

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



**ECOLE DOCTORALE
GESTION DES RISQUES INDUSTRIELS ET ENVIRONNEMENT**

Mémoire de Magister

THEME

**La gestion des niveaux de sécurité intégrée « System
Integrated Level » dans un procédé au niveau du
GL2Z.**

Présenté par : **Mme Shahinez Baitiche.**

Soutenu le **16 Janvier 2011**

Membres du jury

Président	: Pr Y.Khatir, Univ Oran
Examineur	: Mme L.Bahmed, Univ batna
Examineur	: Pr H.Haffaf, Univ Oran
Membre Invité	: Mr hm.Benachenhou, Directeur HSE, Activité Aval Gr Sonatrach
Directeur de mémoire	: Dr K.Guenachi, Univ Oran
Co-Directeur de mémoire	: Dr A.Belkhatir, Paris 1-13, France

Sommaire

INTRODUCTION	6
PROBLEMATIQUE	8

Chapitre I

I. LES NORMES DE LA SURETE DE FONCTIONNEMENT	11
I-1 Historique des normes et des cultures	11
I-1-1 USA.....	11
I-1-2 Allemagne	11
I-1-3 France.....	11
I-2 Normes actuelles et en développements.....	13
I-2-1 System référentiel IEC 61508	13
I-3 Position officielle de l’union européenne.....	16

Chapitre II

II. DEFINITION DE LA SURETE DE FONCTIONNEMENT	19
II.1 Le niveau d’intégrité de sécurité (SIL).....	20
II.1.1 Evaluation du niveau SIL	21

Chapitre III

III. CHAMPS D’ETUDE (INSTALLATION)	29
III-1 Présentation de l’activité et du process.....	29
III-1-1 Localisation géographique	29

Chapitre IV

IV. SYNTHESE	37
IV-1 Analyse préliminaire des risque [APR].....	37
IV-2 Evaluation du risque (par l’utilisation de la matrice de criticité de Sonatrach).	39
IV-3 Résultat des études de risques : Analyse Préliminaire des Risques, Layers Of Protection Analysis.	42
IV-4. Evaluation des conséquences et actions à entreprendre	46

Chapitre V

V. DESCRIPTION DE LA ZONE INDUSTRIELLE D'ARZEW	49
V.1 Localisation	49
V.2 Modélisation des scénarios	58
V.3 Analyse des risques	62

Chapitre VI

VI. ANALYSE DU SIL POUR LES DETECTEURS DE GAZ AU NIVEAU DU COMPLEXE GL2Z68	
VI.1 Objectifs.....	68
VI.2 Méthodologie de calcul.....	68
VI.4 Implantation des détecteurs de gaz au niveau du complexe	73
VI.5 Calcule SIL	74
VII. CONCLUSION.....	85
VIII. Proposition et justes d'investigations	87
<u>IX.</u> BIBLIOGRAPHIES.....	89
X. Quelques définitions	92
XI. GLOSSAIRE.....	95

ANNEXE

- Annexe 01** la certification de la politique QHSE au niveau du complexe GL2Z.
- Annexe 02** Evaluation du risque au niveau du complexe GL2Z par la méthode APR.
- Annexe 03** Emplacement des détecteurs de gaz au niveau du complexe GL2Z.

Liste des figures

Figure I.1 Extrait repris de: Functional safety and IEC 61508 A basic guide November 2002:
BSI

Figure I.2 Le cycle de vie de sécurité d'un produit.

Figure II.1 Graphe de hiérarchisation du risque présenté dans la norme CEI 61511-3.

Figure II.2 Graphe des risques atteints aux personnes donnant le niveau SIL.

Figure II.3 Graphe des risques donnant le niveau SIL avec perte de production.

Figure II.4 Durée moyenne de disponibilité.

Figure III.1 Schéma Synoptique du Procède de liquéfaction du GNL.

Figure IV.1 Matrice de criticité (SH).

Figure IV.2 Processus de la gestion du risque.

Figure IV.2 lame d'eau écoulee annuellement sur les bassins versants de l'Algérie (source ANRH « Agence Nationale des Ressources Hydrauliques »).

Figure IV.3 Le zonage sismique algérien (Règles parasismiques algériennes RPA99 après addenda, version 2003)

Figure VI.1 méthodologie de calcul du SIL

Figure VI.2 Détecteur de gaz infrarouge ZELLWEGER

Figure VI.3 détail de label de certification du détecteur IR ZELLWEGER

Figure VI.4 emplacement du détecteur IR dans installation

Figure VI.5 Détecteur de gaz Infrarouge Zelvger : AIT 5404.PV au niveau de Fosse des pompes GNL

Figure VI.6 Page d'Excel pour calculé le SIL (exemple ; le détecteur AIT 3735 du train 100)

Liste des tableaux

Tableau II.1 Niveau de SIL.

Tableau III.1 Capacité de stockage au niveau du complexe GL2Z.

Tableau III.2 Les caractéristiques des produits séparés au niveau du complexe GL2Z.

Tableau III.3 Les moyens d'intervention qui existe au niveau du complexe GL2Z.

Tableau IV.1 Evaluation quantitative de la gravité pour la Matrice de criticité.

Tableau IV.2 Evaluation quantitative de la probabilité pour la Matrice de criticité.

Tableau IV.3 Evaluation du risque d'incendie explosion pour l'homme avec la méthode APR.

Tableau V.1 Les effets thermiques et ces éventuelles conséquences en cas d'un incendie.

Tableau V.2 les dégâts observés dans les constructions en cas d'explosion, en regard des surpressions.

Tableau V.3 indique les risques encourus par les personnes soumises à la surpression d'une explosion.

Tableau V.4 Les niveaux de surpression et leur dégât en cas d'explosion.

Tableau V.5 Description des points sensibles qui existe au niveau du complexe GL2Z.

Tableau V.6 Analyse descriptive des accidents pour donnés les principaux scenarios pouvant survenir sur le site.

Tableau VI.1 résultat de Calcul des MTBF, MTTR, λ , PFD des 180 détecteurs IR.

Tableau VI.2 calcule du SIL pour les 180 détecteur IR du complexe GL2Z.

INTRODUCTION

La Sécurité fonctionnelle consiste à identifier les défaillances spécifiques dangereuses qui conduisent à des conséquences graves (décès, par exemple), puis en établissant des cibles de fréquence maximale tolérable pour chaque mode de défaillance. Les appareils dont l'échec contribue à chacun de ces risques est identifié et habituellement dénommé «relatif à la sécurité».

Des exemples sont les systèmes industriels de contrôle de processus, les systèmes de l'arrêt de processus, de l'équipement de signalisation ferroviaire, les contrôles l'automobile, médicale, etc matériel de traitement En d'autres termes, tout équipement (avec ou sans logiciel) dont la défaillance peut contribuer à un risque est susceptible d'être liés à la sécurité.

La sécurité, ce n'est évidemment pas que de l'organisation. C'est aussi des méthodologies à suivre, des moyens techniques à déployer. Et pour cela, une norme s'est imposée à l'échelle internationale: l'IEC 61508. Il s'agit d'une norme orientée "performances", c'est-à-dire qu'elle laisse à l'utilisateur le soin de réaliser son analyse de risque et elle lui propose des moyens pour le réduire. Elle porte plus particulièrement sur le système E/E/PE (Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety- related systems), c'est-à-dire les systèmes électroniques et électriques de sécurité. En principe, elle ne concerne pas les systèmes simples, pour lesquels le mode de défaillance de chaque élément est clairement défini et pour lesquels le comportement du système peut être totalement déterminé dans le cas d'une défaillance.

La norme IEC 61508 définit la sécurité comme «la liberté d'inacceptables risque » [01]. Sécurité fonctionnelle a été définie comme «une partie de l'ensemble de sécurité concernant le processus « le Basic Process Control System (BPCS) qui dépend du bon fonctionnement du SIS et d'autres protections couches». Un niveau élevé de sécurité fonctionnelle signifie qu'un système de sécurité instrumenté (SIS) fonctionnera correctement et avec une forte probabilité de succès.

L'IEC 61508 traite de la sécurité fonctionnelle, qui a un champ d'application plus réduit que celui de la sécurité globale car elle ne s'intéresse qu'aux systèmes E/E/PE.

Pour spécifier de tels systèmes, il faut commencer par faire une analyse approfondie des phénomènes dangereux et voir comment on va s'y prendre pour amener le risque à un niveau acceptable dans notre étude on va utiliser l'APR (Analyse Préliminaire des Risques) puisque le système étudié couvre une zone géographique dans laquelle le risque est présent en permanence.

Pour identifier les fonctions instrumentées de sécurité et définir leur SIL, il est nécessaire que les risques soient préalablement identifiés, ainsi que leurs conséquences sur les personnes, les biens et l'environnement.

En premier lieu il est indispensable de faire une description des procédés et des installations ensuite on recense les matières et produits utilisés, un historique des incidents et accidents répertoriés, l'identification et caractérisation des potentiels de dangers et une estimation de leurs effets et on fait l'analyse de risques réalisés. 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 d'identifier les risques potentiels et les barrières de sécurité existantes. Pour ce faire, un audit de l'installation peut être envisagé afin de recenser les documents existants, de rassembler les éléments nécessaires à la définition du SIL et d'identifier les analyses complémentaires à mener.

La norme CEI 61511 décrit différentes méthodes de détermination de SIL. Parmi celles-ci, on citera les méthodes qualitatives que sont « le graphe de risque » et la « grille de criticité » et la méthode quantitative «LOPA» (Layer of Protection Analysis).

L'évaluation du SIL a été réalisée au niveau du complexe GL2/Z. On a utilisé la méthode APR pour répertorier tous les types de risques qui sont connus ou qui pourraient se manifester au sein de l'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

Ainsi dans le complexe gazier les fuites de gaz sont repérées par un équipement représentatif du système instrumenté de sécurité; c'est les détecteurs de gaz IR (Infrarouge. Détecteurs Zellweger), qui a fait objet de notre étude afin de déterminer la sûreté de fonctionnement de ce détecteur et son degré d'intégrité de sécurité SIL au sein du complexe GL2Z.

Afin de déterminer le niveau SIL de ces détecteurs de gaz; on a créé une feuille de calcul qui va nous permettre à bien estimer leur niveau d'intégrité de la sécurité au niveau du complexe gazier GL2Z.

PROBLEMATIQUE

Parce que la sécurité et la santé des travailleurs sont des exigences essentielles pour les employeurs, les systèmes de sécurité prennent une place primordiale dans les équipements de travail et ceci pour des domaines aussi variés que les Industries de Procédés, les Machines, le Nucléaire, le Ferroviaire, les Atmosphères Explosives... etc.

Cette étude a été réalisée sur un des sites de l'entreprise SONATRACH- d'Arzew au niveau du complexe de liquéfaction de gaz naturel GL2/Z, ayant pour objectif l'amélioration du fonctionnement et des performances de ses installations, ainsi que leur sécurisation.

Le risque prédominant dans ce complexe étant celui d'incendie et explosion du fait de la présence permanente et en quantités importantes de produits inflammables. Ce risque inacceptable, du point de vue analyse, a fait l'objet de mesures réductrices et d'instauration de barrières de sécurité à la hauteur de la gravité qu'il représente ; ces barrières étant principalement techniques et de design sont basées sur des équipements électriques et électroniques sujets à des perturbations dues à l'environnement dans lequel ils sont exploités.

Le complexe GL2Z, par ses moyens techniques et organisationnels, s'est engagé à maintenir ces systèmes de sécurité en état de fonctionnement fiable en permanence ; d'où la nécessité d'avoir une approche fiabiliste en se basant sur l'analyse fonctionnelle des systèmes de sécurité.

Une de ces 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 son importance dans le dispositif sécuritaire exploité, ainsi que le risque majeur engendré par sa perte ou son mauvais fonctionnement qui peuvent inévitablement compromettre tout le complexe et mettre en danger le personnel opérant dans ces installations en plus de l'impact environnemental majeur du fait d'une mise à l'atmosphère de quantité de gaz hydrocarbure.

Le réseau détection gaz est un système instrumenté dédié uniquement à la sécurité d'un système Instrumenté de sécurité SIS.

Les Systèmes Instrumentés de Sécurité (SIS) assurent la Sécurité Opérationnelle des équipements en éliminant ou réduisant les phénomènes dangereux identifiés lors de la réalisation de leur analyse de risques.

Or, ces SIS, intégrant des systèmes électriques/électroniques/électroniques programmables (E/E/PES), doivent être conçus de façon à empêcher toutes défaillances dangereuses ou de les maîtriser quand elles surviennent.

L'application volontaire, la série des normes CEI 61508 utilise une approche basée sur le risque encouru permettant de déterminer les prescriptions nécessaires concernant l'intégrité de la sécurité des systèmes relatifs à la sécurité (mécanique, hydraulique, pneumatique, électrique ...) et plus spécifiquement des systèmes à base E/E/PES (Electrique/Electronique/Electronique programmable).

Ces prescriptions déterminées, elles permettent de définir les niveaux (appelés niveau d'intégrité de la sécurité) requis pour empêcher les défaillances dangereuses selon la criticité du système dans le processus sécurité.

Ces niveaux d'intégrité de la sécurité pour de tels systèmes sont plus communément appelés **SIL** (**Safety Integrity Level**). Plus un **SIL** est élevé, plus la probabilité de défaillance dangereuse du système E/E/PES est faible.

Ce SIL ASSESSMENT peut être utilisé pour les différentes fonctions stratégiques d'un procédé, et de manière générale peut être représentatif de la bonne ou mauvaise dynamique du plan de management de la maintenance des équipements de sécurité d'un point de vue macroscopique; et dans un proche futur remplacer les états des bilans de tests très contraignants en terme d'analyse et d'avoir une appréciation réelle du fonctionnement des organes névralgiques de la sécurité instrumentée de manière à contribuer dans la sûreté de fonctionnement.

Mots-Clefs : sécurité, Les Systèmes Instrumentés de Sécurité, Sûreté de fonctionnement, produits inflammables, incendie, explosion, risque inacceptable, barrières de sécurité, gravité, E/E/PES, SIL ASSESSMENT, normes CEI 61508, complexe GL2/Z.

Chapitre I

Les normes de la surete de fonctionnement

I. LES NORMES DE LA SURETE DE FONCTIONNEMENT

I-1 Historique des normes et des cultures

I-1-1 USA

La sécurité des biens et des personnes, sont fortement ressentis aux USA depuis les événements du 11 septembre. L'hygiène et la sécurité au travail sont réglementées par l'OHSA alors que les aspects techniques étaient jusqu'à présent soumis à la norme ANSI/ISA S84 – 1996

Ils ont développé S84.01 pour produire la S84.01 version 2000 comme une réponse à la norme IEC 61508 et ajoute des clauses permettant d'intégrer l'existant et le retour d'expérience. Il adopte le système E / E / PES dans le respect des systèmes instrumentés de sécurité (SIS), à savoir les capteurs, les éléments de la logique et la résolution finale dans une grande partie de la même manière que l'IEC 61511.

I-1-2 Allemagne [06]

En Allemagne; l'approche prescriptive dans le domaine de la sécurité ainsi que de niveaux d'exigences particulièrement élevés. Cette approche a été concrétisée dans le passé par les normes DIN VDE 0801 et DIN 19250 par exemple, ainsi que par les travaux et les textes NAMUR.

A travers cette approche, l'Allemagne a développé une solide culture de l'analyse semi-quantitative du risque et de la certification de produits qu'elle cherche à exploiter aujourd'hui. L'IEC 61511 a subi des influences significatives de la part de ces approches.

I-1-3 France

L'approche des nouvelles normes correspond à une tendance lourde dans l'industrie. Cette tendance est la convergence des approches d'analyse du risque, d'estimation et d'évaluation du risque et de réponse au risque sur des bases d'obligation de performances et non pas sur la base de la prescription de solutions toutes faites.

On peut notamment noter les convergences suivantes:

- La nouvelle approche « gestion du risque » de la FDA (Food and Drug Administration) qui apparaît révolutionnaire ou tout au moins bouleversante pour l'industrie pharmaceutique, ne fait que reprendre les principes de base de l'approche IEC 61508,

- Les secteurs de l'aéronautique et de la défense s'intéressent maintenant à la classification des systèmes de sécurité en niveaux SIL, mais se heurtent aux faiblesses de l'approche IEC 61508 dans les domaines du logiciel,
- Les secteurs des industries intermédiaires, qui ont des aspects tant manufacturiers que continus comme les industries pharmaceutiques ou agro-alimentaires, voient leurs contraintes consolidées (une machine dans un process est traitée de manière cohérente avec le process).

La pluralité des institutions ne simplifie pas la mise en œuvre des nouvelles normes:

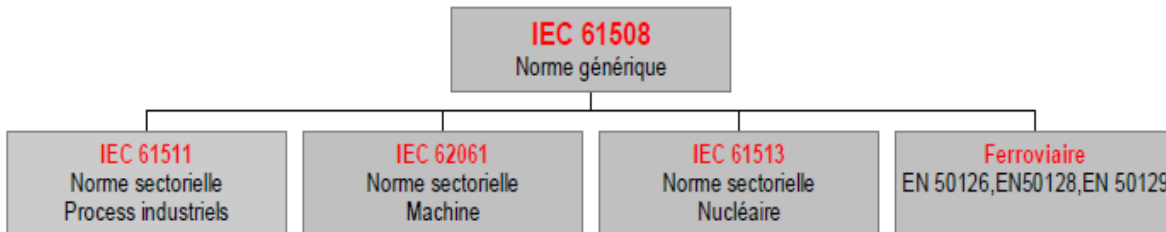
- La Direction des Relations du Travail (DRT) (Ministère de l'Emploi, du Travail et de la Cohésion Sociale) à travers les Directions Départementales du Travail, de l'Emploi et de la Formation Professionnelle (DDTEFP) s'intéresse au respect de la Directive Machine,
- La Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques (DPPR) (Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable) à travers le Bureau des Risques Technologiques et des Industries Chimiques et Pétrolières (BRTICP) et des Directions Régionales de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE) s'intéresse à l'application de la Directive Sevso II,
- La Caisse Nationale d'Assurance Maladie (CNAM),
- L'INERIS est sous tutelle de la DPPR,
- L'INRS est sous-tutelle de la CNAM avec une coordination avec la DRT.

On peut s'attendre à une fusion progressive de certaines de ces organisations dans une agence unique de la sécurité. Ceci simplifierait la tâche des industriels.

I-2 Normes actuelles et en développements

I-2-1 System référentiel IEC 61508

Le système IEC 61508 est constitué d'une norme générique et de normes filles par secteur d'activité



**Figure I.1 Extrait repris de:
Functional safety and IEC 61508 A basic guide November 2002: BSI [10]**

Les parties 1, 2, 3 et 4 de l'IEC 61508 sont les publications de base de l'IEC dans le domaine de la sécurité fonctionnelle. Une des responsabilités des comités techniques de l'IEC est de baser, chaque fois que cela est réalisable, la rédaction de leurs propres normes sectorielles ou produit sur ces parties de la norme IEC 61508 dès que des systèmes E/E/PE concernés par la sécurité font partie de leur périmètre.

L'IEC 61508 est la base d'autres normes sectorielles (ex : machines, procédés continus, ferroviaire, nucléaire) ou de produits (ex : variateurs de vitesse). Elle influence donc le développement des systèmes E/E/PE et des produits concernés par la sécurité à travers tous les secteurs. La rédaction de normes sectorielles est facilitée par la distinction faite entre l'application du système E/E/PE concerné par la sécurité (qui dépend souvent du secteur), et les spécifications détaillées de conception (qui sont la plupart du temps indépendantes du secteur).

Les spécifications indépendantes des secteurs se situent entre l'allocation des prescriptions de sécurité, et les phases d'installation et de réception du cycle de vie de sécurité complet. Les normes sectorielles ou produit font habituellement référence à ces spécifications plutôt que de les répéter. En conséquence, la plupart des utilisateurs ont systématiquement besoin de l'IEC 61508.

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. Ces derniers sont des systèmes E/E/PE concernés par la sécurité pour lesquelles le mode de défaillance de chaque composant est clairement défini et pour lesquels le comportement du système peut être totalement déterminé dans le cas d'une

défaillance. Un exemple peut être un système comprenant un ou plusieurs fin de course, reliés à un ou plusieurs contacteurs pour désalimenter un moteur électrique, éventuellement au travers de relais électromécaniques.

Attention toutefois à ne pas utiliser abusivement cette possibilité dans le but d'éviter d'appliquer la norme.

Il faut de toute façon être capable de prouver ce que l'on avance.

I-2-2 L'approche du cycle de vie [05]

Les différentes activités du cycle de vie et de la défense contre les défaillances systématiques, nécessaires pour atteindre la sécurité fonctionnelle, se produisent à différents stades de la vie de conception et de fonctionnement des équipements. Par conséquent, il a longtemps été considéré comme une bonne idée de définir (c'est-à-dire décrire) un cycle de vie.

IEC 61508 se présente comme étant fondée sur une approche cycle de vie de sécurité et par conséquent, il décrit un tel modèle et identifie les activités et les besoins sur cette base. Il est important de comprendre cela car une proportion très importante des travaux d'évaluation de sécurité a été (et est encore souvent) limitée à évaluer si la configuration de conception proposée (architecture) remplit les probabilités de défaillance cible (la partie C de ce livre).

La plupart des orientations modernes (en particulier la CEI 61508) nécessite une approche beaucoup plus large impliquant un contrôle sur l'ensemble des activités du cycle de vie qui influent sur la sécurité de l'intégrité.

La figure I.2 montre une vie simple-cycle très similaire à celle montrée dans la norme. Il a été simplifié pour l'application de ce livre.

En ce qui concerne la norme IEC 61508 est préoccupé par ce cycle de vie s'applique à tous les aspects électriques et programmables de l'équipement de sécurité.

Par conséquent, si un système de sécurité liées contient un E / ent élém PE puis la norme s'applique à tous les éléments du système, y compris equipment. There mécaniques et pneumatiques n'est pas une raison, cependant, pourquoi elle ne devrait pas aussi être utilisé à l'égard des «autres technologies "où ils sont utilisés pour fournir la réduction des risques.

- Les constructeurs / intégrateurs de systèmes pour atteindre les exigences des systèmes E/E/PE concernés par la sécurité,
- Les utilisateurs pour spécifier les exigences en termes de fonctions de sécurité à réaliser ainsi que des performances de ces fonctions de sécurité,
- Faciliter la maintenance des systèmes E/E/PE concernés par la sécurité au niveau d'intégrité de la sécurité "tel que construit",
- Fournir un cadre technique pour des services d'évaluation et de certification,
- Disposer d'une base pour réaliser des évaluations des activités du cycle de vie de la sécurité.

I-3 Position officielle de l'union européenne

a) IEC 61508 – Sécurité Fonctionnelle des systèmes électriques / électroniques / électroniques programmables concernés par la sécurité

L'IEC 61508 a été approuvée par le CENELEC en tant que norme européenne (EN). Ceci signifie qu'elle doit être publiée en tant que norme nationale par chaque organisation de normalisation nationale. C'est chose faite en France par l'AFNOR depuis 1999 (NF 61508). Cela signifie également que tous les textes nationaux incompatibles avec l'IEC 61508 doivent être abrogés. Mais il n'y a pas d'obligation légale de se conformer aux normes européennes. Ceci signifie que le fait que la norme soit une norme européenne n'implique pas en soit qu'il existe une obligation légale de conformité à l'IEC 61508.

Il faut bien noter que l'EN 61508 n'a pas le statut de norme harmonisée européenne et que donc, aucune directive européenne de la commission n'y fait référence. Ceci est dû partiellement au fait que le périmètre de l'IEC 61508 inclut la totalité du cycle de vie et dépasse de loin le périmètre d'une norme associée à une directive produit. (Le concept de norme européenne "harmonisée" s'applique aux directives européennes pour des produits. Ceci signifie que la conformité à la norme vaut présomption de conformité aux "exigences essentielles" de la directive). Cependant, cela n'empêche pas d'utiliser la conformité à certaines parties de la norme pour supporter la déclaration de conformité avec une directive européenne produit si cela est approprié. Mais puisque l'EN 61508 n'est pas une norme harmonisée, il n'y a pas de présomption de conformité avec quelque directive que ce soit. Il serait donc nécessaire d'expliquer dans le dossier technique d'un produit en quoi la conformité à l'EN 61508 supporte la conformité avec des exigences essentielles d'une directive particulière.

b) IEC 61511 –Sécurité Fonctionnelle des systèmes instrumentés de sécurité pour le secteur de l'industrie des procédés continus

L'IEC 61511 a été approuvée par le CENELEC en tant que norme européenne (EN). Les remarques faites ci-dessus pour l'IEC 61508 s'appliquent également à l'IEC 61511. Il s'en suit que l'IEC 61511 n'a pas le statut de norme européenne harmonisée sous quelque directive européenne que ce soit et qu'il n'y a pas d'obligation légale de conformité à l'IEC 61511.

c) IEC 62061 – Sécurité Fonctionnelle des systèmes de contrôle électriques / électroniques / électroniques programmables pour les machines

L'IEC 62061 a été rédigée dans l'objectif de devenir une norme européenne harmonisée pour la Directive Machine. Ceci a été rendu possible en réduisant le périmètre de l'IEC 61508 pour n'inclure que des exigences concernant des produits. Il faut toutefois noter que bien que cela fournira une présomption de conformité à certaines exigences essentielles de la Directive Machine, cela n'empêchera pas d'utiliser d'autres moyens (d'autres normes) pour remplir ces exigences.

La commission européenne reconnaît implicitement que l'EN 954-1 (ISO 13489) est notoirement insuffisante dès que les chaînes de sécurité des machines contiennent des automatismes programmés. Elle recommande (sans encore l'imposer) d'appliquer l'IEC 62061.

Chapitre II

Définition

De La Sureté De Fonctionnement

II. Définition De La Sureté De Fonctionnement [07]

Nous commençons par une définition de la sécurité. C'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), 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. Ces dangers sont donc traités de manière appropriée pendant la phase de conception pour que le système final soit exempt de défaut.

En effet, les fonctions de sécurité sont la résultante des systèmes électriques, électroniques ou électroniques programmables qui sont habituellement complexes, ce qui a pour conséquence de rendre très difficile la détermination des défaillances. L'objectif est donc de concevoir le système d'une manière qui évite un maximum de pannes et les contrôle si elles apparaissent.

Les pannes peuvent provenir de nombreux facteurs différents :

- omissions dans la spécification des exigences de sécurité (par exemple le développement de toutes les fonctions de sécurité pertinentes dans tous les modes d'exploitation),
- Spécifications du système incorrectes, pour le matériel ou pour le logiciel,
- Erreurs sur le logiciel,
- Erreur humaine,
- Influence de l'environnement (par exemple électromagnétique, température, phénomène mécanique),
- Panne matériel aléatoire des mécanismes,
- Panne matérielle systématique des mécanismes,
- Perturbations de la tension d'alimentation du système (par exemple perte d'alimentation, sous-tension, reconnections de l'alimentation).
- Etc...

Ainsi, la sécurité de fonctionnement dépend du bon fonctionnement d'un système global ou d'un équipement en réponse à ses entrées.

C'est pourquoi la norme IEC 61508 a été créée. Elle contient les exigences nécessaires et suffisantes pour minimiser ces pannes. Toutes les phases du cycle de vie des matériels et du logiciel (depuis la conceptualisation, en passant par la conception, l'installation, l'exploitation, la maintenance, jusqu'à la mise hors service) sont concernées.

La norme IEC 61508 présente une approche générique de toutes les activités liées au cycle de vie (naissance jusqu'à la reforme du système) des éléments électriques-électroniques-électroniques programmables (E/E/PES) qui sont utilisés pour réaliser des fonctions de sécurité.

Du fait de la grande variété des applications électriques-électroniques-programmables à des degrés de complexité très divers, la norme IEC 61508 définit des méthodes d'analyse, des méthodes de développement pour réaliser la sécurité fonctionnelle basée sur l'analyse des risques et de déterminer les niveaux d'intégrité de sécurité (SIL) à atteindre pour un risque donné, mais pas de règles générales à proprement dites.

Le SIL ou Safety Integrity Level est un niveau d'intégrité de sécurité. La notion de SIL découle directement de la norme IEC 61508. Le SIL peut se définir comme une mesure de la sûreté de fonctionnement qui permet de déterminer les recommandations concernant l'intégrité des fonctions de sécurité à assigner aux systèmes E/E/PE concernant la sécurité.

II.1 Le niveau d'intégrité de sécurité (SIL) [12]

Un niveau SIL correspond à une fourchette mini - maxi de probabilité de défaillance à la sollicitation d'une fonction de sécurité.

Qu'est-ce qu'un niveau d'intégrité de sécurité (SIL) ?

Un niveau d'intégrité de sécurité est un niveau parmi quatre niveaux discrets, sachant que chaque niveau correspond à un domaine pour la probabilité de défaillance d'une fonction de sécurité. SIL 4 est le plus haut niveau, SIL 1 le plus bas. En l'occurrence, il faut tenir compte du fait qu'un Safety Integrity Level est une propriété d'une fonction de sécurité et ne se réfère pas à un système ou à un sous-système.

Il existe 4 niveaux de SIL: le SIL4 étant le système de sécurité le plus élevé.

SIL4	Conséquence très importante sur la communauté entraînant une réduction du danger de 10 000 à 100 000.
SIL3	Conséquence très importante sur la communauté et les employés entraînant une réduction du danger de 1 000 à 10 000
SIL2	Protection importante de l'installation, de la production et des employés entraînant une réduction du danger de 100 à 1000.
SIL1	Faible protection de l'installation, de la production entraînant une réduction du danger de 10 à 100.

II.1.1 Evaluation du niveau SIL

a) Méthode des graphes de risques [20]

Le graphe de risque consiste à hiérarchiser les niveaux de sécurité à partir de quatre paramètres liés à la conséquence du risque sur le personnel ou l'environnement (C), à la fréquence d'exposition au risque (F), à la possibilité d'éviter le danger (P) et à la probabilité d'occurrence du danger (W) tels que présenté sur la figure II.1

- Méthode définissant le niveau SIL requis selon un graphe de risques reposant sur l'évaluation qualitative de 4 paramètres :
 - C : conséquences de l'évènement dangereux
 - F : taux d'occupation de la zone dangereuse
 - P : possibilité d'éviter l'évènement dangereux
 - W : taux de sollicitation.

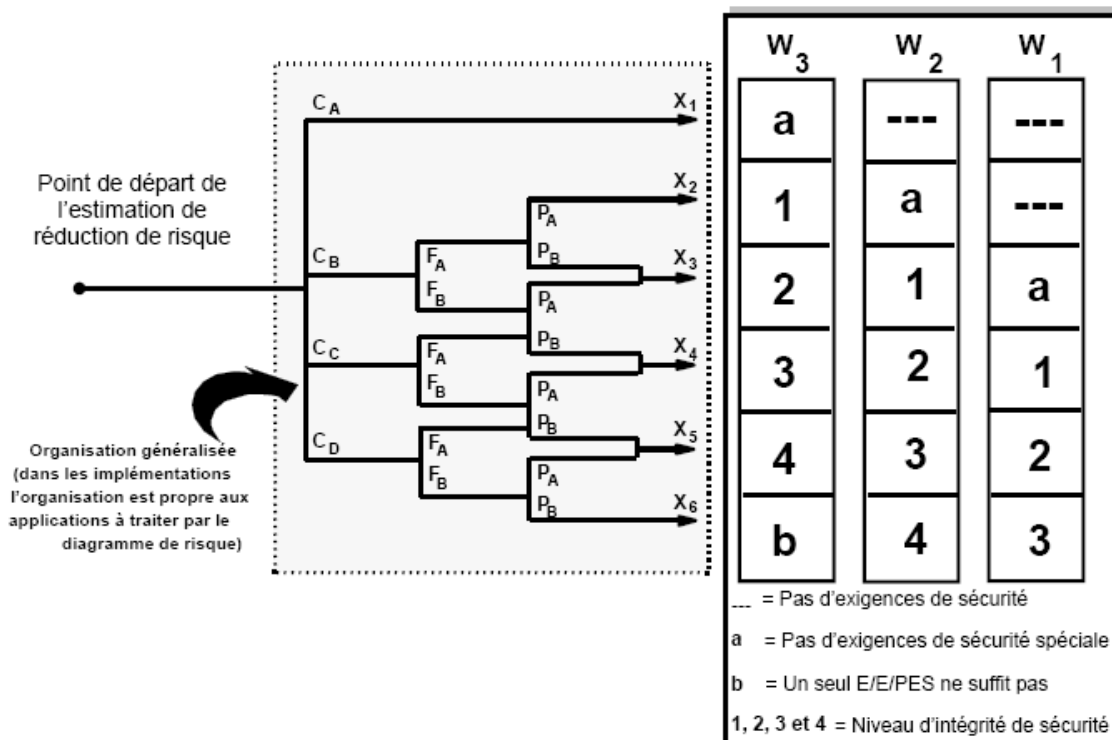


Figure II.1 Graphe de hiérarchisation du risque présenté dans la norme CEI 61511-3

❑ **Paramètre C (Conséquences) :**

- Conséquences attendues en cas de défaillance à la sollicitation. Le niveau SIL de la boucle est le plus contraignant des 2 catégories

Échelle	Atteintes aux personnes	Perte de production (en équivalent jour de production totale)
C _A	Blessure légère	Entre 4 heures et un jour d'arrêt
C _B	Blessure irréversible d'une ou plusieurs personnes	Entre un jour et une semaine d'arrêt
C _C	Décès d'une ou plusieurs personnes	Entre une semaine et un mois d'arrêt
C _D	Nombreux décès	Plus d'un mois d'arrêt

❑ **Paramètre F (Exposition) :**

- Probabilité que la zone dangereuse soit occupée lorsque l'événement dangereux se produit (fraction de temps pendant laquelle la zone est occupée au moment où l'événement dangereux se produit).

Échelle	Atteintes aux personnes
F _A	Exposition rare à fréquente du personnel dans la zone dangereuse (<10% du temps)
F _B	Exposition fréquente à permanente du personnel dans la zone dangereuse (>10% du temps)

❑ **Paramètre P (Possibilité d'éviter le danger):**

- Probabilité que les personnes exposées puissent éviter le danger si la fonction de sécurité est défaillante. Ceci dépend de l'existence de moyens indépendants d'alerte et d'évacuation des personnes.

Échelle	Possibilité d'éviter le danger sous certaines conditions :
P _A	<ul style="list-style-type: none"> - Existence de moyens pour l'opérateur de détecter la défaillance de la boucle ; - Equipements permettant d'arrêter et d'éviter le danger ou permettant à toutes personnes de se mettre à l'abri ; - Délai entre avertissement de l'opérateur et apparition événement dangereux >1 heure ou suffisant pour prendre mesures nécessaires.
P _B	Impossibilité d'éviter le danger

□ Paramètre W (Taux de sollicitations):

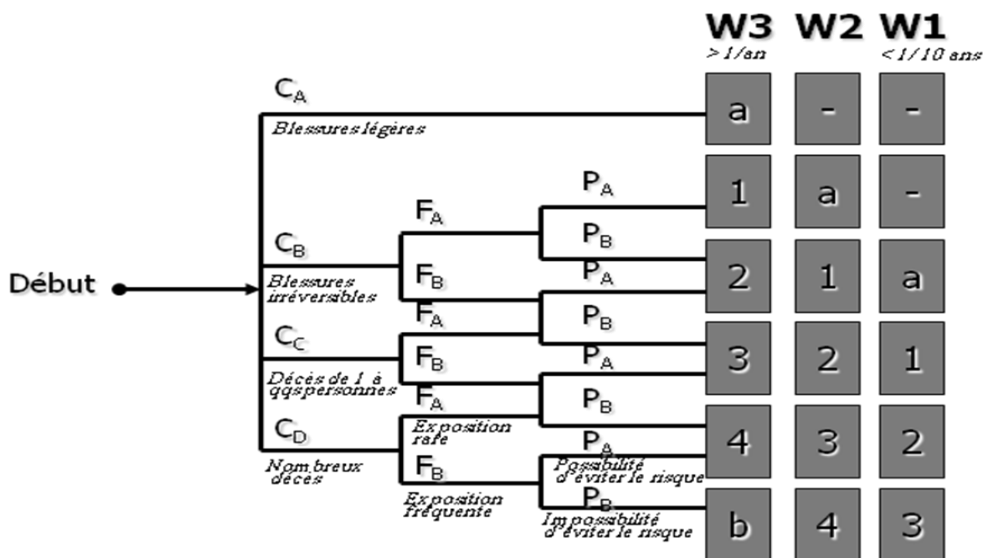
- La fréquence à laquelle la boucle de sécurité est sollicitée.

Échelle

W1	Moins d'une fois tous les 10 ans
W2	Entre une fois par an et une fois tous les 10 ans
W3	Plus d'une fois par an

□ Graphes de risques donnant le niveau SIL requis :

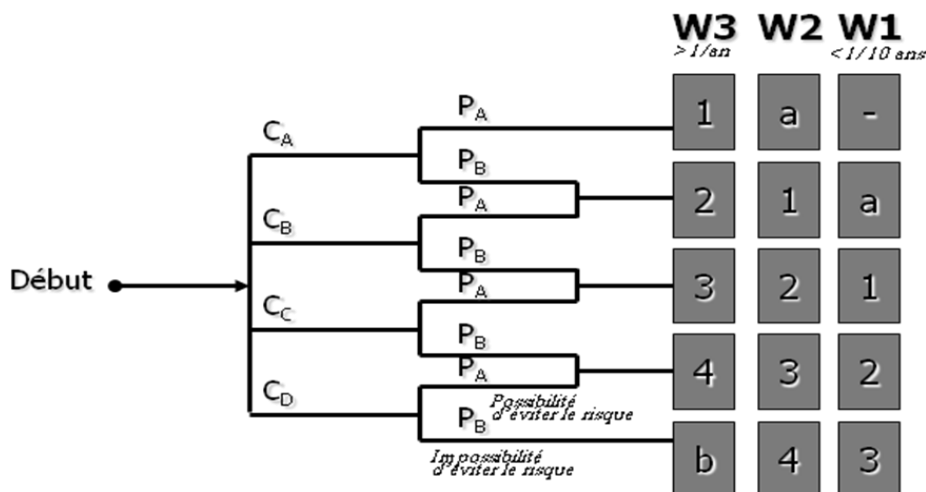
- Atteintes aux personnes



- Pas d'exigence de sécurité
- a Pas d'exigence spéciale de sécurité
- 1, 2, 3, 4 Niveau SIL
- b Un simple SIF n'est pas suffisante

Figure II.2 Graphe des risques atteints aux personnes donnant le niveau SIL.

➤ Perte de production



-	Pas d'exigence de sécurité
a	Pas d'exigence spéciale de sécurité
1, 2, 3, 4	Niveau SIL
b	Un simple SIF n'est pas suffisante

Figure II.3 Graphe des risques donnant le niveau SIL avec perte de production.

La classification repose sur une hiérarchisation en 6 classes d'exigences graduées de "a" à "b" en passant par SIL1 à SIL 4. La catégorie "a" ne correspond alors à "aucune exigence particulière de sécurité" tandis que la catégorie "b" correspond à une situation inacceptable (le système instrumenté est insuffisant).

La phase de calibrage ou d'étalonnage des paramètres du graphe de risque fut nécessaire. Elle a permis de prendre en compte les spécificités de l'entreprise et le retour d'expérience.

Les paramètres de hiérarchisation du niveau de sécurité pour notre cas d'étude sont les suivants.

La conséquence du risque sur les personnes a été fixée à Cc étant donné l'étendue du site (assez importante). Une fuite de gaz peut avoir des effets létaux;

La fréquence d'exposition au risque a été évaluée au niveau F_B car une présence humaine permanente est envisagée dans la zone dangereuse considérée ;

La possibilité d'éviter le danger est considérée au niveau P_A lorsqu'il existe d'autres moyens de prévention ou de protection pour éviter le phénomène dangereux et P_B dans le cas contraire ;

Enfin en ce qui concerne la probabilité d'occurrence de l'explosion, le seuil W_3 est pris car ce danger se produit fréquemment sur le site (données relevées lors de la visite sur site).

b) Avec le calcul du MTBF, MTTR, λ , PFD

b-1- Indice de maintenabilité : MTTR

La maintenabilité s'entend, pour une entité utilisée dans des conditions données, comme la probabilité pour qu'une opération donnée de maintenance puisse être effectuée sur un intervalle de temps donné, lorsque la maintenance est assurée dans des conditions données et avec l'utilisation de procédures et moyens prescrits.

L'indicateur **MTTR** (**Mean Time To Repair**) littéralement : temps moyen pour réparer, exprime la moyenne des temps de tâches de réparation. Il est calculé en additionnant les temps actifs de maintenance ainsi que les temps annexes de maintenance, le tout divisé par le nombre d'interventions.

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Temps d'arrêt Total}}{\text{Nombre d'arrêts}}$$

b-2 - Indice de fiabilité : MTBF

Le MTBF est la mesure du taux de défaillances aléatoires dans un lot de composants, à l'exclusion des pannes systématiques dues par exemple aux défauts de fabrication (« défauts de jeunesse ») et à l'exclusion de l'usure due à l'usage (Wear-out en anglais).

- Le MTBF est une notion statistique sur un lot de fabrication identique ;
- Pour un système réparable, le MTBF est le temps moyen entre la fin de réparation et la panne suivante ;
- Le MTBF désigne le temps moyen entre défaillances consécutives.

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Somme des Temps de Bon Fonctionnement}}{\text{Nombre de défaillances}}$$

La Somme des Temps de Bon Fonctionnement inclut les temps d'arrêt hors défaillance et les temps de micro arrêts. La MTBF peut s'exprimer en unités plus parlantes pour les opérationnels, par exemple : nombre de pannes pour 100 heures de production

Parmi les erreurs d'interprétation les plus courantes touchant le MTBF, il y a celle qui consiste à croire que le MTBF est le temps pendant lequel on peut espérer être épargné par les défaillances.

Pour illustrer le danger de ce type d'interprétation, considérons le cas très usuel où l'hypothèse du taux de défaillance constant est retenue ; on a alors :

$$MTBF = \frac{1}{\lambda_i}$$

Avec λ_i Taux de défaillance des i constituants ou fonctions élémentaires

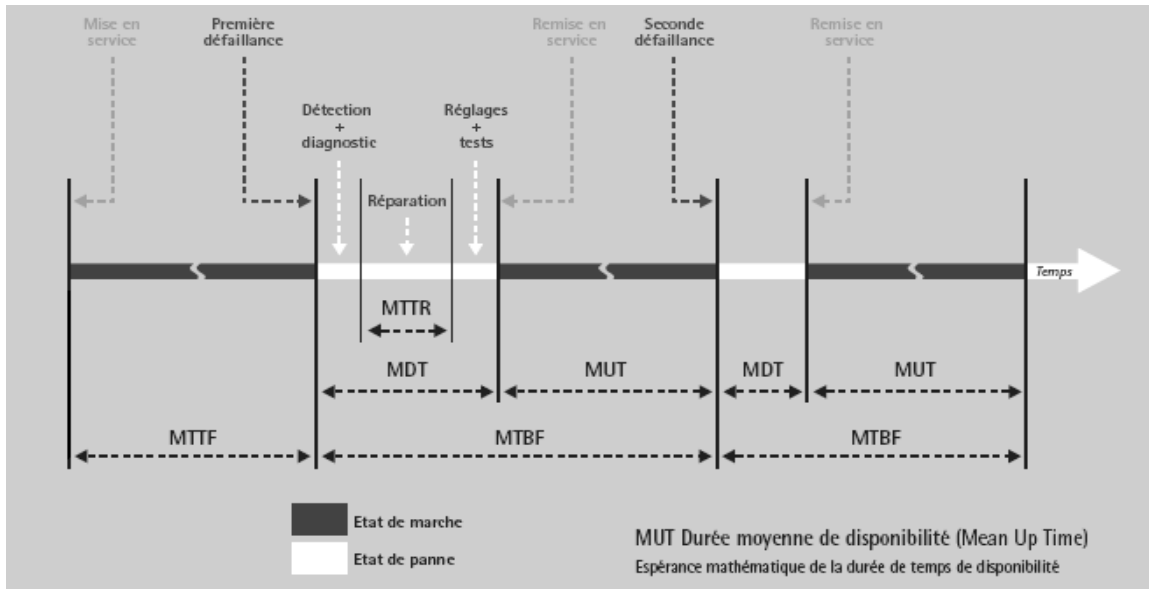


Figure II.4 Durée moyenne de disponibilité.

- **MTTF** Durée moyenne de fonctionnement avant défaillance (Mean Time To Failure). Espérance mathématique de la durée de fonctionnement avant défaillance
- **MTTFd** Durée moyenne de fonctionnement avant défaillance dangereuse. Espérance mathématique de la durée de fonctionnement avant défaillance dangereuse
- **MTBF** Moyenne des temps de bon fonctionnement (Mean operating Time Between Failure). Espérance mathématique de la durée de bon fonctionnement
- **MTTR** Durée moyenne de panne ; moyenne des temps pour la tâche de réparation (Mean Time To Repair). Espérance mathématique de la durée de panne
- **MUT** Durée moyenne de disponibilité (Mean Up Time). Espérance mathématique de la durée de temps de disponibilité
- **MDT** Durée moyenne d'indisponibilité (Mean Down Time). Espérance mathématique de la durée de temps d'indisponibilité

b-3- Le taux de défaillance (λ)

Le taux de défaillance est un terme relatif à la fiabilité des équipements ou composants défini comme l'inverse du MTTF (Mean Time To Failure), le temps moyen jusqu'à la première défaillance. Son symbole est la lettre grecque lambda (λ). Le taux de défaillance s'exprime en FIT (Temps moyen entre pannes). En anglais, le taux de défaillance est nommé Failure rate

b-4- Le PFD (Probabilité de défaillance dangereuse) du système

Il ne faut pas confondre taux de défaillance et PFD. Le taux de défaillance donne une probabilité de défaillance par unité de temps alors que le PFD est la probabilité que le système n'exécute pas la fonction pour laquelle il a été conçu, au moment où on le demande. On travaille ainsi pendant une période de temps donné.

Le PFD fait intervenir le taux de défaillance mais aussi le taux de couverture et l'intervalle de temps entre les proof tests.

$$PFD = \lambda_i * t \quad [12]$$

λ_i : taux de défaillance du dispositif (failure rate of device) ;
 t : intervalle de test (test interval).

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

Tableau II.1 Niveau de SIL [12]

Chapitre III

CHAMPS D'ETUDE (INSTALLATION)

III.CHAMPS D'ETUDE (INSTALLATION)

III-1 Présentation de l'activité et du process

III-1-1 Localisation géographique

Le complexe de liquéfaction de gaz naturel GL2Z est situé sur la côte algérienne à l'est de la ville d'Arzew. Ce complexe fait partie de la zone industrielle d'EGZIA (Entreprise de gestion de la zone industrielle d'Arzew). Il est le dernier né des sites de la zone industrielle d'Arzew, situé entre le complexe GP1Z à l'Est et le complexe GL1Z 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 appontements de chargement de GNL.

Le site est desservi par une route côtière traversant la zone industrielle. Une jonction avec la route nationale 11 Arzew /Mostaganem se situe à quelques kilomètres.

L'aéroport d'Oran est distant d'environ 50 Km.

Le complexe GL2Z fonctionne depuis 1978, pour une durée de vie moyenne de 50 ans, une vingtaine d'années d'exploitation supplémentaires sont à prévoir.

a- Conditions Climatiques

- Pression barométrique : 758 mm Hg
- Températures :
 - ✓ Température design maximale : 41.8°C
 - ✓ Température design minimale : 2 °c
 - ✓ Température moyenne maximale : 28.5 °c
 - ✓ Température moyenne minimale : 9.6 °c
- Altitude : 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-1-2 Description des installations

Les différentes unités de traitement de gaz du complexe GL2Z ont été conçues en tenant compte des standards américains comprenant principalement les normes ASME (American Society of Mechanical Engineers), API (American Petroleum Institut), ASTM (American Society for Testing and Materials) et NFPA (National Fire Protecion Agency) ainsi que certains standards français et britanniques.

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). Le produit final est du Gaz Naturel Liquéfié (GNL).

La liquéfaction se produit dans un échangeur principal grâce à une détente Joule-Tompson de MCR en phase vapeur et en phase liquide. Le MCR est quand à lui refroidi et liquéfié grâce à des échangeurs tubulaires refroidis au propane.

Les différents refroidissements et détente sont rendus possibles par la présence de quatre compresseurs (propane, MCR 1, MCR 2, fuel gaz) présents sur chaque train de liquéfaction.

Cinq produits finis différents sont extraits de ce procédé, il s'agit du GNL, d'éthane (C_2H_6), de propane (C_3H_8), de butane (C_4H_{10}) et de pentane (gazoline ou C_5+).

Avant la séparation et la liquéfaction, le gaz de charge doit subir un traitement, celui-ci est démercurisé, décarbonaté et déshydraté par différents procédés d'absorption sur tamis moléculaires.

Après la phase de production, les produits sont stockés de différentes manières. Le GNL est stocké dans trois bacs à toit fixe de $100\ 000\ m^3$. Ces derniers sont maintenus à pression atmosphérique à une température de $-162\ ^\circ C$ grâce à une recirculation permanente du fluide. Le C_5+ est quand à lui stocké dans deux bacs de $14\ 000\ m^3$ (une partie étant réceptionnée depuis le complexe mitoyen GL1Z).

L'énergie nécessaire à ce procédé est produite dans le secteur des utilités. Elles sont composées de chaudières et de dessaleurs chauffés à la vapeur. Par ailleurs, une grande quantité de vapeur haute pression est nécessaire au fonctionnement des installations. Le complexe est donc équipé

de six chaudières capables de produire 400 tonnes/heure de vapeur, de douze chaudières ayant une capacité de 136 tonnes/heure et de quatre chaudières de 70 tonnes/heure implantées dans les utilités. La vapeur produite est distribuée via trois réseaux de pressions respectives 62 bars, 17 bars et 5 bars.

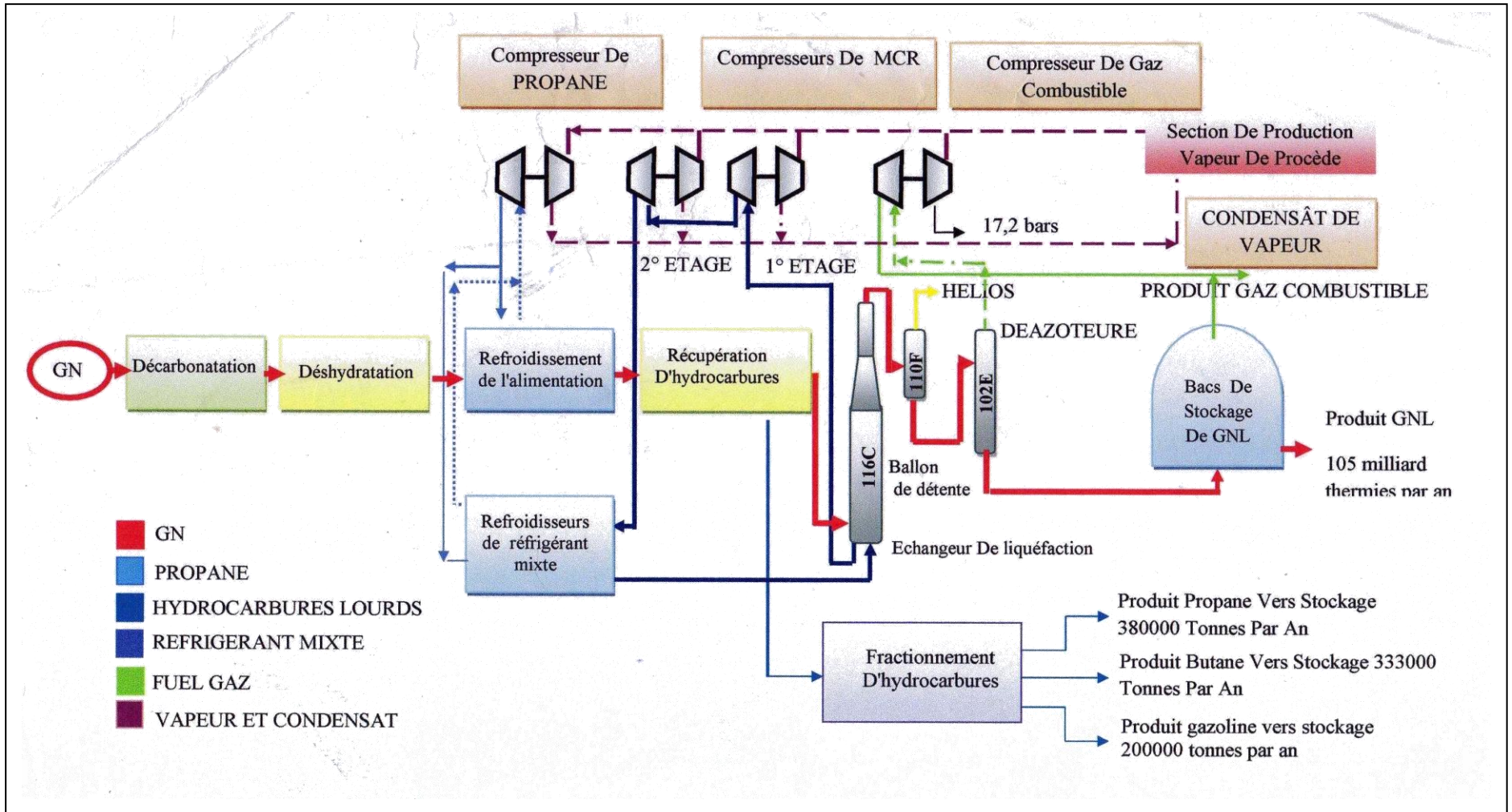


Figure III.1: Schéma Synoptique du Procédé de liquéfaction du GNL

A travers son processus de liquéfaction, on peut récupérer :

- ☞ 410 000 tonnes/an de Propane (vers GP1Z);
- ☞ 327 000 tonnes/an de Butane (vers GP1Z);
- ☞ 196 000 tonnes/an de Gazoline (vers GP1Z) ;
- ☞ 140 millions de Nm³ de Gaz de charge vers Hélios.

Il comprend 3 différentes zones :

- ☞ Zone utilités;
- ☞ Zone de procédé;
- ☞ Zone de stockage et d'expédition.

a) Zone des utilités :

Les utilités assurent le bon fonctionnement de toutes les sections du complexe GL2 Z. Ces utilités nécessaires à l'exploitation de l'usine comprennent essentiellement :

- ☞ Production de vapeur
- ☞ Production eau distillée
- ☞ Production d'électricité
- ☞ Production d'air instrument de service
- ☞ Alimentation en eau de mer pour le refroidissement
- ☞ Unité électrochloration

b) Zone de procédé :

Le complexe GL2Z comprend 6 trains identiques et parallèles utilisant le procédé APCI pour la liquéfaction du gaz naturel.

Chaque train comprend les sections suivantes :

- ☞ Section décarbonatation et élimination du mercure
- ☞ Section déshydratation
- ☞ Section séparation des hydrocarbures lourds et fractionnement à l'aide de la boucle propane (prérefroidissement à - 32°C sortie Gaz Naturel)
- ☞ Section liquéfaction à l'aide de la boucle MCR (Cryogénique)

c) Zone de stockage et expédition

Trois réservoirs de GNL assurent le stockage de la totalité de la production des 6 trains de procédé. Le chargement du GNL est assuré au niveau de 2 quais de chargement M4 et M5 en utilisant des pompes de chargement ayant un débit total de 10 000 m³/h.

D'autre part, la gazoline produite au niveau des 6 trains de procédé est stockée dans deux bacs pour être chargée puis exportée à travers GP1Z.

d) Capacité totale de stockage au niveau du complexe GL2Z

3 bacs aériens de GNL : 300 000 m³ (100 000 m³ chacun).

2 bacs de gazoline : 28 500 m³.

Nature des stockages :

Tableau III.1 Capacité de stockage au niveau du complexe GL2Z.

Nature	Conditions de stockage	Lieu de stockage	Dispositifs de sécurité
GNL	3 Bacs aériens à double paroi, à toit suspendu en aluminium, calorifugés P:atm. V:100 000 m ³ T : - 161 °C Diam :67,64 m Hauteur : 28 m	Stockage GNL	<ul style="list-style-type: none"> • Les capacités des rétentions sont environ 1,5 fois supérieures à celles des stockages • Couronnes de refroidissement. • 39 générateurs à mousse haut foisonnement sur les cuvettes de rétention à débit unitaire de 5400 CFM • Skid poudre + système poudre à l'évent • Détection Gaz et feu • Détection basse température
Gazoline	2 bacs, toit flottant P : atm. V : 14 462 m ³ T : amb Diam : 36,6 m Hauteur : 15,6 m	Stockage Gazoiline	<ul style="list-style-type: none"> • Une cuvette de rétention commune aux deux bacs de gazoline • Couronnes de refroidissement. • Boîtes à mousse entre le toit flottant et le dôme • Skid poudre

e) Les caractéristiques des produits séparés au niveau du complexe GL2Z

« Fiches des produits »

Le gaz naturel et les produits séparés, présentent les caractéristiques suivantes :

Tableau III.2 Les caractéristiques des produits séparés au niveau du complexe GL2Z

Produit	Formule	Masse volumique phase liquide	Point éclair	LIE Limite Inférieure Explosivité	LES Limite supérieure explosivité	Equivalent gaz/liquide	Masse molaire	Point d'ébullition
Méthane	CH ₄	422, 62 Kg/m ³	Gaz inflammable	5%	15%	630 vol/vol	16,043 g/mol	-161,6°C
Butane	C ₄ H ₁₀	601,4 Kg/m ³	Gaz inflammable	1,8%	8,4%	239 vol/vol	58,123 g/mol	- 0,5°C
Propane	C ₃ H ₈	582 Kg/m ³	Gaz inflammable	2,2%	10%	311 vol/vol	44,096 g/mol	- 42°C

Source air liquide

f) Moyens d'intervention qui existe au niveau du complexe GL2Z

Chaque unité dispose de ses propres moyens d'intervention dont l'organisation est décrite dans un plan d'organisation interne (POI).

Les principaux moyens matériels présents sur le site sont les suivants :

Tableau III.3 Les moyens d'intervention qui existe au niveau du complexe GL2Z

Moyens	Nombre
Système de détection gaz ponctuel	1
Système de détection gaz à barrières	2
Système de détection fumée	1
Système de détection basse température	1
Système de détection flamme	1
Système d'avertissement incendie	1
Réseau d'eau incendie maillé 3 000 m ³ /h	1
Pompe jockey 115 m ³ /h	1
Pompe électrique 3000 m ³ /h	1
Pompe diesel 3000 m ³ /h	1
Système de refroidissement sur les bacs (déluges)	5
Système poudre Skid	25
Système fixe mousse haut et bas foisonnement	3

Chapitre IV

SYNTHESE

IV.SYNTHESE

L'analyse des risques a pour objectif d'identifier et évaluer les risques génériques et procédé relatifs à l'exploitation du complexe GL2/Z.

IV-1 Analyse préliminaire des risque [APR]

L'analyse préliminaire des risques consiste à répertorier, au sein d'une entreprise, tous les types de risques qui sont connus ou qui pourraient se manifester. 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.

Pour plusieurs raisons, dont celle de l'obligation de résultat de l'employeur, celui-ci ne peut se permettre d'omettre un risque. L'APR va donc s'appuyer sur des listes de risques comme celles qui sont proposées ci-après basées principalement sur les listes adoptés par l'OIT (Organisation Internationale du Travail) et la littérature.

- Circulation routière (à l'extérieur et à l'intérieur de l'entreprise),
- Incendie / explosion (émanation de gaz ou vapeurs, source d'ignition par point chauds, défaut d'organisation des secours, etc.),
- Ambiance de travail (bruit, éclairage, chaud, froid, confort thermique, aération et assainissement, qualité de l'air, qualité de l'eau, etc.),
- Équipements de travail (machines, systèmes, appareils à pression, etc.),
- Produits dangereux, risque chimique et cancérigène (stockage et utilisation des produits neufs, élimination des déchets, etc.),
- Électricité (contact avec une partie métallique sous tension ou un conducteur électrique, etc.),
- Amiante, silicose, inhalation de poussières,
- Chute (chute de plain pied, chute de hauteur, etc.),
- Manutention manuelle (troubles musculo-squelettiques, blessures liées aux efforts physiques, etc.) et mécanique (utilisation d'appareils ou matériels de levage fixes ou mobiles),
- Intervention d'entreprises extérieures,
- Agents biologiques (contamination, infection ou allergie à ces produits,... etc.),
- Rayonnements (lasers, ultraviolets, ionisants et non ionisants, etc.),
- Hygiène et sécurité (non-respect des règles d'hygiène et d'hygiène alimentaire, non organisation du travail, non-respect de l'obligation de formation, etc.),
- Travail en altitude, en plongée,
- Utilisation de gaz et de liquides cryogéniques.
- Autres risques liés à certaines activités (opérations de chargement, déchargement, permis de feu, etc.)
- ...etc.

L'analyse Préliminaire des Risques (APR) est une méthode d'usage très général couramment utilisée pour l'identification des risques et ne nécessite généralement pas une connaissance approfondie et détaillée de l'installation étudiée. Elle est bien utile dans certaines situations, par exemple, pour fournir une première analyse de sécurité au stade de la conception d'une installation ou bien encore, dans une installation existante comme le complexe GL2Z que nous étudions, également préalable à une évaluation des risques ou à l'élaboration du document unique selon la réglementation Européenne.

Le plus souvent, l'analyse préliminaire des risques est présentée sous la forme de tableau ou de grille d'analyse des risques.

IV-1-1 Méthodologie APR

La réalisation d'une analyse de risque implique deux étapes de base :

1- On doit identifier chaque danger potentiel qui peut exister à cause des :

a- Caractéristiques des produits exploités et les flux énergétique permettant le fonctionnement des installations du complexe GL2Z.

b- Les tâches exécutées, nature des travaux ainsi que les procédures appliquées dans le complexe GL2Z.

2- 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.

L'analyse est réalisée à partir de données d'accidentologie, le retour d'expérience de la profession et des usines pétrochimiques du groupe SONATRACH et industrie gazière.

Pour l'évaluation des risques on doit utiliser la démarche suivante:

1. Identification des dangers;
2. Evaluation du risque (par l'utilisation de la matrice de criticité SONATRACH) ;
3. Prescrire les actions correctives et les mesures de prévention et de protection devant être entreprises ainsi que les améliorations proposées ;
4. Actions de contrôle et le suivi des actions entreprises ;
5. Répertoire des risques nécessitant une analyse complémentaire plus détaillée

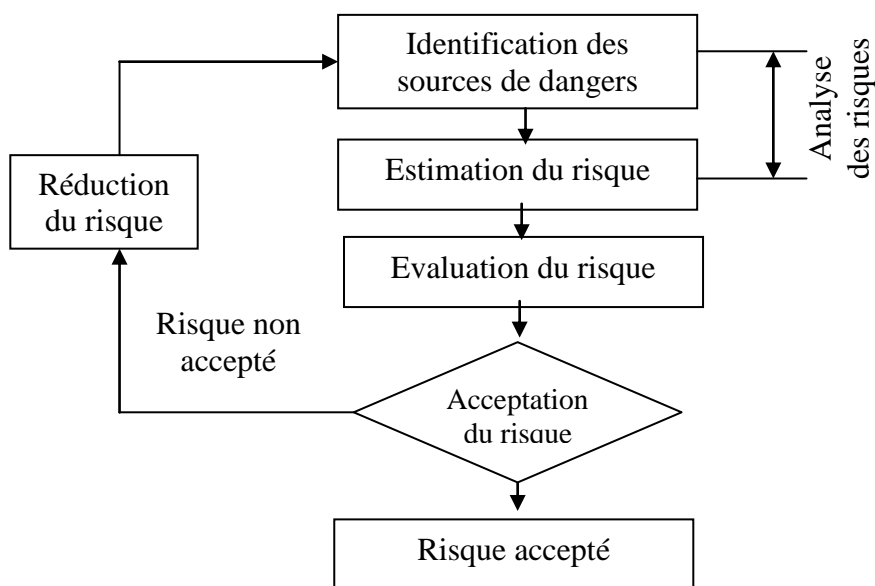


Figure IV.1 : Processus de la gestion du risque¹

IV-2 Evaluation du risque (par l’utilisation de la matrice de criticité de SONATRACH).

Le risque est la combinaison entre «la probabilité d’occurrence et la gravité des conséquences appliqué à un événement redouté.

Pour chaque conséquence liée à un phénomène non maîtrisé, le niveau de risque potentiel sera évalué. Pour cela le recours à une matrice de criticité est nécessaire.

Gravité	3 Elevé	RSM	RS	RS
	2 Moyenne	RNS	RSM	RS
	1 Faible	RNS	RNS	RSM
		1 Faible	2 Moyenne	3 Elevé
	Probabilité			

Figure IV.2 Matrice de criticité (SH)

¹ INERIS. Formation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs (DRA-35) ; Outils d’analyse des risques générés par une installation industrielle ; mai 2003

Evaluation quantitative de la gravité :

Tableau IV.1 Evaluation quantitative de la gravité pour la Matrice de criticité.

1	Faible	Pas d'accident. Pas d'impact sur les biens. Pas d'impact sur l'environnement.
2	Moyenne	Accident sans arrêt de travail. Fuite < 1 tonne d'hydrocarbures. Incident sans arrêt de production.
3	Elevé	Accident avec arrêt de travail. Fuite > 1 tonne d'hydrocarbures. Incident avec arrêt de production.

Evaluation quantitative de la probabilité :

Tableau IV.2 Evaluation quantitative de la probabilité pour la Matrice de criticité.

1	Faible	Pas de survenance de l'événement pendant les travaux.
2	Moyenne	L'incident peut survenir une fois
3	Elevé	L'incident peut survenir plusieurs fois.

Une fois le risque évalué, la notion de niveau acceptable apparaît.

RSN	Risque Non significatif ou risque faible- risque acceptable.
RSM	Risque significatif maîtrisé ou risque moyen - risque a été réduit à un niveau bas que raisonnablement réalisable.
RS	Risque significatif ou risque élevé – risque non acceptable.

Afin de faciliter la tâche nous allons étudier les risques par types; c'est-à-dire les risque dû au procédé, les risques liés aux produits et les risques liés à l'environnement, ensuite ces derniers seront repartis par zone.

Les zones process et utilités sont des zones où le risque d'incendie et d'explosion sont fréquents. Ces risques peuvent être décomposés en fonction de la source d'énergie, à savoir : la pression, la température, énergie chimique, rayonnement, électricité, hauteur, mouvement. [Voire Annexe 02].

IV-2-1 Risque d'Incendie Explosion pour l'Homme

Tableau IV.3 Evaluation du risque d'incendie explosion pour l'homme avec la méthode APR

1- Risque Incendie/Explosion: Inflammation d'une fuite de gaz, huile, bois...etc.		
Niveau de risque :	Probabilité : 3 Gravité : 3	RS
Localisation :	Sections traitement, liquéfaction, fractionnement, bac de stockage GNL et Gazoline, quai de chargement, utilités, bâtiments administratifs...	
Actions de Prévention/Protection mises en place :		
<p>1-Actions de prévention</p> <p><u>Organisationnelle/Procédurale/Facteur Humain</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation du personnel sur ces risques avec exercice de simulation. - Surveillance continues des installations par ronde périodique. - Interdiction d'utiliser des appareils ou outils susceptible d'engendrer une source d'inflammation. - Tous les engins ou moteur à essence sont interdits dans la zone process, les engins à moteur diesel sont dotés de cache flamme. - Tous les travaux sont soumis à une autorisation de travail <p><u>Technique/Design</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Toutes les parties chaudes (qui constituent des sources d'inflammation) sont calorifugées. - Installation des équipements électrique selon la classification de la zone (ADF « Automatic Document Feed » et ATEX « ATmosphères EXplosibles »). - Respect des règles de constructions en BlastProof (résistant à l'effet de souffle) <p>2- Protections collectives</p> <p><u>Protection passive</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ignifugeage des ballons accumulateurs de propane. <p><u>La protection active</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Des détecteurs de gaz. - Des détecteurs de flammes. - Des détecteurs de fumées. - Des détecteurs de basses et de hautes températures. - Un système d'avertissement composé de boîtes d'alarme et de sirènes existantes - Des caméras de télésurveillance. - Des systèmes fixes de refroidissement et de protection contre les rayonnements (déluges bacs et bâtiments stratégiques) - Des extincteurs à poudre / CO₂. Des skids à poudre - Générateurs à mousse fixes et tractables. - Un réseau incendie bouclé maillé souterrain. - Deux stations de prémélange pour la production de mousse - Un système d'extinction automatique à base de CO₂. - Une Console au DCS où sont répertoriés toutes les installations évoquées ci-dessus 		

3- Protections individuelles

- Port EPI « Equipement de Protection Individuelle » (casque, chaussures de sécurité, vêtements protecteurs (veste et pantalon long, gants, lunettes et masque), protections auditives contre le bruit et protection respiratoire (les masques de protection FFP))

Actions de Contrôle :

- Des inspections régulières des équipements (machines, piping, échangeurs...etc)
- Tout engin pénétrant dans la zone procès est soumis à une vérification et une autorisation.
- Tous les dispositifs de sécurité et les équipements de procès sont soumis à un contrôle réglementaire périodique et de maintenance préventive.

Améliorations proposées:

Réduction de la probabilité

Fiabiliser les systèmes de détection gaz (maintenance préventive).

Eliminer les sources d'inflammation (contrôler les travaux s'effectuant dans ces zones).

Veille technologique.

Réduction de la gravité

- Recyclage des agents formés en Groupe d'Intervention de Réserve sur l'extinction des feux.

- Effectuer des exercices d'explosion/d'incendie et d'évacuation du personnel.

- Fiabiliser les moyens d'intervention

- Prévoir un traitement (neutralisation) pour les eaux d'extinction.

IV-3 Résultat des études de risques : Analyse Préliminaire des Risques, Layers Of Protection Analysis.

Le but d'une analyse de risque 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 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.

Pour cela une analyse des dangers présents au niveau du complexe GL2Z s'avère primordiale, étant donné que ce complexe est soumis à une autorisation d'exploitation et régi par la réglementation algérienne en vigueur (45/DG).

En application de la Loi N° 4 – 20 du 13 Dhou EL KIAADA 1425 correspondant aux 25 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable dans les Articles 3 chapitre I et les articles 5, 6 & 7 du chapitre 2

En application de la circulaire N°005CAB/DPP/2006 parue après le dernier incident de Skikda.

Dans ce cadre, et en vue de faire respecter la législation, une analyse des risques est essentielle au niveau du complexe.

La méthode utilisée à ce stade est celle dite Analyse Préliminaire des Risques.

L'analyse préliminaire des risques. Comme l'indique son nom, l'APR constitue une étape préliminaire, permettant de mettre en lumière les éléments ou les situations nécessitant une attention plus particulière et en conséquence l'emploi de méthodes d'analyses de risques plus détaillées. Elle peut ainsi être complétée par une méthode de type AMDEC, HAZOP ou arbre des défaillances par exemple.

La méthode utilisée a été développée au début des années 1960 dans les domaines aéronautiques et militaires. Utilisée depuis dans de nombreuses autres industries.

C'est une méthode inductive visant à envisager l'identification aussi exhaustive que possible de tous les risques générés.

Sur la base de cette méthodologie, l'analyse de risque a été réalisée zone par zone, en prenant en compte les facteurs de risque (hommes, produits, procédé, environnement).

IV-3-1 Identification des dangers.

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).

- Risque d'incendie explosion (électrisation, électrocution,...);
- Risque lié à la pression de fluides (surpression) ;
- Risque lié à la température (surface chaude, fluide cryogénique, flux radiatif des torches et les point chauds et froids du procédé);
- Risque chute plain-pied ou de hauteur ;
- Risque lié à la manutention manuelle ou mécanique ;
- Risque lié aux nuisances et aux bruits ;
- ...

b) Dangers liés aux produits

Parmi les dangers liés aux produits, on recense:

- Le risque d'incendie: la majorité des produits présents sur le site décline une nature inflammable. Par contre, certains produits possèdent un point éclair supérieur à 100°C et sont par conséquent difficilement inflammables dans les conditions normales de stockage.
- Le risque d'explosion: certains hydrocarbures volatils peuvent engendrer des émanations de vapeur s'accumulant dans l'atmosphère des réservoirs et des zones de forte congestion. Ce phénomène peut être à l'origine de la formation de ciel gazeux en l'absence d'inertage, de dilution et de toit ou d'écran flottant.
- Le risque toxique pour les personnes, la faune et la flore (pendant les éventuelles opérations de pénétrations des canalisations d'eau, de manipulation de MEA (Méthyle Éthyle Amine) et autres produits dangereux), dû à certains produits est très spécifique.

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.

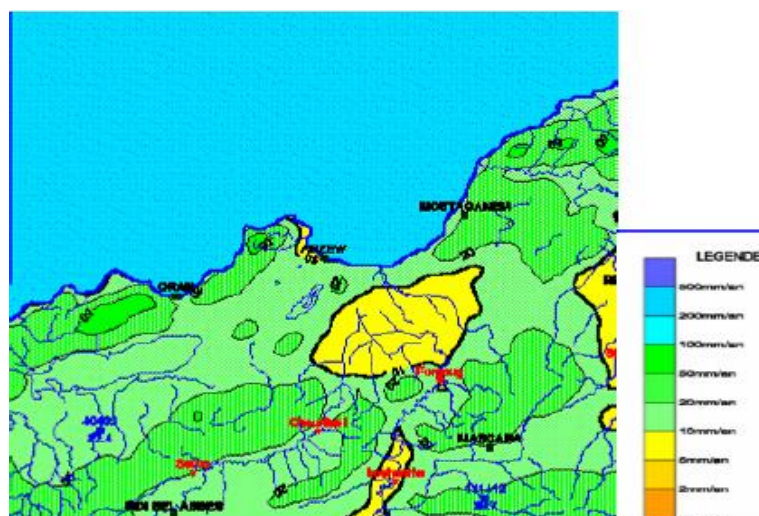


Figure IV.2: lame d'eau écoulee annuellement sur les bassins versants de l'Algérie
(source ANRH « Agence Nationale des Ressources Hydrauliques »)

La région d'Arzew est peu arrosée pour une zone côtière. Le cumul annuel de lame d'eau écoulee selon la carte de l'ANRH (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques) serait de seulement 10 mm.

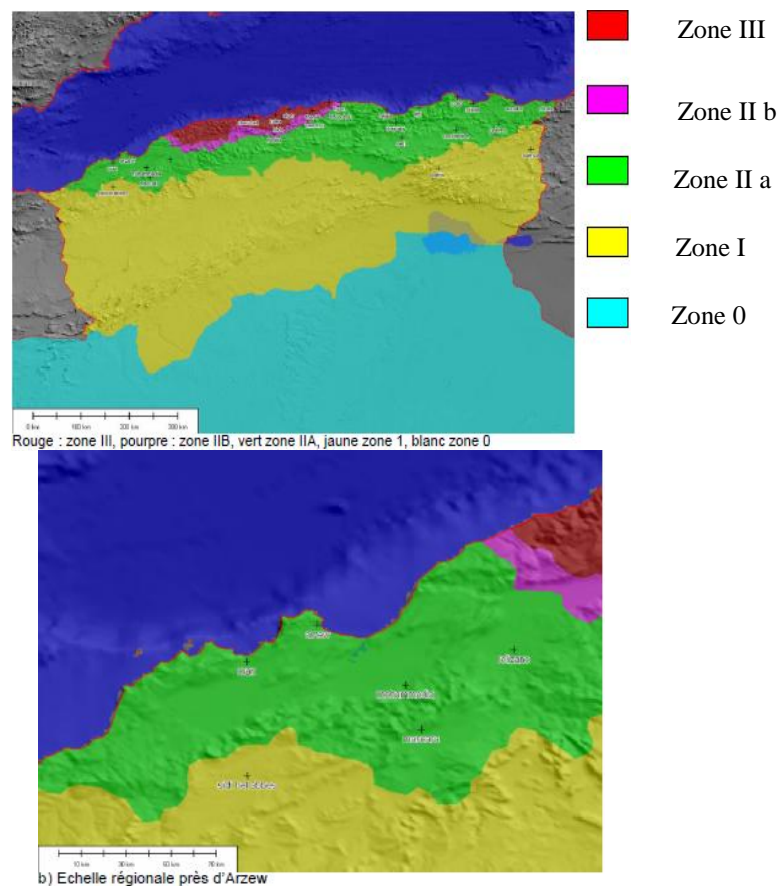


Figure IV.3: Le zonage sismique algérien (Règles parasismiques algériennes RPA99 après addenda, version 2003)

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.

Pour les vents violents, ce risque est très négligeable du fait que la vitesse moyenne des vents est de l'ordre de 14.4 à 18 km/h (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.

IV-4. Evaluation des conséquences et actions à entreprendre

Au vu des modélisations réalisées sur l'ensemble des unités de la zone industrielle, il apparaît nécessaire d'établir une étude de dangers détaillée pour chacune des unités, ceci afin de déterminer les effets domino et les conséquences de l'ensemble des accidents pouvant survenir.

Il apparaît nécessaire de mettre en place un Plan Particulier d'Intervention (PPI) pour la zone industrielle, ce plan devant prendre en compte les événements majeurs pouvant se produire, afin d'alerter et de protéger les populations. De plus ce plan doit prévoir l'organisation des secours (FIR Force D'intervention de Reserve) pouvant intervenir en complément sur une unité en péril.

Les modélisations démontrent que les populations ne sont pas soumises à un effet direct d'un événement majeur (sauf pour le cas des stockages d'ammoniac). Les autres phénomènes pouvant également toucher les populations, sont induits des événements majeurs identifiés, ceux-ci sont les effets de souffle provenant des explosions (bris de vitre), toxicité des fumées d'incendie, déplacement d'un nuage toxique vers les populations.

Toutefois il apparaît nécessaire de mettre en place un plan d'occupation des sols de la commune, afin de maîtriser l'urbanisation autour de la zone industrielle.

De plus, le plan d'occupation de la zone industrielle doit tenir compte des effets domino entre les unités. Les implantations futures devront être mises en place hors des zones de dangers générées par un accident majeur d'une unité voisine existante.

IV-4.1 Evaluation pour le complexe GL2Z

Les distances obtenues pour les zones de surpression et effets thermiques en cas d'explosion d'un bac de 100 000 m³ GNL sortent des limites de propriété de l'unité GL2Z.

Des effets domino sont à craindre au niveau des installations du complexe mais également pour celle du complexe GL1Z. Un accident sur un bac de 100 000 m³ GNL a de forte probabilité de se propager aux deux autres de GL2Z ainsi que ceux de GL1Z.

Les voies de circulation intérieure et extérieure au site sont également concernées par les flux thermiques, ce qui implique de revoir le schéma d'intervention des unités de secours (interne et renfort externe).

Une évaluation des risques et des conséquences de ces événements devra être conduite et une étude de dangers devra être rédigée. Des mesures devront être mises en place afin de protéger le personnel d'intervention en cas d'accident.

Chapitre V

DESCRIPTION DE LA ZONE INDUSTRIELLE D'ARZEW

V. DESCRIPTION DE LA ZONE INDUSTRIELLE D'ARZEW

V.1 Localisation

V.1.1 Méthodologie Mise En Place

Une visite sur la zone industrielle d'Arzew, dont l'objectif était de recueillir les informations nécessaires pour déterminer l'événement majeur pouvant se produire sur chacune des unités, s'est déroulée du 07 juillet 2009 au 30 Aout 2009. Pour cela une rencontre avec chacun des responsables des unités concernées a été organisée, celles-ci ont permis de réaliser un entretien permettant de discerner les points sensibles de l'unité, et de réaliser une visite des installations sensibles. C'est à partir de l'ensemble des informations collectées, sur site, que nous avons pu déterminer le scénario majorant pouvant impacter sur les unités voisines ou sur l'extérieure de la zone industrielle.

Afin de retenir le scénario majorant pour chacune des unités, nous avons mis en place une grille des risques permettant de coté chacun des risques présents et de ce fait de les hiérarchiser, seul le(s) événement(s) obtenant la cotation la plus élevée fera l'objet d'une étude particulière.

La cotation s'effectue de la manière suivante :

Le tableau ci-dessous permet une cotation et une hiérarchisation des événements les plus redoutés sur l'unité étudiée. Il est à noter que nous avons raisonné sur un événement majeur pouvant se dérouler sur le site, de ce fait pour la cotation mise en place et la modélisation du scénario retenu nous n'avons pas pris en compte les moyens de prévention et d'intervention mis en place sur le site. Nous nous sommes mis dans le cas le plus majorant.

La cotation de l'événement le plus redouté, s'obtient en multipliant les facteurs de dangerosité, pression et volume.

Zone de l'Unité	Dangerosité du produit				Pression de service	Volume	Gravité / cotation
	Inflammable liquide	Inflammable gaz	Toxique liquide	Toxique gazeux			

Coefficient attribué aux différents facteurs :

☞ Dangerosité :

☞ Inflammable liquide,	coefficient 1
☞ Inflammable gaz,	coefficient 2
☞ Toxique liquide,	coefficient 1
☞ Toxique gazeux,	coefficient 2

☞ Pression de service :

☞ Atmosphérique	sans coefficient ou 1
☞ Supérieur à la pression atmosphérique,	coefficient 2

☞ Volume :

☞ Inférieur à 100 m ³ ,	coefficient 1
☞ Entre 100 m ³ et 1000 m ³ ,	coefficient 2
☞ Entre 1000 m ³ et 10 000 m ³ ,	coefficient 3
☞ Entre 10 000 m ³ et 60 000 m ³ ,	coefficient 4
☞ 60 000 m ³ et +,	coefficient 5

V.1.2 Présentation Des Risques

Chacune des configurations accidentelles, étudiées peut conduire à différents scénarios en terme de gravité des effets.

En effet, pour une configuration accidentelle donnée, les conséquences peuvent être de plusieurs niveaux :

- les conséquences de types effets thermiques (inflammation), liées à l'épandage ou à la dispersion atmosphérique du nuage, correspondent aux conséquences les plus probables, compte tenu des moyens de protection mis en œuvre;
- les conséquences pouvant générer, dans l'absolu, des distances d'effets plus importantes, si l'on ne tient pas compte des moyens de protection mis en œuvre (surpressions générées par l'inflammation d'un nuage inflammable, en champ lointain).

Le classement des scénarios a donc été réalisé suivant différents critères, en trois catégories :

- ✓ SMPP = Scénario Majorant Physiquement Possible;
- ✓ SMHV = Scénario Majorant Historiquement Vraisemblable;
- ✓ SERR = Scénario d'Evaluation du Risque Résiduel.

Pour cette étude des risques nous nous sommes intéressés aux scénarios SMPP (Scénario Majorant Physiquement Possible).

Vis-à-vis des conséquences, pour les configurations accidentelles impliquant des gaz inflammables liquéfiés sous pression, nous avons retenu:

- ✓ les effets thermiques liés à l'inflammation du nuage;
- ✓ les effets de surpressions liés à l'inflammation d'un nuage;
- ✓ les effets thermiques liés au BLEVE.

Vis-à-vis des conséquences, pour les configurations accidentelles impliquant des gaz inflammables liquéfiés cryogénique, nous avons retenu:

- ✓ les effets thermiques liés à l'inflammation du nuage;
- ✓ les effets de surpressions liés à l'inflammation d'un nuage;
- ✓ les effets thermiques liés au feu de cuvette de rétention.

Vis-à-vis des conséquences, pour les configurations accidentelles impliquant des liquides inflammables, nous avons retenu:

- ✓ les effets thermiques liés au feu de cuvette de rétention.
- ✓ pour les produits lourds (densité supérieur au kérosène) le Boil-Over.

De même, pour les configurations impliquant des produits toxiques, nous avons retenu:

- ✓ les effets de la dispersion atmosphérique d'un nuage toxique.

V.1.2.i Les effets thermiques

a) Généralités

Pour qu'un incendie se déclare, il faut les trois conditions suivantes simultanément:

- ⊗ présence d'un combustible : solide, liquide ou gazeux,
- ⊗ présence d'un comburant : en général, l'air contenant 80 % d'azote inerte et 20 % d'oxygène,
- ⊗ initiation de la réaction de combustion : création, en une zone réduite, des conditions de pression et de température nécessaires pour démarrer la réaction (une source d'ignition).

b) Origines du démarrage d'un incendie

Les origines de risques d'incendie-explosion sont principalement:

- * des comportements dangereux ou des opérations à risques
 - ↳ les travaux avec feux nus ou points chauds,
 - ↳ les fumeurs,...
- * des installations à risques
 - ↳ les installations électriques,
 - ↳ les installations de chauffage des locaux,

➤ **Risques liés aux opérations**

▪ Travaux à feux nus ou points chauds

Tous les travaux avec feu nu ou point chaud nécessitent un permis de feu selon une procédure stricte.

▪ Imprudence

Des contraintes très strictes sont prévues vis à vis des fumeurs avec une délimitation claire et bien identifiée des zones où il est autorisé de fumer. En dehors de ces zones, il est strictement interdit de fumer.

➤ **Risques liés aux installations de distribution électrique**

Les installations et le matériel électrique doivent être conformes aux prescriptions réglementaires en vigueur.

c) Développement d'un incendie

Il s'agit principalement pour ce type de site d'un feu de matières liquides ou gazeuses après un apport d'une énergie d'inflammation suffisante, pour entraîner la formation de produits gazeux en quantité suffisante.

Lorsque ces gaz inflammables voient leurs concentrations dans le mélange gazeux, se situer entre les limites inférieures et supérieures d'inflammabilité, le risque d'une inflammation est maximum.

1- Inflammabilité des matériaux

La réaction au feu des matières combustibles est différente selon leurs natures et quelques exemples d'inflammabilité et de pouvoir calorifique sont donnés ci-après.

2- Phénomènes à risques liés à un incendie

Les flammes et la température élevée ont pour conséquence des flux thermiques plus ou moins importants pouvant entraîner des dommages corporels et structurels (environnement immédiat, personnel sur site ou bâtiments), avec pour effet:

- d'une part la création d'un flux thermique intense qui favorise l'extension du sinistre, les produits stockés étant exposés à des températures supérieures à leurs points d'inflammation.

D'autre part ce flux thermique présente un danger pour les secours s'attaquant au feu.

En cours de sinistre, l'arrosage permet de préserver les zones non atteintes, par refroidissement des surfaces permettant de supporter un flux thermique intense.

- D'autre part, l'apparition d'un panache de fumées contenant des suies mais également des gaz de combustion: gaz carbonique, monoxyde de carbone.
- Les eaux d'extinction d'incendie présentent un risque potentiel de pollution des eaux et du sol.

3- Effets thermiques

Pour situer les éventuelles conséquences pour le voisinage, il convient de rappeler les effets de flux thermiques:

Tableau V.1 Les effets thermiques et leurs éventuelles conséquences en cas d'un incendie

Flux reçu	Effets
100 kW/m ²	Température de 100°C dans 10 cm de béton au bout de trois heures
40 kW/m ²	Ignition spontanée du bois dans les 40 s
36 kW/m ²	Propagation probable du feu sur des réservoirs d'hydrocarbures refroidis à l'eau
27 kW/m ²	Ignition spontanée du bois entre 5 et 15 mn
20 kW/m ²	Tenue des ouvrages d'art en béton pendant plusieurs minutes
12 kW/m ²	Propagation improbable du feu sur des réservoirs d'hydrocarbures refroidis à l'eau
9,5 kW/m ²	Seuil de la douleur en 6 s - Flux minimum létal en 30 s
8,4 kW/m ²	Début de la combustion spontanée du bois et des peintures. Propagation improbable du feu sur des réservoirs d'hydrocarbures non refroidis. Intervention de personnes protégées avec des tenues ignifugées.
5 kW/m ²	Bris de vitres sous l'effet thermique. Douleur après 12 s. Cloques après 30 s. Flux minimum létal pour 60 s. Intervention rapide pour des personnes protégées (pompiers).
2,9 kW/m ² (arrondis à 3 kW/m ²)	Flux minimum létal pour 120 s.
1,5 kW/m ²	Seuil acceptable de rayonnement continu pour des personnes non protégées, normalement habillées.
1 kW/m ²	Rayonnement solaire en zone équatoriale.
0,7 kW/m ²	Rougisement de la peau. Brûlure en cas d'exposition prolongée.

Les valeurs retenues pour fixer les zones de protection autour des installations, en fonction du rayonnement thermique sont 5 kW/m² et 3 kW/m².

- ⇒ Le seuil de 5 kW/m² correspondant aux premiers effets significatifs sur les bâtiments et seuil mortel chez l'homme (quelques secondes). Il permet donc de déterminer une zone dans laquelle il convient impérativement de limiter l'implantation de constructions ou d'ouvrages concernant notamment des tiers.
- ⇒ Le seuil de 3 kW/m² effet irréversible au flux thermique pouvant encore générer des effets graves sur l'homme (brûlure du premier degré au bout d'environ 1 minute et douleur en une vingtaine de seconde, seuil minimum mortel pour une exposition de 2 minutes).

V.1.2.ii Le risque d'explosion

a) Généralités

Une explosion, c'est la transformation rapide d'un système matériel donnant lieu à une forte émission de gaz accompagnée éventuellement d'une émission de chaleur importante.

Les conditions, ci-dessous, doivent être réunies simultanément pour qu'une explosion soit possible :

- ⊗ la présence d'un comburant (l'oxygène de l'air),
- ⊗ la présence d'une source d'inflammation,
- ⊗ la présence d'un combustible, sous forme gazeuse, d'aérosol ou de poussières,
- ⊗ l'obtention d'un domaine d'explosivité (c'est-à-dire le domaine de concentration du combustible dans l'air à l'intérieur duquel les explosions sont possibles),
- ⊗ un confinement suffisant.

On peut distinguer :

- L'explosion due à la rupture d'un réservoir, d'une bouteille ou d'une canalisation sous pression.
- L'explosion due à l'inflammation d'un mélange dans des proportions comprises entre la Limite Inférieure d'Explosivité (LIE) et la Limite Supérieure d'Explosivité (LSE).

b) Rappel sur les conséquences d'une explosion

Après l'allumage des vapeurs inflammables, une zone de réaction exothermique se propage à vitesse plus ou moins grande à travers le mélange combustible. Lorsque la propagation de la flamme est suffisamment rapide et conduit à des surpressions susceptibles d'endommager des structures ou d'agresser des personnes, on parle d'explosion.

L'explosion peut prendre les deux formes principales suivantes :

- ⇒ **La déflagration (qui représente plus de 95 % des explosions)**, caractérisée par une onde de pression se développant en avant du front de flamme à des vitesses de quelques mètres à quelques dizaines de mètres par seconde ; les surpressions engendrées, dans un mélange initialement à la pression atmosphérique, sont de l'ordre de 4 à 10 bars,
- ⇒ **La détonation**, dans laquelle le front de flamme est lié à une onde de chocs se propageant à des vitesses élevées (supérieures à 1 000 m/s) ; les surpressions atteignent 20 à 30 bars, mais, en un lieu, ne durent qu'un temps très court ; après le passage de l'onde de choc, la pression retombe à la même valeur que dans le cas de la déflagration.

Les conséquences d'une explosion dépendent des manifestations suivantes :

L'onde de pression aérienne (phénomène ondulatoire d'onde de choc) :

- pression statique incidente,
- pression dynamique,
- pression réfléchie,
- le souffle, au voisinage immédiat de l'explosion (création de mouvements d'air),
- l'onde de sol sismique (couverte par le dimensionnement classique des sites industriels),
- les flux thermiques (liés à la durée de l'explosion),
- la projection d'objet « missiles ».

Le tableau suivant (INRS 1994) indique les dégâts observés dans les constructions, en regard des surpressions appliquées :

Tableau V.2 les dégâts observés dans les constructions en cas d'explosion, en regard des surpressions

Surpressions de crête (bars)	Effets
0.04 à 0.07	Bris de vitres, parfois dislocation des châssis
0.07 à 0.15	Fissures et flexions des parois de plâtre ; cassure des plaques de fibrociment Dislocation, gondolage des cloisons et des toits de tôles ondulées, des panneaux de bois
0.15 à 0.25	Fissures, cassures des murs en béton ou en parpaing, non armés, de 20 à 30 cm d'épaisseur
0.2 à 0.5	Rupture de réservoirs aériens (hydrocarbures...)
0.5 à 0.6	Bombement ou rupture de murs de briques, non armés, de 20 à 30 cm d'épaisseur
0.7 à 1	Renversement de wagons chargés, destruction de murs en béton armé Soufflage de murs en briques.

Le tableau suivant (INRS 1994) indique les risques encourus par les personnes soumises à la surpression d'une explosion.

Tableau V.3 indique les risques encourus par les personnes soumises à la surpression d'une explosion.

Surpression appliquée (mbars)	Nature des dégâts
Jusqu'à 70 mbar	Risques minimales
de 150 à 200 mbar	Renversement des personnes
350 mbar	Rupture des tympanes
1000 mbar	Lésions aux poumons

Les niveaux de surpression peuvent être comparés à l'échelle de dégâts engendrés par les surpressions et présentés dans le tableau suivant :

Tableau V.4 Les niveaux de surpression et leur dégât en cas d'explosion.

Dégâts observés suite à une explosion	Surpression (mbar)
Eclatement des poumons chez l'homme	1000
Destruction des murs en béton armé, limite de létalité directe chez l'homme	700
Retournement des wagons de chemins de fer, destruction totale des maisons	500
Limite de létalité par projection (pour 1% de la population exposée)	140
Détérioration et destruction des cadres de fenêtre selon leur nature	100
Limite de blessures significatives à l'homme par projection	50
Dégâts légers aux structures, détérioration du tympan	30
Destruction de 10% des vitres, limite de petits dommages	20
Grand bruit	7

Dans le cadre de notre étude, compte tenu des faibles effets de surpression engendrés par les explosions en milieu libre, nous relevons les limites de surpressions suivantes :

- ⇒ 50 mbar : qui sont la limite des blessures significatives à l'homme par projection (**effets irréversibles**)
- ⇒ 140 mbar : qui sont la limite de létalité par projection « Ces valeurs sont retenues par le GESIP (Groupement d'Etudes de Sécurité de l'Industrie Pétrolière) pour les études de sécurité concernant les canalisations de transport (hydrocarbures, gaz, produits chimiques) »

V.1.2.iii Le risque d'intoxication

L'étude de dangers, déterminante pour la maîtrise des risques, a pour objet de définir deux zones d'effets centrées sur l'installation:

- ↖ La zone Z1 (la plus proche du risque) : cette zone correspond au début des effets mortels
- ↖ La zone Z2 (la plus éloignée du risque) : cette zone correspond au seuil des effets réversibles / irréversibles pour la santé.

Dans le cas où le risque principal réside dans le rejet d'un gaz toxique, la situation accidentelle de « référence » est caractérisée à la fois par :

- ↖ La concentration C du polluant émis dans l'atmosphère
- ↖ Le temps d'exposition t lié à cette concentration.

V.2 Modélisation des scénarios

V.2.1 Les modélisations – BLEVE

Le terme "B.L.E.V.E" est l'acronyme de "Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion"

Le B.L.E.V.E. correspond à la vaporisation explosive d'un liquide ou d'un gaz liquéfié surchauffé, engendrée par une dépressurisation quasi instantanée, suite à la rupture mécanique du réservoir.

La surchauffe du liquide est considérée comme un élément prépondérant, qui traduit un écart à l'équilibre thermodynamique dans le cas où la pression interne du fluide stocké est supérieure à la pression atmosphérique.

Plusieurs conditions sont nécessaires pour générer un B.L.E.V.E :

- la surchauffe du produit en cause, stocké sous pression (sous l'effet d'un incendie),
- l'affaiblissement des caractéristiques mécaniques de l'enveloppe du réservoir qui conduit à une perte de confinement,
- la soudaine et violente détente du produit qui engendre sa vaporisation (nucléation spontanée) et qui peut engendrer également une surpression dynamique interne à l'origine de la rupture complète du réservoir.

Dans le cas des Gaz de Pétroles Liquéfiés (produits inflammables), les conséquences d'un BLEVE se situent à plusieurs niveaux:

- apparition d'une boule de feu (suite à l'inflammation du produit),
- création d'ondes de souffle dues à l'expansion du produit,
- projection de missiles (morceaux d'enveloppes).

➤ **Boule de feu**

Le phénomène de boule de feu correspond à la combustion extrêmement rapide des produits libérés prenant la forme d'un champignon.

Ce sujet a fait l'objet de nombreuses publications parmi lesquelles il convient de retenir celle de D. FULLERINGER "Synthèse des connaissances acquises sur le BLEVE et les moyens de les prévenir" - Rapport DAS n° 773 - 1991, dont sont extraits les passages ci-dessous.

"Le flux de chaleur émis par ces boules de feu a fait l'objet de mesures expérimentales. En particulier, MORHOUSE et PRITCHARD ont réalisé une compilation des flux mesurés par divers auteurs, d'où il ressort que les flux émis sont compris entre 150 et 300 kW/m², lorsqu'il n'y a pas de mélange préalable avec l'air... Par ailleurs, l'organisme hollandais TNO estime que le flux émis par une boule de feu doit être pris égal à 200 kW/m²...

Globalement il semble donc légitime de considérer qu'une valeur de flux émis de 200 kW/m² est conservatrice lorsqu'il s'agit de BLEVE de grande taille..."

➤ **Onde de souffle**

Une onde de souffle peut être la conséquence de deux mécanismes distincts:

- l'expansion de la vapeur initialement comprimée dans le réservoir;
- la vaporisation explosive du liquide.

Il est difficile de discerner l'importance de l'un de ces mécanismes par rapport à l'autre étant donné qu'ils sont fonction de paramètres tels que le mode de fracturation et le taux de remplissage du réservoir avant rupture.

Une hypothèse est admise pour dissocier ces deux mécanismes d'un point de vue :

- **de leur génération;** l'ébullition commence alors que la détente s'est déjà produite; l'onde de souffle due à l'expansion du gaz est générée dès la rupture;
- **de leur propagation;** l'interaction des différents trains d'ondes de souffle (incidentes et réfléchies), peut entraîner des disparités dans le proche voisinage du réservoir; toutefois, l'expérience (BAKER & al. - 1983) montre que ces différences tendent à disparaître avec la distance.

Toujours est-il que le BLEVE peut s'accompagner de destructions causées par une onde de pression libérée par la masse de produit, lors de la rupture mécanique du réservoir.

Les dommages créés sont fonction de la distance par rapport à la source de l'explosion.

➤ **Fragments et Missiles**

Dès lors que la source d'une explosion est initialement confinée, la projection de fragments est quasi inévitable.

Cependant, contrairement à certaines autres explosions, le mécanisme de BLEVE induit une différence, quant au mode de propulsion, entre:

- les fragments entraînés par l'effet de surpression;
- les missiles (plus particulièrement dans le cas des réservoirs cylindriques et des citernes mobiles), propulsés par la vaporisation et la combustion du liquide, selon un mécanisme proche de l'effet fusée.

➤ **Formules préconisées par les Autorités administratives**

Pour l'estimation des conséquences du BLEVE d'un réservoir contenant du GPL sous pression, nous avons retenu les formules préconisées par les Autorités Administratives (Arrêté Ministériel du 9 novembre 1989) et reprises dans le document "Maîtrise de l'Urbanisation autour des sites industriels à haut risque" édité par le S.E.I. en octobre 1990;

Le seuil de létalité est défini comme suit : $d1 = 3,12 M^{0,425}$

Le seuil des brûlures significatives est défini comme suit : $d2 = 4,71 M^{0,405}$

Avec :

- d = distance par rapport à la paroi du réservoir (en m);
- M = masse maximale de G.P.L. contenue dans le réservoir (en kg).

V.2.2 Les modélisations – BOIL-OVER

Le phénomène de "boil-over" (débordement par ébullition) suppose la réunion de plusieurs conditions:

- ☞ le réservoir doit être en feu,
- ☞ les produits impliqués doivent permettre la formation d'une onde de chaleur. Pour cela, les produits doivent être constitués d'une coupe d'hydrocarbures comprenant à la fois des fractions légères et des fractions plus lourdes, propageant l'onde chaleur au fur et à mesure de la vaporisation des fractions plus légères. Il apparaît donc, que les produits, susceptibles d'un "boil-over" sont des coupes pétrolières peu ou pas raffinées,
- ☞ Il faut qu'il y ait présence d'eau au fond du réservoir. Lorsque l'onde chaleur (environ 150° C) qui descend lentement, rencontre l'eau qui sédimente en pied de bac, celle-ci se vaporise brusquement en expulsant les hydrocarbures liquides, qui projetés en grande partie sous forme de gouttelettes alimentent une boule de feu.
- ☞ Pour l'estimation des conséquences du BOIL-OVER d'un réservoir contenant des liquides inflammable, nous avons retenu les formules préconisées par les Autorités Administratives (Instruction technique jointe à la Circulaire Ministériel du 9 novembre 1989) ;

Le seuil de létalité est défini comme suit: $d1 = 8,23 M^{1/3}$

Le seuil des brûlures significatives est défini comme suit: $d2 = 5,86 M^{1/3}$

Avec :

- d = distance par rapport à la paroi du réservoir (en m);
- M = masse réagissant contenue dans le réservoir (en kg).

Cette masse réagissant est prise égale à 10 % de la masse contenu dans le réservoir (source – Les apports du retour d'expérience pour la définition des scénarios de référence liés aux hydrocarbures – 1996)

V.3 Analyse des risques

a) Description des points sensibles

Du fait de la nature des produits employés et des volumes stockés, nous avons retenu les éléments suivants comme activité à risque.

Tableau V.5 Description des points sensibles qui existe au niveau du complexe GL2Z.

Zone de l'Unité	Dangérosité du produit				Pression de service	Volume	Gravité / cotation
	Inflammable gaz	Inflammable liquide	Toxique liquide	Toxique gazeux			
Bacs de GNL		1			1	5	5
Bacs de Gazoline		1			1	4	4

L'analyse du tableau ci-dessus met en évidence que le risque prépondérant est lié à la présence de bacs de GNL de 100 000 m³.

b) Analyse descriptive des accidents pouvant survenir sur le site

Cette analyse a pour objectif de décrire les autres mécanismes d'accident pouvant survenir sur le site (Unité). Cette liste n'est pas accomplie, toutefois elle permet de déterminer les principaux scénarios majorants pouvant se produire.

Tableau V.6 Analyse descriptive des accidents pour donnés les principaux scenarios 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 évent à l'air libre	Feu ou explosion
Utilités	Compresseurs air comprimé	Pénétration de liquide dans le compresseur		Eclatement du compresseur
		Survitesse		
	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

Unité	Siège des risques	Evènement redouté	Causes	Conséquences
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

Unité	Siège des risques	Evènement redouté	Causes	Conséquences
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

c) Description du scénario retenu

Ruine du réservoir cryogénique de gaz naturel liquéfié de 100 000 m³ situé dans la zone GL2Z de ARZEW.

Origines possibles

- Explosion, surpression dans la zone.
- Impact d'un projectile provenant de la zone de stockage.
- Feu à proximité.
- Excès de pressurisation du réservoir.

Modélisation hypothèses et paramètres

On suppose que la ruine du réservoir provoque l'épandage instantané de liquide dans la cuvette de rétention de 11 660 m².

On modélise l'inflammation instantanée du liquide dans la cuvette puis l'évaporation du liquide et la dispersion atmosphérique du nuage de gaz formé.

Les conditions de stockage sont:

- Pression atmosphérique;
- Température 111,6 K (-161,4°C).

Evaluation des conséquences de l'accident

Les distances pour les zones de surpression et effets thermiques en cas d'explosion d'un bac de 100 000 m³ sortent des limites de propriété de l'unité GL2Z.

Des effets domino sont à craindre au niveau des installations de l'unité mais également pour celle de l'unité GL1Z. Un accident sur un bac de 100 000 m³ a de forte probabilité de se propager aux deux autres de GL2Z ainsi que ceux de GL1Z.

Les voies de circulation intérieure et extérieure au site sont également concernées par les flux thermiques, ce qui implique de revoir le schéma d'intervention des unités de secours (interne et renfort externe).

Une évaluation des risques et des conséquences de ces événements devra conduire à la mise en place d'une étude de dangers sur le site, ainsi que la mise en place de mesures afin de protéger le personnel d'intervention en cas d'accident.

Chapitre VI

ANALYSE DU SIL POUR LES DETECTEURS DE GAZ AU NIVEAU DU COMPLEXE GL2Z

VI. ANALYSE DU SIL POUR LES DETECTEURS DE GAZ AU NIVEAU DU COMPLEXE GL2Z

VI.1 Objectifs

- Appliquer les normes IEC61508 et IEC61511 ;
- Différencier par niveau d'importance les chaînes de sécurité ;
- Concevoir les chaînes de sécurité (du capteur à l'actionneur) ;
- Assurer la traçabilité des études et pouvoir les faire évoluer.

VI.2 Méthodologie de calcul

- La méthode se déploie en 2 temps :
 - Caractérisation des fonctions de sécurité (classification SIL)
 - Calculs de la fiabilité des chaînes instrumentées de sécurité

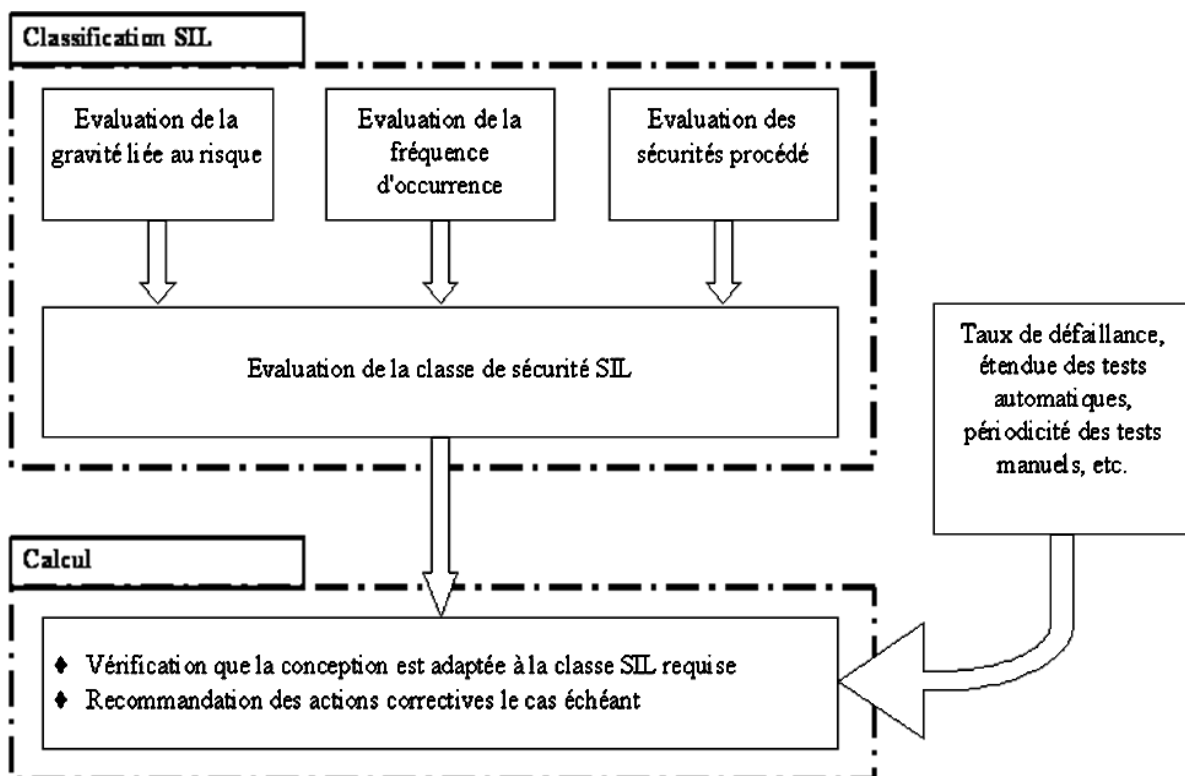


Figure VI.1: méthodologie de calcul du SIL. [19]

VI.3 Application Industrielle

VI.3-1 Description des systèmes de détection Gaz

A- Détecteurs de gaz

Les détecteurs de gaz installés en 2005 sur le site de GL2Z sont de marque ZELLWEGER, nous distinguons deux types

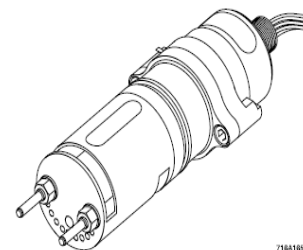
A-1 Détecteurs ponctuels infrarouge

Ces détecteurs dont le nombre est de 237 sont installés dans la zone utilités, Process, ABB et off site. Ils utilisent le principe de l'absorption des IR à double longueur d'onde afin de détecter les gaz et vapeurs hydrocarbures à différents niveaux de concentration. L'instrument mesure la quantité de molécules du gaz ciblé dans la traversée optique, qui dépend de la quantité du gaz ciblé

A-1.1 Caractéristiques techniques

- Marque : ZELLWEGER
 - Modèle : optima plus exel
 - Type : IR (Infrarouge)
 - Plage de mesure : 0 à 100% LEL
 - GAZ : Méthane
 - Alimentation : 18 à 32 V (24V nominal)
 - Consommation électrique : < 4.5 W max
 - Précision : ligne de base < +/- 1% LIE
50% DPE < +/- 2% LIE
 - Sorties :
 - Analogiques: 4-20mA (**cas GL2Z**)
 - Numérique: RS485 (Deux Voies, Point à Point)
- HOMOLOGATION:
- CENELEC: (ATEX) II2G EEx d IIC)
- T5 (Tam -40°C à +55°C)
- T4 (Tam -40°C à +65°C)
- UL : Classe 1, Div1 Groupes B, C, D
 - Protection de l'environnement : IP66/67
 - Matériau: Acier Inoxydable 316.

DÉTECTEUR DE GAZ
INFRAROUGE PONCTUEL



**Figure VI.2: Détecteur
de gaz infrarouge
ZELLWEGER.**

A-1.2 Détail de label de certification

Vous trouvez ci-dessous une explication des informations fournies sur le label de certification.

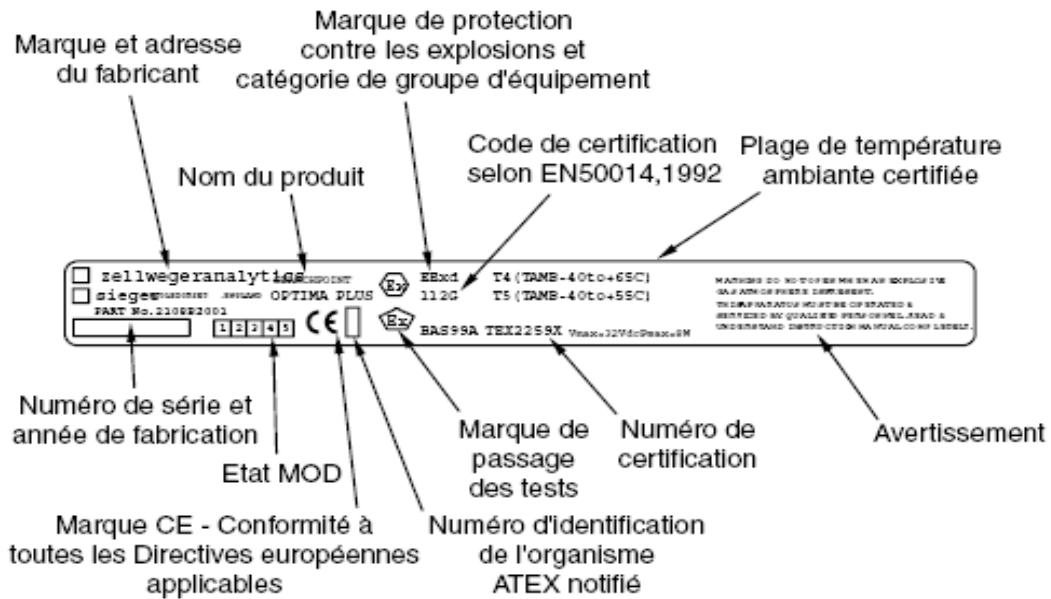


Figure VI.3: détail de label de certification du détecteur IR ZELLWEGER.

A-2 Détecteurs à Barrière infrarouge:

Ces détecteurs dont le nombre est de 02 sont installés dans les chaudières ABB utilise la technique infrarouge sous forme d'un large faisceau capable de couvrir une distance allant de 5 à 200 m (cas GL2Z 100 m).

Deux faisceaux à double longueur d'onde sont utilisés, le premier coïncide avec le pic de la bande d'absorption du gaz échantillon et le second faisceau de référence se situant à proximité dans une zone de la bande absorbée. L'appareil compare en continu les signaux transmis à l'aide d'un émetteur et un récepteur séparés aux extrémités du faisceau.

B - Système de détection / d'alarmes

Les détecteurs sont alimentés en 24Vdc par une alimentation externe redondante identique à l'alimentation des APM « application performance management (gestion étendue de l'alimentation) ».

Les signaux 4-20 ma délivrés par ces détecteurs sont directement connectés aux cartes d'entrées analogiques (HLAI) des APM, Lorsque le signal dépasse un seuil prédéterminé il génère les actions suivantes:

- Une alarme Visuelle et sonore est affichée sur les consoles dédiées aux systèmes de sécurité.

- L'alarme est générée dans la vue d'alarmes générale avec un descriptif indiquant l'emplacement exact du détecteur, elle est aussi visible sur les Schémas correspondants à l'endroit où se trouve le détecteur en alarme.
- Les différentes alarmes émanant des détecteurs sont organisées par zone et configurées dans des logiques sur un APM redondant dédié au système de sécurité de la zone ceci permet de générer la sirène de zone ainsi qu'une alarme sonore et visuelle au niveau du locale technique de la zone en question.
- Tous les événements générés par ces alarmes sont automatiquement historisés sur disque dur du système DCS (distributed control system) et aussi sur un autre système dédié à l'archivage d'alarmes et de données.

Il est à noter que la détection de gaz ne fait pas partie du Système ESD (Specializing in electrostatic discharge) des trains, cependant il est possible d'actionner manuellement par le biais d'un Hand Switch Soft l'ESD de n'importe quel train ou de tous les trains à partir de la console du système de sécurité du complexe.

C - Description des systèmes d'arrêt d'urgence ESD:

C-1 description du système de contrôle distribué Système « DCS »

Le système DCS installé au niveau du complexe GL2Z est du fournisseur HONEYWELL version TPS R660.3, il est composé essentiellement de deux réseaux de communication Locaux (LCN), comportant chacun:

- Des Consoles opérateurs avec des stations opérateurs, ingénieurs et GUS (Global User Station),
- Deux (02) History Module (SBHM) de type Dual redondant pour le LCN1 et 3 pour le LCN2.
- Un (01) Application Module pour le LCN1 et deux pour le LCN2 dont un redondant.
- Un (01) Application Program Platform,
- Des Networks Interface Modules pour la communication avec des réseaux de communication universels,
- Des Enhanced PLC Gateway pour la communication avec les sous-systèmes en utilisant le protocole Modbus RTU.
- Un nombre d'Advanced Process Manager (APM) et de High-Performance Process Managers (HPM).

- Un système de base de données process archivées (History Process Database) PHD R210 d'une capacité d'archivage d'une année.

Il est à noter que tous les systèmes de sécurité se basant sur la détection Feu et Gaz sont installés sur le réseau LCN2, sur l'APM31 redondant de chaque UCN.

C-2 description de l'ESD

Le Système ESD du complexe GL2Z n'est pas spécialement centralisé sur un seul système de contrôle mais néanmoins il est toujours possible d'actionner l'ESD de tout le complexe à partir de la salle de contrôle par le biais de Hand Switchs donc Manuellement.

- Le système PSD de la zone Process comportant les 6 trains de liquéfaction est installé sur des APM qui sont des régulateurs à microprocesseur de très grande puissance. Ils permettent de programmer un grand choix de fonctions de contrôle et de saisie de données et ils constituent l'interface entre le DCS et les entrées/sorties reliées aux instruments de procédé, le PSD de la zone process comporte une entrée qui est symbolisée par un Hand Switch Soft permettant ainsi l'arrêt d'urgence d'un train ou de tous les trains à partir de la station de supervision sécurité.
- La zone terminale à un système ESD indépendant de la zone process et il est installé sur un automate de type Triconnex V9.
- La zone regroupant la fausse des pompe et les bacs GNL possède un système de sécurité implémenté sur l'APM31 dont les détecteurs de feu et de basse et haute température font partie.
- Pour la zone Utilités les systèmes de PSD sont implémentés sur des APMs et les systèmes de détection de feu et gaz sont configurés sur l'APM31 de cette zone et provoquent l'activation de la sirène de zone ainsi que l'alarme sonore et visuelle au niveau du local technique de la zone utilités.

VI.4 Implantation des détecteurs de gaz au niveau du complexe [Voire annexe 03]

VI.4.1 Placement et orientation

Le détecteur doit être à l'horizontale: cela réduit en effet le risque d'obturation provoquée par l'accumulation de poussière et d'humidité sur les surfaces optiques.

Vérifiez qu'aucun objet susceptible d'empêcher la libre circulation de l'air autour du capteur ne se trouve dans ses environs immédiats.

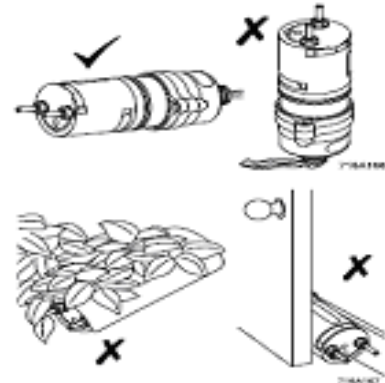


Figure VI.4: emplacement du détecteur IR dans installation.

VI.4.2 Installation

Pour le contrôle des gaz plus légers que l'air, le détecteur doit être monté au-dessus de la zone à protéger. Pour le contrôle des gaz plus lourds que l'air, il doit être monté sous la zone à protéger.

Pour le contrôle des gaz plus lourds que l'air, essayez de monter le capteur au moins 30 cm au-dessus du sol, afin d'éviter l'accumulation de débris sur le détecteur.

Remarque : Le détecteur est certifié et prévu pour une utilisation sous des températures ambiantes allant de -40°C à $+65^{\circ}\text{C}$. L'appareil enregistre un relevé non effaçable s'il est utilisé à des températures dépassant les limites prévues.

Le détecteur est spécifié pour des environnements d'utilisation où le taux de variation de température est inférieur à $3^{\circ}\text{C}/\text{minute}$. Un taux plus élevé entraînera un rapport d'erreur et est susceptible d'entraîner des dommages permanents. Il est recommandé de prendre des mesures préventives supplémentaires. L'utilisation de systèmes de prélèvement d'échantillons est très efficace, et la protection de l'appareil contre le débit d'air présent peut également être utile.

Il est spécifié pour des environnements d'utilisation où le niveau de vibrations de 2 à 60 Hz est inférieur à 1 mm de crête à crête. Si les vibrations présentes sur l'installation sont supérieures, la fiabilité de l'appareil et l'intégrité de son fonctionnement seront dégradées. N'installez pas d'appareils sur des emplacements où les vibrations sont supérieures.

Tous les détecteurs de gaz optiques sont affectés à un moment ou un autre par l'accumulation de contaminants/ condensation sur les surfaces optiques, ce qui entraîne habituellement des erreurs/ avertissements. Pour minimiser ces erreurs/avertissement, il est recommandé de placer les

détecteurs aussi loin que possible des sources de contamination et de condensation en suspension dans l'air. Il est également possible d'envisager l'utilisation de protections ou du déflecteur.

VI.5 Calcul SIL

La démarche adoptée pour la réalisation du calcul SIL comporte les principales étapes suivantes :

VI.5.a Recueil des données,

- Extraction des données de détections gaz et alarmes (réelles) à partir du système Process History Database.
- Extraction des données du système de gestion de la maintenance GATIOR.

a-1) Extraction des données à partir du PHD (Process History Database)

La démarche suivie est celle de faire un historique de valeurs détectées et leurs alarmes affichés sur une durée s'étalant du 17/04/2008 jusqu'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.

a-2) Extraction des données du GATIOR

L'exploitation du GATIOR dans notre phase de recueil de données était motivée pour définir les temps de détectabilité des anomalies jusqu'à la remise en service des détecteurs ; ceci 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. Ceci est fait principalement pour comparer les valeurs du MTTR avec la prise en charge réelle de l'anomalie.

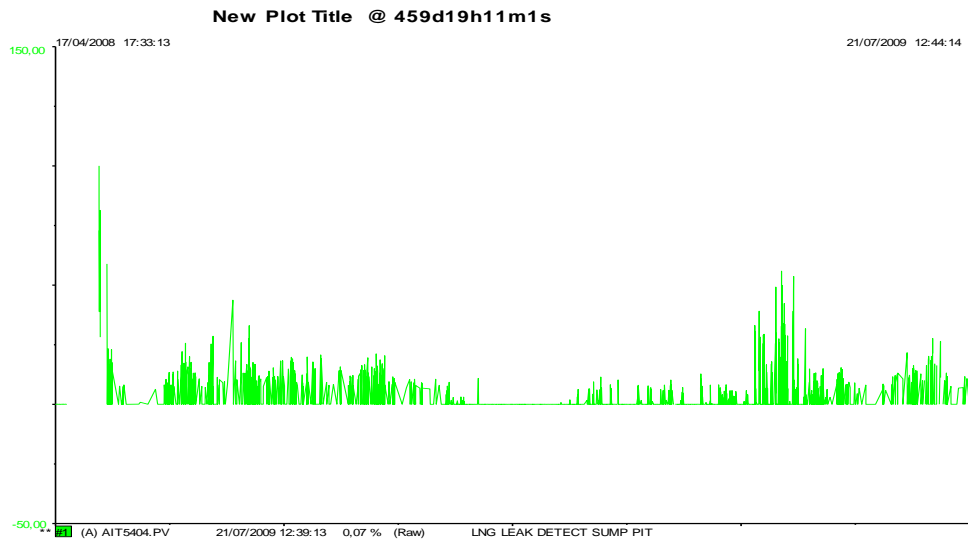


Figure VI.5 : Détecteur de gaz Infrarouge Zelvger : AIT 5404.PV au niveau de Fosse des pompes GNL

VI.5.b Calcul des MTBF, MTTR, λ , PFD

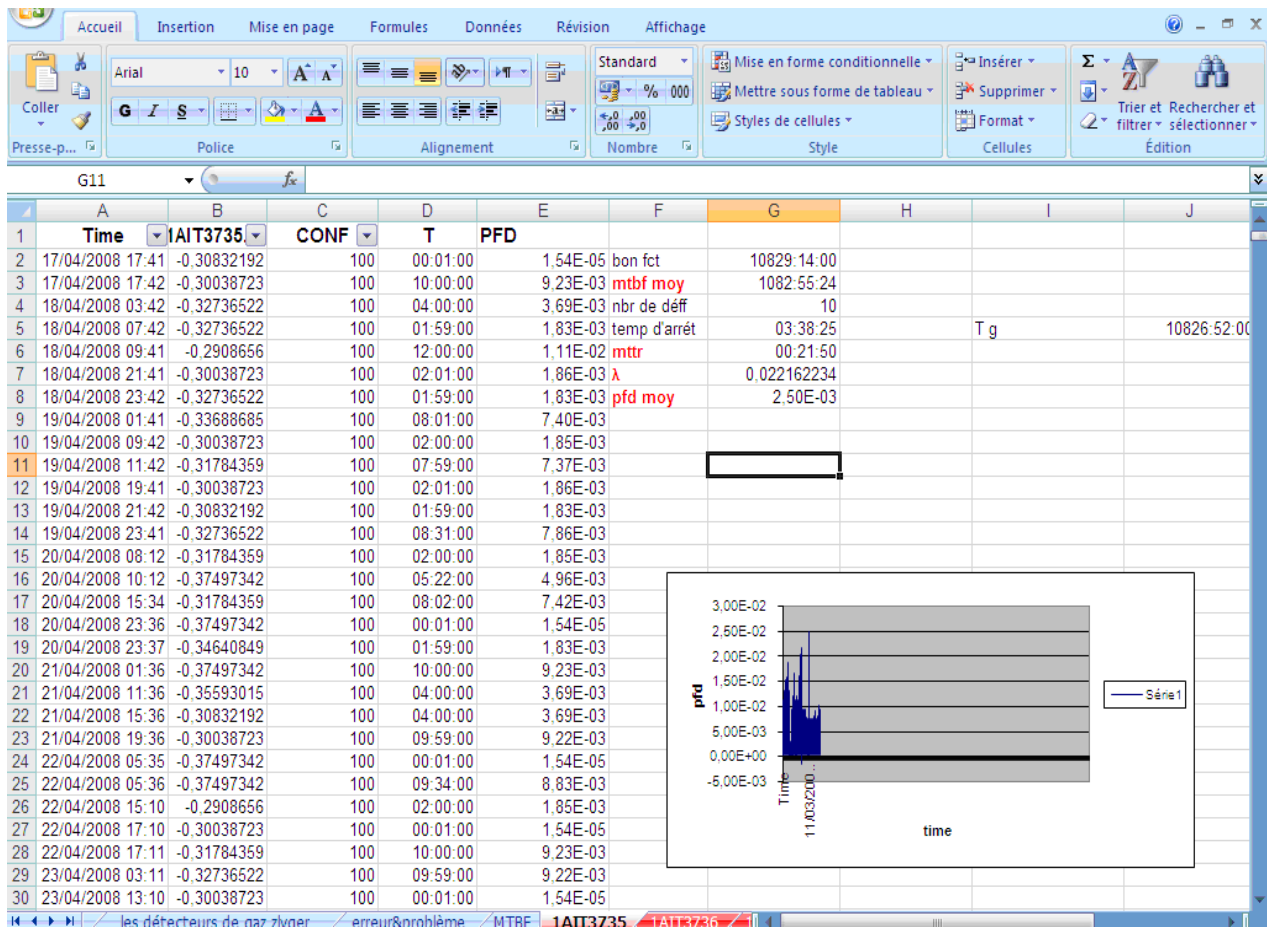


Figure VI.6: Page d'Excel pour calculer le SIL (exemple; le détecteur AIT 3735 du train 100)

VI.5.c Tableau des resultats

Tableau VI.1 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 _{moy} Calculé
1	Fractionnement	CG DE-ETHANISER SRG 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
				T4	24	11147:35:00	456:21:48	464:28:57	0,05258969	1,21E-02
				T5	3	2364:13:00	3650:24:00	788:04:20	0,00657462	1,51E-03
				T6	628	21790:15:00	17:24:42	34:41:52	1,378379	3,18E-01
		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
				T4	109	10899:11:00	100:28:57	99:59:33	0,2388474	5,45E-02
				T5	370	10954:30:00	29:14:27	29:36:24	0,82077067	1,89E-01
				T6	51	10432:45:00	214:47:18	204:33:49	0,11173796	2,59E-02
2	Liquéfaction	CG MIXER REFR EXCHANGER	AIT 3737 .PV	T1	12	9825:24:00	902:34:20	818:47:00	0,02659067	3,01E-03
				T2	-	-	-	-	-	-
				T3	985	3831:59:20	11:03:05	3:53:25	2,17166969	4,97E-01
				T4	1654	10959:38:00	5:53:00	6:37:34	4,07941094	1,11E+00
				T5	390	7593:26:00	28:05:25	19:28:13	0,85438748	2,82E-01
				T6	10	10:57:00	1095:31:18	13:05:42	0,02190737	5,06E-03
		CG MXD REFR MAIN EXCHNGR	AIT 3858 .PV	T1	1506	9976:12:00	7:15:02	6:37:27	3,31010735	4,07E-01
				T2	352	922:45:00	31:05:35	2:37:17	0,77187693	1,79E-01
				T3	975	9846:47:00	11:14:40	10:05:57	2,13438086	4,96E-01
				T4	67	10949:54:00	161:55:30	163:25:53	0,00221219	5,17E-04
				T5	564	10959:38:00	18:18:39	19:25:55	1,31069653	7,68E-01
				T6	535	7901:27:00	15:14:01	14:46:09	1,57546012	2,79E-01
		CG BATTERY LIMIT (N/E)	AIT 5469 .PV	T1	1606	6640:28:20	00:00:31	4:08:05	2780,72946	3,18E+02
				T2	723	6467:15:20	15:05:31	8:56:42	1,59024153	3,65E-01
				T3	35	8539:29:00	312:53:29	243:59:07	0.07670392	1,79E-02
				T4	732	10983:58:00	14:51:57	15:00:20	1,61442642	3,74E-01
				T5	781	10975:46:00	14:04:16	14:03:13	1,70563327	3,91E-01
				T6	690	10962:46:00	15:53:14	15:53:17	1,51063878	3,52E-01

3	Traitement De Gaz	CG FUEL GAS PREHEATER	AIT 3740 .PV	T1	480	1934:29:05	22:33:52	4:01:49	1,06362352	1,62E-01
				T2	18	34:24:25	608:30:30	1:54:41	0,039440709	9,02E-03
				T3	1004	5777:36:20	10:38:42	5:45:17	2,25458946	5,16E-01
				T4	25	9569:54:00	438:06:41	382:47:46	0,0547806	1,27E-02
				T5	112	4899:27:00	97:46:43	43:44:42	0,24545255	6,14E-02
				T6	25	9105:47:00	437:59:17	364:13:53	0,05479602	1,27E-02
		CG REGEN GAS COMPRESSOR	AIT 3741 .PV	T1	2	01:25:25	15:36:00	00:42:43	0,00439271	5,01E-04
				T2	274	674:40:25	39:59:23	2:27:44	0,60015332	1,56E-01
				T3	2	03:25:25	5476:36:00	01:42:42	0,00438228	1,00E-03
				T4	17	9794:01:00	644:14:49	576:07:07	0,03725279	8,55E-03
				T5	12	9557:50:00	913:04:05	796:29:10	0,02628501	6,00E-03
				T6	238	10567:49:00	46:02:12	44:24:09	0,52132485	1,21E-01
		CG REGEN GAS HEATERS	AIT 3748 .PV	T1	4	01:14:25	2731:48:00	00:18:36	0,00878542	1,00E-03
				T2	980	7730:16:05	10:58:06	7:53:17	2,18812749	5,84E-01
				T3	1008	10941:38:00	10:52:35	10:51:17	2.20662145	5,07E-01
				T4	703	10949:56:00	15:35:03	15:34:34	1,54002495	3,56E-01
				T5	8	10204:50:00	1369:39:08	1275:36:1	0,02	4,59E-03
				T6	344	10925:55:00	31:54:25	31:45:41	0,75219002	2,07E-01
		GC ACCUMULATR DE PROPANE	AIT 3863 .PV	T1	1153	6245:38:00	5:12:20	5:25:01	4,6105656	7,11E-01
				T2	1001	10849:28:00	10:50:19	10:50:19	2,214309196	5,33E-01
				T3	6	9568:42:00	1826:13:50	10:47:00	0.01314182	3,01E-03
				T4	838	10959:38:00	12:22:17	13:04:42	1,93997386	8,13E-01
				T5	89	9229:42:00	123:04:11	103:42:16	0,1950115	4,55E-02
				T6	744	10954:28:00	14:38:20	14:43:25	1,63948123	5,54E-01
GC SECHEUR DE GAZ 'B'	AIT 5455 .PV	T1	2	00:42:25	3099:52:30	00:21:12	0,00774225	1,00E-03		
		T2	2	00:44:25	5477:36:00	00:22:12	0,00438148	1,00E-03		
		T3	2	52:11:20	5476:35:30	2:05:40	0.00438229	1,00E-03		
		T4	69	10462:05:00	158:41:37	151:37:28	0,15123495	3,30E-02		
		T5	649	7843:07:00	16:50:12	12:05:06	1,42546204	3,33E-01		
		T6	141	6989:42:00	77:40:05	49:34:20	0,30900723	7,13E-02		
GC SECHEUR DE GAZ 'A'	AIT 5460 .PV	T1	1148	10960:38:00	0:01:41	9:32:51	858,317757	3,28E+02		
		T2	982	10962:54:00	0:06:41	11:09:50	215,2001217	9,56E+01		
		T3	2	4:11:20	5476:35:30	2:05:40	0.00438229	1,00E-03		
		T4	193	10748:55:00	56:44:52	55:41:38	0,42292487	9,94E-02		
		T5	4	10772:20:00	2739:36:00	2693:05:0	0,0087604	2,01E-03		
		T6	74	10492:14:00	147:57:49	141:47:13	0,1622019	3,91E-02		
4	refroidissement	CG PROP COMPR SUCT DRUMS	AIT 3859 .PV	T1	1229	8011:46:00	8:55:03	6:31:08	2,69133091	3,31E-01
				T2	423	10952:06:00	25:55:05	25:53:29	0,925992928	2,50E-01
				T3	790	9129:04:00	13:52:11	11:33:21	1,7303717	5,28E-01
				T4	75	9731:44:00	146:00:58	129:45:23	0,1643653	3,96E-02
				T5	8	10392:33:00	1369:09:00	1299:04:1	0,01752912	4,03E-03
				T6	849	10949:35:00	12:50:25	12:53:49	1,86913773	4,37E-01
		CG PROF CHILLER (NORTH)	AIT 3860 .PV	T1	1291	1681:23:25	8:27:51	1:18:09	2,83549308	3,23E-01
				T2	28	64:20:25	391:08:36	2:17:52	0,06135856	1,41E-02
				T3	144	9528:59:00	76:08:04	66:10:25	0.31523164	7,67E-02
				T4	720	10949:46:00	15:09:07	15:12:29	1,58395512	4,55E-01
				T5	975	10959:38:00	10:43:42	11:14:26	2,23706874	8,18E-01
				T6	24	10436:54:00	456:36:03	434:52:15	0,05256234	1,21E-02

5	Compression	CG PROP CHILLER (SOUTH)	AIT 3861 .PV	T1	928	1720:58:00	11:46:30	1:51:16	2,03821656	2,64E-01
				T2	7	07:50:00	1565:42:26	01:07:09	0,01532854	3,51E-03
				T3	2	52:12:20	5479:36:00	2:06:10	0,00437988	1,00E-03
				T4	684	10950:55:00	16:00:47	16:00:36	1,4987743	3,44E-01
				T5	3	2362:12:00	3652:48:20	787:24:00	0,00657029	1,51E-03
				T6	52	10059:31:00	210:39:33	193:27:08	0,11392804	2,66E-02
		CG PROP COMPR SUCTION DRUMS	AIT 5462 .PV	T1	14	04:24:25	780:30:47	00:18:53	0,030749	3,51E-03
				T2	13	13:07:25	842:42:28	01:00:34	0,02847963	6,53E-03
				T3	12	17:02:00	913:06:00	23:25:10	0,02628409	6,07E-03
				T4	1014	10950:16:00	10:47:03	10:47:57	2,22549405	5,14E-01
				T5	19	9803:03:00	576:34:41	515:57:00	0,04162489	9,60E-03
				T6	800	10954:37:00	13:38:23	13:41:36	1,7595711	4,50E-01
		CG SCRUB TOWER REFLX DRUM	AIT 5468 .PV	T1	22	20:28:25	16:41:27	00:55:50	0,04831979	5,51E-03
				T2	20	59:34:25	547:59:30	2:58:43	0,04379629	1,00E-02
				T3	223	10797:47:00	49:06:31	48:25:14	0,48871357	1,25E-01
				T4	32	10514:27:00	342:10:47	328:34:36	0,07013859	1,66E-02
				T5	169	10556:03:00	64:48:47	62:27:43	0,37029598	6,31E-02
				T6	68	10746:08:00	161:08:30	158:01:53	0,14893727	3,60E-02
5	Compression	CG DETECTEUR MCR 2 (EST)	AIT 5457 .PV	T1	359	10:57:25	30:31:51	00:01:50	0,78608716	9,29E-02
				T2	269	107:30:25	40:42:48	0:23:59	0,58948855	1,38E-01
				T3	474	8446:42:00	23:07:43	17:49:12	1,03768164	2,86E-01
				T4	917	10234:22:00	11:00:02	11:09:39	2,18170283	5,36E-01
				T5	107	10340:15:00	102:23:34	96:38:16	0,2343914	5,70E-02
				T6	970	10987:38:00	11:17:02	11:19:39	2,12690794	4,98E-01
		GC DETECTR MCR 2 (OUEST)	AIT 5459 .PV	T1	6	02:56:25	1826:46:10	00:29:24	0,01313795	1,50E-03
				T2	6	08:21:25	1825:31:50	01:23:34	0,01314686	3,01E-03
				T3	3	14:02:20	3650:27:00	12:40:47	0,00657453	1,51E-03
				T4	369	10106:40:00	29:41:20	27:23:22	0,808382	2,30E-01
				T5	36	6978:56:00	304:12:00	193:51:33	0,07889546	2,37E-02
				T6	29	10513:17:00	377:37:52	362:31:37	0,0635541	1,46E-02
		CG PROPANE COMPRESSOR	AIT 5461 .PV	T1	208	207:08:00	52:41:43	0:59:45	0,45544883	5,44E-02
				T2	140	268:08:25	78:14:13	1:54:55	0,30676014	7,51E-02
				T3	12	17:02:00	913:06:00	23:25:10	0,02628409	6,09E-03
				T4	493	10987:38:00	21:57:01	22:17:14	1,09337555	2,54E-01
				T5	285	10706:26:00	38:27:34	37:33:59	0,6240354	1,65E-01
				T6	68	9102:30:00	161:06:48	133:51:37	0,14896355	3,44E-02
GC FG COMPRESSEUR (EST)	AIT 5463 .PV	T1	136	02:33:25	80:21:15	00:01:08	0,29867773	3,49E-02		
		T2	76	139:11:25	144:07:31	1:49:53	0,16652186	3,96E-02		
		T3	417	10243:57:00	26:20:54	24:33:57	0,9108712	2,59E-01		
		T4	1005	10987:38:00	10:47:26	10:55:59	2,2241621	5,84E-01		
		T5	545	10322:59:00	20:07:53	18:56:29	1,19216887	2,20E-01		
		T6	556	10957:00:00	18:55:08	19:42:25	1,26856567	3,06E-01		
GC FG COMPRESS, (OUEST)	AIT 5464 .PV	T1	12	05:31:25	910:35:55	00:27:37	0,02635629	3,01E-03		
		T2	10	1096:03:30	12:00:25	01:12:03	0,02189664	5,02E-03		
		T3	490	9812:26:00	22:21:13	20:01:31	1,07365721	3,06E-01		
		T4	289	10429:42:00	37:54:24	36:05:20	0,63313459	1,82E-01		
		T5	69	7890:55:00	158:46:16	114:21:40	0,15116109	3,65E-02		
		T6	690	10954:18:00	15:52:12	15:52:33	1,51228733	3,50E-01		

CG MCR 2 CONDENSATE PUMPS	AIT 5467 .PV	T1	1169	10959:38:00	0:04:09	9:22:31	346,6556837	7,51E+01
		T2	979	10759 :00	10:32:03	263:45:17	2,27829322	5,67E-01
		T3	70	10205:09:00	156:26:43	145:47:16	0.15340831	3,54E-02
		T4	175	8625:12:00	62:37:47	49:17:13	0,38320469	9,12E-02
		T5	670	10928:24:00	16:20:09	16:18:40	1,46915729	3,41E-01
		T6	239	10513:07:00	45:49:15	43:59:17	0,52377822	1,30E-01

VI.5.d Comparaison des différents résultats de calcul.

Le tableau ci-après synthétise les résultats des niveaux SIL calculés pour quelque détecteurs parmi les 360 détecteurs de gaz qui existe au niveau du complexe GL2Z (dans les 6 trains il existe le même emplacement de détecteurs cité dans ce tableau): [du 17/04/2008 au 17/07/2009]

Tableau VI.2 calculé du SIL pour les 181 détecteur IR du complexe GL2Z

N°	zone	emplacement	Détecteurs	SIL requis	N° Train	PFD Calculé	SIL estimé	les recommandations SIL moyen par section
1	Fractionnement	CG DE-ETHANISER SRG DRU	AIT3735.PV	SIL 2	T1	2,50E-03	2	SIL 01
					T2	9,41E-02	1	
					T3	1,79E-01	1	
					T4	5,36E-01	1	
					T5	5,01E-01	1	
					T6	5,08E-01	1	
		CG DE-PROPAN REFLUX DRUM	AIT3736.PV	SIL 2	T1	1,46E-04	3	SIL 01
					T2	2,51E-03	2	
					T3	5,02E-01	1	
					T4	1,21E-02	1	
					T5	1,51E-03	2	
					T6	3,18E-01	1	
		CG DETECTOR DEPROPANISER	AIT 3862.PV	SIL 2	T1	5,02E-01	1	SIL 01
					T2	5,37E-01	1	
					T3	9,55E-02	1	
					T4	1,27E-02	1	
					T5	5,16E-01	1	
					T6	5,11E-01	1	
		CG CONDENSEUR DU DE-ETH	AIT 5465.PV	SIL 2	T1	2,17E-01	1	SIL 01
					T2	2,53E-01	1	
					T3	1,42E-01	1	
					T4	5,45E-02	1	
					T5	1,89E-01	1	
					T6	2,59E-02	1	

2	Liquéfaction	CG MIXER REFR EXCHANGER	AIT3737.PV	SIL 2	T1	3,01E-03	2	SIL 01 avec 01 AIT a remplacé (Défectueux)
					T2	-	Non installé	
					T3	4,97E-01	1	
					T4	1,11E+00	D	
					T5	2,82E-01	1	
					T6	5,06E-03	2	
		CG MXD REFR MAIN EXCHNGR	AIT3858.PV	SIL 2	T1	4,07E-01	1	SIL 01
					T2	1,79E-01	1	
					T3	4,96E-01	1	
					T4	5,17E-04	3	
					T5	7,68E-01	1	
					T6	2,79E-01	1	
		CG BATTERY LIMIT (N/E)	AIT 5469.PV	SIL 2	T1	3,17E+02	D	SIL 01 avec 01 AIT a remplacé (Défectueux)
					T2	3,65E-01	1	
					T3	1,79E-02	1	
					T4	3,74E-01	1	
					T5	3,91E-01	1	
					T6	3,52E-01	1	
3	Traitement De Gaz	CG FUEL GAS PREHEATER	AIT3740.PV	SIL 2	T1	1,62E-01	1	SIL 01
					T2	9,02E-03	2	
					T3	5,16E-01	1	
					T4	1,27E-02	1	
					T5	6,14E-02	1	
					T6	1,27E-02	1	
		CG REGEN GAS COMPRESSOR	AIT3741.PV	SIL 2	T1	5,01E-04	3	SIL 02
					T2	1,56E-01	1	
					T3	1,00E-03	2	
					T4	8,55E-03	2	
					T5	6,00E-03	2	
					T6	1,21E-01	1	
		CG REGEN GAS HEATERS	AIT3748.PV	SIL 2	T1	1,00E-03	2	SIL 01
					T2	5,84E-01	1	
					T3	5,07E-01	1	
					T4	3,56E-01	1	
					T5	4,59E-03	2	
					T6	2,07E-01	1	
		GC ACCUMULATR DE PROPANE	AIT 3863.PV	SIL 2	T1	7,11E-01	1	SIL 01
					T2	5,33E-01	1	
					T3	3,01E-03	2	
					T4	8,13E-01	1	
					T5	4,55E-02	1	
					T6	5,54E-01	1	
GC SECHEUR DE GAZ 'B'	AIT 5455.PV	SIL 2	T1	1,00E-03	2	SIL 01		
			T2	1,00E-03	2			
			T3	1,00E-03	2			
			T4	3,30E-02	1			
			T5	3,33E-01	1			
			T6	7,13E-02	1			

		GC SECHEUR DE GAZ 'A'	AIT 5460.PV	SIL 2	T1	3,28E+02	D	SIL 01 avec 02 AIT a remplacé (Défectueux)
					T2	9,56E+01	D	
					T3	1,00E-03	2	
					T4	9,94E-02	1	
					T5	2,01E-03	2	
					T6	3,91E-02	1	
4	refroidissement	CG PROP COMPR SUCT DRUMS	AIT3859.PV	SIL 2	T1	3,31E-01	1	SIL 01
					T2	2,50E-01	1	
					T3	5,28E-01	1	
					T4	3,96E-02	1	
					T5	3,42E-03	2	
					T6	4,37E-01	1	
		CG PROP CHILLER (NORTH)	AIT 3860.PV	SIL 2	T1	3,23E-01	1	SIL 01
					T2	1,41E-02	1	
					T3	7,67E-02	1	
					T4	4,55E-01	1	
					T5	8,18E-01	1	
					T6	1,21E-02	1	
		CG PROP CHILLER (SOUTH)	AIT 3861.PV	SIL 2	T1	2,64E-01	1	SIL 01
					T2	3,51E-03	2	
					T3	1,00E-03	2	
					T4	3,44E-01	1	
					T5	1,51E-03	2	
					T6	2,66E-02	1	
		CG PROP COMPR SUCT DRUMS	AIT 5462.PV	SIL 2	T1	3,51E-03	2	SIL 01
					T2	6,53E-03	2	
					T3	6,07E-03	2	
					T4	5,14E-01	1	
					T5	9,60E-03	2	
					T6	4,50E-01	1	
CG SCRUB TOWER RFLX DRUM	AIT 5468.PV	SIL 2	T1	5,51E-03	2	SIL 01		
			T2	1,00E-02	1			
			T3	1,25E-01	1			
			T4	1,66E-02	1			
			T5	6,31E-02	1			
			T6	3,60E-02	1			
5	Compression	CG DETECTEUR MCR 2 (EST)	AIT 5457.PV	SIL 2	T1	9,29E-02	1	SIL 01
					T2	1,38E-01	1	
					T3	2,86E-01	1	
					T4	5,36E-01	1	
					T5	5,70E-02	1	
					T6	4,98E-01	1	
		GC DETECTR MCR 2 (OUEST)	AIT 5459.PV	SIL 2	T1	1,50E-03	2	SIL 02
					T2	3,01E-03	2	
					T3	1,51E-03	2	
					T4	2,30E-01	1	
					T5	2,37E-02	1	
					T6	1,46E-02	1	

6	IR TERMINAL	CG PROPANE COMPRESSOR	AIT 5461.PV	SIL 2	T1	5,44E-02	1	SIL 01
					T2	7,51E-02	1	
					T3	6,09E-03	2	
					T4	2,54E-01	1	
					T5	1,65E-01	1	
					T6	3,44E-02	1	
		GC FG COMPRESSEUR (EST)	AIT 5463.PV	SIL 2	T1	3,49E-02	1	SIL 01
					T2	3,96E-02	1	
					T3	2,59E-01	1	
					T4	5,84E-01	1	
	T5				2,20E-01	1		
	GC FG COMPRESS, (OUEST)	AIT 5464.PV	SIL 2	T1	3,01E-03	2	SIL 01	
				T2	5,02E-03	2		
				T3	3,06E-01	1		
				T4	1,82E-01	1		
				T5	3,65E-02	1		
	CG MCR 2 CONDENSATE PUMPS	AIT 5467.PV	SIL 2	T1	7,51E+01	D	SIL 01 avec 02 AIT a remplacé (Défectueux)	
				T2	5,67E-01	1		
				T3	3,54E-02	1		
				T4	9,12E-02	1		
T5				3,41E-01	1			
IR TERMINAL	BAC- 2101-FA	AIT5409A.PV		-	2,21E-02	1	SIL 01 avec 01 AIT a remplacé (Défectueux)	
					1,09E-01	1		
					2,74E-01	1		
					4,08E-01	1		
					3,54E-03	2		
					2,97E-01	1		
					4,05E-03	2		
					6,54E+05	D		
	BAC- 2101-FB	AIT5409B.PV		-	2,84E-01	1	SIL 01 avec 01 AIT a remplacé (Défectueux)	
					4,58E-01	1		
					3,81E-01	1		
					7,10E-03	2		
					-	D		
					3,06E-01	1		
					8,14E-02	1		
					5,06E-03	2		
	BAC- 2101-FC	AIT5409C.PV		-	2,96E-01	1	SIL 01 avec 02 AIT a remplacé (Défectueux)	
					5,58E-03	2		
					3,47E-01	1		
					2,52E-01	1		
					4,44E-01	1		
-					D			
4,05E-03					2			
-					D			

7	Fosse des pompes GNL		AIT5401.PV			9,92E-01	1	SIL 01 avec 04 AIT a remplacé (Défectueux)
			AIT5402.PV			-	D	
			AIT5403.PV			8,06E-03	2	
			AIT5404.PV			-	D	
			AIT5410.PV			-	D	
			AIT5411.PV			-	D	
8	Quais de chargement		AIT3884.PV			3,17E-01	1	SIL 01 avec 01 AIT a remplacé (Défectueux)
			AIT3885.PV			4,35E-01	1	
			AIT3864.PV			1,98E-02	1	
			AIT3865.PV			3,37E-02	1	
		Salle de Contrôle M4/M5	AIT3951_1.PV			4,46E-02	1	
			AIT3951_2.PV			-	D	

Sur les 181 analyseurs il y a presque 8% (14) des détecteurs qui sont défectueux qu'il faudrait les remplacer, 67,95 % (123) de détecteurs du SIL1, 21 % (38) de détecteur du SIL2 et 1.66 % (03) de SIL3, plus un détecteur non installé à ce jour. Ainsi on peu évaluer que le complexe GL2Z et du SIL1. Il faut prendre en compte les recommandations afin que le niveau d'intégrité soit conforme avec les exigences de sécurité SIL 02 et/ou SIL 03

Chapitre VII

CONCLUSION

VII. 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 danger, ce qui permet d'apprécier la contribution de la fonction instrumentée de sécurité à la réduction de danger de l'installation. Cette démarche se base sur un ensemble de recommandations qui tendent à maîtriser le risque par des méthodes d'analyses cohérentes. Cette étude présente une méthode pour détermination le SIL. 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 de bien 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 s'appliqueront mieux lorsqu'il y a des données de retour d'expérience quantifiées et lorsque l'organisation du site permet une analyse en couches fonctionnelles indépendantes.

D'après les résultats obtenus de nos calculs sur les capteurs de gaz on peut dire que le complexe GL2Z est du SIL 01.

Si on compare les résultats de notre étude ; pour le MTTR (Mean Time To Repair) en remarque que la maintenance a une influence directe sur la sécurité ; car Le niveau d'intégrité de sécurité décroît avec le temps. Il faut prendre en compte les recommandations afin que le niveau d'intégrité soit conforme avec les exigences de sécurité SIL 02 et/ou SIL 03.

Chapitre VIII

Recommandation Et Justes D'investigations

VIII. Recommandation Et Justes D'investigations

❖ Formation du personnel

- Former le management (Directeur du site, Directeurs 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),
- Former les opérationnels aux concepts du système des normes IEC61508 / IEC61511 (stage).

❖ Maintenance ;

- leur problème est principalement dû au manque de pièce de rechange,
- 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).

❖ Sensibilisation à la sécurité ;

- Le personnel à une forte sensibilisation à la production, malheureusement parfois au détriment de la sécurité, une sensibilisation accrue du personnel est nécessaire

❖ Retour d'expérience ;

- Créer/organiser un système de retour d'expérience statistique ;
- Créer 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.

Chapitre IX

BIBLIOGRAPHIES

IX. BIBLIOGRAPHIES

- [01] *IEC 61508, Functional Safety of Electrical / Electronic / Programmable Electronic Safety-related Systems, Geneva: Switzerland, 2000*
- [02] *Programmable Electronic Systems in Safety Related Applications, Part 1, An Introductory Guide, U.K.: Sheffield, Heath and Safety Executive,*
- [03] *DIN V VDE 0801, Grundsätze für Rechner in Systemen mit Sicherheitsaufgaben, 1990*
- [04] *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*
- [05] *David J Smith & Kenneth G Simpson, Second edition “Functional Safety” A straightforward guide to applying IEC 61508 and related standards, 2004*
- [06] *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*
- [07] *Sureté de fonctionnement : Normes SIL, Copyright*
- [08] *ANGELA E. SUMMERS, PH.D., P.E., Safety Instrumented Systems, SIS-TECH Solutions, LLC*
- [09] *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.*
- [10] *Functional safety and IEC 61508 A basic guide, Novembre 2002*
- [11] *Kathy MILLET, Sécurité Fonctionnelle et Niveaux de Sécurité (SIL), Janvier 2007.*
- [12] *Th.Martin, SIL-Assistant Version 0.1 Beta*
- [13] *Roger S.Rivett, Emerging Software Best Practice and how to be Compliant, Rover Group Ltd.*
- [14] *Lawrence Blackmore, IEC 61508-Practical experience in increasing the effectiveness of SIL assessment.*
- [15] *Lee’s Loss Prevention in the Process Industries. Volume 1-2 & 3 Edition SAN MANNAN*
- [16] *Safety Requirements Specification “GUIDELINE” by SAFE PROD Edition 2005*
- [17] *OREDA 97: Offshore Reliability Data 3rd Edition .Prepared by: SINTEF Industrial Management.*

- [18] *OREDA 2002: Offshore Reliability Data 4th Edition .Prepared by: SINTEF Industrial Management Distributed by: Det Norske Veritas (DNV).*
- [19] *Dirk Schreier, SIL Assessments -Identification of Safety Instrumented Functions, HIMA Australia Pty Ltd.L3, 37 St Georges Terrace.Perth WA 6000.Australia. June 2006*
- [20] *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.*
- [21] *DEKRA, Evaluation des Fonctions Instrumentées de Sécurité ACTIVITE AVAL COMPLEXE GL2Z, AO N°22 HSE, 16/12/2009*

Chapitre X

Quelques définitions

X. Quelques définitions

Evénement initiateur : Evénement, courant ou anormal, interne ou externe au système, situé en amont de l'événement redouté central qui constitue une cause directe dans les cas simples ou une combinaison d'événements à l'origine de cette cause directe

Evénement redouté: Evénement conventionnellement défini, dans le cadre d'une analyse de risque, au centre de l'enchaînement accidentel. Généralement, il s'agit d'une perte de confinement pour les fluides et d'une perte d'intégrité physique pour les solides. Les événements situés en amont sont conventionnellement appelés « phase pré-accidentelle » et les événements situés en aval « phase post-accidentelle ».

Phénomène dangereux ou redouté: Libération d'énergie ou de substance produisant des effets (surpression, flux thermique, toxicité) susceptibles d'infliger un dommage à des cibles (ou éléments vulnérables) vivantes ou matérielles

Exemple de phénomènes: incendie d'un réservoir de 100 tonnes de fuel provoquant une zone de rayonnement thermique de 3 kW/m^2 à 70 mètres pendant 2 heures, feu de nappe, feu de torche, BLEVE (boiling liquid expanding vapor explosion), Boil Over, explosion, VCE (vapor cloud explosion), dispersion d'un nuage de gaz toxique...

Accident: Evénement non désiré, tel qu'une émission de substance toxique, un incendie ou une explosion résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation d'une installation qui entraîne des conséquences/dommages vis à vis des personnes, des biens ou de l'environnement et de l'entreprise en général. C'est l'occurrence d'un phénomène dangereux, combiné à la présence de cibles vulnérables exposées aux effets de ce phénomène.

Exemple d'accident: N blessés et 1 atelier détruit suite à l'incendie d'un réservoir de 100 tonnes de fuel.

Remarque: Confusion fréquente avec le « phénomène *dangereux* » correspondant. Un accident entraîne des conséquences (ou dommages) alors qu'un phénomène dangereux produit des effets.

Accident majeur: Evénement tel qu'une émission de substance toxique, un incendie ou une explosion d'importance majeure résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation d'une installation, entraînant pour l'homme ou l'environnement des conséquences graves, immédiates ou différées.

Scénario d'accident: Enchaînement d'événements menant d'un événement initiateur à un accident (majeur). L'analyse des risques a pour objet d'identifier les différents scénarios.

En général, plusieurs scénarios peuvent mener à un même phénomène dangereux pouvant conduire à un accident (majeur).

Gravité: On distingue l'intensité des effets d'un phénomène dangereux de la gravité de ses conséquences.

La gravité des conséquences sur les personnes résulte de la combinaison en un point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux, du nombre et de la vulnérabilité des personnes exposées.

Exemple d'intensité: le flux thermique atteint la valeur du seuil d'effet thermique létal à 50m de la source du flux.

Exemple de gravité: 3 morts et 16 blessés grièvement brûlés par le flux thermique.

Conséquences: Combinaison, pour un accident donné, de l'intensité des effets et de la vulnérabilité des cibles situées dans les zones exposées à ces effets. Elles s'expriment en définissant la nature et la gravité des atteintes à ceux-ci.

Le terme « dommage » est parfois employé pour désigner les conséquences: « Blessure physique ou atteinte à la santé des personnes, ou atteinte aux biens ou à l'environnement » (ISO /CEI 51).

Barrière Active: Dispositif mettant en jeu un système mécanique, électrique, pneumatique ou une action humaine plus généralement, qui nécessite une énergie externe et/ou un signal pour remplir sa fonction.

Exemples: chaîne de sécurité instrumentée, lance monitor...

Barrière passive: Dispositif autonome qui ne nécessite ni action humaine, ni signal, ni action d'une mesure technique, ni source d'énergie externe pour remplir sa fonction.

Exemples: cuvette de rétention, mur coupe feu, disque de rupture...

Chapitre XI

GLOSSAIRE

XI. GLOSSAIRE

Signe	signification
GNL	Le Gaz Naturel Liquéfié est du gaz naturel que l'on a rendu liquide en le refroidissant à une température de moins 160°C. <ul style="list-style-type: none"> • Un liquide clair sans odeur ; • Ni corrosif ; ni toxique, pas stocké sous pression ; • Principalement composé de méthane ; • Inflammable seulement en présence d'oxygène et d'une source d'allumage.
E/E/EP	électrique/électronique / électronique programmable
CEI (IEC)	Commission Electronique Internationale & International Electrotechnical Commission
MTBF	Mean Time Between Failure / Moyenne des temps de bon fonctionnement (Espérance mathématique de la durée de bon fonctionnement)
MTTR	Mean Time To Repair / Durée moyenne de panne ; moyenne des temps pour la tâche de réparation (Espérance mathématique de la durée de panne)
MTTF	Mean Time To Failure/ Durée moyenne de fonctionnement avant défaillance (Espérance mathématique de la durée de fonctionnement avant défaillance)
PFD	Probability of Failure on Demand / Probabilité de défaillance sur sollicitation
SIF	Safety Instrumented Function / Fonction instrumentée de sécurité
SIS	safety Instrumented System / Système instrumenté de sécurité = l'ensemble composé de toutes les fonctions de sécurité d'une installation
SIL	Safety Integrity Level / Niveau d'intégrité de sécurité d'une fonction instrumentée de sécurité
ESD	Emergency Shut Down
PSD	Process Shut Down
AIT	Analyseur Indicateur Transmetteur
RRF	Risk Reduction Factor : Facteur de réduction du risque (= 1/PFD)
EGZIA	ENTREPRISE de gestion de la zone industrielle d'arzew
ISO	International Organization for Standardization
OHSA	Occupational Health and Safety Act ((concernant la sécurité et la santé au travail).
ANSI/ISA S84.01	American National Standards Institute (the Application of Safety Instrumented Systems for the Process Industry)
DPPR	Department of Business and Professional Regulation (Ministère du commerce et de la réglementation professionnelle)
CENELEC	Comité européen de normalisation électrotechnique
AFNOR	Association Française de Normalisation
ILOOSH	Lignes directrices sur la sécurité et les systèmes de gestion de la santé

Annexe 01

La certification de la politique QHSE au niveau du complexe GL2Z



POLITIQUE QHSE - GL2Z



Le complexe GL2Z est une unité de production de gaz naturel liquéfié, propane, butane, gazoline et gaz de charge.

Sa politique Qualité, Environnement et Santé Sécurité au Travail, déclinée de la politique HSE du groupe SONATRACH, s'appuie sur les objectifs stratégiques suivants :

La satisfaction permanente de nos clients et des autres parties intéressées.
GL2Z, travaille en permanence à anticiper, définir et satisfaire les exigences explicites et implicites de ses clients et des autres parties intéressées.

Le respect de la réglementation et autres exigences applicables
GL2Z, veille en permanence, et à tous les niveaux, au respect des exigences légales et autres exigences qui lui sont applicables.

La préservation de l'environnement.
GL2Z, considère la préservation de l'environnement comme sa préoccupation majeure et permanente, et s'engage de ce fait, à prévenir toute pollution et à maîtriser et/ou diminuer les impacts de ses activités

La prévention des préjudices personnels et des atteintes à la santé
GL2Z veille en permanence à étudier, analyser et prévenir les risques et les maladies professionnelles liés à son domaine d'activité, et s'engage à mettre en place, tous les moyens permettant leur maîtrise.

Le développement de la ressource humaine et des conditions de travail
GL2Z, développe en permanence la formation, la communication et les conditions de travail pour une amélioration et une optimisation de ses compétences.

L'amélioration continue de nos performances
GL2Z, définit pour chaque activité et processus, des paramètres et des indicateurs de suivi et d'analyse permettant l'atteinte et l'amélioration continue de ses performances

ENGAGEMENT DE LA DIRECTION

Pour ma part, je m'engage personnellement, à veiller en permanence à :

- une application stricte des objectifs de la politique QHSE du complexe
- une disponibilité permanente des ressources humaines et matérielles
- une amélioration continue de l'efficacité de notre système de management QHSE

Le Directeur du complexe GL2Z
B.HENNI

10/11/2008

Rév : 1.02



Annexe 02

Evaluation du risque au niveau du complexe GL2Z par la méthode APR

IV.2- 3- a / Risque d'Incendie Explosion pour l'Homme

1- Risque Incendie/Explosion: Inflammation d'une fuite de gaz, huile, bois...etc.		
Niveau de risque :	Probabilité :3	RS
	Gravité : 3	
Localisation :	Sections traitement, liquéfaction, fractionnement, bac de stockage 2101FA,FB, FC, 2130FA, FB, expédition M4 et M5, utilités, bâtiments ADM, Sécurité, Appro, DRH...	
Actions de Prévention/Protection mises en place :		
<p>1- Actions de prévention</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation du personnel sur ces risques avec exercice de simulation OGPU. - Surveillances continues des installations. - Toutes les parties chaudes sont calorifugées. - Interdiction d'utiliser des appareils ou outils susceptible d'engendrer une source d'inflammation. - Tous les engins ou appareils à essence sont interdits dans la zone procès. - Les engins fonctionnant à base de diesel doivent être doté de cache flamme. - Tous les travaux à chaud son soumis à une autorisation de travail à chaud - Installation des équipements électrique selon la classification de la zone. - Les Halons ont été remplacés par d'autres agents extincteurs. - Respect des règles de constructions en BlastProof. <p>2- Protections collectives</p> <p>Suivre Consignes d'évacuation vers le lieu de rassemblement.</p> <p>Protection passive</p> <ul style="list-style-type: none"> - Des détecteurs de gaz. - Des détecteurs de flammes. - Des détecteurs de fumées. - Des détecteurs de basses et de hautes températures. - Des caméras de télésurveillance. - Ignifugeage des ballons accumulateurs de propane X01F (action en cour). - Un système d'avertissement composé de pul box et de sirène existant dans les 6 zones <p>La protection active</p> <ul style="list-style-type: none"> - Des systèmes fixes de refroidissement et de protection contre les rayonnements (déluges bacs et bâtiments stratégiques) - Des extincteurs. Des skids à poudre - Un générateur de mousse fixe et tractable. - Un réseau incendie bouclé maillé enterré ainsi qu'un système de déluge. - Deux stations de prémélange pour la production de mousse 2115 k 2130 k - Un système d'extinction automatique à base de CO2. - Une Console au DCS ou sont répertorier toutes les installations évoquées ci dessus <p>3- Protections individuelles</p> <ul style="list-style-type: none"> - Port EPI 		
Actions de Contrôle :		
<ul style="list-style-type: none"> - Des inspections régulières des équipements (machines, lignes, échangeurs...etc) - Tout engin pénétrant dans la zone procès est soumis à une vérification et une autorisation. - Tous les dispositifs de sécurité et les équipements de procès sont soumis à un contrôle réglementaire périodique et de maintenance préventive. 		
Améliorations proposées:		
Installer des systèmes de détection de flammes associés à une extinction à la vapeur et ce dans la plate forme des compresseurs, et étudier la possibilité de son extension vers les autres		

<p>équipements et unités.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ignifugeage des ballons de propane, (action en cours). - Recyclage des agents formés en GIR sur l'utilisation des extincteurs. - Effectuer des exercices d'évacuation du personnel. - Prévoir un traitement (neutralisation) pour les eaux d'extinction.

2- Electrification: Ce risque est principalement localisé dans les sous stations électriques et les équipements électriques ainsi que leurs auxiliaires				
Niveau de risque :	<table border="1"> <tr> <td>Probabilité : 3</td> <td rowspan="2" style="background-color: red; color: white; text-align: center; vertical-align: middle;">RS</td> </tr> <tr> <td>Gravité : 2</td> </tr> </table>	Probabilité : 3	RS	Gravité : 2
Probabilité : 3	RS			
Gravité : 2				
Localisation :	Sous stations électriques : 2101K, 2102K, 2070K, 2130K, 2601K, 201K, 401K, 601K, 701K, motoequipement, éclairage, bâtiments...			
Actions de Prévention/Protection mises en place :				
<p>1- Actions de prévention</p> <ul style="list-style-type: none"> - Procédure consignation électrique. - Le choix des équipements (IP) électriques obéit à la classification des zones. - Un appel d'offre est actuellement en cours pour la rénovation de toutes les boites de dérivation et de jonction. <p>2- Protections collectives</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tous les équipements électriques sont dotés de protection. - Les câbles électriques sont isolés et posés sur des chemins de câble loin des personnes, de choc mécanique. <p>3- Protections individuelles</p> <ul style="list-style-type: none"> - Port EPI <ul style="list-style-type: none"> - EPI nécessaire aux taches d'électricien (gants isolant, tapis isolant, perche....). 				
Actions de Contrôle :				
<ul style="list-style-type: none"> - Inspection périodique des boites de jonction et avant tout démarrage de train de production après MP (responsables : TI et GE). - Inspection quotidienne des inspecteurs prévention. 				
Améliorations proposées:				
<ul style="list-style-type: none"> - Lancer la formation habilitation électrique aux personnes non électriciennes. - Activer le projet de l'ouverture du circuit par l'ouverture des portes des cellules électrique. - Instaurer une procédure de remise en état des boites de dérivation après chaque intervention et maintenance. - Réhabiliter et renforcer la climatisation dans les sous stations électriques. 				

3- Electrocutation: Ce risque touche principalement les électriciens intervenants et autres personnels.				
Niveau de risque :	<table border="1"> <tr> <td>Probabilité : 3</td> <td rowspan="2" style="background-color: red; color: white; text-align: center; vertical-align: middle;">RS</td> </tr> <tr> <td>Gravité : 3</td> </tr> </table>	Probabilité : 3	RS	Gravité : 3
Probabilité : 3	RS			
Gravité : 3				
Localisation :	Sous stations électriques 2101K, 2102K, 2070K, 2130K, 2601K, 201K, 401K, 601K, 701K, motoequipement, éclairage, bâtiments...			
Actions de Prévention/Protection mises en place :				
<p>1- Actions de prévention</p> <ul style="list-style-type: none"> - Des formations sur les risques électriques pour le personnel non électricien. - Des formations d'habilitations électriques de tous les niveaux. - Procédure consignation électrique. 				

<ul style="list-style-type: none"> - L'utilisation de l'éclairage très basse tension (24V) dans la pénétration des capacités métalliques. - Remise en état des prises et coffrets dans les bâtiments. <p>2- Protections collectives</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tous les équipements électriques sont dotés de protection. - Les transformateurs sont logés dans des abris. - Les câbles électriques sont isolés et posés sur des chemins de câbles loin des personnes et des chocs mécaniques. - Des panneaux indiquant le danger électrique dans les sous-stations électriques, la HT et les abris de transformateurs. <p>3- Protections individuelles</p> <ul style="list-style-type: none"> - Port EPI <ul style="list-style-type: none"> - EPI nécessaire aux tâches d'électricien (gants isolant, tapis isolant, perche....).
<p>Actions de Contrôle :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un programme de formation et en cours pour électricien et non électriciens - Inspection périodique des boîtes de jonction et avant tout démarrage des trains de production après MP (responsables : TI et GE). - Inspection quotidienne des inspecteurs prévention.
<p>Améliorations proposées:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Installer le contrôle d'accès aux sous-stations électriques. - Installer un autre téléphone dans les sous-stations électriques. - Lancer la formation habilitation électrique au personnel non électricien. - Activer le projet de l'ouverture du circuit par l'ouverture des portes des cellules électriques. - Procéder à l'achat des EPI répondant aux exigences des interventions en électricité. - Procéder à la vérification avant toute utilisation de ces EPI et moyens d'isolation (tabourets).

IV.2- 3- b / Risque lié à la pression de fluides sur les hommes

<p>Suppression : Ce risque se manifeste pendant les travaux et occasionnellement lors des incidents</p>		
Niveau de risque :	<p>Probabilité : 2</p> <p>Gravité : 3</p>	<p>RSM</p>
Localisation :	<p>Travaux (manutention, nettoyage..) et équipements sous pression (tests hydrostatique et pneumatique, rupture de lignes pressurisées...)</p>	
<p>Actions de Prévention/Protection mises en place :</p> <p>1- Actions de prévention</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation du personnel et des sous-traitants sur les risques de la surpression lors des travaux et circulation. - Les travaux sous pression sont régis par des permis de travaux ou des mesures de protection collectives et individuelles doivent être respectés - Vérification des matériels (manomètre, flexibles, raccords, vannes, platines, purges,...) et respect de procédure de test. - Vérification systématique d'épaisseurs résiduelles des lignes sous pression. <p>2- Protections individuelles</p> <ul style="list-style-type: none"> - port EPI 		
<p>Actions de Contrôle :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tous les travaux sont préparés en amont et contrôlés pendant le déroulement de l'opération en question - Tout le matériel nécessaire pour le déroulement des tests est contrôlé avant le déroulement de ces opérations. 		

- Vérification systématique et périodique dans les points assujettis aux contraintes mécaniques
Améliorations proposées:
- Elaborer un recueil des plans de platinage et ceux pour l'ensemble des équipements. - Exiger un certificat de confirmation d'isolement avant chaque opération impliquant la surpression

IV.2- 3- c / Risque lié à la pression de fluides sur l'environnement

Surpression : Ce risque se manifeste lors des perturbations générées par la surpression et conduit à une évacuation des gaz vers le réseau torche et vers atmosphère.		
Niveau de risque :	Probabilité : 3 Gravité : 3	RS
Localisation :	PSV BP et événements vers atmosphère et PSV HP vers le réseau torche, de la vapeur d'eau vers atmosphère et fumées de cheminé	
Actions de Prévention/Protection mises en place :		
1- Actions de prévention		
- Régulation des équipements sous pression. - Maintenance préventive des PSV. - Un circuit torche est disposé à temps réel pour toute éventuel surpression.		
Actions de Contrôle :		
- Toutes les soupapes sont testées selon un programme d'inspection. - Toute l'instrumentation concernée est vérifiée après une surpression et ouverture répétitive des soupapes. - Estimation qualitative des gaz torchés.		
Améliorations proposées:		
- Mettre des contacteurs indiquant l'ouverture des soupapes et des disques de rupture. - Fiabilisation de la régulation des équipements sous-pression.		

IV.2- 3- d / Risque lié à la pression de fluides sur les équipements,

Surpression : Ce risque est engendré par l'augmentation de la pression d'une manière inhabituelle dans le procès à cause d'une défaillance d'un organe d'instrumentation, de contrôle et régulation, ou de protection.		
Niveau de risque :	Probabilité : 3 Gravité : 3	RSN
Localisation :	Équipements de production : Ballons, Échangeurs, Compresseurs, Canalisation, Stockage 2101FA,FB,FC et 2130FA,FB	
Actions de Prévention/Protection mises en place :		
1- Actions de prévention		
- Les équipements sous pression sont gérés par des boucles de régulation et peuvent être pilotés à distance par le biais du DCS TDC3000 (un système automatisé). - Toute augmentation de pression a trois seuils d'alarme sonore et visuelle. - Si la régulation fait défaut les équipement de protection préservent l'équipement contre la montée en pression (soupape).		
2- Protections collectives		
- Toutes les capacités isolables sont protégées par des soupapes. - Un circuit torche est disposé à temps réel pour toute éventuel surpression.		
3- Protections individuelles		
- Port des EPI.		

Actions de Contrôle :
- Toutes les soupapes sont testées selon un programme d'inspection. - Toute l'instrumentation concernée est vérifiée après une surpression et ouverture répétitive des soupapes
Améliorations proposées:
- Mettre des contacteurs indiquant l'ouverture des soupapes..

IV.2- 3- e / Risque de la température sur l'homme,

lié aux températures : Ce risque se manifeste par des brûlures (flamme, vapeur, surface chaude, arc électrique, MEA chaude, huile, eau) et de gelure (fluide cryogénique)..		
Niveau de risque :	Probabilité : 3 Gravité : 2	RS
Localisation :	Traitement, utilités, vapeur BP, MP et HP. Fosse des pompes GNL, pompe GNL, Pompe de reflux, prise d'échantillons,	
Actions de Prévention/Protection mises en place :		
1- Actions de prévention - Procédure de travail - Permis de travail. 2- Protections collectives - Balisages des points ou équipement à risque. 3- Protections individuelles - Port des EPI.		
Actions de Contrôle :		
- Control de l'ambiance thermique dans les lieux de travail. - Suivi médical des agents exposés à ce risque. - Assurer l'étanchéité thermique des équipements présentant un risque de contact direct avec l'opérateur.		
Améliorations proposées:		
- Dotation avec des EPI selon fiche de fonction et norme en vigueur. - Etablir une cartographie de l'ambiance thermique dans le site.		

IV.2- 3- f / Risque de la température sur l'environnement,

lié aux températures : Ce risque se manifeste par une libération d'une énergie thermique perturbatrice de la faune et de la flore ainsi que la température de l'air ambiant (retour eau de refroidissement, flux radiatif des torches, fumés de cheminés et développement d'algues (dans les sections cryogéniques).		
Niveau de risque :	Probabilité : 3 Gravité : 1	RSM
Localisation :	Torches, cheminés de chaudières ABB et procès, canal de rejet	
Actions de Prévention/Protection mises en place :		
1- Actions de prévention - La conception du canal du rejet favorise le refroidissement de l'eau de mer rejetée vers le large. - Régulation rapport air-combustible, régulation de la température de rejets des fumés par le registre. - Respect des paramètres opératoires. - Etanchement des fuites de vapeur.		
Actions de Contrôle :		
- Une analyse de la température des fumés de chaudières se fait périodiquement.		

- Un centre de surveillance de la pollution prend en charge la mesure des variations de températures ; il s'agit d'un projet en cours de réalisation piloté par l'EGZIA.
Améliorations proposées:
- Veiller à l'étanchéité du réseau vapeur. - Lancer une étude de récupération des gaz torchés.

IV.2- 3- g / Risque de la température sur les équipements,

lié aux températures : Ce risque est présent à tous les niveaux des points chauds et froids du procédé et peut accélérer également le phénomène de la corrosion.		
Niveau de risque :	Probabilité : 3 Gravité : 2	RS
Localisation :	Traitement, plate forme de compression Chaudières, utilités, collecteur vapeur BP, MP et HP, fractionnement liquéfaction plate forme de compression, stockage GNL Gazoline et expédition Ligne cryogéniques	
Actions de Prévention/Protection mises en place :		
1- Actions de prévention - calorifuge pour les lignes froides et chaudes - régulation de la température. - Respect du choix et la nuance des matériaux lors de la phase de changement et de la maintenance (soudure). - Respect les limites opératoires et la procédure de mise en froid et les pallier de température lors des démarrages et/ ou d'arrêt 2- Protections collectives - Signalisation 3- Protections individuelles - Port des EPI.		
Actions de Contrôle :		
- Vérification des bouchons des purges. - Inspection des Hublots des foyers des chaudières. - Contrôle des points chauds dans les chaudières par caméra thermique. - Test des vireurs lors des arrêts.		
Améliorations proposées:		
- Vérification des joints de dilatation thermique. - Veiller au contrôle de la bonne l'étanchéité des plans de brides pour les équipements.		

IV.2- 3- h / Risque Chute Plain-pied

Ce risque se manifeste par l'état des sols suite à l'épandage ou fuite d'huiles et stagnation d'eau (formation de sol glissants), sols accidentés et inégaux (marches) , état dégradé des passerelles, caillebotis, inaccessibilité des vannes, passages étroits, encombrement des espaces et passages de circulation par la présence d'obstacles, prolifération d'algue au niveau des sols, mal éclairage des lieux....etc		
Niveau de risque :	Probabilité : 3 Gravité : 2	RS
Localisation :	zone de procédé, voies de circulation et bâtiments administratifs	
Actions de Prévention/Protection mises en place :		
1- Actions de prévention - Nettoyage quotidien des sols avec cracher d'eau et balayage.		

<ul style="list-style-type: none"> - Le ramassage des déchets et autres matériaux (laine de verre, calorifuge, tubes d'échafaudage, ferrailles et débris métalliques, rebut de chantier de démolition et madriers) se fait au fur et à mesure de l'avancement des travaux. - Réparation des sols accidentés. - Découpage des tiges de support implantées dans les sols et non utilisées. <p>2- Protections collectives</p> <ul style="list-style-type: none"> - Signalisation. <p>3- Protections individuelles</p> <ul style="list-style-type: none"> - Port de chaussures de sécurité.
<p>Actions de Contrôle :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le suivi de l'état de réparations des passerelles et caillebotis inspectés et signalés sur le rapport Hebdomadaire.
<p>Améliorations proposées:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Faire une analyse poussée sur les causes profondes et réelles qui induisent ce risque. - Eviter l'accumulation d'outils et tubes d'échafaudage inutilisés. - Effectuer une inspection de l'éclairage nocturne au niveau des installations dans les endroits mal éclairés. - Prévoir des nettoyages avec des produits adéquats pour éliminer la prolifération des algues.

IV.2- 3- i/ Risque Chute de Hauteur

<p>Ce risque existe principalement dans les travaux ou les opérations quotidiennes qui sont exécutés en hauteur. Il se manifeste dans les endroits présentant des parties en contrebas (escaliers, passerelle ...), accès à des parties hautes (toiture, éclairage et étagères), utilisation des dispositifs mobiles (échelles, escabeaux, échafaudages) et utilisation de moyen inadaptés (chaise, carton).</p>		
Niveau de risque :	<p>Probabilité : 3</p> <p>Gravité : 3</p>	RS
Localisation :	<p>Plate forme des compresseurs, vannes inaccessibles, lignes aériennes, échelles et escaliers, échafaudage, toitures des bâtiments,</p>	
<p>Actions de Prévention/Protection mises en place :</p> <p>1- Actions de prévention</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation des crafts exécutant les travaux en hauteur. - Les travaux en hauteurs des équipements inaccessibles sont exécutés sur des échafaudages. - Le permis de travail n'est délivré par l'inspecteur qu'après vérification de l'échafaudage. - Les travaux de montage et démontage d'échafaudage sont exécutés par le port de l'harnais. <p>2- Protections collectives</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tous les équipements de la zone procès (échangeurs, colonnes,...etc.) sont dotés d'échelles et de passerelles. - Les gardes fous non-conformes sont systématiquement signalés. - Un balisage des travaux en hauteur est appliqué et vérifié quotidiennement. - Arrêt de s les travaux lors des vents dépassant 50 km/h. <p>3- Protections individuelles</p> <ul style="list-style-type: none"> - Port des chaussures antidérapantes obligatoire ainsi que les Harnais et baudriers lors des travaux en hauteur. - Les travaux sur les échafaudages de trois niveaux sont exécutés par le port de l'harnais en plus de l'existence de la protection collective (garde fou). 		
<p>Actions de Contrôle :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Etablir des checklists d'échafaudage (au moins pour un seul montage). - Une analyse de risque précède systématiquement tous travaux en hauteur. 		

Améliorations proposées:
<ul style="list-style-type: none"> - Activé le dossier des vannes Inaccessible. - Veiller à la consignation des échafaudages et exiger des certificats de monteur échafauteur. - Exiger la vérification périodique des harnais tel qu'exigé par les normes en vigueur. - Exiger l'installation des lignes de vie et des filets de sécurité lors des travaux.

IV.2- 3- j/ Risque lié à la Manutention Manuelle

Ce risque existe principalement dans les travaux ou les opérations quotidiennes.		
Niveau de risque :	Probabilité : 2 Gravité : 2	RSM
Localisation :	Ateliers de maintenance, zone procédé, magasin appro, bâtiments et restauration	
Actions de Prévention/Protection mises en place :		
1. Actions de prévention		
<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation du personnel sur les risques des travaux de manutention manuelle. - Toutes les charges lourdes sont transportées et manipulées par des engins (grue, charcks , palette de transport et camions). - Utilisation des chariots pour la manipulation des fûts. 		
2. Protections collectives		
<ul style="list-style-type: none"> - Présence de protections au niveau des accouplements des machines tournantes. - Signalisations. - Application et respect des procédures de travail. 		
3. Protections individuelles		
<ul style="list-style-type: none"> - Port des EPI 		
Actions de Contrôle :		
<ul style="list-style-type: none"> - Une analyse de risque précède systématiquement tous travail manuel. 		
Améliorations proposées:		
<ul style="list-style-type: none"> - Programmer une formation de geste et de postures pour tous personnel de P, G et I. - Limiter le personnel intervenant. - Dotation en EPI selon la fiche de poste. 		

IV.2- 3- k/ Risque lié à la manutention mécanique

Ce risque est représenté par : chute d'une charge (objets et outils), rupture, basculement, heurtes de personnes et collisions.		
Niveau de risque :	Probabilité : 2 Gravité : 1	RNS
Localisation :	zone procédé et zone de stockage, ateliers et bâtiments.	
Actions de Prévention/Protection mises en place :		
1. Actions de prévention		
<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation du personnel sur les risques des travaux de manutention mécanique. - Respect des charges maximales admises des engins lors des opérations de levage (grue, charcks , palette de transport et camions). 		
2. Protections collectives		
<ul style="list-style-type: none"> - Protection des parties électrique et rotatives. - Signalisation. - Application et respect des procédures de travail. 		
3. Protections individuelles		
<ul style="list-style-type: none"> - Port des EPI. 		
Actions de Contrôle :		

- Une analyse de risque précède systématiquement tous travaux mécaniques.
Améliorations proposées:
<ul style="list-style-type: none"> - Etablir un checklist de contrôle et veiller à son application avant toute manutention mécanique - Intégrer le périmètre de sécurité lors des manutentions mécaniques dans la procédure de levage. - Exiger un plan de levage. - Exiger un certificat d'aptitude à la conduite en sécurité pour les chauffeurs de grues et engin de manutention - Suivi médical des conducteurs. - Respecter le planning des visites techniques réglementaires des moyens de manutentions soumis. - Isolation des sources d'ignition pendant les manutentions

IV.2- 3- I/ Risque lié aux nuisances et aux bruits

Ce risque est engendré principalement par le circuit vapeur. ce dernier peut atteindre des niveaux brouillant en cas de fuite.		
Niveau de risque :	Probabilité : 3 Gravité : 2	RS
Localisation :	Zone procédé, Ateliers, magasins, lieux de stockage, laboratoire,	
Actions de Prévention/Protection mises en place :		
1. Actions de prévention <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation du personnel sur les risques lié aux nuisances et au bruit. - Quantité de fûts minimale au niveau des installations afin de limiter les nuisances olfactives. 2. Protections collectives <ul style="list-style-type: none"> - Signalisation - Les fuites sont étanchées régulièrement que se soit dans la maintenance accidentel ou programmée 3. Protections individuelles <ul style="list-style-type: none"> - Port des EPI. 		
Actions de Contrôle :		
<ul style="list-style-type: none"> - Actualisation annuelle de la cartographie du bruit. - Des visites médicales périodiques incluant le contrôle auditif de chaque agent exposé au risque de bruit. 		
Améliorations proposées:		
<ul style="list-style-type: none"> - Programmer une formation sur les risques liés a l'exposition au bruit. - Inclure dans tout cahier de charge la cartographie du bruit pour équiper les agents sous-traitants avec les EPI nécessaires. - Faire un suivi médical minutieux des agents exposés au bruit. - Proposer une rotation de poste durant les heures de travail (changement de poste) selon le degré d'exposition, et prévoir des orientations à long terme (inter-zones). - Etudier la possibilité de l'installation des extracteurs d'air actionnés par une détection d'ambiance et ce au niveau des ateliers et magasins. - Remettre en service et normaliser les hottes au niveau du laboratoire et des cuisines. 		

IV.2- 3- M/ Risque lié à la circulation dans le complexe

Ce risque est engendré par la circulation des engins et véhicules au niveau du complexe.		
Niveau de risque :	Probabilité : 2	RSM
	Gravité : 2	
Localisation :	A tous les niveaux de GL2Z	
Actions de Prévention/Protection mises en place :		
<p>1. Actions de prévention</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation du personnel sur les risques lié aux accidents de circulation - Signalisation routière - L'accès à la zone exploitation est régit par un procédure d'accès engins. <p>2. Protections collectives</p> <ul style="list-style-type: none"> - Signalisation - Les semis, les camions citernes et les grands engins sont escortés. - Diffusion du plan de circulation. - Limitation de la vitesse à 25 km/h, et interdiction de stationner devant les accès de secours - Interdiction de la marche arrière dans la zone exploitation, et interdiction de transporter du personnel sur les engins de manutention <p>3. Protections individuelles</p> <ul style="list-style-type: none"> - Port des EPI. 		
Actions de Contrôle :		
- L'accès des l'engins/véhicules est réglementé par une procédure accès aux zones dangereuses		
Améliorations proposées:		
<ul style="list-style-type: none"> - Réviser la procédure accès engins. - Prévoir des ralentisseurs au niveau des avenues 6, 7, 8 et 11 afin de réduire la vitesse des engins et véhicule. - Faire une sensibilisation pour chaque nouveau chauffeur accédant au site. - Formation des chauffeurs transportant des produits chimiques (formation Transport des Matières Dangereuses). - Elaborer un programme de sensibilisation des conducteurs sur le plan de circulation. 		

IV.2- 3- N/ Risque lié aux projections

Ce risque est engendré par le mouvement des équipements rotatif ou des fluides et des travaux (meulage, sablage et soudure), également lors des opérations de remplissage et transvasements des produits chimiques et projection de jet de vapeur.		
Niveau de risque :	Probabilité : 3	RSM
	Gravité : 2	
Localisation :	atelier maintenance, zone exploitation, toutes les prises d'échantillons	
Actions de Prévention/Protection mises en place :		
<p>1. Actions de prévention</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation du personnel dans la salle d'animation du département sécurité. - Chaque équipement rotatif est doté d'un cache. - Les mélangeurs et les malaxeurs sont couverts et tournent à faibles vitesses - Le transfert de produit chimique s'effectue par des pompes. - Des panneaux d'obligation du port de lunette de protection sont installés sur tous les issus de la zone procès. - Etablissement d'une zone sécurisée lors des travaux de meulage et de soudage. <p>2. Protections collectives</p> <ul style="list-style-type: none"> - Présence de douches au niveau des installations. 		

- Signalisation.
3. Protections individuelles
- Les agents exposés sont dotés par des lunettes de protection et de visière de protection contre la projection de braises et de produits chimiques.
Actions de Contrôle :
- La prévention dispose d'un tableau de bord des fuites de gaz et de vapeur, aussi les travaux en atelier sont systématiquement supervisés en amont pendant et en aval de leur déroulement.
Améliorations proposées:
- Planifier des inspections préventives.
- Analyser les incidents dus à la projection et lancer une étude des postes à risque de projection..

IV.2- 3- O/ Risque lié à la manipulation de produit chimique

Ce risque est principalement du aux opérations de : préparation, transvasement, transport, manipulation et épandage de produits chimiques, insecticide, herbicides...		
Niveau de risque :	Probabilité : 3 Gravité : 3	RS
Localisation :	zone de procès, stockage, magasin approvisionnement, laboratoire, moyen généraux	
Actions de Prévention/Protection mises en place :		
1. Actions de prévention		
- Sensibilisation pour le personnel externe dans la salle d'animation du département sécurité.		
- Des formations sur les risques chimiques ont été effectuées pour tout le personnel GL2Z par le médecin de travail.		
- Une formation spécifique est assurée par l'ingénieur sécurité pour les agents exposés dans la salle d'animation du département sécurité.		
- La manipulation des fûts s'effectue par des clarck et des diables.		
- Le stockage obéit aux règles d'incompatibilité selon les préconisations des FSD		
2. Protections collectives		
- L'automatisation des opérations de transvasement des produits chimiques est en cours de d'application.		
- Signalisation.		
- Les lieux de présence de produit chimique sont dotés de douche d'urgence, et des cuvettes de rétention.		
- Des extincteurs poudres sont mis en places dans ces lieux		
3. Protections individuelles		
- EPI adéquats		
Actions de Contrôle :		
- Des inspections inopinées sont effectuées au niveau du stockage		
Améliorations proposées:		
- Installation d'une passerelle au niveau du BAC X32LF (bac anti mousse)		
- Revoir la fiabilité des équipements utilisés pour l'utilisation des produits chimiques		
- Lancer des formations pour les chauffeurs transportant des produits chimiques (formation Transport des Matières Dangereuses).		

IV.2- 3- P/ Risque Toxique

Ce risque se manifeste principalement lors des opérations de : préparation, transvasement, manipulation et épandage de produits chimiques, insecticide, herbicides et détergents. Il se manifeste par des intoxications, allergies, brûlures par inhalation, ingestion ou contact cutané de produits chimiques.		
Niveau de risque :	Probabilité : 2 Gravité : 3	RS
Localisation :	zone de procès, stockage, magasin approvisionnement, laboratoire, moyen généraux et restauration.	
Actions de Prévention/Protection mises en place :		
1. Actions de prévention <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation pour le personnel externe sur le caractère toxique des produits utilisés dans la salle d'animation du département sécurité. - Exigence des FDS des produits lors de l'achat et leur exploitation. - Exigence des FDS des produits utilisés par la sous-traitance. - L'hydrazine a été substituée par l'Eliminox. - Des formations sur les caractères toxiques des produits utilisés ont été effectuées pour tout le personnel GL2Z par le médecin de travail. - Une formation spécifique est assurée par l'ingénieur sécurité pour les agents exposés sous la tutelle du DRH. - La collecte des déchets se fait quotidiennement pour le service de restauration, et les autres déchets sont collectés dans des sachets et poubelles. 2. Protections collectives <ul style="list-style-type: none"> - Signalisation et étiquetage des produits chimiques. - Le laboratoire est doté de hottes et des extracteurs. - L'automatisation des opérations de transvasement des produits chimiques est en cours de d'application. Protections individuelles <ul style="list-style-type: none"> - EPI nécessaires à la tâche (gants, masques et lunette). 		
Actions de Contrôle :		
- Des inspections inopinées se font au niveau du stockage et dans les cuisines.		
Améliorations proposées:		
- Intégrer les exigences de dotation en matière d'EPI contre le risque toxique pour les contrats des sous-traitants.		

IV.2- 3- q/ Risque lié à l'intervention des entreprises extérieur

Ce risque est généré occasionnellement lors des MP et des grands projets dont la sous-traitance est à l'origine sous l'effet de la co-activité.		
Ce risque est plus important lors des MP. Dans ces périodes le complexe sous traite la maintenance avec plusieurs entreprises. Ou le nombre d'agents sous traitant augmente et leur gestion devient une lourde charge..		
Niveau de risque :	Probabilité : 3 Gravité : 3	RS
Localisation :	à tous les niveaux de GL2Z	
Actions de Prévention/Protection mises en place :		
1. Actions de prévention : Tous les sous traitant doivent respecter : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Spécifications HSE applicables aux sous-traitants. Et le manuel "règlement chantier". <input type="checkbox"/> Le sous-traitant s'engage à respecter les conditions contractuelles dans tout projet ou 		

<p>prestation de maintenance et d'assistance technique.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Une sensibilisation obligatoire est programmée avant tout lancement de travaux dans la salle d'animation du département sécurité. - Les travaux des sous traitants sont soumis à la procédure permis de travail GL2Z. - Tous les sous traitants sont informés du code sirène GL2.Z. - L'exigence de la présence de superviseurs sécurité du sous-traitant. <p>2. Protections collectives</p> <ul style="list-style-type: none"> - Signalisation. - Les moyens de détection et de protection sont occasionnellement à la charge du soumissionnaire. <p>3. Protections individuelles</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Port des EPI.
<p>Actions de Contrôle :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Une supervision supplémentaire est assurée par nos inspecteurs de zones. - Des réunions régulières sont effectuées pour améliorer les mesures de sécurité avec les sous traitant. - Des évaluations inopinées de l'activité des sous traitants envers les situations à risques sont effectuées occasionnellement
<p>Améliorations proposées:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Améliorer les exigences HSE incluses dans les contrats. - Inclure la cartographie du bruit dans les contrats. - Analyser les travaux pouvant générés un risque lié à la co-activité.

IV.2- 3- q/ Risque Naturel lié au Inondations

<p>Le pole industriel d'Arzew dont GL2 Z est une partie intégrante est exposé aux risque d'inondation, plusieurs inondations dévastatrices ont eu lieu depuis 40 ans les plus significantes sont celles de (1971 – 1980 – 1992 – 2001)</p>				
Niveau de risque :	<table border="1"> <tr> <td>Probabilité : 3</td> <td rowspan="2" style="background-color: red; color: white; text-align: center; vertical-align: middle;">RS</td> </tr> <tr> <td>Gravité : 3</td> </tr> </table>	Probabilité : 3	RS	Gravité : 3
Probabilité : 3	RS			
Gravité : 3				
Localisation :	Site GL2Z			
Actions de Prévention/Protection mises en place :				
<p>1. Actions de prévention</p> <ul style="list-style-type: none"> - La maintenance préventif/accidentel du réseau EDM. - L'existence d'un plan d'intervention inondation. <p>2. Protections collectives</p> <ul style="list-style-type: none"> - La possession des motos pompes tractables, des camions incendies avec pompe d'aspiration. - L'existence d'un circuit de récolte de l'eau pluvial. 				
Actions de Contrôle :				
<ul style="list-style-type: none"> - Des inspections régulières des lignes sont réalisées. 				
Améliorations proposées:				
<ul style="list-style-type: none"> - Améliorer le plan inondation. - Procéder au nettoyage du réseau égout. - La mise en application du plan anti-inondation par des exercices inopinés et réels 				

IV.2- 3- r/ Risque Naturel lié au Séisme

Le complexe GL2Z est exposé au risque de Séisme, plusieurs séismes dévastateurs ont eu lieu, la baie d'Arzew est classée zone IIA (sismicité moyenne) selon le règlement national RPA99 version 2003 du zonage sismique algérien		
Niveau de risque :	Probabilité : 1 Gravité : 3	RSM
Localisation :	Site GL2Z	
Actions de Prévention/Protection mises en place :		
- Règles de conception.		
Actions de Contrôle :		
- Inspections régulières des supports et fondations des équipements et bacs de stockage.		
Améliorations proposées:		
- Développer un plan séisme dans les plans d'attaques.		
- La mise en application du plan anti-séisme par des exercices inopinés et réels.		

IV.2- 3- S/ Risque lié aux effondrements/ affaissement

Ce risque peut être engendré par la dégradation et le vieillissement des parties génie civil et les infiltrations d'eau		
Niveau de risque :	Probabilité : 1 Gravité : 3	RSM
Localisation :	à tous les niveaux du complexe GL2Z	
Actions de Prévention/Protection mises en place :		
1. Actions de prévention		
- Sensibilisation du personnel sur ce risque dans la salle d'animation du département sécurité.		
- La construction de l'usine est basée sur des codes et des normes internationales.		
- Toute nouvelle construction liée au génie civile fait l'objet d'une étude par un ingénieur génie civile ou par un organisme spécialisé dans le domaine.		
- La réparation des parties génie civile est incluse dans les MP.		
2. Protections collectives		
- Signalisation.		
3. Protections individuelles		
- Port des EPI.		
Actions de Contrôle :		
- Les anomalies sont systématiquement signalées et envoyées aux services concernés.		
Améliorations proposées:		
- Développer et inclure dans les méthodes d'inspection des parties génie civile par des moyens de mesures avancées.		
- Inclure dans le document des plans d'attaque types un scénario d'évacuation en cas d'effondrement d'un bâtiment administratif ou atelier.		

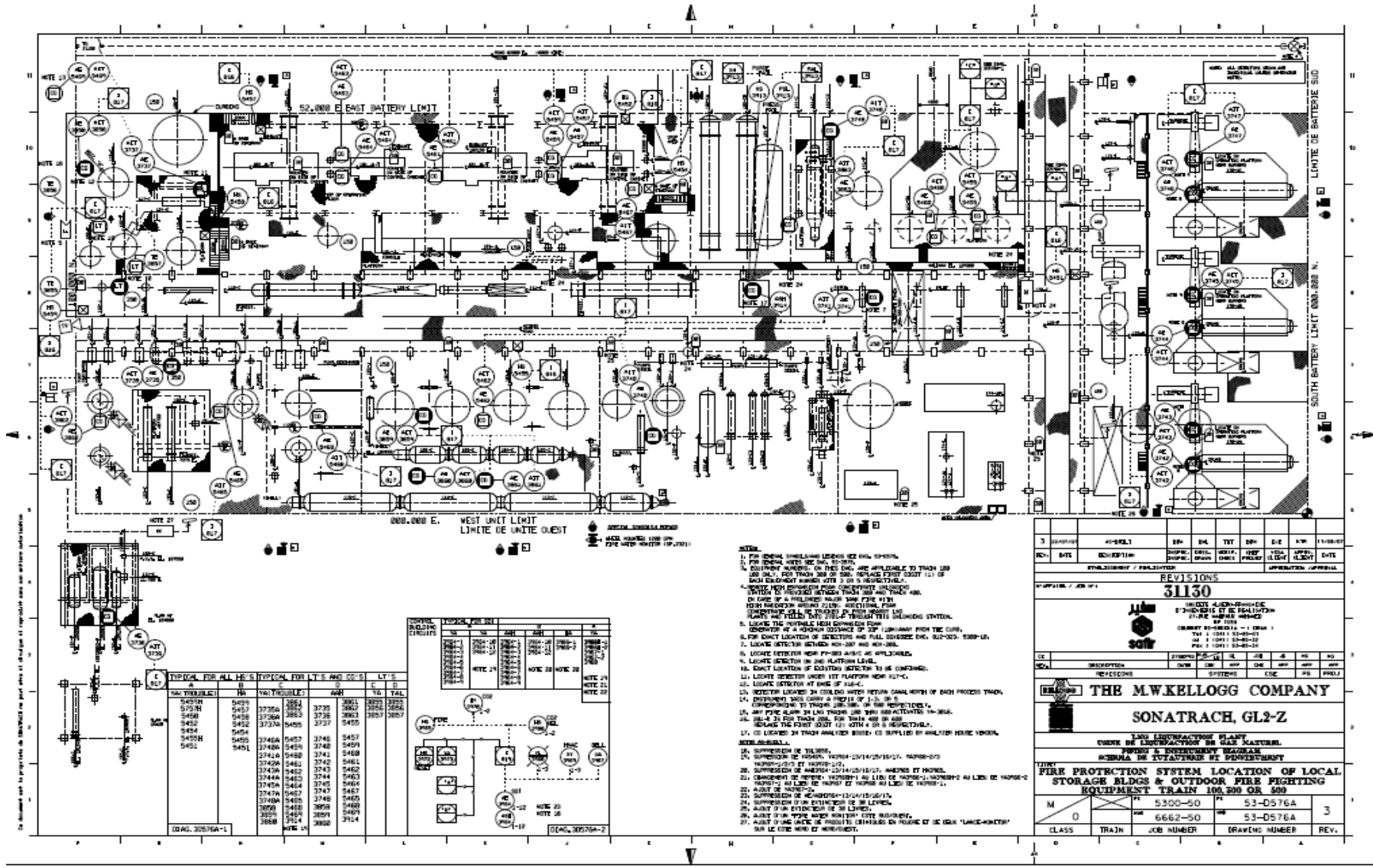
Annexe 03

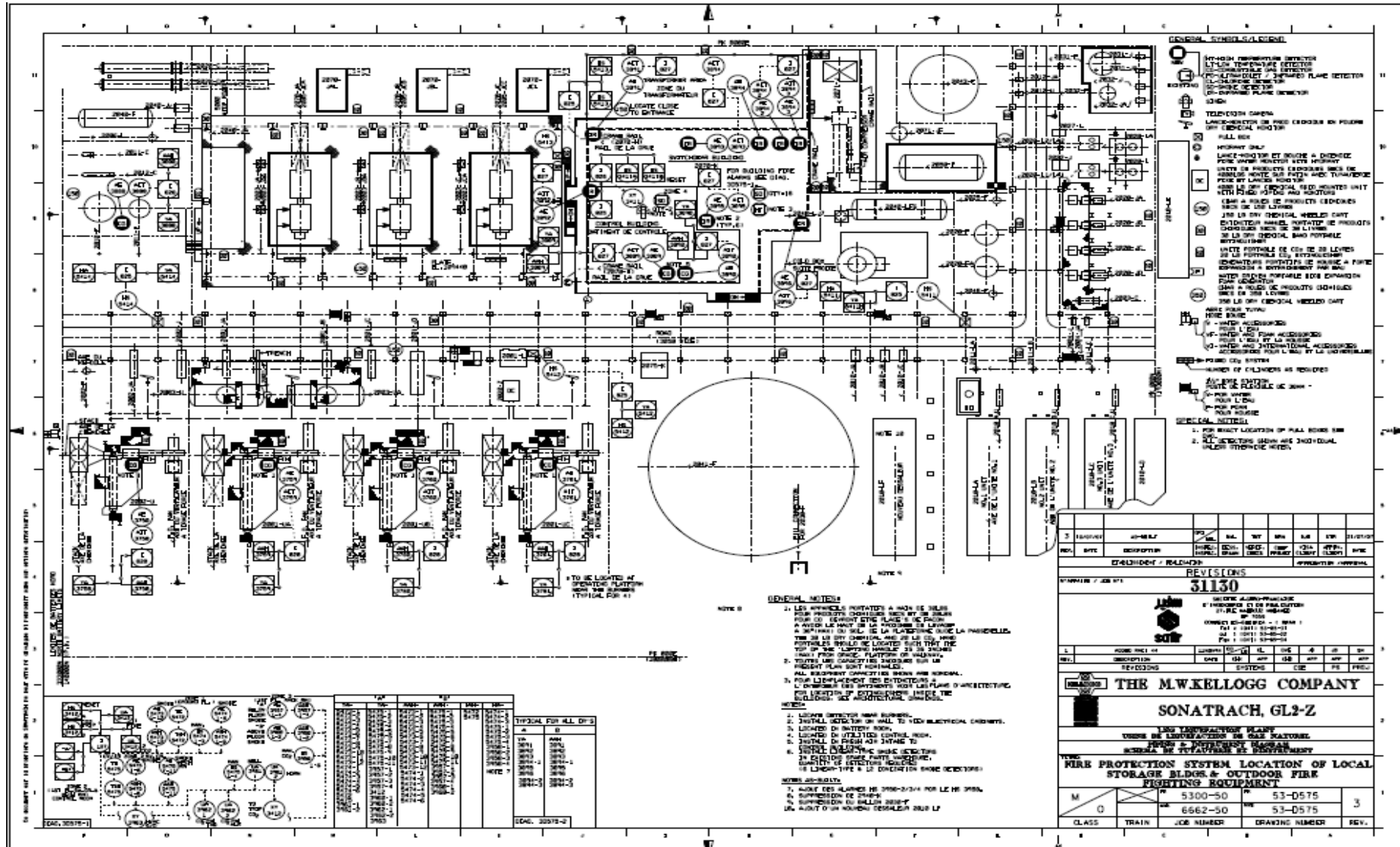
Emplacement des détecteurs de gaz au niveau du complexe GL2Z

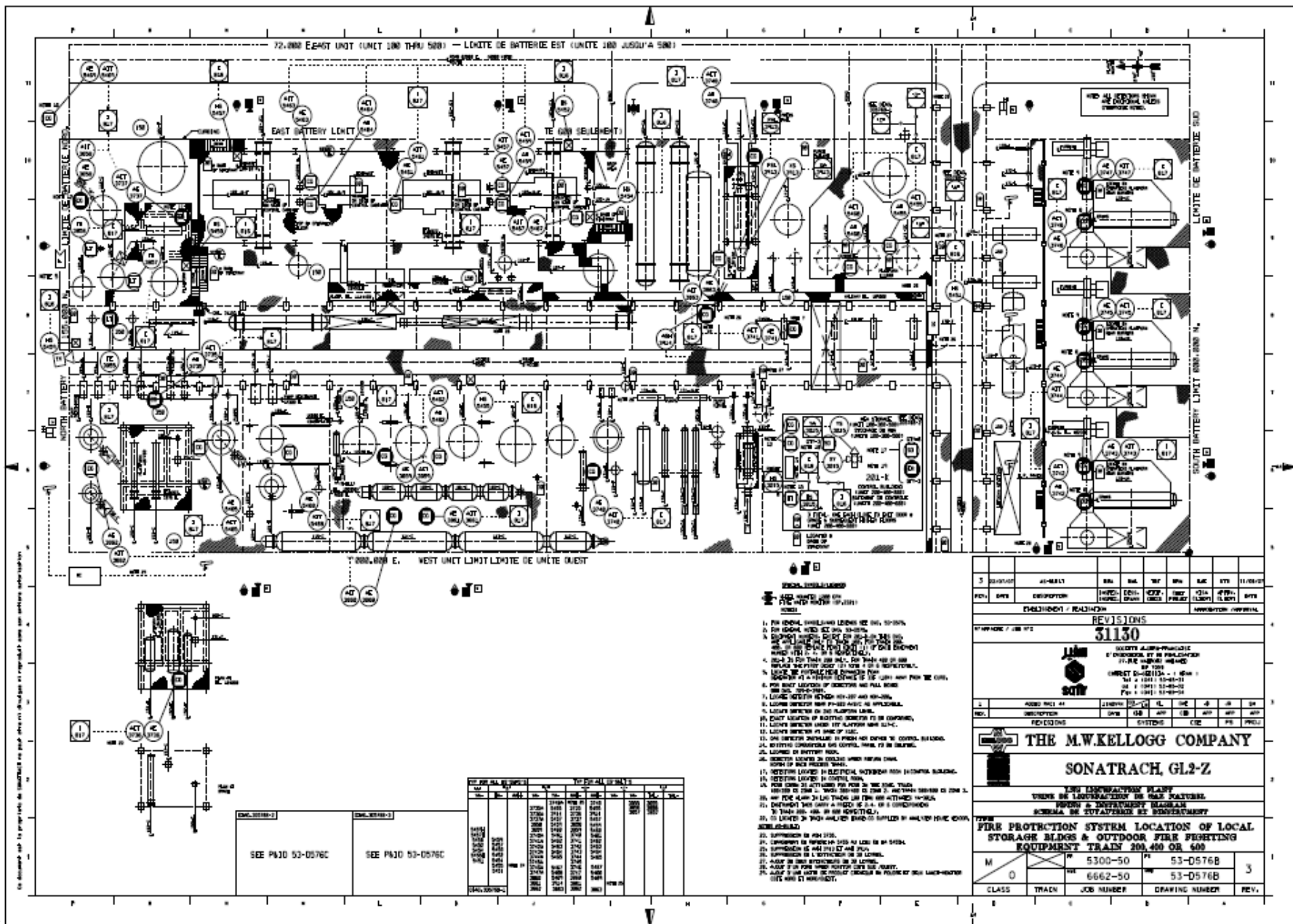
TAG NUMBERS CONSOLE DCS

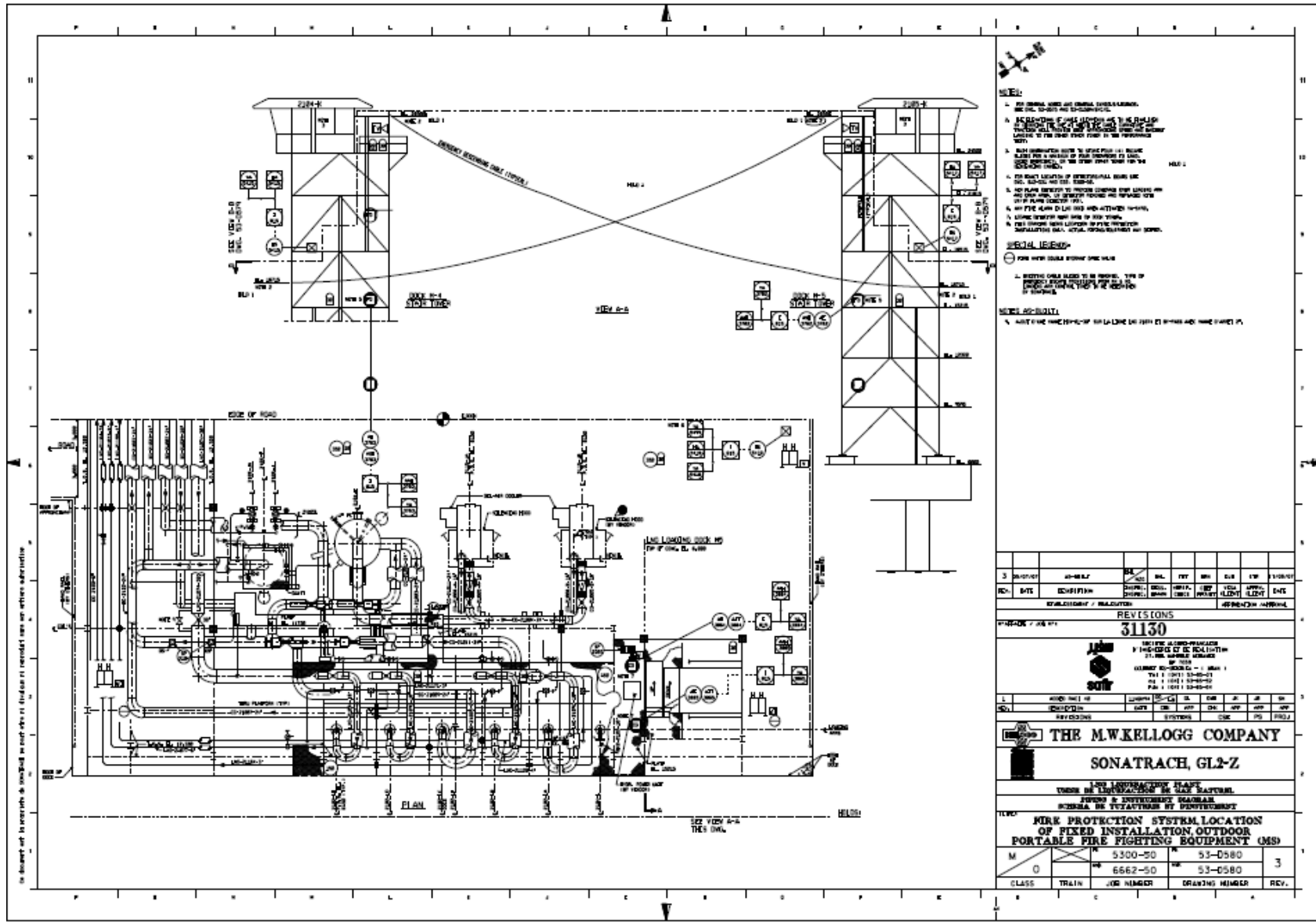
ACT : ALARME INDICATEUR TRANSMETTEUR
PI : indicateur de pression
TE : THERMOCOUPLE
FI : INDICATEUR DE DEBIT
PIL : INDICATEUR CONTROLEUR DE PRESSION
XL : DEMARRAGE POMPE
HS :HAND SWITCTH
ASH : ALARME SWITCH HIGHT
XS : ANALYSEUR
PSL : SWITCH BASSE PRESSION
YA : RELEVE D'ALARME
UA : ALARME COMMUNE
PAD : PAS DE PRESENCE DE BOULE DE FEU
PDAH : PRESSION DIFFERENTIELLE ALARME HIGT
YI : LAMPE TEMOIN
FAHH : DEBIT DE VAPEUR HAUT
ZLC : FIN DE COURSE
ZAD O FIN DE COURSE OUVERTURE
ZADC : // FERMETURE
SD : DETECTEUR DE FUMMEE
HA : ALARME HAUT
XY : LAMPE TEMOIN
YL : LAMPE TEMOIN DE PURGE
YI : LAMPE TEMOIN
PSLL :TRES BAS NIVEAU
PSHH :TRES HAUT NIVEAU
FIL : CONTROLEUR DE DEBIT
PAL :ALARME BASSE DE PRESSION

HY : ALARME CONVERTISSEUR MANUEL
TIC : CONTROLEUR INDICATEUR DE T°
IT :INDICATEUR DE TENSION
XAD :DECLENCHEMENT
ITL : INDICATEUR DE TENSION
LSL : SWITCH BAS NIVEAU
PALL : ALARME DE PRESSION TRES BASSE
AIT : ANALYSEUR TRANSMETTEUR ALARME
CG : DETECTEUR GAZ COMBUSTIBLE
IR INFRA -ROUGE
UV ULTRA VIOLET



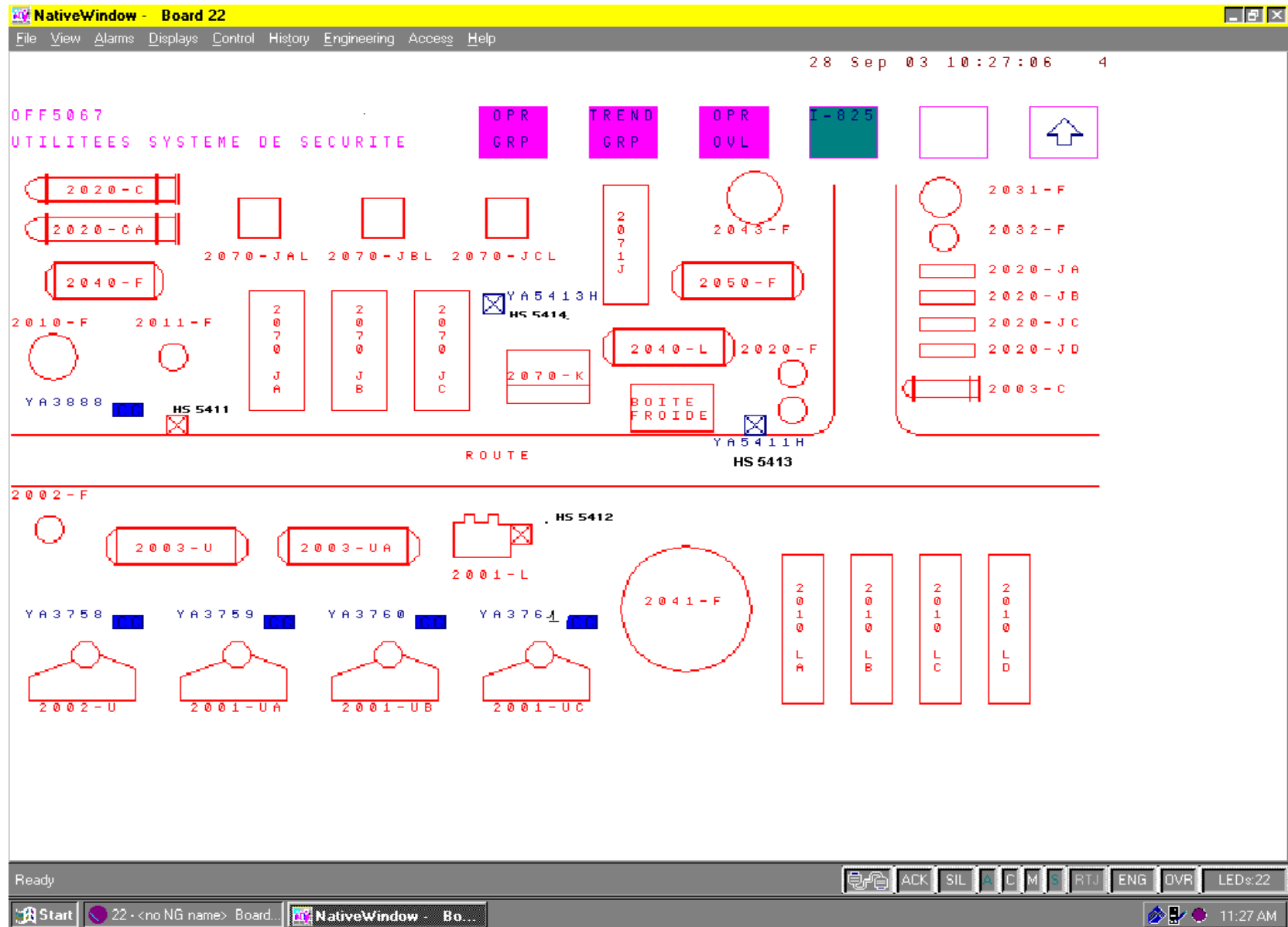






..Plans153D580.dgn 08/07/2009 14:41:38

La gestion des niveaux de sécurité intégrée « System Integrated Level » dans un procédé au niveau du GL2Z



La gestion des niveaux de sécurité intégrée « System Integrated Level » dans un procédé au niveau du GL2Z

The screenshot displays the 'NativeWindow - Board 22' interface. At the top, the title bar shows the window name and standard OS controls. Below the title bar is a menu bar with options: File, View, Alarms, Displays, Control, History, Engineering, Access, Help. The main display area shows a process diagram with various components labeled with alphanumeric codes. The diagram includes several tanks (e.g., 151-F, 104-F, 103-F, 102-F, 101-E, 106-C, 105-C, 104-C, 103-C, 115-C, 114-C, 113-C, 112-C), pipes, and other units. A status bar at the top right shows the date and time: '28 Sep 03 10:07:15 4'. Below the status bar, there are several control buttons: 'OPR GRP', 'TREND GRP', 'OPR OVL', a white square, a blue square with a downward arrow, and a cyan square with an upward arrow. The main display area also shows text: 'OFF5057B', 'TRAIN 100', and 'DETECTEURS DE GAZ DES ECHANGERS'. At the bottom of the interface, there is a taskbar with a 'Start' button, a window title '22 - <no NG name> Board...', and a system tray with icons for 'ACK', 'SIL', 'R', 'C', 'M', 'S', 'RTJ', 'ENG', 'DVR', and 'LEDs:22'. The system tray also shows the time '11:07 AM'.

La gestion des niveaux de sécurité intégrée « System Integrated Level » dans un procédé au niveau du GL2Z

The screenshot displays a control room interface for 'Board 22'. At the top, the title bar reads 'NativeWindow - Board 22'. Below it, a menu bar includes 'File', 'View', 'Alarms', 'Displays', 'Control', 'History', 'Engineering', 'Access', and 'Help'. The system time is shown as '28 Sep 03 10:06:40'. The main display area shows a process diagram with various components and labels. On the left, there are labels like 'OFF5057A', 'TRAIN 100', and 'PROTECTION DE FEU DES COMPRESSEURS'. In the center, there are several control buttons: 'OPR GRP', 'TREND GRP', 'OPR OVL', and a square button. To the right, there are two arrow buttons (down and up). The diagram itself shows a central horizontal line labeled 'ROUTE' with various components connected to it. These include pumps (e.g., 106-F, 109-F, 102-F, 107-F, 126-F, 144-F), tanks (e.g., 110-C, 126-C, 111-C), and other units (e.g., 102J/JT, 104J/JT, 101J/JT, 103J/JT). There are also labels for 'HS 5452', 'HS 5454', and 'HS-5459'. On the right side, there are vertical cylindrical components labeled '102-CA', '102-CB', '101-F', and '141-C'. The bottom of the interface shows a status bar with 'Ready' and a row of buttons: 'ACK', 'SIL', 'A', 'C', 'M', 'S', 'RTJ', 'ENG', 'OVR', and 'LEDs:22'. The Windows taskbar at the very bottom shows the 'Start' button, the active window '22 - <no NG name> Board...', and the system clock '11:06 AM'.

Résumé

La principale vocation de la sécurité est d'éliminer les risques inacceptables qui pourraient être responsable de blessures physiques, d'atteinte à la santé des personnes, dégrader l'environnement et causer des pertes de production à coût élevé.

La sécurité, ce n'est évidemment pas que de l'organisation. C'est aussi des méthodologies à suivre, des moyens techniques à déployer. Et pour cela, une norme s'est imposée à l'échelle internationale: l'IEC 61508. Il s'agit d'une norme orientée "performances", c'est-à-dire qu'elle laisse à l'utilisateur le soin de réaliser son analyse de risque et elle lui propose des moyens pour le réduire. Elle porte plus particulièrement sur le système E/E/PE (Electrical/ Electronic/Programmable Electronic Safety- related systems), c'est-à-dire les systèmes électroniques et électriques de sécurité. La norme CEI 61511 décrit différentes méthodes pour déterminer le niveau d'intégrité de sécurité d'une fonction instrumentée de sécurité SIL (Safety Integrity Level).

Cette étude est accomplissait sur un des sites de l'entreprise SONATRACH- d'Arzew au niveau du complexe de liquéfaction de gaz naturel GL2/Z, ayant pour objectif d'évaluer son niveau SIL afin d'apporter une amélioration du fonctionnement et des performances de ses installations, ainsi que leur sécurisation.

On a utilisé la méthode A.P.R pour répertorier tous les types de risques qui sont connus ou qui pourraient se manifester au sein de l'entreprise; Cela consiste principalement à repérer et identifier tous les risques majeurs. Tel que les fuites de gaz qui peuvent engendrer des dommages humains, environnementales et sur les biens. Ces dernier sont repairais par un équipement représentatif du système instrumenté de sécurité; c'est les détecteurs de gaz IR (Infrarouge. Détecteurs Zellweger), qui a fais objet de notre étude afin de déterminer la sureté de fonctionnement de ces détecteurs et leurs degré d'intégrité de sécurité SIL au sein du complexe GL2Z; on a créé une feuille de calcule qui nous a permis a mieux estimées le niveau d'intégrité de la sécurité de ces détecteurs au niveau du complexe gazier GL2Z.

Abstract

The main purpose of security is to eliminate unacceptable risks that might be responsible for physical injuries, damage to human health, degrade the environment and cause losses of high-cost production.

Security, this is obviously not that of the organization. It is also to follow methodologies, technical resources to deploy. And for that, has become a standard international: IEC 61508. This is a standard oriented "performances", that is to say, it gives the user the task of carrying out its risk analysis and she suggests ways to reduce it. It focuses on the E / E / PE (Electrical / Electronic / Programmable Electronic Safety-related systems), that is to say electronic systems and electrical safety. IEC 61511 describes various methods for determining the level of safety integrity of a safety instrumented function (SIL Safety Integrity Level).

This study was performed on one of the sites the company Sonatrach Arzew at the existing liquefied natural gas GL2 / Z, with the aim of assessing his SIL to provide improved operation and performance its facilities and their security.

We used the SAM method to list all types of risks that are known or could occur within the enterprise; this is mainly to detect and identify all major risks. Such as gas leaks that can cause human damage, environmental and property. These latter are a representative equipment repairs of safety instrumented system, it's IR gas detectors (Detectors Infrarouge. Zellweger), who do object of our study to determine the dependability of these detectors and their degree of integrity of SIL in the complex GL2Z, we created a spreadsheet that has helped us better estimated the level of safety integrity of these detectors at the gas complex GL2Z.