue fréquence entre les sensibilisations en matière de gestion des urgences (Code de sirène, PII...) pour le personnel Fertial et même sous-traitants	La non réponse lors de déclenchement réel des urgences	Assurer un recyclage des formations de façon systématique
Problème de l'humidité	Contamination du produit (NA)	Etudier d'isoler le produit contre l'humidité Par ex : revêtement mural en liège expansé contre humidité
Pas de système de détection d'incendie au niveau de bandes transporteuses de NA	Non maîtrise rapide des incendies déclarés	Installation de système de détection d'incendie LHD

**Tableau 18** Points faibles constatés.

## 8. Conclusion

Fertial/Arzew qui a fait de l'innovation son cheval de bataille, en intégrant les normes les plus modernes en matière de management et de processus de production, pris en compte que les risques liés aux engrais minéraux solides à base de nitrate d'ammonium restent une préoccupation majeure du complexe pour toutes les situations susceptibles de générer leur décomposition thermique ou leur détonation. Par conséquent une vigilance particulière doit être apportée, aux situations d'incendie en développement avec une exposition possible des engrais stockés.

# Conclusion générale

La catastrophe du Liban concernant la détonation d'une quantité de nitrate d'ammonium, ravive l'affolement sur l'usage de ce composé, à l'origine également de la catastrophe à l'usine AZF « Toulouse », en septembre 2001. La seule évocation de « nitrate d'ammonium » engendre des inquiétudes. Néanmoins, la production, le stockage et le transport d'engrais minéraux solides à base de nitrate d'ammonium sont répandus sur le territoire national. Le nitrate d'ammonium n'est pas officiellement reconnu comme un explosif mais le devient dès lors qu'il est associé à n'importe quel combustible. Les accidents relatés dans le retour d'expérience comme ayant mis en cause des engrais à base de nitrate se sont produits antérieurement à l'instauration des obligations de conformité. Plusieurs incendies sont survenus ces dernières années dans des installations de stockage dans lesquelles le nitrate d'ammonium étaient également présents ; le nitrate d'ammonium n'a pas été affecté par le sinistre. Dans un recueil publié par la Fertilizer Society sur la sécurité des engrais à base de nitrate, l'auteur Mr Shah de ICI cite 70 incidents et accidents survenus entre 1961 et 1995 le nitrate d'ammonium 33,5 % N n'est jamais en cause. Les principales causes envisageables d'une décomposition du nitrate d'ammonium sont un feu en contact ou à proximité du produit, comme par exemple l'incendie d'une bande transporteuse ou d'un chouleur, à cet effet des réglementations rigoureuse s'imposent pour faire face contre les risques liées au NA. En Algérie, 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 a comme objectif d'édicter les règles de prévention des risques majeurs et de 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, de gestion des risques et d'une organisation proportionnées aux risques inhérents aux installations industrielles.

A l'issue de cet étude, il s'avéré que le risque de détonation à Fertial/Arzew n'est pas négligeable et que la prévention contre les risques devait être, de toute évidence, renforcée via notamment un plus grand nombre de contrôles.

L'objet de ce travail était alors d'explorer une piste de progrès concernant la gestion des risques liés à l'utilisation de ce produit

## Conclusion générale

Par l'application de l'approche AMDEC, des scénarios génériques d'accidents majeurs ont été identifiés pour pouvoir regrouper des accidents similaires. Ces scénarios sont hiérarchisés et traités dans un plan d'action.

L'identification des risques nous a permis de mettre en évidence des scénarios d'accidents majeurs. Ces scénarios sont complétés par confrontation avec l'accidentologie externe et interne pour s'assurer que les événements connus et mis en évidence par ces outils sont tous pris en compte.

Au vu des modalités d'exploitation du stockage sur le site Fertial/Arzew, le risque de détonation à envisager est donc spécifiquement lié à l'occurrence d'une onde de choc significative auquel serait exposé, en cas d'incendie, un produit à l'état fondu.

Nous avons contribué à donner des éléments de réponses à trois questions :

Une vigilance particulière doit être apportée, aux situations d'incendie en développement avec une exposition possible des engrais stockés. Dans ces circonstances plusieurs facteurs aggravants sont réunis pour conduire à la détonation (confinement, échauffement, contamination ...). L'incendie suivi d'une détonation d'engrais, sur l'établissement « West Fertilizer » au Texas, en avril 2013, le confirme pleinement.

Cependant, après avoir analysé les risques en utilisant AMDEC, il s'avère que toutes les dispositions doivent être prises pour supprimer les points chauds pouvant conduire à une réaction de décomposition. Notamment, il est interdit de fumer dans les installations, pas de travaux à chaud sans permis de travail, les équipements et matériels de manutention susceptibles de présenter des points chauds ne sont pas en contact avec les produits stockés, dans les locaux de stockage, les procédés de chauffage à flamme ou à résistance électrique sont interdits.




### Références bibliographique

- ❖ Etude de danger Fertial usine d'Arzew.
- ❖ La norme ISO 45001 :2018
- ❖ Procédure de gestion des risques Fertial/Arzew
- ❖ Rapport d'étude 65281 de l'INERIS « Les engrais solides à base de nitrates d'ammonium » (2005).
- ❖ Guide de l'INRS R428 « Le stockage du nitrate d'ammonium et des ammonitrates solides » (2010).
- ❖ Référentiel professionnel « Installations classées soumises à autorisation pour le stockage d'engrais relevant de la rubrique 1331 (engrais solides à base de nitrate d'ammonium) » – édité par AFCOME, COOP de France, FNA, UNIFA et UNIM (2011).
- ❖ Mémoire section spéciale/ Mastère chimie des procédés « Le nitrate d'ammonium, description, production, utilisation et précautions d'usage » de l'Institut National
- ❖ Polytechnique de Toulouse – Ecole Nationale Supérieure des Ingénieurs en Arts
- ❖ Chimiques et Technologiques (2002) - « l'explosion survenue à Toulouse le 21 septembre 2001 dans l'usine AZF a détruit la moitié de notre école, tué un de nos anciens et blessé de nombreux collègues... ».
- ❖ Guide de l'EFMA “European Fertilizer Manufacturers Association – Guidance for the storage, handling and transportation of solid mineral fertilizer (2007)”

## Annexes

Annexes

### **Annexe 1 Fiche de données de sécurité de nitrate d'ammonium**

	FICHE DE DONNEES DE SECURITE Règlement (UE) 2015/830 <b>NITRATE D'AMMONIUM</b>	Date: 20/03/2017 Revision 2 Page 1/10
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------

#### SECTION 1: Identification de la substance/du mélange et de la société/l'entreprise

##### 1.1 Identification du produit

Nom chimique : Nitrate d'ammonium

Nom commercial : Nitrate d'ammonium

Numéro CAS : 6484-52-2

Numéro EINECS : 299-347-8

Formule moléculaire :  $\text{NH}_4\text{NO}_3$

##### 1.2 Utilisation identifiées pertinentes de la substance ou du mélange et utilisation déconseillées

Utilisation industrielle pour formuler des mélanges de produits chimiques

Utilisation déconseillée : toute autre utilisation

##### 1.3 Renseignements concernant le fournisseur de la fiche de données de sécurité

**Société : Fertial spa**

###### **Usine d'Arzew**

Adresse : BP 40 Arzew Oran Algérie

Tél : + 213 41 68 07 23/21/22

Fax : + 213 41 68 07 14/21/22

Email : [contact@fertial-dz.com](mailto:contact@fertial-dz.com)

###### **Usine d'Annaba**

Adresse : Route des Salines-BP 3088 Annaba Algérie

Tel : + 213 38 59 40 84 / 038 59 40 08 à 12

Fax : + 213 38 59 40 71

Email : [contact@fertial-dz.com](mailto:contact@fertial-dz.com)

## Annexes

### 1.4 Numéro d'appel d'urgence

Tél : + 213 41 68 07 23

## SECTION 2: Identification des dangers

### 2.1 Classification de la substance ou du mélange

Les dangers physiques, sanitaires et environnementaux de la substance ont été évalués et/ou testés, et la classification suivante s'applique.

Classification selon la directive 67/548/CEE ou 1999/45/CE et ses amendements

Classification O; R8, Xi;R36

**Classification selon le règlement (CE) n° 1272/2008 et ses amendements**

#### Dangers physiques

Solides oxydants Catégorie 3 H272- Peut aggraver un incendie ;  
comburant.

Dangers pour la santé humaine

Lésions oculaires /irritation oculaire Catégorie 2 H319-Provoque une sévère irritation des  
yeux

#### Dangers pour l'environnement

Pas de classification pour les dangers pour l'environnement

### 2.2 Eléments d'étiquetage

**Étiquetage selon le règlement (CE) n° 1272/2008 et ses amendements**

**Contient :** Nitrate d'ammonium

**Numéro d'identification** 6484-52-2



**Pictogrammes de danger**

**Mention d'avertissement** Attention

**Mentions de danger** H272 - Peut aggraver un incendie; comburant.

H319 - Provoque une sévère irritation des yeux.

#### Conseils de prudence

**Prévention** P210 - Conserver à l'écart de la chaleur.

P220 - Éviter tout contact avec les vêtements et autres matériaux combustibles.

## Annexes

P264 - Se laver soigneusement après manipulation.

P221 - Prendre toutes précautions pour éviter de mélanger avec des matières combustibles.

P280 - Porter des gants de protection/des vêtements de protection/un équipement de protection des yeux/du visage.

**Intervention** P305 + P351 + P338 – En cas de contact avec les yeux : rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer.

P337 + P313 - Si l'irritation oculaire persiste: consulter un médecin.

P370 + P378 - En cas d'incendie : utiliser de l'eau pour l'extinction.

**Stockage** Conserver à l'écart de matières incompatibles.

**Élimination** P501 - Élimination des contenus/contenants conformément aux dispositions locales / régionales/nationales / internationales en vigueur.

**Informations supplémentaires de l'étiquette** Sans objet

### 2.3 Autres dangers

Non attribué.

## SECTION 3: Composition/informations sur les composants

### 3.1. Substances

#### Informations générales

**Nom chimique** : Nitrate d'ammonium

**% P/P** : 99,5

**Numéro CAS** : 6484-52-2

**Numéro CE** : 299-347-8

**Formule moléculaire** : NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>

**Classification** : Directive 67/548/CEE **DSD:** O;R8, Xi;R36

Rég. 1272/2008 **CLP :** Ox. Sol. 3;H272, Eye  
Irrit. 2;H319

## SECTION 4: Premiers secours

### 4.1 Description des premiers secours

## Annexes

<b>Conseils généraux :</b>	Faire appel à un médecin quand c'est nécessaire. L'inhalation des gaz dégagés lors d'un feu ou d'une décomposition thermique, qui contiennent des oxydes d'azote et de l'ammoniac, peut provoquer une irritation et avoir des effets corrosifs sur l'appareil respiratoire. Administrer de l'oxygène, en particulier si le pourtour de la bouche est de couleur bleue (méthémoglobine).
<b>Inhalation :</b>	Placer la personne à l'air libre. Consulter un médecin si les troubles persistent.
<b>Contact avec la peau :</b>	Laver abondamment à l'eau. Obtenir une assistance médicale en cas de développement ou de persistance des irritations.
<b>Contact avec les yeux :</b>	Ne pas se frotter les yeux. Rincer avec soin à l'eau pendant 15 minutes au minimum. Consulter un médecin.
<b>Ingestion :</b>	Ne pas faire vomir. Rincer la bouche et faire boire de l'eau ou du lait. Faire appel à un médecin si la quantité avalée est significative.

### 4.2 Principaux symptômes et effets, aigus et différés

Irritation oculaire.

Certains effets sur le poumon peuvent être différés.

### 4.3 Indication des éventuels soins médicaux immédiats et traitements particuliers nécessaires

L'inhalation des gaz dégagés lors d'un feu ou d'une décomposition thermique, qui contiennent des oxydes d'azote et de l'ammoniac, peut provoquer une irritation et avoir des effets corrosifs sur l'appareil respiratoire. Administrer de l'oxygène, en particulier si le pourtour de la bouche est de couleur bleue (méthémoglobine).

## SECTION 5: Mesures de lutte contre l'incendie

### 5.1 Moyens d'extinction

<b>Moyens d'extinction appropriés :</b>	Eau.
<b>Moyens d'extinction à ne pas utiliser :</b>	Ne pas utiliser d'extincteurs chimiques ou à mousse, ni tenter d'étouffer le feu avec du sable ou de la vapeur.

### 5.2 Dangers particulier résultant de la substance ou du mélange

Il existe un risque potentiel d'explosion pendant un incendie si le produit est fortement confiné et/ou contaminé par des matériaux incompatibles (par ex. matière organique, composés halogénés - voir la section 10).

Éviter que le produit fondu soit jeté à l'égout.

### 5.3 Conseils aux pompiers

## Annexes

Ouvrir les portes et les fenêtres de l'enceinte afin de d'obtenir une ventilation maximale.

Eviter de

respirer les fumées (toxiques). Ne pas se tenir sous le vent par rapport au feu. Empêcher toute contamination du produit par des huiles ou d'autres matières inflammables.

Utiliser un appareil respiratoire autonome en cas de fumées.

### SECTION 6: Mesures à prendre en cas de dispersion accidentelle

#### 6.1 Précaution individuelles, équipement de protection et procédures d'urgence

Eviter l'inhalation de poussières.

Eviter le contact avec la peau et les yeux.

Eviter de générer et de disperser de la poussière.

Porter des vêtements de protection.

#### 6.2 Précaution pour la protection de l'environnement

Prendre soin d'éviter la contamination des cours d'eau et des caniveaux et prévenir les autorités compétentes en cas de contamination accidentelle des cours d'eau.

#### 6.3 Méthodes et matériel de confinement et de nettoyage

Toute dispersion de produit doit être nettoyée rapidement, balayée et placée dans un récipient propre, à bouche ouverte et dûment étiqueté afin de garantir une élimination sans danger.

Ne pas mélanger avec de la sciure ou autres substances inflammables ou organiques.

Diluer tout produit contaminé ou à grain fin avec des matières inertes telles que la pierre à chaux/dolomite, la phosphorite, le plâtre, le sable ou le dissoudre dans de l'eau.

#### 6.4 Référence à d'autres sections

Voir la section 8 pour les équipements de protection individuelle et la section 13 pour l'élimination des déchets.

### SECTION 7: Manutention et stockage

#### Précaution à prendre pour une manipulation sans danger

Eviter la formation excessive de poussière.

Eviter la contamination par des matières inflammables (par ex. le gazole, les graisses, etc.) et autres matières incompatibles.

Eviter l'exposition inutile du produit à l'atmosphère afin de prévenir la prise d'humidité.

Lorsqu'on manipule le produit pendant de longues périodes, utiliser des équipements de protection individuelle appropriés (par ex. des gants).

Nettoyer soigneusement les installations avant de réaliser des opérations de maintenance ou de réparation.

## Annexes

### 7.2 Conditions d'un stockage sûr, y compris d'éventuelles incompatibilités

Stocker en respectant les règlements de l'ITC-MIE-APQ08.

Eloigner de toute source de chaleur et des flammes.

Maintenir toujours le produit éloigné des matières inflammables et des substances mentionnées à la section 10.

Dans la zone d'entrepôt, s'assurer que l'on applique des normes strictes d'ordre et de nettoyage.

Interdire que l'on fume ou que l'on utilise des lampes portatives nues dans la zone de stockage.

Limiter la dimension des piles ou des tas (selon les règlements locaux) et ménager un espace libre d'au moins 1 mètre autour des piles de sacs ou des tas.

Tout bâtiment utilisé à des fins de stockage doit être propre et bien ventilé.

Si la nature des emballages et les conditions climatiques l'exigent, on stockera le produit de sorte à éviter sa destruction par les cycles thermiques (variations extrêmes de température).

Le produit ne doit pas être stocké à la lumière directe du soleil afin d'éviter la rupture physique due aux cycles thermiques.

### 7.3 Utilisation finale particulière

Aucune

## SECTION 8: Contrôles de l'exposition/protection individuelle

### 8.1 Paramètres de contrôle

#### Limites d'exposition professionnelle

Aucune limite d'exposition professionnelle interdite pour cette substance. Le principal danger potentiel concernant l'exposition est la nuisance par des poussières. Valeur limite d'exposition pour les poussières nuisibles est de 10 mg/m<sup>3</sup>.

NITRATE D'AMMONIUM				
DNEL Travailleur	DNEL Population générale	Exposition Voie	Fréquence d'exposition	
21.3 mg/kg pc/jour	12.8 mg/kg pc/jour	Cutané Oral	Long terme - systémique	
37.6 mg/m <sup>3</sup>	11.1 mg/m <sup>3</sup>	Inhalation	Long terme - systémique	

### 8.2 Contrôles d'exposition

**Contrôles techniques appropriés :** Assurer une ventilation efficace. Réduire au minimum le risque d'inhalation de poussières.

## Annexes

**Mesures d'hygiène** : Ne pas manger, ni boire, ni fumer pendant la manipulation.

Se laver les mains après avoir manipulé le produit et avant de manger, de boire ou de fumer.

Utiliser le lavabo à la fin de la journée de travail.

### Protection individuelle

**Yeux** : Lunettes de sécurité avec protections latérales pour prévenir l'irritation oculaire. S'il y a de la poussière, utiliser des lunettes panoramiques (monobloc)

**Peau et corps** : Vêtement de travail.

**Mains** : Porter des gants appropriés (par exemple, en caoutchouc ou en cuir) si l'on va manipuler le produit pendant de longues périodes de temps.

**Respiratoire** : Si la concentration de poussière est élevée et/ou la ventilation est insuffisante, utiliser un masque anti poussière ou un respirateur muni d'un filtre approprié.

**Contrôle de l'exposition environnementale** : Voir section 6.

## SECTION 9: Propriétés physiques et chimiques

### 9.1 Informations sur les propriétés physiques et chimiques essentielles

**Aspect** : Granulés ou prills blancs ou colorés.

**Odeur** : Inodore

**pH** : en solution aqueuse (10%) >4,5

**Point de fusion** : 160 à 170 °C

**Point d'ébullition** : > 210 °C (se décompose)

**Propriétés explosives** : Le nitrate d'ammonium contenant moins de 0,2 % de matière combustible (UN 1942) n'est pas classé comme explosif.

**Température** : Non inflammable

#### d'autoinflammation

**Densité apparente** : entre 900 et 1100 kg/m<sup>3</sup>

**Solubilité dans l'eau** : Nitrate d'ammoniaque pur : 1.900 gr / litre d'eau à 20 °C.

Hygroscopique, absorbe rapidement l'humidité de l'air.



## Annexes

### 9.2 autres informations

Aucune donnée digne d'intérêt.

## SECTION 10: Stabilité et réactivité

### 10.1 Réactivité

Stable dans des conditions normales de stockage, de manutention et d'utilisation.

### 10.2 Stabilité chimique

Stable dans des conditions normales de stockage, de manutention et d'utilisation

### 10.3 Possibilité de réactions dangereuses

Chauffé à plus de 170 °C, il se décompose et libère du NOx et de l'ammoniac.

Contamination avec des matières incompatibles

### 10.4 Conditions à éviter

Proximité de sources de chaleur ou de feu.

Contamination par des matières incompatibles.

Exposition inutile à l'atmosphère.

Travaux de soudure ou thermiques dans les équipements ou les usines pouvant contenir des restes de produit sans les avoir lavés au préalable afin d'éliminer les restes de produit.

### 10.5 Matières incompatibles

Matières combustibles, agents réducteurs, acides, bases fortes, soufre, chlorates, chlorures, chromates, nitrites, permanganates, poudres métalliques et substances contenant des métaux tels que le cuivre, le nickel, le cobalt, le zinc et leurs alliages.

### 10.6 Produits de décomposition dangereux

En cas d'incendie : voir section 5.

Soumis à un chauffage intense, il fond et se décompose en libérant des gaz toxiques (par ex. NOx, ammoniac). Lorsqu'il entre en contact avec des matières basiques comme la chaux, il peut émettre du gaz ammoniac.

## SECTION 11: Informations toxicologiques

### 11.1. Informations sur les effets toxicologiques

#### Toxicité aiguë

## Annexes

Composant	N° CAS	Méthode	Espèces	Voie	Résultat
Nitrate	6484-52	OECD 401 OECD 402	rat rat	orale cutanée	DL50 : 2 950 mg / Kg pc. DL 50 : > 5 000 mg / kg pc.

**Corrosion/irritation cutanées** : Peut provoquer une irritation cutanée.

Lésions oculaires graves/irritation oculaire : Provoque une sévère irritation des yeux.

Sensibilisation respiratoire : Non classé.

**Sensibilisation cutanée** : Non classé.

Mutagenicité des cellules germinales : Non classé.

Cancérogénicité : Ce produit n'est pas considéré comme un carcinogène par l'IARC, l'ACGIH, le NTP et l'OSHA.

Toxicité reproductrice : Non classé.

Toxicité spécifique des organes : Non classé.

cible - exposition unique

Toxicité spécifique des organes : Non classé.

cible - expositions répétées

Danger par aspiration : Non classé.

L'inhalation de poussière à des concentrations élevées peut causer une irritation du nez et de l'appareil respiratoire supérieur avec des symptômes tels que des maux de gorge et de la toux.

## SECTION 12: Information écologique

### 12.1 Toxicité

Le produit n'est pas classé comme dangereux pour l'environnement. Cependant, la possibilité que des déversements majeurs ou fréquents aient des effets nocifs ou dangereux pour l'environnement n'est pas exclue.

### 12.2 Persistance et dégradabilité

Pas de données disponibles.

### 12.3 Potentiel de bioaccumulation

## Annexes

Pas applicable. Substance inorganique.

### 12.4 Mobilité dans le sol

Faible potentiel d'absorption (fondé sur ses propriétés)

### 12.5 Résultats des évaluations PBT et vPvB

Non pertinent. Substance inorganique. Voir l'annexe XIII du REACH.

### 12.6 Autres effets néfastes

Les déversements importants peuvent avoir des effets adverses sur l'environnement tels que l'eutrophisation des eaux de surface confinées.

## SECTION 13: Considérations relatives à l'élimination

### 13.1. Méthodes de traitement des déchets

Selon le degré et la nature de la contamination, éliminer ce déchet en le portant dans une installation de collecte agréée. Ne pas jeter les déchets à l'égout; éliminer les restes du produit et ses récipients d'une façon sûre. Éliminer conformément à tous les règlements locaux et nationaux.

Vider les récipients en les agitant afin d'éliminer le plus possible de contenu. Si les autorités locales l'acceptent, les récipients vides pourront être éliminés comme matière non dangereuse ou être rendus à des fins de recyclage.

## SECTION 14: Transport information

### 14.1 Numéro UN

UN 1942

### 14.2 Nom d'expédition des nations unies

NITRATE D'AMMONIUM

### 14.3 Classe de danger pour le transport ADR, RID, ADN, IMDG, ICAO

5.1

### 14.4 Groupe d'emballage ADR, RID, ADN, IMDG, ICAO:

G III

### 14.5 Danger pour l'environnement ADR, RID, ADN, IMDG, ICAO:

Aucun

### 14.6 Précautions particulières à prendre par l'utilisateur

## Annexes

Consulter les instructions de sécurité, la FDS et les procédures d'urgence avant toute manipulation.

### 14.7 Transport en vrac conformément à l'annexe II de la convention Maprol et au recueil IBC

Pas applicable

## SECTION 15: Informations réglementaires

### 15.1 Réglementation/législation particulières ou au mélange en matière de sécurité, de santé et d'environnement.

Règlement (CE) n° 1907/2006 (REACH), Annexe XVII, Substances soumises à restrictions de mise sur le marché et d'utilisation, et ses modifications.

Règlement (UE) 2015/830 Modifiant le règlement (CE) N°1907/2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH)

Règlement (CE) No 1272/2008 (CLP)

Directives 67/548/CEE et 1999/45/CE (substances et préparations dangereuses).

Règlementations nationales : décret exécutif 03-451 du 1 décembre 2003, modifié et complété par le décret exécutif n° 10-19 du 12 janvier 2010, définissant les règles de sécurité applicables aux activités portant sur les matières et produits chimiques dangereux ainsi que les récipients de gaz sous pression.

### 15.2 Evaluation de la sécurité chimique

Evaluation de la sécurité chimique réalisée pour le nitrate d'ammonium

## SECTION 16: Autres informations

Phrases de risque : R 36 : Irritant pour les yeux

Indications de danger : H272 : Peut aggraver un incendie ; comburant

H319 : Provoque une sévère irritation des yeux.

Conseils de prudence : P210 : Tenir à l'écart de la chaleur, des étincelles, des flammes nues et des surfaces chaudes. Ne pas fumer.

P220 : Tenir ou stocker à l'écart des vêtements, de la paille, des huiles... et des matières combustibles.

## **Annexes**

P264 : Se laver soigneusement les mains après manipulation.

P280 : Porter des lunettes de protection.

P305+P351+P338 : En cas de contact avec les yeux : Rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer.

P337+P313 : Si l'irritation oculaire persiste : consulter un médecin. P370+P378 : En cas d'incendie : utiliser de l'eau pour l'extinction.

### **Références bibliographiques et sources des données**

Guide pour la compilation de SAFETY DATA SHEETS pour les fertilisants édités par EFMA– Edition 1996.

Manuel de sécurité de stockage des fertilisants basés sur le nitrate d'Ammonium. Publié par IFA et EFMA en 1992.

Recommandation R 428 « Le stockage du nitrate d'ammonium et des ammonitrates solides » de l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles.

Chemical safety assessment Ammonium nitrate 2010-09-20 CSR-PI-5.2.6;

Chemical Advisory: Safe Storage, Handling, and Management of Ammonium Nitrate, EPA 550-S-13-001, August 2013;

FDS d'autres fabricants de nitrate d'ammonium

### **Abréviations et acronymes**

ADN: European agreement concerning the carriage of dangerous goods by water routes in the country,

ADR: European agreement concerning the international carriage of dangerous goods by road,

DNEL: Derived no-effect level,

ERC: Environmental Release Category,

IBC Code: International code on transport of chemicals in bulk,

IMDG: International maritime code for dangerous goods, IMSBC Code: International maritime solid bulk cargoes code,

IATA: International air transport association,

ICAO: International civil aviation organization,

MARPOL: International convention for the prevention of pollution from ships, NFPA: National fire protection organisation,

OEL: Occupational exposure limit,

PC: chemical product category,

## **Annexes**

PBT: Persistent bioaccumulative and toxic, PNEC: Predicted no effect concentration, PROC: process category,

RID: Regulations concerning the international transport of dangerous goods by rail,

SU: sector of use,

vPvB: Very persistent and very bioaccumulative.

La révision actuelle concerne l'identification des deux usines de l'entreprise Fertial au point 1.3, l'élaboration de la fiche de données de sécurité conformément au Règlement (UE) 2015/830

### **Avis au lecteur**

Les informations contenues dans cette fiche de données de sécurité sont fournies de bonne foi et ont été établies sur la base de nos connaissances du produit à la date de sa publication. Elles n'impliquent aucune reconnaissance d'un engagement ou d'une responsabilité légale de l'entreprise quant aux conséquences de son utilisation ou de sa mauvaise utilisation dans n'importe quelles circonstances.

### **Annexe 2 : Plans de circulation des fluides « 250 0002B »**