



**HAL**  
open science

# La gestion des niveaux de sécurité intégrée ” System Integrated Level ” Vision systématique Application dans un complexe Gazier

Baitiche Chahinez

► **To cite this version:**

Baitiche Chahinez. La gestion des niveaux de sécurité intégrée ” System Integrated Level ” Vision systématique Application dans un complexe Gazier. QUALITA2013, Mar 2013, Compiègne, France. hal-00823120

**HAL Id: hal-00823120**

**<https://hal.science/hal-00823120v1>**

Submitted on 16 May 2013

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# La gestion des niveaux de sécurité intégrée « System Integrated Level » Vision systématique Application dans un complexe Gazier

## The management levels of failsafe "system integrated level" vision systematic Application in a gas complex

Ch.Baitiche,

Laboratoire Sciences des Risques Industriel, Technologiques et Environnement

BP 05 Route de l'Aéroport Es-Sénia, Université d'Oran, Algérie

[sbaitiche@avl.sonatrach.dz](mailto:sbaitiche@avl.sonatrach.dz)

### Résumé

Les Systèmes Instrumentés de Sécurité (SIS) assurent la Sécurité Fonctionnelle des équipements en tentant d'éliminer ou réduire les phénomènes dangereux identifiés. Ces SIS, intégrant des systèmes électriques/électroniques/électroniques programmables (E/E/PES), doivent être conçus de façon à empêcher toute défaillance dangereuse ou à les maîtriser quand elles surviennent. La série des normes CEI<sup>1</sup> 61508 (parties 1 à 7) utilise une approche basée sur le risque encouru permettant de déterminer les prescriptions nécessaires concernant l'intégrité de sécurité des systèmes à base E/E/PES. Communément appelés **SIL**<sup>2</sup> (Safety Integrity Level). Le but de ce travail est de présenter une analyse de risque élaborée avec une approche technique complétée par une vision systémique intégrant les autres paramètres et aléas susceptibles de compromettre le fonctionnement de tout équipement

**Mots clés :** Systèmes Instrumentés de Sécurité, Sécurité Fonctionnelle, phénomènes dangereux, système E/E/PES, défaillance dangereuse, CEI 61508, analyse de risque, technique, vision systémique, aléas, équipement.

### I. INTRODUCTION

La principale vocation de la sécurité est d'éliminer les risques inacceptables qui pourraient être responsables de blessures physiques, d'atteinte à la santé des personnes, dégrader l'environnement et causer des pertes de production à coût élevé. Pour assurer cette sécurité, il faut d'abord avoir une bonne organisation [01].

Loin d'être qu'une question d'organisation, la sécurité est également basée sur des méthodologies et des procédures techniques à mettre en œuvre. La norme IEC 61508 s'est imposée à l'échelle internationale. Elle est orientée "performances" et laisse le soin à l'utilisateur de réaliser son analyse de risque, en lui proposant des moyens pour le réduire. Elle porte plus particulièrement sur le système E/E/PE (Electrical/ Electronic/Programmable Electronic Safety- related systems), des systèmes électroniques et électriques de sécurité. Le système IEC 61508 est constitué d'une norme générique et de normes adaptées aux secteurs d'activités. Les parties composant l'IEC 61508 sont les publications de base de la Commission Electronique Internationale (IEC) dans le domaine de la sécurité fonctionnelle [06]. L'IEC 61508 a influencé le développement des systèmes E/E/PE<sup>3</sup> et des produits concernés par la sécurité. Néanmoins, le statut de norme de base de l'IEC 61508 ne s'applique pas dans le contexte de systèmes E/E/PE concernés par la sécurité de faible complexité. L'IEC 61508 se présente donc comme étant une norme fondée sur une approche cycle de vie de sécurité et par conséquent, il décrit le modèle et en identifie les activités et les besoins, sur cette base. La plupart des orientations (en particulier la CEI 61508) nécessite une approche beaucoup plus large impliquant un contrôle sur l'ensemble des activités et des cycles de vie qui influent sur la sécurité de l'intégrité.

Par ailleurs, en sûreté de fonctionnement, la sécurité est la combinaison de la probabilité de la manifestation d'un événement dangereux et de la gravité de la lésion ou de l'atteinte à la santé causée à des personnes par cet événement (ILOOSH 2001)<sup>4</sup>, directement ou

indirectement, résultant d'un dommage au matériel ou à l'environnement. Une analyse des risques permet de déterminer comment la sûreté de fonctionnement permettra d'assurer une protection adéquate contre chacun des risques qui peut survenir. En effet, les fonctions de sécurité sont la résultante des systèmes électriques, électroniques ou électroniques programmables qui sont souvent assez complexes, ce qui a pour conséquence de rendre très difficile la détermination des défaillances. Ainsi, la sécurité de fonctionnement dépendra du bon fonctionnement d'un système dans sa globalité ou d'un équipement en particulier en réponse à ses entrées. Ce qui revient à introduire le niveau d'intégrité de sécurité (SIL) [2]. Celui-ci est un niveau parmi quatre niveaux discrets. Chacun correspond à un domaine pour la probabilité de défaillance d'une fonction de sécurité. Il existe deux méthodes pour évaluer le niveau. La Méthode des graphes de risques qui consiste à hiérarchiser les niveaux de sécurité à partir de quatre paramètres liés à la conséquence du risque sur le personnel ou l'environnement, à la fréquence d'exposition au risque, à la possibilité d'éviter le danger et à la probabilité d'occurrence du danger. La deuxième, elle, consiste à calculer le MTBF<sup>5</sup>, MTTR<sup>6</sup>,  $\lambda_i$ <sup>7</sup>, PFD<sup>8</sup> [03].

Comme la sécurité et la santé des travailleurs sont devenues des exigences essentielles pour les employeurs y compris dans la législation algérienne, notre étude a été réalisée sur un des sites de l'entreprise SONATRACH<sup>9</sup> - d'Arzew<sup>10</sup>, au niveau du complexe de liquéfaction de gaz naturel GL2/Z<sup>11</sup>, ayant pour objectif l'amélioration du fonctionnement et des performances de ses installations, ainsi que leur sécurisation. La réalisation d'une analyse de risque impliquera deux étapes de base : la première consistera à identifier chaque danger potentiel qui peut exister à cause des caractéristiques des produits exploités et les flux énergétique permettant le fonctionnement des installations du complexe GL2Z d'une part, des tâches exécutées, nature des travaux ainsi que les procédures appliquées dans le complexe GL2Z d'autres part. Comme il consistera également à déterminer les actions à effectuer pour prévenir l'exposition des employés à chaque risque ainsi que pour la maîtrise des impacts sur les biens et l'environnement.

Une analyse préliminaire des risques consistant à répertorier, au sein d'une entreprise, tous les types de risques qui sont connus ou qui pourraient se manifester, sert à hiérarchiser les étapes à suivre. Cela consiste principalement à repérer et identifier, dans l'entreprise ou pour un processus de fabrication : des substances ou préparations dangereuses, des équipements dangereux et des opérations dangereuses. Le but est d'assurer l'appréhension et l'anticipation d'un danger potentiel, lié à un site spécifique ou à une activité afin de réduire et/ou atténuer ses conséquences. Le travail d'analyse de risques est un outil

---

développé par le Bureau International du Travail (BIT).

<sup>5</sup> **MTBF** : Mean Time Between Failure / Moyenne des temps de bon fonctionnement (la durée entre deux défaillances consécutives).

<sup>6</sup> **MTTR** : Mean Time To Repair / Durée moyenne de panne ; moyenne des temps pour la tâche de réparation (Espérance mathématique de la durée de panne).

<sup>7</sup>  $\lambda_i$  : Taux de défaillance des  $i$  constituants ou fonctions élémentaires, donne une probabilité de défaillance par unité de temps.

<sup>8</sup> **PFD** : Probabilité de défaillance dangereuse.

<sup>9</sup> **SONATRACH** : Société Nationale pour la Recherche, la Production, le Transport, la Transformation, et la Commercialisation des Hydrocarbures s.p.a.

<sup>10</sup> **Arzew**, une localité à 40 Km de la deuxième ville d'Algérie située à 450 Km à l'ouest de la capitale Alger

<sup>11</sup> **GL2/Z** : complexe du gaz liquéfier N°2 D'ARZEW.

<sup>1</sup> **CIE (IEC)** : Commission Electronique Internationale & International Electrotechnical Commission.

<sup>2</sup> **SIL** : Sfety Integrity Level / Niveau d'intégrité de sécurité d'une fonction instrumentée de sécurité.

<sup>3</sup> **E/E/PE** : électrique/électronique / électronique programmable.

<sup>4</sup> **ILOOSH2001** : Principes directeurs des systèmes de management de la santé et la sécurité au travail,

très intéressant pour les managers et les superviseurs à utiliser dans l'obligation de prévenir l'exposition des employés aux risques pouvant porter préjudice à la santé la sécurité et l'environnement.

## II Démarche Méthodologique

La méthode Analyse Préliminaire des Risques [4] permet de répertorier tous les types de risques qui sont connus ou qui pourraient se manifester au sein d'une entreprise. Cela consiste principalement à repérer et identifier tous les risques majeurs, tels que les fuites de gaz qui peuvent engendrer des dommages humains, environnementales et sur les biens. Nous adoptons une approche fiabiliste basée sur l'analyse fonctionnelle des systèmes de sécurité car le complexe de gaz liquéfié GL2/Z, notre terrain d'expérimentation, s'est engagé à maintenir ces systèmes de sécurité en état de fonctionnement fiable en permanence par ses moyens techniques et organisationnels. Une des barrières exploitée au niveau de ce complexe fera l'objet de notre étude à savoir la barrière de détection gaz. Le choix de la détection gaz s'est basé sur sa position clé dans le dispositif sécuritaire exploité, ainsi que le risque majeur engendré par le dysfonctionnement partiel ou total de celui-ci. Il qui peut compromettre tout le complexe, mettre en danger l'installation et l'ensemble des opérateurs en plus de l'impact environnemental que causerait une mise à l'atmosphère de quantité de gaz hydrocarbure. Le réseau détection de gaz est un système instrumenté dédié uniquement à la sécurité d'un système Instrumenté de sécurité dit SIS<sup>12</sup>.

La démarche adoptée pour l'évaluation du SIL de ces détecteur IR<sup>13</sup> comporte les principales étapes relatives au recueil des données (extraction des données de détections gaz et alarmes (réelles) à partir du système Process History Database PHD<sup>14</sup> et extraction des données du système de gestion de la maintenance GATOR<sup>15</sup>).

La démarche suivie consiste à faire un historique de valeurs détectées et leurs alarmes affichées sur une durée s'étalant du 17/04/2008 au 17/07/2009 avec un intervalle maximal de 30 min et de 01 min minimum de fonctionnement normal entre deux valeurs.

Les durées d'indisponibilités et de perturbation de signal sont exclues du calcul de disponibilité mais sont exploitées dans le calcul du MTTR et du PFD.

L'exploitation du GATOR dans notre phase de recueil de données liée au temps de détectabilité des anomalies jusqu'à la remise en service des détecteurs. Ce qui implique l'émission d'une demande de travail, sa réception, la préparation de l'ordre de travail et la réalisation de la maintenance, et prend fin dès que le détecteur entre en fonctionnement. Cette étape permet de comparer les valeurs du MTTR avec la prise en charge réelle de l'anomalie.

Cependant, ces données ne sont pas toujours explicitement formulées et recensées au niveau de la documentation de l'entreprise.

Par conséquent, il est nécessaire de réaliser un travail visant soit à améliorer la documentation soit à rechercher les informations indispensables notamment identifier les risques potentiels et les barrières de sécurité déjà existantes. Pour ce faire, un audit de l'installation peut être envisagé afin de réunir les documents existants, de rassembler les éléments nécessaires à la définition du SIL et d'identifier les analyses complémentaires à mener.

## III Partie expérimentale

En premier lieu, nous procédons à une description des procédés et des installations, le recensement des matières et produits utilisés ainsi que l'historique des incidents/accidents répertoriés. Ce qui permet l'identification et la caractérisation des potentiels de dangers et l'estimation de leurs effets. L'évaluation du SIL a été réalisée au niveau du complexe de liquéfaction de gaz naturel GL2/Z<sup>16</sup>.

### III.1 Localisation géographique du site

Le complexe de liquéfaction de gaz naturel GL2/Z est situé sur la côte algérienne à l'est de la ville d'Arzew<sup>17</sup>. Ce complexe fait partie de la zone industrielle dont l'Entreprise de gestion de la zone industrielle d'Arzew est l'EGZIA<sup>18</sup>. Il est situé entre le complexe GP1/Z<sup>19</sup> à l'Est et le complexe GL1/Z<sup>20</sup> à l'Ouest. Le terrain sur lequel il est installé est un terrain plat, orienté vers la mer. Il est également équipé d'une jetée comprenant deux appointements de chargement de GNL<sup>21</sup>.



Figure III.1. Localisation géographique

#### a- Conditions Climatiques

- Pression barométrique : 758 mm Hg ;
- Températures :
  - ✓ Température moyenne maximale : 28.5 °c ;
  - ✓ Température moyenne minimale : 9.6 °c.
- Elévation : 20 mètres au dessus du niveau de la mer ;
- Humidité relative : 76%.

#### b- Conditions Spécifiques

- Atmosphère saline : Oui ;
- Agressivité de l'air : Forte ;
- Vent de sable : Très Faible ;
- Gel : Très Peu ;
- Poussière : Oui.

#### III-2 Description des installations

La production est assurée par six trains de liquéfaction identiques utilisant un procédé basé sur une série de refroidissement afin de séparer le GN et de le liquéfier. Les fluides de refroidissement utilisés sont le propane et le MCR (Multi-Compound Réfrigérant : réfrigérant composite à base de Méthane, Ethane et Propane). (Voire la figure III.2)

Le produit final est du Gaz Naturel Liquéfié (GNL). Le GNL est stockés dans trois bacs à toit fixe de 100 000 m<sup>3</sup>. Ces derniers sont maintenus à pression atmosphérique à une température de -162 °C. Le C5+ est quand à lui stocké dans deux bacs de 14 000 m<sup>3</sup> (une partie étant réceptionnée depuis le complexe mitoyen GL1Z).

<sup>12</sup> SIS : safety Instrumented System / Système instrumenté de sécurité = l'ensemble composé de toutes les fonctions de sécurité d'une installation

<sup>13</sup> IR : infrarouge.

<sup>14</sup> PHD : Process History Database; base de donnée.

<sup>15</sup> GATOR : base de donnée SONATRACH. L'outil de gestion de la maintenance.

<sup>16</sup> GL2Z: complexe de gaz liquéfier N°2 d'Arzew; Sonatrach.

<sup>17</sup> Situer géographiquement Arzew

<sup>18</sup> EGZIA : l'Entreprise de gestion de la zone industrielle d'Arzew

<sup>19</sup> GP1Z : complexe de gaz pétrolier N°1 d'Arzew; Sonatrach.

<sup>20</sup> GL1Z : complexe de gaz liquéfier N°1 d'Arzew; Sonatrach.

<sup>21</sup> GNL : Le Gaz Naturel Liquéfié.

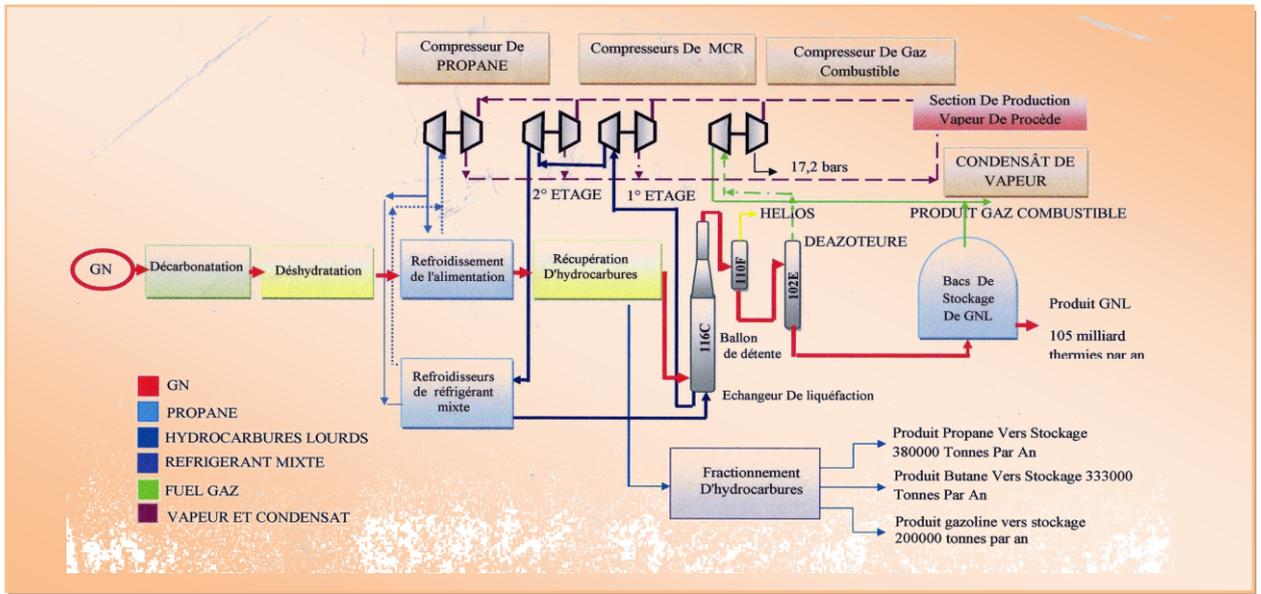


Figure III.2. Schéma Synoptique du Procède de liquéfaction du GNL

### III -3. Identification et Analyse des risques

#### III-3-1 Résultat de l'étude d'Analyse Préliminaire des Risques.

Ce complexe est soumis à une autorisation d'exploitation et donc est régi par la réglementation Algérienne en vigueur.

L'identification des dangers concerne les dangers liés aux :

- a- **Dangers liés aux procédés** : Les opérations étudiées sont toutes celles effectuées au niveau du procédé dans les tâches quotidiennes et celles durant les Maintenances Préventives (MP).
- b- **Dangers liés aux produits** : Parmi les dangers liés aux produits, on recense le risque d'incendie, le risque d'explosion et le risque toxique pour les personnes.

c- **Dangers liés à l'environnement** : L'environnement à lui seul peut être interprété selon deux critères :

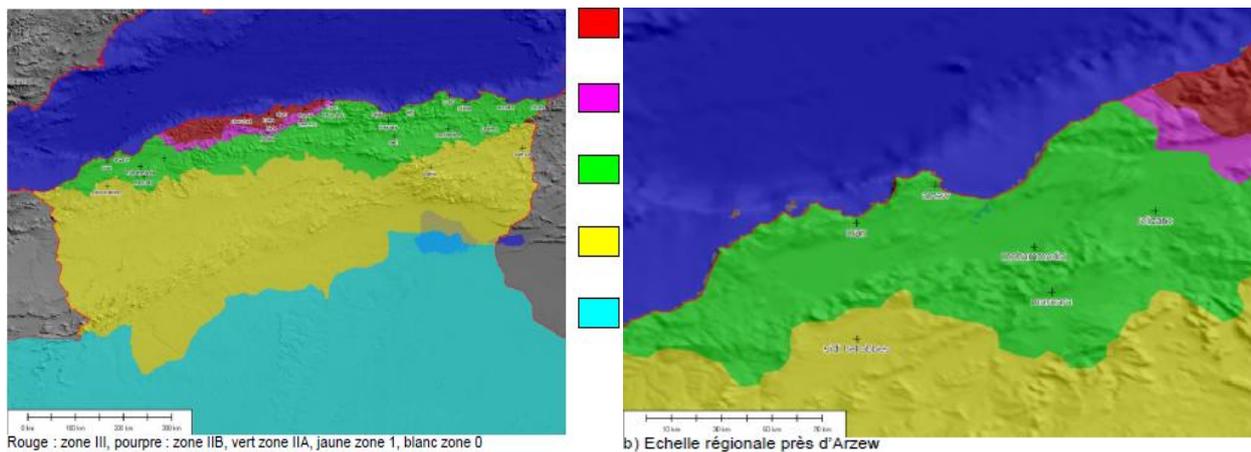
- Comme étant origine ou facteur de risque ;
- Comme étant intérêt à protéger.

Les risques peuvent également être liés :

A l'environnement naturel (inondations, foudre, gel, vents violents, séisme ...) : le risque inondation quoique très faible, est prit en charge dans les plans d'inondation. La région d'Arzew est peu arrosée pour une zone côtière. Le cumul annuel de lame d'eau écoulée selon la carte de l'ANRH (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques) serait de seulement 10 mm. (Figure III.3)



Figure III.3 : lame d'eau écoulée annuellement sur les bassins versants de l'Algérie (source ANRH « Agence Nationale des Ressources Hydrauliques »)



**Figure III.4.** Le zonage sismique algérien (Règles parasismiques algériennes RPA99, addenda, version 2003)

D'après la réglementation parasismique algérienne (RPA99), le site d'Arzew est localisé en zone IIa, c'est-à-dire en zone de sismicité moyenne tel que mentionné en figure III.4.

Pour les vents violents ; ce risque est très négligeable du fait que la vitesse moyenne des vents est de l'ordre de 4 à 5 m/s. (aucune inondation n'est redoutée par l'exploitant) et les installations sont protégées du risque foudre. Quand au risque de séisme, les normes de constructions appliquées au complexe prévoient une résistance appréciable.

Des réunions avec chacun des responsables des unités concernées ont été organisées, celles-ci ont permis de réaliser un entretien

permettant de cerner les points sensibles de l'unité, et de réaliser une visite des points sensibles dans les installations. C'est à partir de l'ensemble des informations collectées, sur site, que nous avons pu affiner notre analyse de risque.

Cette analyse sert de base pour décrire les autres mécanismes d'accident pouvant survenir sur le site (Unité). Cette liste n'est pas exhaustive, toutefois elle permet de prédire les principaux scénarios majorants pouvant se produire. Les résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessus.

**Tableau III.1.** Analyse descriptive des accidents pour donnés les principaux scénarios pouvant survenir sur le site.

Unité	Siège des risques	Evènement redouté	Causes	Conséquences
Parc de stockage	Réservoirs	Foudre		Incendie - explosion
	Réservoirs	Rupture de bac	Explosion, surpression dans la zone. Impact d'un projectile provenant de la zone de stockage. Feu à proximité. Excès de pressurisation du réservoir.	Effet vague – Rupture de merlon – propagation d'une nappe inflammable – Inflammation de la nappe
	Réservoirs à toit fixe	Atmosphère explosive	Vapeurs d'hydrocarbures	Explosion
	Réservoirs à toit fixe	Brouillard inflammable	Dégagement d'un évènement à l'air libre	Feu ou explosion
Utilités	Chaudières gaz	Fuite sur canalisation d'alimentation gaz (bride, joint, ...)	Corrosion Défaut d'étanchéité du joint (mauvais montage, vieillissement, ...)	Fuite de gaz dans la chaufferie Formation d'un nuage inflammable ; incendie, explosion
Utilités	Chaudières gaz	Rupture guillotine du piquage d'alimentation d'une chaudière	Choc Vibration Travaux	Formation d'un nuage inflammable ; incendie ; explosion
		Accumulation d'un mélange d'imbrûlés dans le foyer	Perte de flamme au niveau d'un brûleur par : Défaut de comburant Défaut de combustible Pression combustible trop basse	Inflammation de ce mélange d'imbrûlés lors d'un réallumage ou en présence d'une source d'ignition Explosion dans la chaudière
Importations	Pompes	Fuite de garniture	Défaillance de la garniture	Feu ou explosion
		Rupture guillotine des piquages situés au refoulement	Choc mécanique	
	Canalisations	Fuite	Corrosion, Travaux Choc mécanique	Feu Pollution
	Dépotage	Fuite raccord	Défaillance mécanique Mauvais raccordement	Feu
Expéditions	Pompes	Fuite de garniture	Défaillance de la garniture	Feu ou explosion
		Rupture guillotine des piquages situés au refoulement	Choc mécanique	

	Canalisations	Corrosion, Travaux Choc mécanique	Feu	
	Postes de chargement (expéditions routes)	Fuite	Corrosion, Travaux Choc mécanique	Feu ou explosion
	Poste de chargement (navire)	Fuite	Corrosion, Travaux Choc mécanique	Feu ou explosion
Transferts de produits entre unités	Canalisations	Fuite	Corrosion, Travaux Choc mécanique	Feu ou explosion

### III-3-2 Evaluation du SIL au niveau du complexe GL2/Z

Après l'étape d'identification des scénarios d'accidents qui peuvent subvenir au niveau du complexe gazier GL2/Z ; nous pouvons en déduire que les fuites de gaz peuvent engendrer des dommages aussi bien humains qu'environnementaux. Celles-ci sont sensées être détectées par un équipement représentatif du système instrumenté de

sécurité (SIS) : les détecteurs de gaz IR (Infrarouge. Détecteurs Zellweger). Afin de déterminer le niveau SIL de ces derniers ; nous avons créés une feuille de calcul Excel qui va nous permettre d'estimer leur niveau d'intégrité de la sécurité (SIL) au niveau du complexe gazier GL2/Z, dont la représentation de l'opérabilité est donnée dans la figure III.5

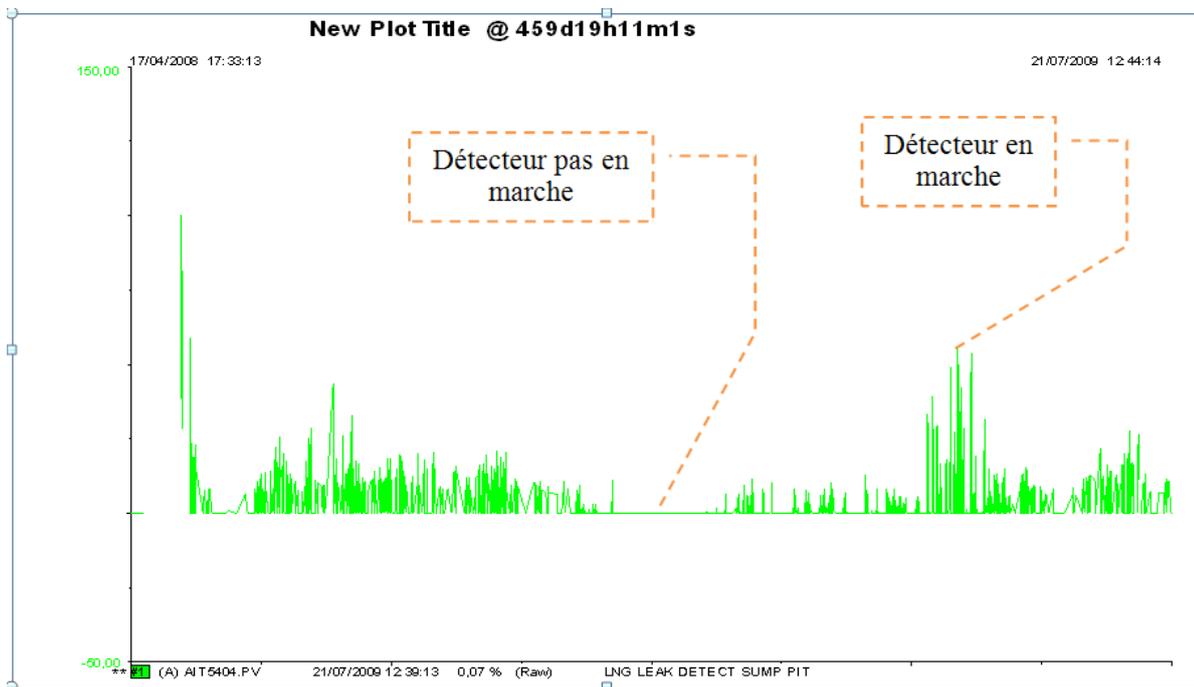


Figure III.5 . Extraction des données à partir du PHD .Détecteur de gaz Ifrarouge Zelyger : AIT 5404.PV au niveau de Fosse des pompes GNL.

Nous représentons dans la feuille Excel ci-dessous les résultats de Calcul de MTBF, MTTR,  $\lambda_i$  , PFD et l'évaluation du SIL selon la valeur du PFD de chaque détecteur (tableau III.2).

Figure III.2. Probabilité moyenne de défaillance à la sollicitation de la fonction pour évaluation du SIL.

Niveau SIL	Probabilité moyenne de défaillance à la sollicitation de la fonction
SIL 4	$10^{-4} < \text{PFD} < 10^{-5}$
SIL 3	$10^{-3} < \text{PFD} < 10^{-4}$
SIL 2	$10^{-2} < \text{PFD} < 10^{-3}$
SIL 1	$10^{-1} < \text{PFD} < 10^{-2}$

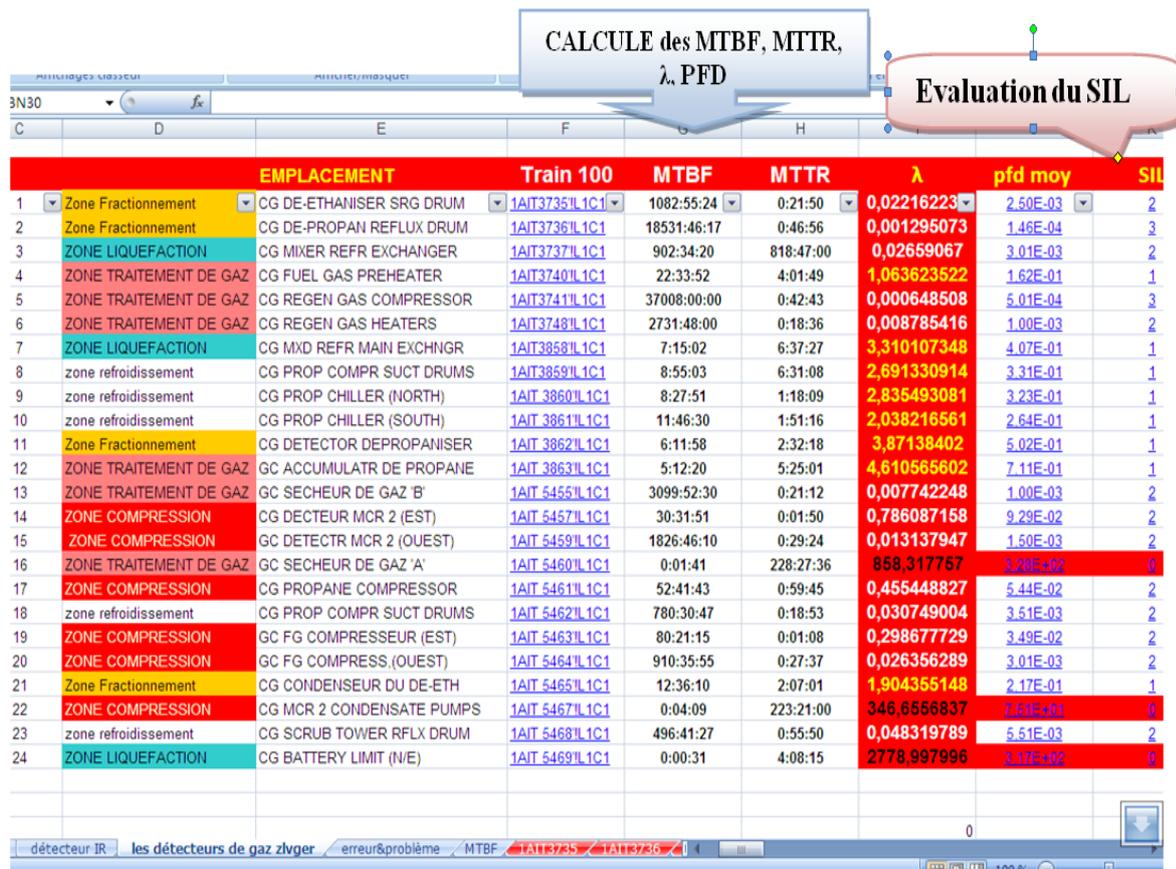
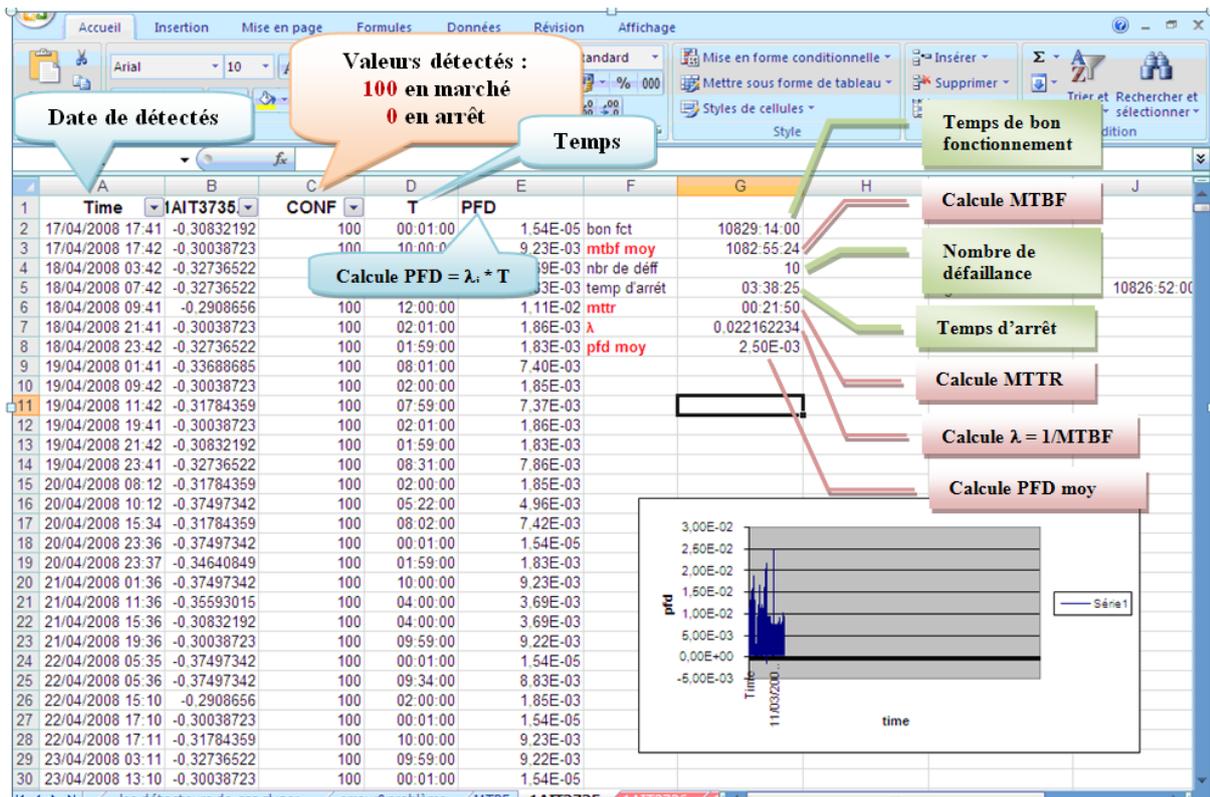


Figure III.6. Deux pages d'Excel pour évaluer le SIL (exemple ; le détecteur AIT22 3735 du Train 100)

**III-3-2 Tableau des résultats**

Les tableaux (tableau III.8 et tableau II.9) ci-après, synthétisent les résultats des niveaux SIL calculés pour quelques détecteurs parmi les 360 détecteurs de gaz qui existe au niveau du complexe GL2/Z, pour les huit (8) zones [Fractionnement, Liquéfaction, Traitement De Gaz, refroidissement, Compression, IR TERMINAL, Fosse des pompes

GNL, Quais de chargement] (dans les 6 trains il existe le même emplacement de détecteurs cité dans ce tableau): [du 17/04/2008 au 17/07/2009]

L'évaluation qualitative des détecteurs de gaz IR (mode marche/arrêt) est dans les tableaux ci dessous :

**Tableau III.8** résultat de Calcul des MTBF, MTTR, λ, PFD des 180 détecteurs IR.

N°	zone	emplacement	Détecteurs	N° Train	Nbr de déf	Temps d'arrêt	MTBF moy	MTTR moy	λ	PFD... Calculé
1	Fractionnement	CG DE ETHANISER SFG DRU	AIT 3735 PV	T1	10	3:38:25	1082:55:24	0:21:50	0.022162234	2.50E-03
				T2	173	560:08:00	63:20:48	3:14:16	0.37886784	9.41E-02
				T3	339	2903:29:25	32:04:47	8:33:54	0.74813564	1.79E-01
				T4	999	10950:41:00	10:57:34	10:57:42	2.18988236	5.36E-01
				T5	994	10955:49:00	11:00:29	11:01:19	2.18022631	5.01E-01
				T6	1007	10946:18:00	10:50:24	10:52:13	2.2139978	5.08E-01
		CG DE PROPAN REFLUX DRUM	AIT 3736 PV	T1	14	10:57	18531:46:17	0:46	0.00129507	1.46E-04
				T2	5	6:04:25	2190:39:12	1:12:53	0.01095564	2.51E-03
				T3	998	6246:00:00	10:55:58	6:15:31	2.19524266	5.02E-01
	Liquéfaction	CG DETECTOR DEPROPANISER	AIT 3862 PV	T1	1000	2538:12:00	6:11:58	2:32:18	3.87138402	5.02E-01
				T2	974	10744:11:00	11:01:38	11:01:52	2.17642148	5.37E-01
				T3	176	10890:12:00	62:16:05	13:52:34	0.38543018	9.55E-02
				T4	25	10449:37:00	438:06:22	417:59:05	0.05478126	1.27E-02
				T5	1007	10988:37:00	10:54:44	10:54:44	2.19936358	5.16E-01
				T6	1010	08:23:00	10:46:53	10:50:38	2.22605885	5.11E-01
		CG CONDENSEUR DU DE-ETH	AIT 5465 PV	T1	867	1835:24:20	12:36:10	2:07:01	1.90435515	2.17E-01
				T2	503	161:05:20	21:46:39	0:19:13	1.10205647	2.53E-01
				T3	263	8899:44:00	41:39:55	33:50:21	0.57602015	1.42E-01

**Tableau III.9.** Evaluation du SIL pour les 180 détecteur IR du complexe GL2/Z.

N°	zone	emplacement	Détecteurs	SIL requis	N° Train	PFD Calculé	SIL estimé	les recommandations SIL moyen par section	
									T1
2	Liquéfaction	CG CONDENSEUR EXCHANGER	AIT3737.PV	SIL 2	1	SIL 01 avec 01	T1	3,01E-03	2
							T2	-	Non installé
							T3	4,97E-01	1
	CG CONDENSEUR MAIN EXCHOR	AIT3858.PV	SIL 2	1	SIL 01	T1	2,50E-03	2	
						T2	9,41E-02	2	
						T3	1,79E-01	1	
CG BATTERY LIMIT (NE)	AIT 5469.PV	SIL 2	1	SIL 01	T4	5,36E-01	1		
					T5	5,01E-01	1		
					T6	5,08E-01	1		
3	Traitement De Gaz	CG FUEL GAS PREHEATER	AIT3740.PV	SIL 2	1	SIL 01	T1	1,46E-04	3
							T2	2,51E-03	2
							T3	5,02E-01	1
		CG FRESH GAS COMPRESSOR	AIT3741.PV	SIL 2	1	SIL 01	T4	1,21E-02	2
							T5	1,51E-03	2
							T6	3,18E-01	1
	CG BEGEN GAS HEATERS	AIT3748.PV	SIL 2	1	SIL 01	T1	5,02E-01	1	
						T2	5,37E-01	1	
						T3	9,55E-02	2	
	CG CONDENSEUR DU DE-ETH	AIT 3863.PV	SIL 2	1	SIL 01	T4	1,27E-02	2	
						T5	5,16E-01	1	
						T6	5,11E-01	1	
CG CONDENSEUR DU DE-ETH		AIT 5465.PV	SIL 2	1	SIL 01	T1	2,17E-01	1	
						T2	2,53E-01	1	
						T3	1,42E-01	1	

#### IV Discussions

Sur les 180 analyseurs il y a presque 8% (14) des détecteurs sont défectueux que en dois remplacer, 45.5% (82) de détecteurs du SIL1, 26.6% (48) de détecteur du SIL2 et 19.44 % (35) de SIL3, plus un détecteur non installé a ce jour.

Ainsi nous avons pu établir que le complexe GL2/Z est du SIL1 qui n'est pas conforme avec les exigences de sécurité du complexe GL2/Z qui est devrait être SIL2 et/ou SIL3 [22].

Cet écart est dû principalement au manque de pièce de rechange qui influe sur l'intervalle de test et de la maintenance périodique (MTTR élevé). Comme le personnel à une forte sensibilisation à la production, malheureusement parfois au détriment de la sécurité qui pouvant engendrer un danger potentiel ainsi que porter préjudice à la santé la sécurité et l'environnement. Par conséquent un analyse de risques s'avère pré-mondiale pour les managers et les superviseurs à utiliser dans l'obligation de prévenir l'exposition des employés aux risques.

#### V CONCLUSION

La norme EN 61508 offre une démarche globale de maîtrise de risques à travers une méthode qui va de l'analyse de risque jusqu'à l'évaluation du système instrumenté de sécurité. La quantification du niveau de sécurité est associée à un facteur de réduction de risque, ce qui permet d'apprécier la contribution de la fonction instrumentée de sécurité à la réduction de risque de l'installation.

Notre étude présente une méthode pour détermination le niveau d'intégrité de la sécurité SIL au niveau du complexe de gaz liquéfié d'Arzew GL2/Z. L'application montre qu'une première étape indispensable, reposant sur un audit sur site, permet d'analyser le fonctionnement de l'installation et ses principales caractéristiques et de rassembler les éléments disponibles.

La deuxième étape permet, quant à elle, de définir les fonctions instrumentées de sécurité ainsi que leur SIL requis en s'appuyant sur les informations fournies par l'exploitant et les spécificités du site étudié.

Le choix de la méthode de détermination du SIL dépend essentiellement de la nature des données d'entrée. Il est préférable d'utiliser une méthode qualitative (graphe de risque ou matrice de criticité) que d'utiliser une méthode quantitative lorsque les données d'entrée (Fréquences d'occurrence d'événements initiateurs, probabilités de défaillance des barrières de sécurité) sont insuffisantes. Ces dernières donneraient de meilleurs résultats quand des données de retour d'expériences quantifiées existent et lorsque l'organisation du site permet une analyse en couches fonctionnelles indépendantes.

D'après les résultats obtenus de notre évaluation du SIL sur des capteurs de gaz Infrarouge Zellweger, nous pouvons dire que le complexe GL2/Z est du SIL1. Si nous les comparons avec les exigences de la sécurité du complexe GL2/Z ; pour le MTTR par exemple, nous remarquons que la maintenance a une influence directe sur la sécurité. Le niveau d'intégrité de sécurité décroît avec le temps. Il faut prendre en compte nos recommandations et nos suggestions cités ci-dessous afin que le niveau d'intégrité soit conforme avec les exigences de sécurité qui est du SIL2 et/ou SIL3.

Nous suggérons de former le personnel (Former le management (Directeur du site, Chefs de départements) aux concepts du système des normes IEC61508 / IEC61511 (aspects quantitatifs de la sécurité et sur les différents domaines d'action pour la conformité aux normes), les opérationnels aux concepts du système des normes IEC61508 / IEC61511 (stage). Il faut également assurer la maintenance, la fluidité et disponibilité des pièces de rechange, et la nécessité de déterminer un intervalle minime de test et de maintenance périodique afin que le niveau d'intégrité soit conforme avec les exigences de sécurité (pour réduire le MTTR).

Comme il serait très utile de créer/organiser un système de retour d'expérience statistique par la mise en place d'un rapport mensuel de bilan des opérations de maintenance corrective sur les constituants des fonctions instrumentées de sécurité permettant de constituer des indicateurs sur les fréquences de déclenchement des fonctions et la

fiabilité réelle des constituants. Ceci doit permettre d'alimenter une base de retour d'expérience.

Il est à relevé que le personnel à une forte sensibilisation à la production, malheureusement souvent au détriment de la sécurité. Une campagne de sensibilisation aux risques d'accident à l'adresse du personnel est donc nécessaire.

#### VI. Bibliographie

- [01] Bertrand Ricque & Jean Vieille, Guide d'interprétation et d'application de la Norme IEC 61508 et des normes dérivées IEC 61511 (ISA S84.01) et IEC 62061, 2005
- [02] Th.Martin, SIL-Assistant Version 0.1 Beta  
IEC 61508, Functional Safety of Electrical / Electronic / Programmable  
Electronic Safety-related Systems, Geneva: Switzerland, 2000
- [03] Encyclopedie Les Technique de l'ingénieur.
- [04] Introduction à l'hygiène du travail,;Protection au Travail Série N°08, Worl Health Organization 2009
- [05] DIN V VDE 0801, Grundsätze für Rechner in Systemen mit Sicherheitsaufgaben, 1990
- [06] Kathy MILLET, Sécurité Fonctionnelle et Niveaux de Sécurité (SIL), Janvier 2007
- [07] ANSI/ISA-84.00.01-2004, Functional Safety: Safety Instrumented Systems for the Process Industry Sector – Parts 1, 2, and 3 (IEC 61511Mod), NC: Research Triangle Park, ISA, 1996
- [08] Programmable Electronic Systems in Safety Related Applications, Part 1, An Introductory Guide, U.K.: Sheffield, Heath and Safety Executive
- [09] David J Smith & Kenneth G Simpson, Second edition "Functional Safety" A straightforward guide to applying IEC 61508 and related standards,2004
- [10] Sureté de fonctionnement : Normes SIL, Copyright
- [11] ANGELA E. SUMMERS, PH.D., P.E., Safety Instrumented Systems, SIS-TECH Solutions, LLC
- [12] K.Hamidi, O.Malassé, JF Aubry, Limites actuelles et proposition pour une évaluation plus précise des performances de fonctions électroniques et programmables dédiées a la sécurité, actes du congrès Lambda Mu 04, 12-15 sept.2004, Bourges.
- [13] Functional safety and IEC 61508 A basic guide, Novembre 2002
- [14] Roger S.Rivett, Emerging Software Best Practice and how to be Compliant, Rover Group Ltd.
- [15] Lawrence Blackmore, IEC 61508-Practical experience in increasing the effectiveness of SIL assessment.
- [16] Lee's Loss Prevention in the Process Industries. Volume 1-2 & 3 Edition SAN MANNAN
- [17] Safety Requirements Specification "GUIDELINE" by SAFE PROD Edition 2005.
- [18] OREDA 97: Offshore Reliability Data 3rd Edition .Prepared by: SINTEF Industrial Management.
- [19] OREDA 2002: Offshore Reliability Data 4th Edition .Prepared by: SINTEF Industrial Management Distributed by: Det Norske Veritas (DNV).
- [20] Dirk Schreier, SIL Assessments -Identification of Safety Instrumented Functions, HIMA Australia Pty Ltd.L3, 37 St Georges Terrace.Perth WA 6000.Australia. June 2006
- [21] Commission Electrotechnique Internationale, 2003, CEI 61511 (partie 1, 2 et 3) Sécurité fonctionnelle – Systèmes instrumentés de sécurité pour le domaine de la production par processus.
- [22] DEKRA, Evaluation des Fonctions Instrumentées de Sécurité ACTIVITE AVAL COMPLEXE GL2Z, AO N°22 HSE, 16/12/2009