

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



**ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE**

**Filière QHSE-GRI**

**Mémoire de Master  
en QHSE-GRI**

Intitulé

**Influence du système de management sur la  
performance des barrières de sécurité (opération C de  
la méthode ARAMIS)  
Cas ARCELORMITTAL Algérie**

Etudié par : M<sup>elle</sup> BARKACHE Sara

Proposé par : M<sup>r</sup> MEZIGHECHE Noureddine

Encadré par : - M<sup>me</sup> BOUTEKEDJIRET Chahrazed (ENP)

- M<sup>r</sup> BENMOKHTAR Amine (ENP)

- M<sup>r</sup> MEZIGHECHE Noureddine (ARCELORMITTAL)

Promotion Juin 2015

## DÉDICACES

*A mes Parents*

*A ma chère tante AKILA*

*A mon frère.*

## REMERCIEMENTS

Le présent rapport n'aurait pas vu le jour sans la contribution de nombreuses personnes à qui j'aimerais adresser mes vifs remerciements. En premier lieu, mes encadreurs académiques de l'École Nationale Polytechnique (ENP), Mme C. BOUTEKEDJIRET et Mr A. BENMOKHTAR pour leurs soutiens académiques et moral.

Mes sincères remerciements à **M<sup>me</sup> K. DJOUADI** Professeur à l'Ecole Nationale Polytechnique pour l'honneur qu'elle nous fait de présider le jury ainsi qu'à **M<sup>r</sup> K. BENSARI** et **M<sup>r</sup> B. TOUAHAR** pour avoir accepté de juger ce travail.

Je remercie également Mme ZEBOU DJ responsable de la filière QHSE-GRI à L'ENP pour l'opportunité de stage en milieu industriel.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon tuteur au sein de l'entreprise ARCELORMITTAL, Mr N. MEZIGUECH pour son temps et son aimable aide pour réaliser mon projet, ainsi qu'à Mr KADER pour m'avoir offert l'opportunité de réaliser mon stage pour la préparation mon mémoire de Master au sein du service Prévention des Risques Professionnels (PRP).

Je suis très reconnaissante aux ingénieurs du service d'exploitation four au niveau de l'unité Laminoir de Rond à Béton (LRB), en particulier Mrs AMRANI et LOUNICE chef de service SAP et Méthodes pour leurs grands efforts pour la réalisation de ce projet sur terrain.

Je remercie aussi Mr A.AMIAR doctorant et enseignant du module sécurité industrielle et ingénieur de production à SONALGAZ pour m'avoir orienté dans la démarche à suivre pour réaliser mon travail.

Je dois un grand merci au Mr C. DELVOSALLE Président de l'Institut Risques de l'École Polytechnique des Mons en Belgique et Mr Nijs Jan Duijm de l'Université de Technologie, département management industriel en Danemark pour la documentation nécessaire à la réalisation de la méthode ARAMIS.

Merci beaucoup à tous.

## ملخص

عنوان: أثر نظام إدارة السلامة على أداء حواجز السلامة (عملية س لطريقة أراميس)  
الصناعات تعتمد نظم إدارة السلامة من أجل السيطرة على المخاطر بشكل صحيح، ولكن الدراسة الكمية للتأثير هذا الأخير ليس من السهل التطرق لها. هذا العمل يعرض تطبيق نهج جديد تم تطويره كجزء من الأسلوب الأوروبي لتحليل المخاطر: أراميس. إن تقدير احتمالات وقوع سيناريوهات الحوادث الكبرى لم تأخذ أبداً بعين الاعتبار تأثير الإدارة على أداء الحواجز التقنية والتنظيمية الموضوعة لمنعها. هذا العمل يعرض النتائج الكمية التي يمكن أن تؤخذ بعين الاعتبار لحساب مستويات الثقة للحواجز.

### كلمات المفاتيح:

نظم إدارة السلامة , الحواجز الأمنية, (ARAMIS) طريقة اراميس, مستويات الثقة للحواجز.

### RÉSUMÉ

Titre : Influence du Système de Management sur la Performance des Barrières de Sécurité (opération C de la Méthode ARAMIS)

Les industries adoptent des systèmes de management de la sécurité dans le but de bien maîtriser les risques. Cependant, l'étude quantitative de l'influence de ces derniers n'est pas facile à aborder. Ce travail présente l'application d'une nouvelle démarche développée dans le cadre de la méthode européenne d'analyse des risques ARAMIS. L'estimation des probabilités d'occurrence des scénarios d'accidents majeurs n'a jamais pris en considération l'effet du management sur la performance des barrières techniques et organisationnelles mises en place pour la prévention. Notre travail fournit des résultats quantitatifs qui peuvent être pris en compte pour le calcul des niveaux de confiance des barrières.

### Mots-clés :

Système de management de la sécurité, Méthode ARAMIS, barrières de sécurité, niveau de confiance opérationnel,

### ABSTRACT

Title: The influence of the safety management system on the performance of the safety barriers ( operation C of the ARAMIS method)

The industries adopt safety management systems in order to properly control risks, but the quantitative study of the influence of it was not easy to tackle. This work presents the application of a new approach developed as a part of the European method of risk analysis ARAMIS. Estimating the occurrence of a major accident scenarios probabilities never took into consideration the effect of management on the performance of technical and organizational barriers set up to prevent. Hence our work provided the quantitative results that can be taken into account for calculating the confidence levels of the barriers.

### Key words:

Safety management system, ARAMIS method, Safety barriers, Operational level of confidence

# LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1-1</b> : Typologie des barrières de sécurité selon la méthode ARAMIS .....	11
<b>Tableau 1-2</b> : Echelle quantitative des sous processus .....	16
<b>Tableau 3-1</b> : Résultats de la classification des barrières .....	20
<b>Tableau 3-2</b> : Elément à auditer pour le Système de management de sécurité à auditer.....	21
<b>Tableau 3-2</b> : Elément à auditer pour le Système de management de sécurité à auditer (suite) .....	22
<b>Tableau 3-3</b> : Quantification des sous processus du processus <b>Disponibilité du personnel</b> .....	23
<b>Tableau 3-4</b> : Quantification des sous processus du processus <b>compétence et aptitude</b> .....	24
<b>Tableau 3-5</b> : Quantification des sous processus du processus <b>Implication du personnel et résolution des conflits</b> .....	24
<b>Tableau 3-6</b> : Quantification des sous processus du processus <b>communication &amp; coordination</b> ..	25
<b>Tableau 3-7</b> : Quantification des sous processus du processus <b>Procédures, règles et objectifs</b> ....	25
<b>Tableau 3-8</b> : Quantification des sous processus du processus <b>Détermination des spécifications de conception (incluant l'interface homme/machine), achat, construction, installation, et gestion des pièces</b> .....	26
<b>Tableau 3-9</b> : Quantification des sous processus du processus <b>Gestion de d'inspection, tests et maintenance</b> .....	26
<b>Tableau 3-10</b> : Les résultats du calcul de NCop des barrières.....	31

## **LISTE DES FIGURES**

Figure 2-1 : Processus général du management de la sécurité en relation avec les risques d'accidents majeurs.....	8
Figure 2-2: Éléments structurels de l'organisation de la gestion de la sécurité du cycle de vie des barrières de sécurité .....	9
Figure 3-1: Interface de calcul du niveau de confiance opérationnel ( <i>operationel Level of Confidence</i> ).....	30

# LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

<b>OHSAS</b>	<i>Occupational Health and Safety Assessment Series</i>
<b>ARAMIS</b>	<i>Accidental Risk Assessment Methodology For Industries</i>
<b>ISO</b>	<i>International standardization Organization</i>
<b>MIRAS</b>	Methodology for the Identification of Reference Accident Scenario
<b>SIL</b>	<i>Safety Integrity Level</i>
<b>PFD</b>	<i>Probability of Failure on Demand</i>
<b>LRB</b>	Laminoir de Rond à Béton
<b>JORADP</b>	Journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire
<b>QHSE-GRI</b>	Qualité Hygiène Sécurité Environnement - Gestion des Risques Industriels
<b>CHS</b>	Commission Hygiène et Sécurité
<b>MRE</b>	Maintenance Régulation, Électrique
<b>TS</b>	Technicien Supérieur

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>CHAPITRE 1</b> <b>MISE EN CONTEXTE, PROBLÉMATIQUE et OBJECTIFS</b> .....	<b>3</b>
1.1. Mise en contexte.....	3
1.2. Problématique.....	3
1.3. Objectifs .....	4
1.4. Présentation de L'entreprise.....	5
<b>CHAPITRE 2</b> <b>MÉTHODOLOGIE ET OUTILS</b> .....	<b>7</b>
2.1. Système de management de la sécurité .....	7
2.2. Évaluation de l'influence du système de management de la sécurité : outils proposés par la méthode ARAMIS .....	8
2.3. Interfaces, barrières et systèmes de management de la sécurité .....	10
2.4. Protocole d'audit .....	12
2.5. Évaluation de la culture sécuritaire de l'organisation .....	13
2.6. Quantification des résultats.....	14
<b>CHAPITRE 3</b> <b>PARTIE PRATIQUE</b> .....	<b>17</b>
3.1. Audit .....	17
3.1.1. Préparation de l'audit .....	18
3.1.2. Déroulement sur terrain .....	22
3.2. Questionnaire de la culture sécuritaire .....	26
3.2.1. Préparation .....	26
3.2.2. Déroulement sur terrain .....	28
3.2.3. Quantification .....	28
3.3. Calcul du niveau de confiance opérationnel .....	29
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>33</b>
<b>Références</b> .....	<b>34</b>

# INTRODUCTION

La nouvelle approche la plus adoptée par les grandes industries est le système de management de la sécurité. Dans un but de mieux gérer et contrôler les risques industriels et professionnels. Le management en sécurité est le garant de la performance des barrières techniques, mais s'il ne fonctionne pas correctement il peut diminuer celle-ci.

Mais l'évaluation de l'influence réelle du management sur terrain n'est pas évidente. D'où la nécessité de développer des outils scientifiques dans ce sens, En 2004, La commission européenne a développé une nouvelle méthode intégrée pour l'analyse des risques qui prend en considération le facteur management. La méthode intitulée ARAMIS (*Accidental Risk Assessment Methodology For Industries*) développe une démarche basée sur cinq cas d'études en Europe qui définit des paramètres mesurables d'influence de système de management.

L'objectif de notre travail est d'appliquer la démarche d'ARAMIS pour étudier l'influence du système de management de la sécurité sur la performance des barrières de sécurité pour un scénario identifié.

La première étape effectuée lors de notre étude, consiste à présenter les concepts de la démarche proposée par la méthode ARAMIS.

Notre mémoire se décompose en trois chapitres. :

Le chapitre 1 est consacré au contexte général de l'étude, et à la problématique.

Dans le chapitre 2, nous allons expliquer la méthodologie adoptée.

Dans Le chapitre 3, nous présenterons l'application sur terrain et les résultats obtenus

# **CHAPITRE 1 : MISE EN CONTEXTE, PROBLÉMATIQUE et OBJECTIFS**

Ce chapitre présente la construction de la problématique de ce travail suite à l'identification des besoins de l'entreprise.

## **1.1. Mise en contexte**

Les sites industriels à risques majeurs doivent démontrer la mise en œuvre d'un système de gestion de la sécurité dans le cadre de la prévention des accidents majeurs. La loi Algérienne (JORADP 04- 20) exige également une analyse des risques qui doit être effectuée, pour démontrer le développement possible des accidents majeurs et leurs probabilités. En 2006 dans le décret exécutif 06-168, le gouvernement algérien exige à tous les sites à risques majeurs d'établir une étude de danger.

En 2007, le complexe sidérurgique ArcelorMittal Algérie a fait appel dans un premier temps à un organisme spécialisé pour établir une étude de danger. Par la suite, l'entreprise a adopté un nouveau projet d'implémentation du système de management de la sécurité selon la norme internationale OHSAS (Occupational Health and Safety Assessment Series) 18001. Le chapitre 4.4.7 de cette norme traite la prévention des situations d'urgence et la capacité de l'entreprise à réagir. Dans ce contexte l'entreprise a identifié un nouveau besoin de mesurer les performances des moyens techniques et organisationnels de prévention des risques majeurs existants après la certification de leur système OHSAS en 2010.

## **1.2. Problématique**

Jusqu'à présent, il a été difficile d'évaluer l'influence du système de management de la sécurité sur la maîtrise des risques, et de plus de montrer de manière satisfaisante la façon dont cela devrait être pris en compte dans l'analyse des risques.

Etant donné que le complexe sidérurgique ArcelorMittal Algérie, est un établissement classé comme zone à risques majeurs, nous avons mené une étude sur la prévention des risques majeurs selon la méthode ARAMIS (Accidental Risk Assessment Methodology For IndustrieS) dans le

cadre du projet de fin d'étude. Ce travail est un complément de cette étude qui répond à la problématique suivante :

Comment évaluer l'influence du système de management de la sécurité sur la performance des barrières techniques et organisationnelles mis en place pour la prévention des risques majeurs ?

### **1.3. Objectifs**

Un des objectifs de la méthode "ARAMIS" était d'inclure l'efficacité de la gestion de la sécurité dans l'évaluation des risques. La troisième partie de la méthode appelé l'opération 'C' traite l'élaboration d'une évaluation de l'efficacité et l'efficience du management de la sécurité pour prévenir et atténuer les accidents majeurs.

La gestion de la sécurité appliquée dans une politique de prévention des accidents majeurs conduit à définir des actions liées à des facteurs techniques, organisationnels et humains. L'opération C a pour objet d'évaluer l'influence du management de la sécurité sur la maîtrise des risques d'accidents majeurs sur site. Il s'agit :

- d'effectuer le lien entre le management et les performances attendues des barrières caractérisées pendant l'analyse de risque,
- d'évaluer l'influence de l'organisation mise en place sur un site sur le niveau de confiance attendu des différentes barrières.

L'objectif opérationnel de management de la sécurité est de renforcer les barrières et les lignes de défense (pouvant être technique ou comportementale).

L'efficacité des barrières dépend de la structure organisationnelle et de la gestion contre les accidents (entretien, adéquation des procédures, formation, attitudes du personnel et culture de sécurité, etc.). La gestion de la sécurité contient un grand nombre de responsabilités, de tâches et de fonctions. Cette dernière affecte directement la probabilité d'occurrence des scénarios.

Dans cette partie nous présentons les principes du système de management de la sécurité dans le cadre de la gestion des barrières de sécurité. Nous présentons aussi l'opération C de la méthode ARAMIS intitulée : Évaluation de l'efficacité de système de management de sécurité et de gestion des barrières de sécurité,

#### **1.4. Présentation de L'entreprise**

ARCELORMITTAL Algérie est un complexe sidérurgique intégré détenu à 51% par le groupe SIDER et 49% par le groupe ARCELORMITTAL. Il est situé à proximité de la localité de Sidi Amar à 12 km au sud d'Annaba.

Informations relatives au complexe :

- Surface : 832 hectares.
- Production nominale : 1,2 Million tonnes d'acier liquide brut.
- Alimenté par les mines de Ouanza et Boukhadra situées à Tebessa à 200 km de Annaba, avec une capacité de 3 millions tonnes/ an de minerai de fer. Les Réserves en fer de ces mines est de 86 millions tonnes.

Les unités de procédés du complexe ArcelorMittal sont :

- 2 batteries de four à coke.
- 2 chaînes d'agglomération.
- 2 Hauts Fourneaux (HF).
- 3 aciéries.
- 1 laminoir à chaud à bandes.
- 2 laminoirs à froid tandem à 5 cages.
- 2 lignes de galvanisation.
- 1 ligne d'étamage électrolytique.
- 1 tuberie sans soudure.
- 2 laminoirs à fil et rond.

Le complexe ArcelorMittal est de type intégré, il dispose de l'ensemble des unités d'utilités nécessaires au fonctionnement de ses unités de procédés. Les plus importantes à citer sont :

- La centrale à oxygène et le réseau de distribution des fluides,

- La centrale thermique (à l'arrêt),
- Le réseau de distribution électrique,
- La sphère de stockage de l'ammoniac.

L'entreprise est certifié ISO 9001 (norme internationale du système de management de la qualité) et OHSAS 18001 (norme internationale du système de management de la sécurité et la santé au travail).

## CHAPITRE 2 MÉTHODOLOGIE ET OUTILS

Ce chapitre présente la méthodologie de travail et résume une synthèse de la théorie nécessaire à la partie pratique.

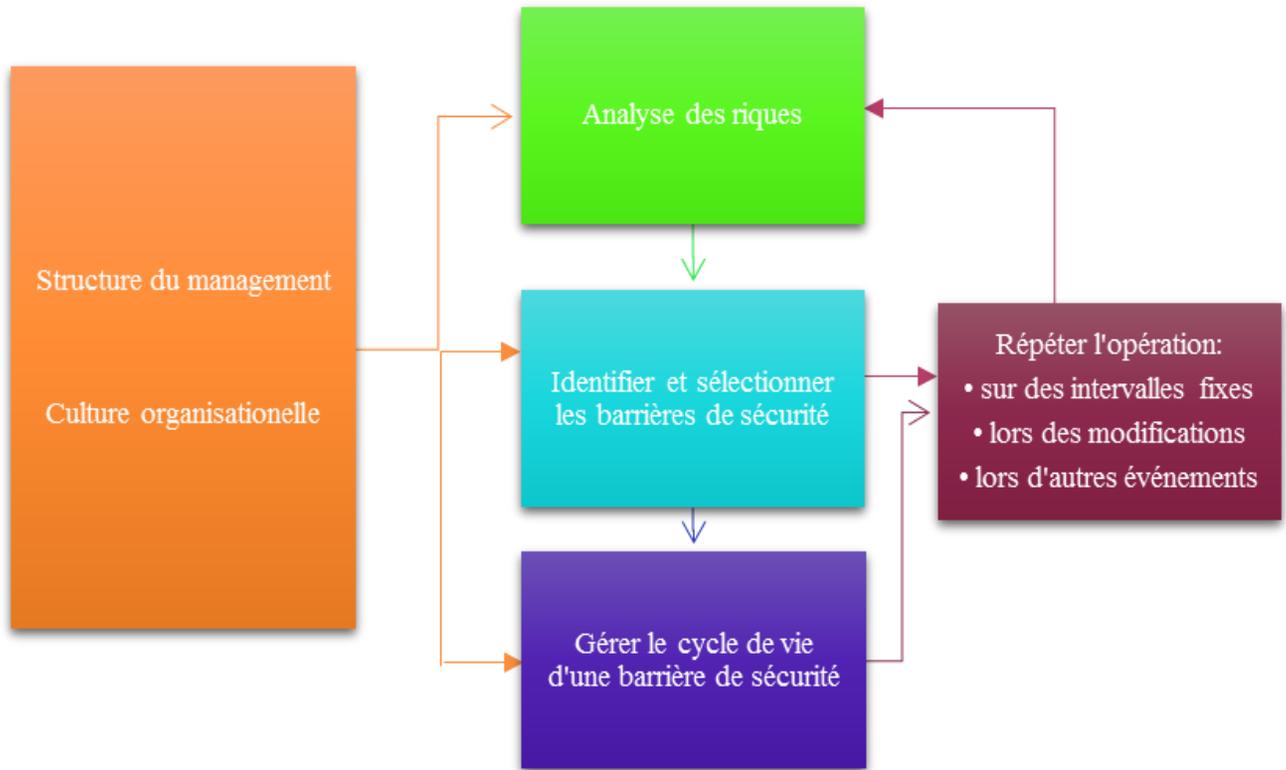
### 2.1. Système de management de la sécurité

Le management de la sécurité est défini comme l'ensemble des activités de gestion qui garantit que les risques sont effectivement identifiés, compris et minimisés à un niveau qui est raisonnablement possible d'atteindre.

Cette définition est la base pour reconnaître les activités d'une organisation qui font partie de la gestion de la sécurité. Dans le projet ARAMIS, l'activité minimisant les risques est considérée comme exécutée principalement par le biais de la notion de mise en œuvre et le maintien de barrières de sécurité ou les lignes de défense. Donc, la gestion de la sécurité comprend :

- L'Analyse de danger et des risques, afin d'identifier et de comprendre les dangers et les risques;
- la Sélection, la mise en œuvre et l'entretien des barrières de sécurité, ainsi que les moyens de réduction des risques [1].

Cela conduit à une image de management de la sécurité comme le montre la Figure 2-1.



**Figure 2-1** : Processus général du management de la sécurité en relation avec les risques d'accidents majeurs

## 2.2. Évaluation de l'influence du système de management de la sécurité : outils proposés par la méthode ARAMIS

Une partie du résultat de l'activité d'analyse des risques est l'identification des barrières de sécurité existants (méthode MIRAS). Le concept de barrières de sécurité doit être considéré globalement, de sorte qu'il couvre tous les moyens qui empêchent ou atténuent un événement critique [1].

Lorsque toutes les barrières de sécurité sont identifiées et sélectionnées, la prochaine tâche de management de la sécurité est de veiller à l'efficacité des barrières de sécurité au cours de leur durée de vie. Cela revient à gérer le cycle de vie des barrières de sécurité.

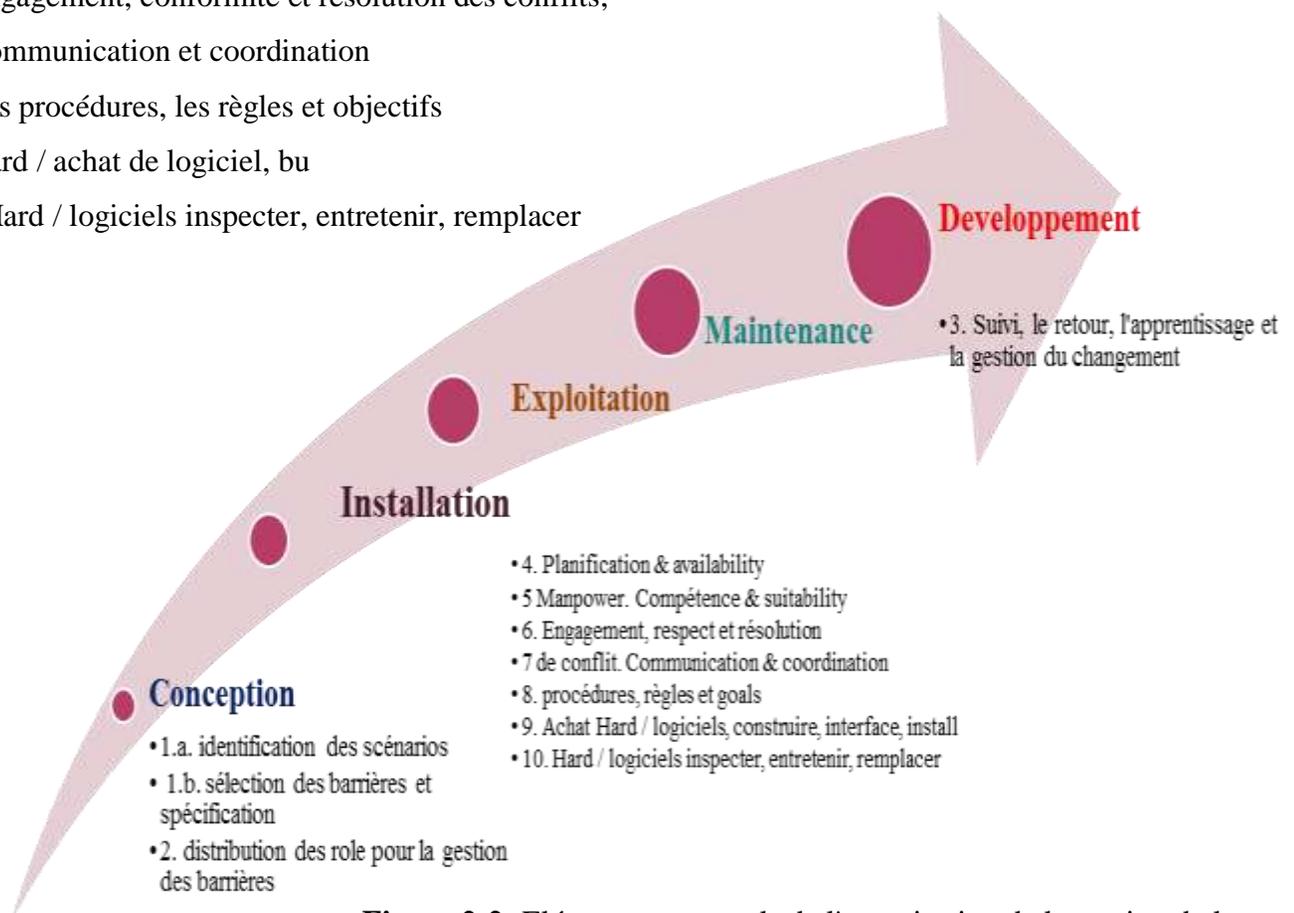
Afin d'accomplir ces tâches, l'organisation doit fournir des ressources, ce qui mettra certaines contraintes sur la façon dont les activités seront exécutées. Il faut d'abord avoir une structure de gestion, qui peut être considérée comme identique au système de management de la sécurité. La structure comprend les principes (politiques), les plans, l'organisation formelle, les responsabilités, etc. Cela dépendra de la qualité de cette structure, la façon dont les tâches de

gestion de la sécurité sont effectuées. Mais, non seulement la structure (formelle) qui joue un rôle, mais aussi la culture, à savoir la somme des attitudes individuelles et collectives, les perceptions et les pratiques [1].

Le modèle organisationnel développé selon ARAMIS reconnaît les différentes activités liées au cycle de vie complet d'une installation et d'une barrière de sécurité, à savoir la conception, l'installation, l'utilisation, la maintenance, et enfin l'amélioration du système (Figure 2-2).

Dans ce modèle 10 éléments structurels sont distingués:

1. Identification des risques, sélection et spécification des barrières de sécurité,
2. Distribution des rôles et des responsabilités pour le système de management de la sécurité des barrières,
3. Suivi, évaluations, l'apprentissage et la gestion du changement,
4. Planification et disponibilité Manpower,
5. Compétence et aptitude,
6. Engagement, conformité et résolution des conflits,
7. Communication et coordination
8. Les procédures, les règles et objectifs
9. Hard / achat de logiciel, bu
10. Hard / logiciels inspecter, entretenir, remplacer



**Figure 2-2:** Eléments structurels de l'organisation de la gestion de la sécurité du cycle de vie des barrières de sécurité

La méthode ARAMIS s'intéresse à l'analyse de la sécurité d'une installation déjà en exploitation. Donc le système de management influence les phases « utilisation » et « maintenance » et un peu de « installation » et «développement » du cycle de vie des barrières [1].

### **2.3. Interfaces, barrières et systèmes de management de la sécurité**

Les fonctions de sécurité se décomposent en trois sous-fonctions : détection, diagnostic, action. Une fonction de sécurité peut être remplie de plusieurs manières suivant les objectifs de sécurité attendus notamment en ce qui concerne le temps de réponse et le niveau de confiance. Par exemple, dans le cas de l'arrêt d'une installation, il est possible de prévoir une détection associée à l'enclenchement d'un automatisme qui agit pour arrêter une partie de l'installation. Il est également possible de considérer qu'un opérateur recevra cette information et sera chargé d'enclencher une action. Cette action peut être locale, actionnée à distance ou même nécessiter une séquence d'actions ou d'opérations complexes [2].

Le principe de cette sous-opération a donc consisté à regrouper les barrières en une typologie selon leur mode de défaillance ou de gestion. Dans un second temps il s'agit de décliner l'évaluation du modèle organisationnel développé selon les particularités de chaque type de barrières. La typologie des barrières retenue est présentée ci-après [2].

#### **2.3.1. Typologie des barrières**

Les barrières de défense sont soit des barrières techniques de sécurité (matériel), soit des barrières humaines soit une combinaison de ces deux types de barrières. Sommairement, les barrières sont regroupées en trois catégories pouvant se décliner en sous-catégorie suivant les combinaisons possibles. Les trois catégories de barrières sont les suivantes :

- Barrières passives : barrières en fonctionnement permanent ne demandant pas d'actions humaines, de sources d'énergie (hormis quelques exceptions : protection anticorrosion catalytique) et de diagnostic préalablement à leur action.
- Barrières actives : ce type de barrières demande un diagnostic préalable de la situation pour une action proportionnée. Ce type de barrières demande une source d'énergie pour en assurer le fonctionnement. Son fonctionnement met en œuvre du matériel : fonctionnement mécanique, électrique ou électronique.

- Barrières humaines : l'efficacité de ce type de barrières est liée aux mécanismes de l'agir humain (détection, observation, décision, réalisation d'une tâche, ...) [2].

Les différentes combinaisons possibles de ces trois catégories sont listées dans le tableau 1-1 ci-dessous.

**Tableau 1-1 : Typologie des barrières de sécurité selon la méthode ARAMIS**

N°	Type de Barrières	Exemple	Détection	Diagnostic / Activation	Action
1	Contrôle Permanente – passive	Peinture anticorrosion, support de cuve, écran flottant, ...	/	/	Matériel
2	Barrière Permanente – passive	Rétention, mur coupe-feu, disque de rupture,	/	/	Matériel
3	Temporaire – passive Mises en place (ou retirées) par une personne	Barrières de protection d'une zone de travaux, casques/gants, inhibiteur dans une solution,	/	(Humain)	Matériel
4	Permanente – active	Protection anticorrosion catalytique, système de chauffage et de refroidissement, ventilation, évent d'explosion, système d'inertage, ...	/	/	Matériel
5	Active – matériel fonctionnant à la demande et réutilisable	Soupape de sécurité, installation de sprinklage	Matériel	Matériel	Matériel
6	Active – automatique	Système de mise en sécurité automatique	Matériel	Logiciel	Matériel
7	Active – manuelle L'action humaine est déclenchée par un système de détection	Arrêt d'urgence, ajustement de paramètres sur alarme de production, évacuation ou appel service de secours sur alarme,	Matériel	Humain	Humain / Matériel
8	Active – avertissement passif L'action humaine est conditionnée par un avertissement passif	Interdiction de fumer, panneau d'indication de danger (travaux, circulation...)	Matériel	Humain	Humain
9	Active – assistée Un logiciel présent un diagnostic à un opérateur	Utilisation d'un système expert	Matériel	Logiciel/ Humain	Humain
10	Active – procédure Observation des conditions locales par un opérateur	Procédure de démarrage ou d'installation, étalonnage d'un appareil, opération de dépotage, ...	Humain	Humain/ matériel	Humain/ commande à distance
11	Active – situations d'urgence Réponse humaine improvisée suite à l'observation des	Réponse à une urgence non prévue, combat du feu,	Humain	Humain	Humain/ commande à distance

	conditions locales				
--	--------------------	--	--	--	--

## **2.4. Protocole d'audit**

### **2.4.1. Principe**

Il s'agit dans ce paragraphe de présenter les principes d'audit retenus pour l'évaluation de l'organisation structurelle. Les processus managériaux liés au cycle de vie des barrières sont les suivants :

- Pour les barrières humaines :

1. Disponibilité du personnel : Il s'agit de s'assurer que l'on disposera du personnel nécessaire à la réalisation des différentes activités suivant les conditions de fonctionnement pouvant être rencontrées (congés, pics d'activité...),
2. Compétence du personnel : L'objet est ici de s'assurer que le personnel en place dispose du niveau de compétence souhaité, cela inclut notamment la sélection du personnel et sa formation,
3. Implication du personnel et résolution des conflits : Il s'agit de s'assurer du bon comportement des acteurs face à leurs tâches, cela prend en compte notamment la façon dont les arbitrages sont effectués en vue de diminuer la charge de ces derniers,
4. Communication et coordination : L'objet de ces activités est d'assurer d'une bonne communication entre les acteurs (par exemple en situation d'urgence) et de la bonne coordination des activités (par exemple en phase de travaux),
5. Procédure, modes opératoires et objectifs : Il s'agit enfin de s'assurer que les règles seront suivies, cela prend en compte la vérification de l'adéquation des règles avec les activités à effectuer, la formation à ces règles et l'évaluation de ces dernières.

- Pour les barrières techniques :

1. Détermination des spécifications de conception (incluant l'interface homme/machine), achat, construction, installation, et gestion des pièces : Cela correspond aux activités permettant d'assurer que les objectifs de sécurité seront correctement remplis,
2. Gestion des inspections, des contrôles et de la maintenance : Il s'agit enfin de suivre dans le temps la performance des barrières, y compris leur (ré) étalonnage.

Pour chaque processus identifié ci-avant, un sous-protocole d'audit est développé. Ce sous protocole correspond au référentiel des activités de gestion à réaliser pour assurer un bon système de management des barrières [2].

## **2.5. Évaluation de la culture sécuritaire de l'organisation**

### **2.5.1. Principe**

Il est admis que si un système de management de la sécurité est nécessaire, cela n'est pas suffisant pour garantir une maîtrise adéquate des risques et des barrières de défense. Si les activités de gestion liées au cycle de vie des barrières doivent être effectuées, les acteurs prennent en permanence des décisions dans leur travail en intégrant d'autres paramètres que les seules exigences des procédures. Ces aspects doivent donc être évalués.

Cette ambition se trouve au cœur de la problématique de la maîtrise du risque majeur ou il n'est pas facile de mettre en place des indicateurs qui témoignent du fonctionnement optimal des dispositions de la maîtrise des risques. Il s'agit donc également d'évaluer dans ARAMIS la dimension « culturelle » ou « informelle » de l'organisation.

Pour cela les facteurs culturels pesant sur la bonne réalisation des activités de gestion d'une organisation sont interrogés au travers d'un questionnaire dans lequel les pratiques réelles mises en œuvre sur le site ou perçues comme telles par les acteurs du système sont étudiées.

### **2.5.2 Questionnaire culture sécurité**

Le point de départ pour la construction du questionnaire est un modèle de la culture sécurité, développée par le laboratoire nationale Risoe (Danemark), suite à ses recherches dans le domaine maritime et médical.

Les facteurs évalués dans ce questionnaire sont les suivants :

- 1)- Apprentissage, culture du retour d'expériences : correspond à la bonne volonté dont les opérateurs font preuve pour signaler des incidents/accidents et la perception de ces derniers par rapport à l'exploitation de ce retour d'expériences,
- 2)- Priorité de la sécurité, règles et attitudes : correspond à la perception des acteurs sur la bonne application des règles de travail et de sécurité et la façon dont la sécurité est traitée de façon prioritaire par rapport à la productivité et au confort dans le travail,

- 3)- Participation et engagement du management : ce facteur est sondé par interrogation du management et par la perception des autres acteurs,
- 4)- Perception des risques et de la performance humaine : correspond aux différents facteurs pesant sur la bonne réalisation d'une tâche (stress, fatigue...) et la perception des acteurs des risques liés à leur travail,
- 5)- Responsabilité perçue : correspond à la perception des acteurs sur lesquels pèsent de réels enjeux de sécurité,
- 6)- Confiance et équité : correspond à la confiance du management pour leurs équipes et l'équité du travail au sein de l'espace de travail,
- 7)- Support et communication au sein de l'équipe : correspond à la perception des acteurs sur la qualité de la communication et le support reçu au sein de son équipe,
- 8)- Motivation, implication du personnel, influence : correspond à la perception des acteurs sur l'intérêt et l'implication qu'ils portent à leur travail et leur entreprise et l'influence qu'ils ont sur le travail qu'ils effectuent (degré d'autonomie perçue).

L'ensemble du questionnaire, est donné en annexe 3.

L'évaluation se fait en considérant que l'ensemble des facteurs cités ci-avant pèse de façon homogène sur l'organisation et la mesure de la culture sécurité est agrégée en une seule note.

La méthode d'agrégation des résultats des questionnaires s'appuie sur les données recueillies lors des cinq différents cas pratiques réalisés en 2004 à travers l'Union Européenne.

## **2.6. Quantification des résultats**

La méthode de la quantification s'appuie sur la conversion des résultats qualitatifs en valeur numérique qui vont être introduites dans le calcul des niveaux de confiance opérationnels des barrières.

### **2.6.1. Le niveau de confiance opérationnelle**

Chaque barrière est créditée d'un niveau de confiance initiale dépendant des caractéristiques techniques SIL (*Safety Integrity Level*) en fonction de sa probabilité estimée de défaillance sur sollicitation (PFD : *Probability of Failure on Demand*) ou sa probabilité de défaillance horaire P(t).

Chaque niveau de confiance correspond à un facteur de réduction de la probabilité d'occurrence d'un événement redouté, donc du risque. Une barrière de sécurité avec un niveau de confiance de  $n$  aura une probabilité de défaillance de  $10^{-n}$  et réduira d'un facteur  $10^n$  la probabilité de l'événement. Les niveaux de confiance initiale déterminés selon les données disponibles dans les banques de données, font ensuite l'objet d'une éventuelle décote en fonction des résultats de l'audit du système de management sécurité, la décote étant différente selon la typologie des barrières. Pour chaque type  $k$  (Tableau 1) des coefficients d'influences  $B_{i,k}$  liées aux processus managériaux audités (symbolisé par l'indice  $i$ ) sont attribués (conclue des 5 cas d'étude en Europe).

Le résultat de l'audit du management de sécurité et le questionnaire sur la culture sécuritaire fournissent un facteur réducteur du **SIL**. Ce facteur est la multiplication de deux grandeurs, la première est le niveau de maîtrise  $S_i$  de l'entreprise pour chaque processus audité  $i$  plus  $S_0$  liés au résultat du questionnaire sur la culture, le deuxième est le coefficients d'influences  $B_{i,k}$  pour chaque type  $k$ .

Donc le niveau de confiance opérationnel  $NCop$  d'une barrière de type  $k$  s'obtient par la formule suivante :

$$NCop = \left( 1 - \sum_{i=0}^7 (1 - S_i) \cdot B_{i,k} \right) * SIL$$

$NCop$  : Niveau de Confiance opérationnel avec la considération de l'influence du management

$S_i$  : le niveau de maîtrise de l'entreprise pour le processus  $i$  audité

$B_{i,k}$  : le coefficients d'influences du processus  $i$  pour chaque type  $k$

$SIL$  : (Safety Integrity Level ) le niveau de confiance de la conception

La méthode ARAMIS fournit gratuitement un fichier Excel (rating data sheet.xls) dédié au calcul du  $NCop$ .

### 2.6.2. Échelle qualitatif :

Étant donné qu'un processus managérial est toujours composé de plusieurs sous processus, que son protocole d'audit sur terrain s'avère très complexe, d'où la mise en place d'une échelle qualitative de trois niveaux proposée par la méthode ARAMIS. Cette échelle a comme principal objectif de faciliter cette tâche sur terrain. Les niveaux sont définis par un code de couleurs pour les sous-processus, et se présente comme suit:

- **rouge** : processus pauvre/absence
- **orange** : processus faible
- **vert** : processus maîtrisé

Le processus managérial est ensuite noté par une échelle de quatre niveaux :

- 1 : processus mis en place et supporté par une amélioration continue
- 2 : processus mis en place, fonctionne bien et mis à jour
- 3 : processus en cours de développement
- 4 : processus n'est pas suivi ou est ignoré

### 2.6.3. Échelle quantitative

Après avoir recueilli tous le résultat qualitatifs du terrain et la confirmation des données récoltées par les responsables, l'équipe d'audit attribue un score final pour chaque sous processus managérial. Ce score est évalué selon une échelle de 5 niveaux :

**Tableau 1-2** : Echelle quantitative des sous processus

Échelle de quantification				
1	2	3	4	5
<b>Très bien:</b> excellent, processus fonctionne bien et est en amélioration	<b>Bien :</b> processus mis en place fonctionne bien et mis à jour	<b>Moyennement faible</b> processus existe mais n'est pas bien suivi selon les règles	<b>Très faible :</b> processus ne sont pas suivis ou sont ignores	<b>Inexistant:</b> processus inexistants

La note finale du processus managérial est égale à la moyenne des scores des sous processus en pourcentage.

## **CHAPITRE 3 : PARTIE PRATIQUE**

Ce chapitre est une synthèse du travail de terrain au sein de l'unité Laminoir de Rond à Béton (LRB).

### **3.1. Audit**

Le processus de l'audit selon la méthode ARAMIS se compose de sept étapes principales [1].

1. Choix de scénarios / choix des barrières connexes,
2. Cartographie du système de management de sécurité de l'entreprise sur la structure d'audit de la méthode ARAMIS et la préparation de questionnaire de l'audit,
  - a. Décider sur la profondeur de vérification,
  - b. Examen initial des documents,
3. Effectuer des vérifications et des évaluations
  - a. Processus de formulation de scénarios,
  - b. Les cycles de vie des barrières sélectionnées,
  - c. Les systèmes de prestation de comportement,
  - d. Suivi, le retour, le changement et les capacités d'apprentissage,
4. Évaluation des résultats primaires à l'entreprise,
5. Quantification des résultats d'audit,
6. Projet de rapport,
7. Rapport final,

Il est souligné ici que la phase de préparation de l'audit implique un important corpus de travail (étape 2 dans la liste ci-dessus.) Toutes les étapes seront décrites ci-dessous.

#### **✓ L'équipe de l'audit**

L'équipe de l'audit a été composée de deux personnes, un membre ayant une formation technique : le chef de service de déploiement de la norme OHSAS de l'entreprise ARCELORMITAL (CV en annexe 2) et un membre avec un fond scientifique et social : Élève Ingénieur en 3<sup>ème</sup> Année QHSE GRI de L'École Nationale Polytechnique;

Le membre représentant l'entreprise est un auditeur certifié ayant participé à 11 audits internes

### 3.1.1. Préparation de l'audit

#### ✓ **Choix de scénario**

Le scénario en question déterminé est :

« Fuite de gaz ou brèche » pour l'équipement four de réchauffe.

#### ✓ **Calendrier**

Le calendrier suivant a été suivi:

1. **Pré-audit - informations** : 15 jours de familiarisation et examen des documents liés au système de management de la sécurité.
2. **Audit** : une semaine, d'interviews avec les différents services concernés par les processus managériaux.
3. **Le contrôle à posteriori** – le rapport est établi au fur et à mesure avec la quantification des résultats.

#### ✓ **Liste des documents consultés**

Les documents suivants ont fait l'objet de l'examen de l'équipe d'audit:

- La politique de sécurité
- Manuel de sécurité
- organigrammes
- Fiches de poste
- Liste des procédures liées à la sécurité
- Etude danger
- Plan d'Intervention Interne
- Liste des processus les plus dangereux, les activités, les installations, ...
- Certificat ISO 9001 et état de mise en œuvre
- Certificat ISO 18001 et état de mise en œuvre
- Information à propos de grands travaux, de grands projets d'entretien, des projets de changement
- Bilan de maintenance

- Manuel opératoire du four

✓ **Choix de barrières**

Les barrières identifiées selon la méthode MIRAS, et qui font l'objet de l'audit sont celles qui peuvent être classées selon la typologie du tableau 1-1.

Cette classification est déjà faite dans l'opération A2 de la méthode ARAMIS dans le cadre du PFE, et le Tableau 3-1 suivant présente les résultats des choix :

**Tableau 3-1 : Résultats de la classification des barrières**

N°	Type de barrières	Barrières retenues
1	Contrôle Permanente – passive	Brique réfractaire Blindage Joints (au niveau des parois)
2	Barrière Permanente – passive	-
3	Temporaire – passive Mises en place (ou retirées) par une personne	-
4	Permanente – active	Régulation sortie fumée : vanne papillon + moteur extracteur
5	Active – matériel fonctionnant à la demande et réutilisable	-Régulation débit : Vannes papillon et servomoteurs pour chaque zone + Débitmètre Prise de pression
6	Active – automatique	Vanne électrique d'arrêt d'urgence liée au 2 <sup>ème</sup> réducteur Pressostat HP /BP
7	Active – manuelle L'action humaine est déclenchée par un système de détection	- Vanne principale manuel - Maintenance curative
8	Active – avertissement passif L'action humaine est conditionnée par un avertissement passif	Instruction de travail loin de la zone four (pour le pont roulant en mouvement)
9	Active – assistée Un logiciel présente un diagnostic à un opérateur	Détecteur de flamme : Photo cellule IR
10	Active – procédure Observation des conditions locales par un opérateur	- Tests avec caméra infrarouge (semestriel) - Inspection MRE( Maintenance Régulation, Électrique) - Gamme opératoire (allumage + extinction entretien nettoyage, décrêpage) - Inspection périodique /2h - Inspection durant l'arrêt annuelle des vannes - Maintenance préventive
11	Active – situations d'urgence Réponse humaine improvisée suite à l'observation des conditions locales	Humaine : allumage manuelle

✓ **Choix des éléments du système de l'entreprise pour l'audit**

La Cartographie du système de management de sécurité de l'entreprise sur la structure d'audit de la méthode ARAMIS est présentée dans le tableau 3-2 suivant :

**Tableau 3-2** : Elément à auditer pour le Système de management de sécurité à auditer

La structure d'audit de la méthode ARAMIS (Processus managériaux)	Objet du Système de management de sécurité à auditer	Service / personne concernés
<b>1. Communication et coordination</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Politique de communication</li> <li>- Processus de communication</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Service communication</li> </ul>
<b>2. Procédure, modes opératoires et objectifs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procédure de révision des instructions et procédure de travail</li> <li>-Processus de mise à jour des documents techniques et procédure de travail.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Service technique</li> </ul>
<b>3. Détermination des spécifications de conception (incluant l'interface homme/machine), achat, construction, installation, et gestion des pièces</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procédure d'achat</li> <li>- Procédure d'acquiescement de nouveau projet ou équipement</li> <li>- Procédure de démarrage</li> <li>- Procédure de gestion de magasin</li> <li>- Processus de réception de nouveaux produits ou services</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Service approvisionnement</li> <li>- Service projet</li> <li>- Service (MRE) Maintenance Régulation, Électrique</li> </ul>
<b>4. Gestion des inspections, des contrôles et de la maintenance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Processus d'inspection contrôle</li> <li>- Procédure d'étalonnage /tarage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Service (MRE)</li> <li>- Service maintenance interne de l'unité</li> </ul>

La structure d'audit de la méthode ARAMIS (Processus managériaux)	Objet du Système de management de sécurité à auditer	Service / personne concernés
<b>5. Disponibilité du personnel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Politique sur la main-d'œuvre (le niveau des effectifs, propre personnel ou la sous traitance, la couverture de pointe)</li> <li>- Organisation des manœuvres</li> <li>- Système de Management de la Qualité (ISO 9001)</li> <li>- Système de Management Santé et sécurité au Travail (OHSAS 18001)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- chef d'atelier</li> <li>- Chef de post</li> <li>- Responsable de l'unité</li> </ul>
<b>6. Compétence du personnel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fiches de poste</li> <li>- Procédure de recrutement</li> <li>- Politique de sélection des sous-traitants</li> <li>- Organisation de la formation interne et externe</li> <li>- Tests à chaud et à froid</li> <li>- Formation de recyclage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Service formation</li> </ul>
<b>7. Implication du personnel et résolution des conflits</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Politique disciplinaire pour non-respect des pratiques et procédures</li> <li>- Bilans des CHS : Commission Hygiène Et Sécurité</li> <li>- Politique de sensibilisation en sécurité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Direction</li> <li>- Service Prévention des risques professionnels</li> </ul>

**Tableau 3-2 :** Elément à auditer pour le Système de management de sécurité à auditer (suite)

### 3.1.2. Déroulement sur terrain

Dans un premier temps, nous avons défini les sous processus de chaque processus managérial à la phase préparation en nous basant sur le document Excel fournie par Mr NIJIS auteur principal de l'opération B de la méthode ARAMIS.

Ce document , et sous la forme d'un tableau donné ci-dessous :

#	Processus managérial	Description de sous processus	Questions critiques	Exemples de questions	Evaluation	Les notes de l'auditeur
---	----------------------	-------------------------------	---------------------	-----------------------	------------	-------------------------

Puis nous avons évalué chaque sous-processus par l'échelle qualitative (§2.6.2) suite aux :

- Consultation des documents,
- Visites sur terrain des services concernés,

- Les entretiens directs ou par appels téléphoniques avec les responsables des processus/sous processus.

L'annexe 1 présente une cartographie en code couleur des résultats qualitatifs.

Enfin, nous avons traité tous les résultats qualitatifs pour attribuer le score numérique.

### 3.1.3. Quantification des résultats de terrain

Après avoir terminé l'audit terrain, les données qualitatives sur les sous processus ont été quantifiées par l'échelle quantitative (§2.6.3). Ensuite le score finale est attribué au processus managérial comme étant la moyenne en pourcentage qui présente  $S_i$  le (niveau de maitrise de l'entreprise) du processus  $i$ .

Les résultats sont présentés ci-après dans les Tableaux 3-3 à 3-9.

**Tableau 3-3 : Quantification des sous processus du processus Disponibilité du personnel**

N° sous processus	Sous processus	Note (1-5)
1	Évaluation des besoins en main-d'œuvre pour les tâches	3
2	Planification des approvisionnements et commandes	2
3	Sélection des sous-traitants	3
4	Selection du personnel interne	3
5	Etablissement des contrats de la sous-traitance	3
6	Equipe d'écart /sous-traitant pour le recouvrement et les vacances	4
7	Organisation des couvertures d'urgence	4
8	Evaluation de la planification et l'apprentissage des manouvres	3
	<b>S1</b>	<b>63%</b>

**Tableau 3-4 : Quantification des sous processus du processus compétence et aptitude**

N° sous processus	Sous processus	Note (1-5)
1	L'analyse des tâches de comportement comme élément de barrière ou sa gestion	4
2	Définition de la convenance et les besoins en compétences de comportement	4
3	Sélection du personnel / sous traitance appropriées	3
4	Sélection du personnel / sous traitance appropriées	3
5	Conception / révision du programme de formation	3
6	Personnel de formation/sous-traitance	3
7	Évaluation si cette compétence a été acquise	2
8	Contrôle de la performance des tâches	2
9	Évaluation de la compétence	2
10	La formation de recyclage	3
	<b>S2</b>	<b>58%</b>

**Tableau 3-5 : Quantification des sous processus du processus Implication du personnel et résolution des conflits**

N° sous processus	Sous processus	Note (1-5)
1	Analyse, spécification & acceptation des comportements critiques	3
2	Evaluation et modification des antécédents de comportement et les conséquences : équipement, environnement de travail, les systèmes, la formation, la perception du risque	3
3	Programmes d'incitation mis, de contrôle de surveillance et sociale en place	4
4	Mise en œuvre des mesures visant à assurer l'engagement et fournir une rétroaction	4
5	Révision, analyse d'impact et apprentissage	3
	<b>S3</b>	<b>60%</b>

**Tableau 3-6 : Quantification des sous processus du processus communication & coordination**

N° sous processus	Sous processus	Note (1-5)
1	Analyse de la communication & coordination des besoins	4
2	Développement de la communication & canaux de coordination et procédures	4
3	Utilisation de la communication & canaux de coordination et procédures	3
4	Surveiller les activités de communication / coordination, d'évaluer et d'apprendre / améliorer	4
	<b>S4</b>	<b>75%</b>

**Tableau 3-7 : Quantification des sous processus du processus Procédures, règles et objectifs**

N° sous processus	Sous processus	Note (1-5)
1	Définition où les règles et les procédures sont nécessaires	3
2	Développement des règles et procédures applicables	4
3	Définition où les règles et les procédures sont nécessaires	3
4	Promulguer, formation pour exécuter les règles et procédures	3
5	Surveillance de l'utilisation des règles	2
6	Renforcement de l'utilisation des règles	4
7	Evaluation des violations des règles	4
8	Modification des règles	3
	<b>S5</b>	<b>60%</b>

**Tableau 3-8 : Quantification des sous processus du processus Détermination des spécifications de conception (incluant l'interface homme/machine), achat, construction, installation, et gestion des pièces**

N° sous processus	Sous processus	Note (1-5)
1	Sélection des barrières, équipements, outils, pièces de rechange y compris les considérations de facteurs humains	3
2	Choix de fabriquer en interne ou l'achat	/
3	Plan de ressources pour la fabrication	/
5	Inventaire & sélection des fournisseurs	4
6	Commande et choix des produit/service	4
7	Réception, vérification et stockage des marchandises commandées	2
8	Vérification des commandes, les équipements, des outils et des pièces de rechange	3
9	Installation et réglage,	3
	<b>S6</b>	<b>63%</b>

**Tableau 3-9: Quantification des sous processus du processus Gestion de d'inspection, tests et maintenance**

N° sous processus	Sous processus	Note (1-5)
1	Analyse des risques	1
2	Définir le concept (s) d'entretien et les plans	3
3	Documents de l'équipement : les plans d'inspection, de tests et de la maintenance	2
4	Planification des ressources & les méthodes de travail	2
5	Exécution de l'inspection & les tests	3
6	Calendrier de maintenance/réparation	3
7	Exécution de la maintenance & la réparation (isolation – vérification– manœuvre – exécution – vérification – manœuvre - redémarrage)	3
8	Reporting, enregistrement, Évaluation et Apprentissage	3
	<b>S7</b>	<b>50%</b>

### 3.2. Questionnaire de la culture sécuritaire

#### 3.2.1. Préparation

La méthode ARAMIS propose un questionnaire donné en annexe B du D3B [1] ; que nous avons adapté à l'entreprise (annexe 3).

Le questionnaire est composé de 11 parties et une partie réservée aux suggestions :

- Partie 1 : déclaration des accidents
- Partie 2 : Pourquoi les incidents et les accidents (tous types) ne sont pas signalés ?  
parce que ....
- Partie 3 : Les instructions et les attitudes de sécurité
- Partie 4 : Pourquoi les incidents et les accidents se produisent (tous les types) c ? parce  
que ...
- Partie 5 : Priorisation de la sécurité au travail
- Partie 6 : L'implication des travailleurs dans les décisions concernant la sécurité
- Partie 7 : Qui pensez-vous devrait prendre la responsabilité de la sécurité?
- Partie 8 : Qui pensez-vous est, en fait, le responsable de la sécurité?
- Partie 9 : Engagement de la direction et les chefs de la sécurité
- Partie 10 : La confiance
- Partie 11 : Travail et relations sociales
- Partie 12 : Vos suggestions personnelles

Chaque partie contient un ensemble de questions avec cinq propositions de réponse ; les propositions sont des degrés d'accord et désaccord:

tout à fait d'accord	d'accord	neutre	désaccord	fortement en désaccord
----------------------	----------	--------	-----------	------------------------

L'échantillon mis en question est choisi à partir de l'organigramme de l'entreprise (et de l'unité d'étude LRB). Nous avons pris seulement les intervenants de l'équipement d'étude : four de réchauffe.

Le personnel questionné est composé de dix personnes ~~suivant~~ :

- Service exploitation LRB :

1 - Opérateur four :

2 - Responsable du four et du parc de ferraille.

- Service maintenance LRB :

3 - Ingénieur automatique

4- Technicien Supérieur (TS) mécanique

5- TS hydraulique

- 6- TS régulation
- 7- TS électricité
- 8- Responsable usinage et préparation

- Service instrumentation unité MRE (Organisme Interne de Maintenance, Régulation et Electrique):

- 9- Chef de service.
- 10- Ingénieur instrumentation

### 3.2.2. Déroulement sur terrain

Nous avons distribué le questionnaire au personnel concerné avec des explications du but et objectif de chaque partie. Puis nous avons récupéré les documents deux jours après.

### 3.2.3. Quantification

Après la collecte des documents nous avons fait nos statistiques pour la répartition des réponses de chaque question, présentées en histogrammes en annexe 4.

D’après la méthode ARAMIS [3], Nous avons attribué aux réponses des score numériques (Tableau 3-10) seulement pour les parties 1, 3, 5, 6, 9, 10, 11(sauf 3.14 ) car elles influent sur la gestion des barrières de sécurité donc nous les utilisons dans le calcul du  $S_0$  ( indice de culture) .

**Tableau 3-10 :** Score numérique des réponses du questionnaire (sauf pour les question : 1.9, 3.6, 3.7,3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 5.6, 5.7, 6.2, 9.1, 9.3, 9.8, 9.9, 9.10, 10.7 en inverse)

tout à fait d'accord	d'accord	neutre	désaccord	fortement en désaccord
1	2	3	4	5

### ✓ Calcul de l'indice de culture $S_0$

- Pour chaque question  $i$  nous calculons la moyenne  $\mu^{new}$  des réponses.
- Puis nous calculons un coefficient y-score ( $y^{new}$ ) à partir de la moyenne  $\mu_{ref}$  et l'écart type  $\sigma_{ref}$  basé sur un échantillon de 5 cas d'études en Europe comme suit:

$$y_i^{NEW} = (\mu_i^{NEW} - \mu_i^{REF}) / \sigma_i^{REF}$$

Les résultats sont en annexe 7.

- Nous calculons la moyenne  $Y_{new}$  des y-score de toutes les questions :

$$Y_{new} = 1/71 * \text{somme}(y_{new})$$

Application numérique :  $Y_{new} = 0,102476851$

- Nous calculons  $S_0$  selon la valeur de  $Y_{new}$  :

Si  $Y_{new} > 1$   $S_0 = 1$

Si  $-3 < Y_{new} < 1$

$$S_0^k = 0.25 \cdot Y^{NEW} + 0.75$$

Si  $Y_{new} < -3$   $S_0 = 0$

Application numérique : comme  $-3 < Y_{new} < 1$

$$S_0 = 0,775619213 = 78\%$$

### 3.3. Calcul du niveau de confiance opérationnel

Pour le calcul de NCop (Niveau de Confiance opérationnel) avec la considération de l'influence du management nous avons besoin des  $S_i$  déjà calculés dans la partie 3.1.3, et les  $B_{i,k}$  (coefficients d'influences du processus  $i$  pour chaque type  $k$ ) proposés par la méthode ARAMIS dans le fichier Excel *Rating.sheet.exl* fournie par Mr NIJIS le principal auteur de cette opération de la méthode ARAMIS et présentés en annexe 6. Ce fichier nous a aidé pour le calcul de toutes les barrières car il nécessite seulement les données quantitatives des sous processus déjà déterminés dans la partie 3.1.3.

✓ **Exemple de calcul**

(en utilisant le fichier *Rating.sheet.exl*)

Pour le type 1 : **Contrôle Permanente – passive**

Nous avons la barrière identifiée dans le cadre du PFE : briques réfractaires avec un SIL=3

La figure 3-1 présente l’interface de ce fichier programmé pour ce type avec un SIL=3 :

Nous avons eu un **NCop=1.7**

Les résultats pour tous les NCop des barrières sont présentés dans le tableau 3-10.

ARAMIS Safety Management Efficiency Calculation			
Barrier:	brique réfractaire		
Barrier type:	1 Permanent – passive –control		
Design Barrier Level of Confidence or SIL:	3		
	<b>Ratings:</b>	<b>Reduction factors</b>	
0	Safety Culture	78%	0%
1	Manpower planning & availability	63%	0%
2	Competence & suitability	58%	0%
3	Commitment, compliance & conflict resolution	60%	0%
4	Communication & coordination	75%	0%
5	Procedures, rules & goals	60%	0%
6	Hard/software purchase, build, interface, install	63%	19%
7	Hard/software inspect, maintain, replace	50%	25%
	Operational Barrier Level of Confidence:	1,70	

**Figure 3-1:** Interface de calcul du niveau de confiance opérationnel (*operationel Level of Confidence*)

**Tableau 3-10 : Les résultats du calcul de NCop des barrières**

N°	Type de Barrière	Barrières retenue	SIL	NCop
1	Contrôle Permanente – passive	1) Brique réfractaire 2) blindage 3) Joints (au niveau des parois)	3	1.7
4	Permanente – active	4) Régulation sortie fumée : vanne papillon + moteur extracteur	1	0.33
5	Active – matériel fonctionnant à la demande et réutilisable	5) Régulation débit : Vannes papillon et servomoteurs pour chaque zone + Débitmètre 6) Prise de pression	0 0	0 0
6	Active – automatique	7) Vanne électrique d’arrêt d’urgence liée au 2 <sup>ème</sup> réducteur 8) Pressostat HP /BP	1 1	0.57
7	Active – manuelle L’action humaine est déclenchée par un système de détection	9) vanne principale manuel 10) 11) maintenance curative	4 1	0 0
8	Active – avertissement passif L’action humaine est conditionnée par un avertissement passif	12) Instruction de travail loin de la zone four (pour le pont roulant en mouvement)	1	0.61
9	Active – assistée Un logiciel présent un diagnostic à un opérateur	13) Détecteur de flamme : Photo cellule IR	1	0.37
10	Active – procédure Observation des conditions locales par un opérateur	14) teste avec caméra infrarouge (semestrielle) 15) inspection MRE 16) Gamme opératoire (allumage + extinction) 17) entretien nettoyage, décrêpage) 18) Inspection périodique /2h 19) Inspection durant l’Arrêt annuelle des vannes 20) Maintenance préventive	2 2 2 2 2 2	0 0 0 0 0 0
11	Active – situations d’urgence Réponse humaine improvisée suite l’observation des conditions locales	21) Intervention humaine : allumage manuelle	0	0

✓ **Interprétations des résultats et recommandations :**

Nous avons eu un niveau de confiance opérationnel  $NC_{op}$  nul pour 11 barrières parmi 21.

Les types de ces barrière sont ceux qui nécessitant l'intervention humaine.

Nous avons remarqué que les  $NC_{op}$  de toutes les barrières sont inférieurs au niveau de confiance technique (SIL)

Découlant de ces résultats nous constatons que le système de management influe négativement sur la performance des barrières de sécurité techniques et surtout pour les barrières humaines.

A partir de cette constatations, nous recommandons que l'entreprise revoie leur système de management en matière de la gestion des barrières. Et aussi de prévoir un nouvel investissement dans la gestion des ressources humaines pour maintenir l'efficacité de la barrière humaine.

## CONCLUSION

Dans ce travail nous avons conduit un audit du système de management de la sécurité de l'unité LRB, puis nous avons établi un questionnaire sur la culture de la sécurité. Ensuite nous avons quantifié les résultats selon ARAMIS pour le calcul du niveau de confiance opérationnel des barrières de sécurité.

D'une part, nous avons tiré les remarques suivantes suite aux résultats obtenus de l'audit du système de management de la sécurité :

- les points forts du système ARCELORMITTAL sont : la communication et la coordination,
- les points faibles sont : la gestion de l'inspection, des tests, la maintenance des barrières techniques, et aussi le processus de sélection du personnel adéquats selon les compétences.

Ces points faibles influent directement sur la performance des barrières techniques et organisationnelles, comme le montre le calcul des niveaux de confiance opérationnels en annexe 7. D'ailleurs nous remarquons que 5 types de barrières ont eu un niveau de confiance opérationnel nul après calcul.

D'autre part, Les résultats du questionnaire (annexe 4) sur la culture de la sécurité montrent que le personnel est bien formé et sensibilisé sur les principes fondamentaux de la sécurité. Malgré cela, nous remarquons qu'il existe une lacune de confiance entre la haute direction et les employés. De plus, et d'après les entretiens directs avec les employés et les réponses au questionnaire, nous avons constaté que l'entreprise a besoin de mettre en place un système pour motiver le personnel et encourager les bonnes habitudes de sécurité existants.

## Références

1. J.D. NIJS, H.B.A., A.HALE, L. GOOSSENS, F. GULDENMUND, *Methodology to determine a Safety Management Efficiency Index - Deliverable D.3.B.* 2004, Risø National Laboratory, Roskilde.
2. V. DE DIANOUS, A.V., F. PRATS, N. RODRIGUES, D. HOURTOLOU, *ARAMIS: Développement d'une méthode intégrée d'analyse des risques pour la prévention des accidents majeurs.* 2004, INERIS. p. 106.
3. H.Andersen, J.C., A.Dandrieux, B. Debray, V.De Dianous, N.J.Duijm, C.Delvosalle, C.Fievez, L.Goossens, R.T.Gowland, A.J.Hale, D.Hourtolou, B.Mazzarotta, A.Pipart, E.Planas, F.Prats, O.Salvi, J.Tixier., *ARAMIS final user guide* 2004, comission européen de la recherche.
4. ARCELOMITTAL. Manuel opératoire du FOUR BENDOTTI.

## List des annexes

Annexe 1 : CV du responsable d'audit

Annexe 2 : Cartographie des résultats qualitatifs de l'audit

Annexe 3 : Questionnaire sur la culture sécuritaire

Annexe 4 : Résultats du questionnaire

Annexe 5 : Résultats des calculs de l'indice de culture

Annexe 6 : Les coefficients d'influences des processus managériaux pour chaque type

**Annexe 1**  
**CV du responsable d'audit**

## Curriculum Vita

**Nom Prénom** : MEZIGHECHE NOUREDDINE

**Age** : 52 Ans

**Nationalité** : ALGERIENNE

**Domicile** : Coopérative nitrique bat B N° 8 /8 mars ANNABA

**Tel** : 0770959668

**Fonction** : Chef service Prévention en déploiement système de management santé et sécurité OHSAS 18001 et auditeur interne en SMSST OHSAS 18001

### Formation

#### **Etudes supérieures** :

\* Octobre 1981 à Juin 1984, centre de radioprotection et de sureté CRS /Technicien Supérieur en sécurité radiologique.

\* Janvier 1993 à Février 1994, centre de radioprotection et de sureté CRS / Ingénieur Niveau 1.

**Stages** : \* 1983 /84 Radioprotection au niveau des hôpitaux et sécurité au niveau des accélérateurs (Hôpital saint LUC Belgique) .

\* 1985 Appareils de mesures et de détection des rayonnements ionisants NARDEUX France.

### Evolution de la carrière professionnelle

1984 -1986 : Technicien supérieur en radioprotection (DEPT Calibration au niveau CRS ALGER).

1986 - 1988 : Service militaire.

1988 – 1992 : Chargé de la radioprotection au sein du service du contrôle radiologique au niveau CHU ANNABA.

1992- 1994 : Inspecteur en radioprotection au sein du service du contrôle radiologique au niveau CRS ALGER.

1994 – 2005 : inspecteur principal de sécurité au niveau du complexe d'EL HADJAR au niveau de l'aciérie à oxygène n°1 ISPAT ANNABA.

2005 – 2009 : Chef service de prévention au niveau des ACIERIES N° 1 /2/ et ACE EL HADJAR ANNABA.

2010 – 2012 : Chef service de prévention au niveau des Laminoirs produits longs LFR/LRB ArcelorMittal.

**2012 – 2013 : Chef service de prévention en déploiement du système de management sante et sécurité Selon la norme OHSAS 18001 V 2007.**

**De 2011 – 2013 : Auditeur interne en OHSAS 18001 Ayant à mes actifs 11 audits internes à Ce jour.**

**Durant cette carrière, nous avons suivi plusieurs formations et séminaires en :**

- Radioprotection CRS
- Procédures de travail ALFASID
- Identification des dangers et évaluation des risques IRCA (Afrique du sud)
- Management de la sécurité et de la surete au travail CES  
CONSTANTINE
- Secourisme PROTECTION  
CIVILE
- C H S UNIVERSITE  
BORDEAU
- Le Management Opérationnel INSIME
- L'OHSAS 18001 EL KALAM
- Audit interne 19011 V 2002 EL KALAM

**Et aussi participer à des séminaires en radioprotection préparés par le CHU de ANNABA et le centre de formation CEFOS.**

- Donner des cours de Secourisme au niveau des Wilayas de ANNABA /EL TARF/CONSTANTINE /JIJEL.
- Donner des cours de manutention manuelle à Arcelor Mittal ANNABA.
- Former plusieurs inspecteurs principaux de sécurité.
- Parrainer plusieurs stagiaires en sécurité industrielle.
- Participer à la Mise en place de système de management ISO 9001.
- Mise en place du système de management sante et sécurité au niveau PLG.
- Déploiement du SMSST OHSAS 18001 à travers le complexe sidérurgique Arcelor Mittal ANNABA.
- Auditer des unités d'ArcelorMittal en audit interne OHSAS 18001 ,11 au total.

**Annexe 2 :**  
**Cartographie des résultats qualitatifs de l'audit**

## Cartographie des résultats qualitatifs de l'audit

	Etape 1	Etape 2	Etape 3	Etape 4	Etape 5	Etape 6	Etape 7	Etape 8	Etape 9	Overall rating of system
<b>1/- L'analyse des risques et la sélection de barrière</b>	Weak	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Weak	Weak		4
<b>2/- Suivi, le retour, l'apprentissage et la gestion du changement</b>										
<b>3/- La planification et la disponibilité Manpower</b>	Good	Weak	Poor/Absent	Weak	Weak	Weak				3
<b>4/- Compétence et aptitude</b>	Good	Good	Good	Weak						3
<b>5/- Engagement, la conformité et la résolution des conflits</b>	Weak	Weak	Weak	Good	Good	Weak				3
<b>6/- Communication &amp; coordination</b>	Good	Good	Weak	Good						2
<b>7/- Procédures, règles et objectifs</b>	Poor/Absent	Weak	Weak	Weak	Weak	Good	Weak			3

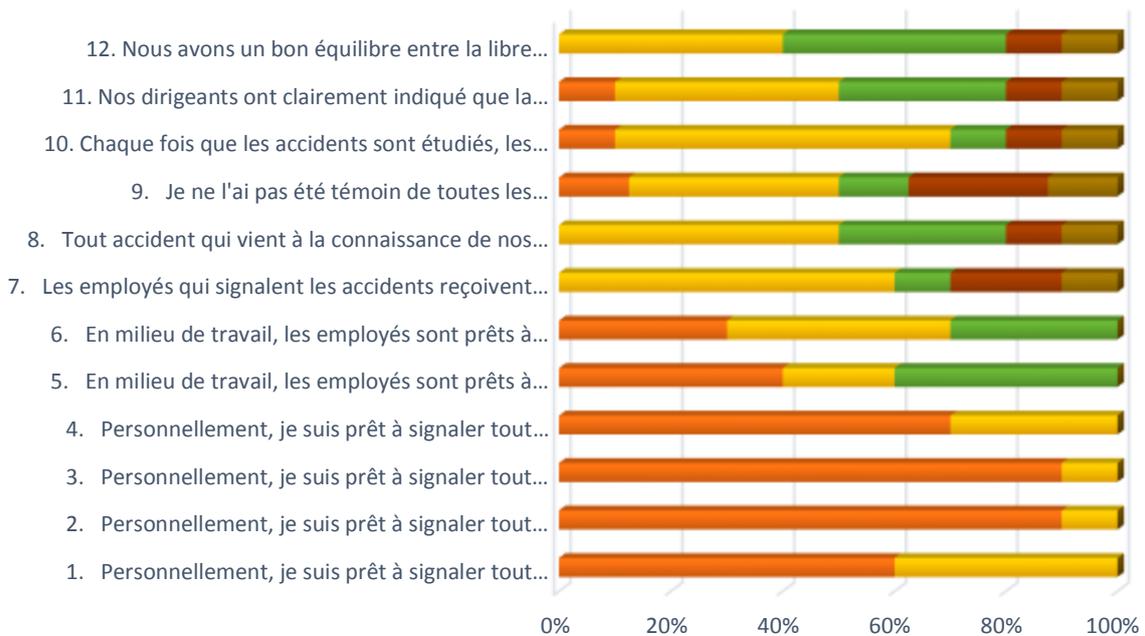
### **Annexe 3**

## **Questionnaire sur la culture sécurita**

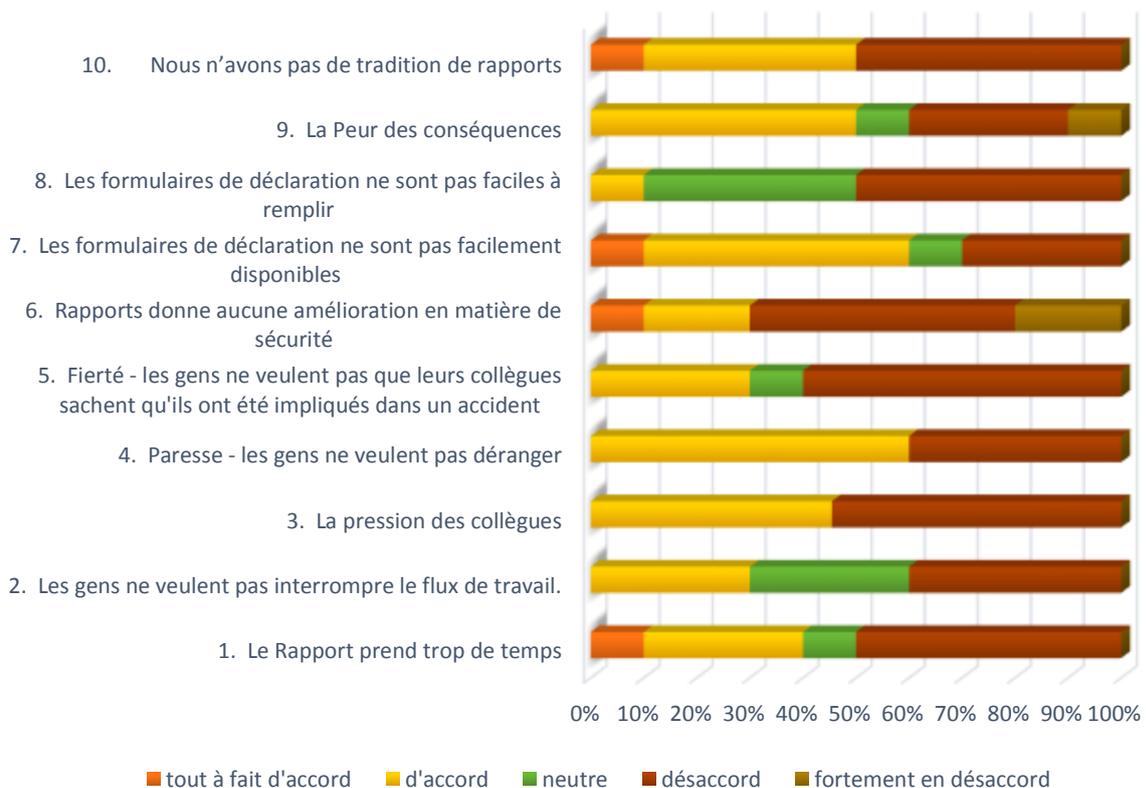
### **Annexe 4**

## **Résultats du questionnaire**

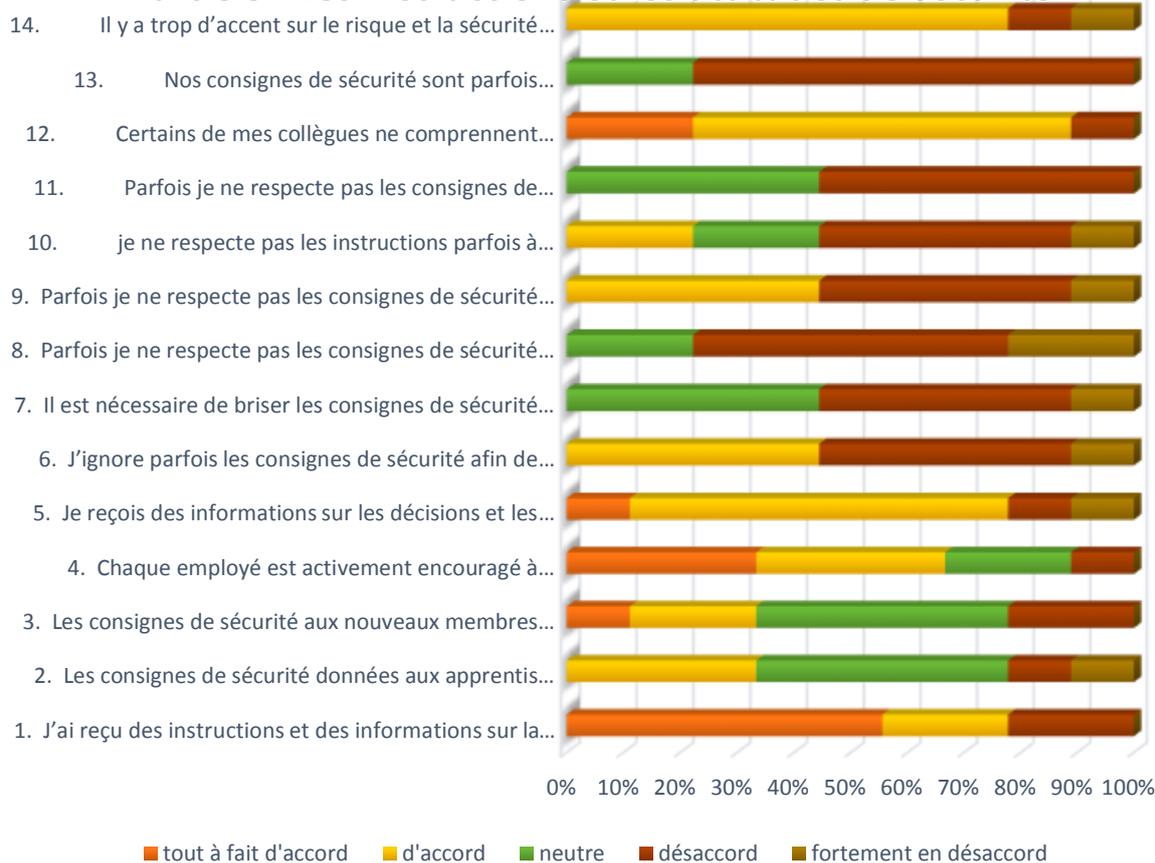
## Partie 1 : déclaration des accidents



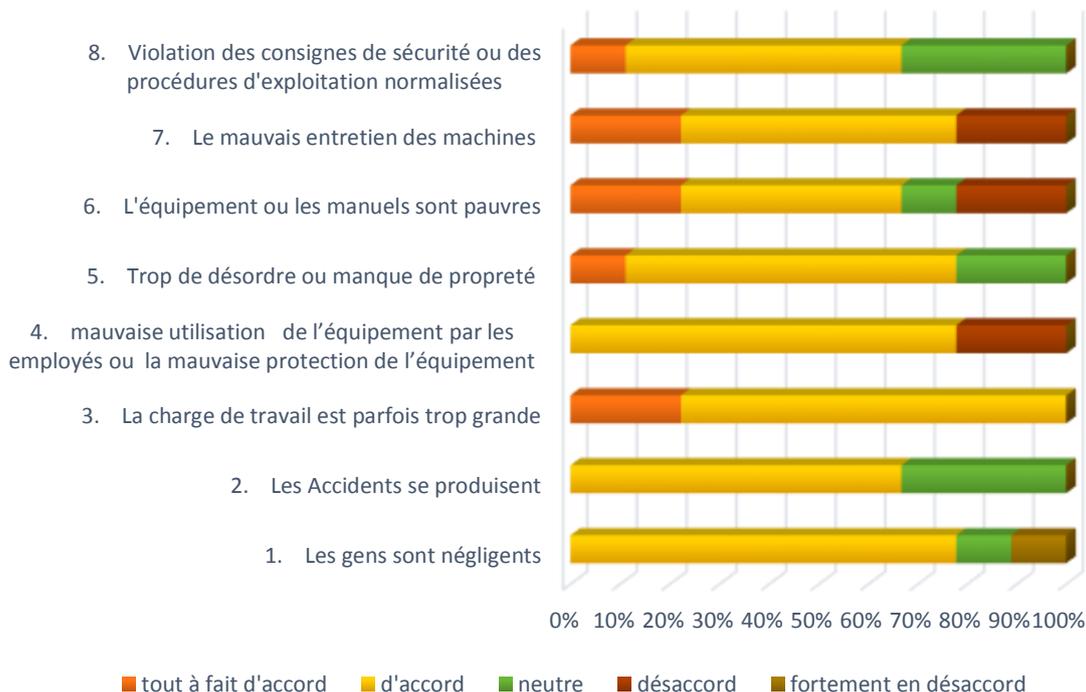
## Partie 2 : Pourquoi les incidents et les accidents (tous types) ne deviennent pas signalé ? parce que ...



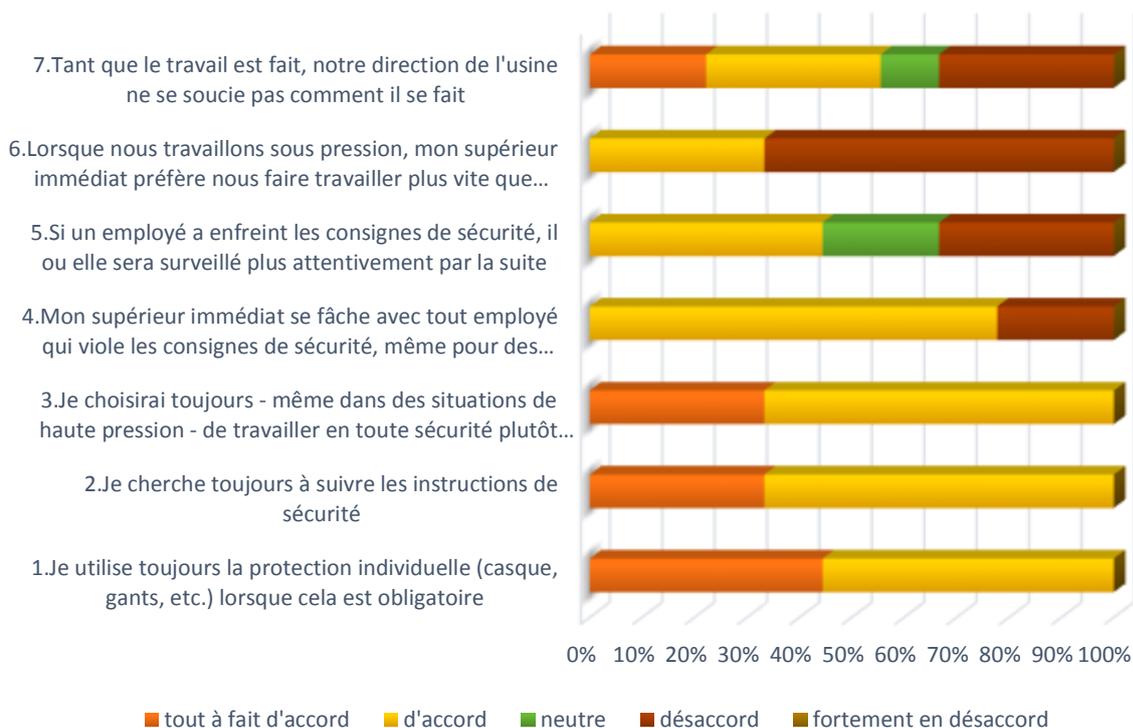
### Partie 3 : Les instructions et les attitudes de sécurité



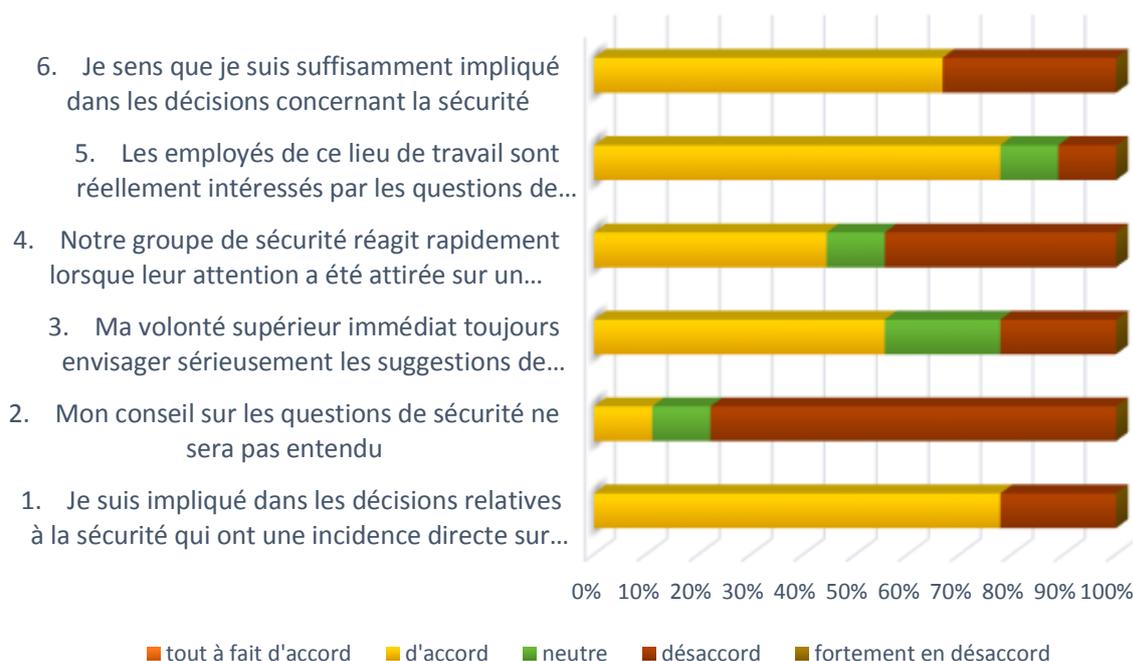
### Partie 4 : pourquoi les incidents et les accidents se produisent (tous les types) parce que ...



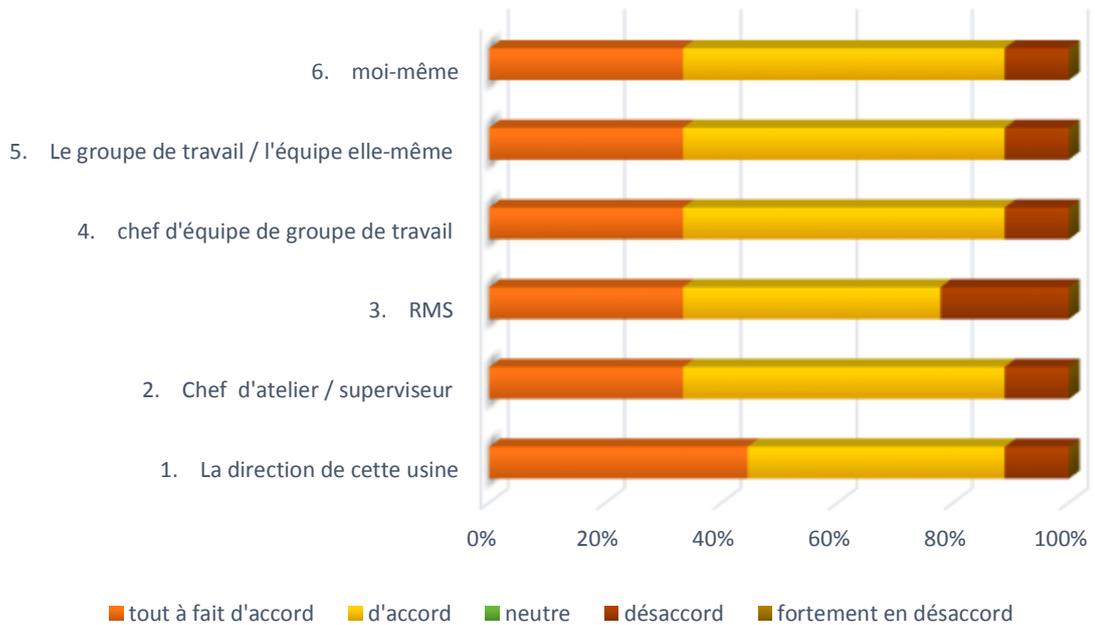
## Partie 5 : Priorisation de la sécurité au travail



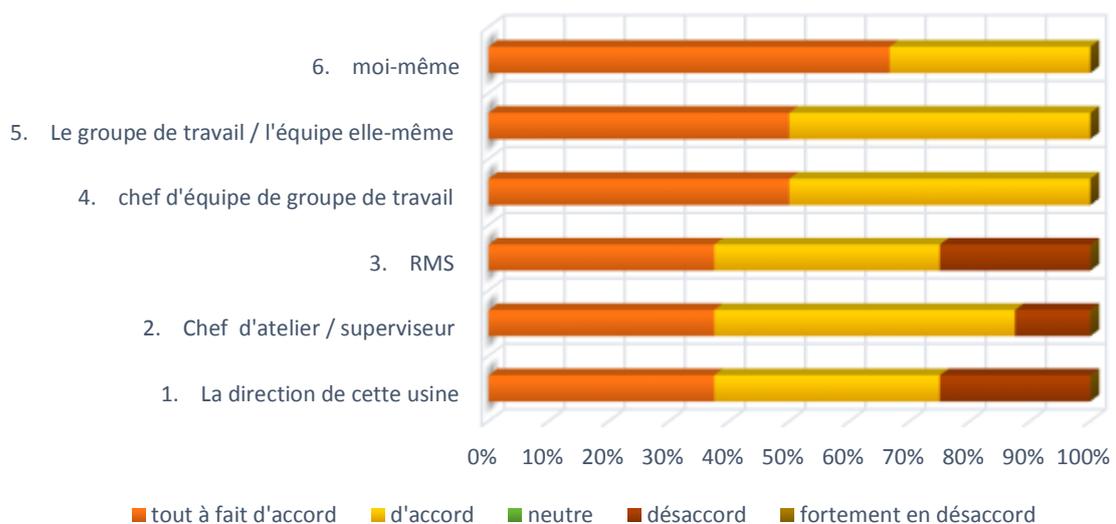
## Partie 6 : L'implication des travailleurs dans les décisions concernant la sécurité



## Partie 7 : Qui pensez-vous devrait prendre la responsabilité de la sécurité?

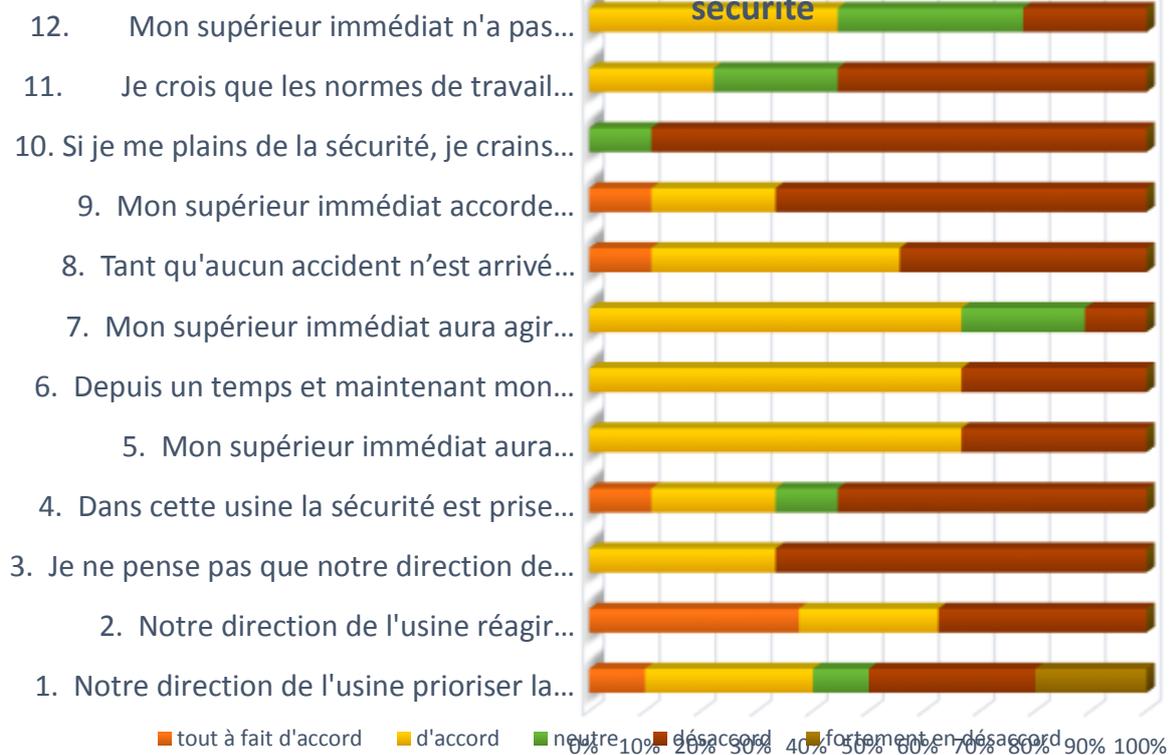


## Partie 8 : Qui est, en fait, le responsable de la sécurité?

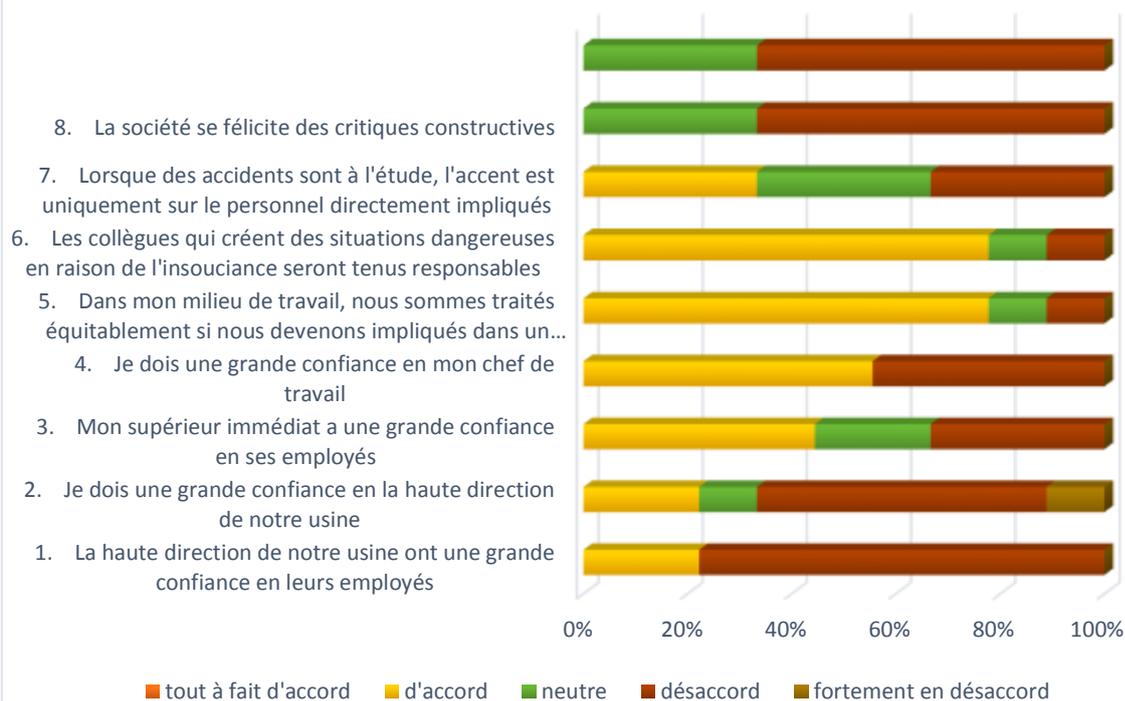


## Partie 9 : Engagement de la direction et les chefs de la

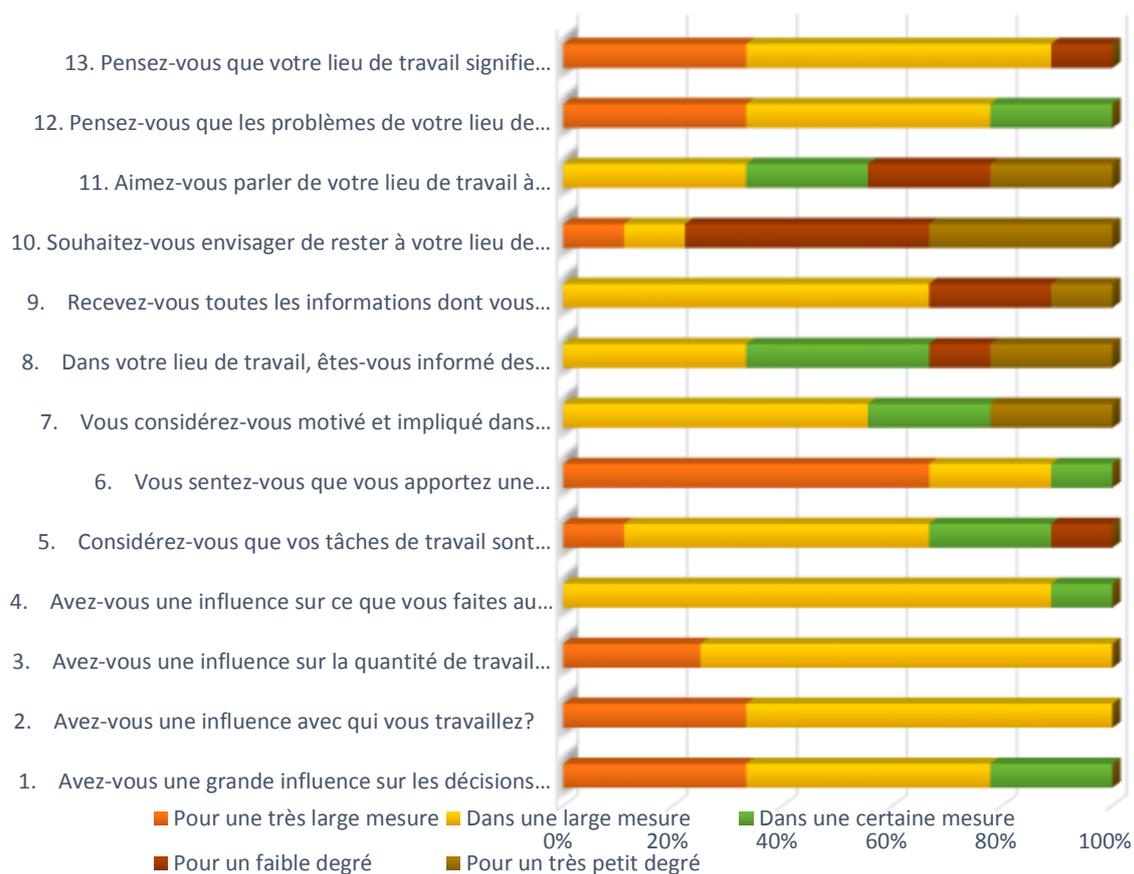
### sécurité



## Partie 10 : La confiance et l'équité



## Partie 11 : Travail et relations sociales



## Partie 12 : Vos suggestions personnelles

<p>Qu'est-ce que la société peut faire pour améliorer la sécurité?</p>	<p>mettre les équipements et les outils de travail en conformité aux normes, - la formation continue du personnel</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre en place les moyens adéquates de la sécurité et à temps</li> <li>- refuser de faire un travail en absence de sécurité.</li> <li>- se surveiller mutuellement</li> <li>- mettre à la port des employés les effets de sécurité</li> <li>- il faut impliquer la classe ouvrière pour mettre des règles de sécurité.</li> <li>- prendre en charge la culture de sécurité pendant tout la duré du poste de travail (dés début jusqu à la fin)</li> <li>- surveillance des travaux à risque par le chef de poste et le RMS,</li> </ul>
<p>Qu'est-ce que la société peut faire pour augmenter la satisfaction au travail?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- motivation des travailleurs</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>- formation.</li> <li>- sensibilisation</li> <li>- encouragement</li> <li>- mettre la personne qu'il faut dans le poste qu'il faut.</li> <li>- procurer tous les outils nécessaires pour l'accomplissement du travail.</li> <li>- améliorer les salaires des travailleurs compétents.</li> <li>- Remettre l'ancien système de notation</li> </ul>
<p>Qu'est-ce que la société peut faire pour accroître l'efficacité?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- équité et application de la réglementation.</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>- former les gens.</li> <li>- améliorer les gammes de travail</li> <li>- choisir des responsables compétents</li> <li>- formation spécifique aux installations</li> <li>Réévaluer les performances de la stratégie industrielle</li> </ul>

**Annexe 5**  
**Résultats des calculs de l'indice de culture**

<b>Partie 1 : déclaration des accidents</b>	<b>Somme</b>	<b>Moyenne <math>\mu</math> new</b>	<b>Moyenne de référence <math>\mu</math> ref</b>	<b>Ecart- type</b>	<b>Yi</b>
1. Personnellement, je suis prêt à signaler tout incident de blessure mineure*	10	1,4	2,159	0,985	-0,77056
2. Personnellement, je suis prêt à signaler tout accident de travail*	10	1,1	1,659	0,676	-0,82692
3. Personnellement, je suis prêt à signaler tout incident dangereux*	10	1,1	1,823	0,815	-0,88712
4. Personnellement, je suis prêt à signaler tout accident de l'environnement/ l'équipement*	10	1,3	1,74	0,689	-0,63861
5. En milieu de travail, les employés sont prêts à signaler tous les accidents de travail*	10	2	2,043	0,811	-0,05302
6. En milieu de travail, les employés sont prêts à signaler tous les accidents de l'environnement / équipement*	10	2	2,097	0,852	-0,11385
7. Les employés qui signalent les accidents reçoivent toujours des commentaires personnels	10	2,8	2,664	0,913	0,148959
8. Tout accident qui vient à la connaissance de nos dirigeants est examiné avec les employés	10	2,8	2,492	1,039	0,296439
9. Je ne l'ai pas été témoin de toutes les améliorations apportées en raison de la déclaration des incidents et des accidents	8	3,125	2,669	1,008	0,452381
10. Chaque fois que les accidents sont étudiés, les résultats sont toujours utilisés pour revoir nos procédures et instructions de travail	10	2,5	2,332	0,872	0,192661
11. Nos dirigeants ont clairement indiqué que la déclaration est nécessaire pour les leçons qui peuvent être tirées des accidents et incidents	10	2,7	2,068	0,869	0,727273
12. Nous avons un bon équilibre entre la libre information et le blâme pour garder les gens responsables des violations délibérées	10	2,9	2,574	0,85	0,383529

<b>Partie 3 : Les instructions et les attitudes de sécurité</b>	moyenne $\mu$ new	moyenne de référence $\mu$ ref	écart-type	score $y_i$
1. J'ai reçu des instructions et des informations sur la façon de travailler en sécurité dans mon travail actuel et le lieu de travail	1,88888889	1,853	0,617	0,05816676
2. Les consignes de sécurité données aux apprentis sont particulièrement approfondies et détaillée	3	2,376	0,815	0,76564417
3. Les consignes de sécurité aux nouveaux membres du personnel sont particulièrement approfondies et détaillée	2,77777778	2,204	0,842	0,68144629
4. Chaque employé est activement encouragé à participer à des cours de sécurité	2,11111111	2,321	0,886	-0,23689491
5. Je reçois des informations sur les décisions et les points discutés lors de chaque réunion de sécurité 'CHS'	2,44444444	2,641	0,959	-0,20495887
6. J'ignore parfois les consignes de sécurité afin de faire le travail de façon plus lisse et plus facile	2,77777778	2,679	1,084	0,09112341
7. Il est nécessaire de briser les consignes de sécurité afin de faire le travail	2,33333333	2,353	1,029	-0,01911241
8. Parfois je ne respecte pas les consignes de sécurité parce que je sens que mes collègues ont fait pression sur moi pour le faire	2	2,131	0,987	-0,13272543
9. Parfois je ne respecte pas les consignes de sécurité quand je pense qu'il n'a pas d'impact sur les risques réels	2,77777778	2,702	1,05	0,07216931
10. je ne respecte pas les instructions parfois à cause de pressions de la charge de travail de sécurité	2,55555556	2,438	1,043	0,11270907
11. Parfois je ne respecte pas les consignes de sécurité parce que mes collègues le font	2,44444444	2,151	0,934	0,31418035
12. Certains de mes collègues ne comprennent pas vraiment les risques liés à notre travail	4	2,81	1,05	1,13333333
13. Nos consignes de sécurité sont parfois difficiles à comprendre	2,22222222	2,737	0,981	-0,52474799

<b>Partie 5 : Priorisation de la sécurité au travail</b>	moyenne $\mu$ new	moyenne de référence $\mu$ ref	écart-type	score $y_i$
1.Je utilise toujours la protection individuelle (casque, gants, etc.) lorsque cela est obligatoire	1,55555556	1,836	0,74	-0,37897898
2.Je cherche toujours à suivre les instructions de sécurité	1,66666667	1,94	0,66	-0,41414141
3.Je choisirai toujours - même dans des situations de haute pression - de travailler en toute sécurité plutôt que rapidement chaque fois qu'un choix doit être fait	1,66666667	2,06	0,778	-0,50556984
4.Mon supérieur immédiat se fâche avec tout employé qui viole les consignes de sécurité, même pour des infractions mineures	2,44444444	2,506	0,894	-0,06885409
5.Si un employé a enfreint les consignes de sécurité, il ou elle sera surveillé plus attentivement par la suite	2,88888889	2,72	0,787	0,21459833
6.Lorsque nous travaillons sous pression, mon supérieur immédiat préfère nous faire travailler plus vite que dans le respect des consignes de sécurité	2,66666667	2,39	0,966	0,28640442
7.Tant que le travail est fait, notre direction de l'usine ne se soucie pas comment il se fait	3,44444444	2,308	0,988	1,15024741

<b>Partie 6 : L'implication des travailleurs dans les décisions concernant la sécurité</b>	moyenne $\mu$ new	moyenne de référence $\mu$ ref	écart-type	score $y_i$
1. Je suis impliqué dans les décisions relatives à la sécurité qui ont une incidence directe sur mon travail	2,44444444	2,52	0,902	-0,08376447
2. Mon conseil sur les questions de sécurité ne sera pas entendu	2,33333333	2,484	0,842	-0,17893903
3. Ma volonté supérieure immédiat toujours envisager sérieusement les suggestions de sécurité formulées par un employé	2,66666667	2,344	0,777	0,41527242
4. Notre groupe de sécurité réagit rapidement lorsque leur attention a été attirée sur un problème de sécurité	3	2,534	0,966	0,48240166
5. Les employés de ce lieu de travail sont réellement intéressés par les questions de sécurité	2,33333333	2,404	0,756	-0,09347443
6. Je sens que je suis suffisamment impliqué dans les décisions concernant la sécurité	2,66666667	2,716	0,833	-0,05922369

<b>Partie 9 : Engagement de la direction et les chefs de la sécurité</b>	moyenne $\mu$ new	moyenne de référence $\mu$ ref	écart-type	score yi
1. Notre direction de l'usine prioriser la productivité avant la sécurité	3,11111111	2,855	1,006	0,25458361
2. Notre direction de l'usine réagir strictement lorsque des problèmes se posent quant à la sécurité	2,375	2,414	0,834	-0,04676259
3. Je ne pense pas que notre direction de l'usine a toute position claire sur la sécurité	2,66666667	3,59	0,938	-0,98436389
4. Dans cette usine la sécurité est prise au sérieux et pas seulement pour sauver les apparences	3,11111111	2,258	0,886	0,96287936
5. Mon supérieur immédiat aura intervenir immédiatement si il / elle observe que les consignes de sécurité ne sont pas respectées	2,66666667	2,265	0,784	0,51232993
6. Depuis un temps et maintenant mon supérieur immédiat vérifie si nous faisons le travail conformément aux instructions de sécurité	2,66666667	2,602	0,842	0,07680127
7. Mon supérieur immédiat aura agir résolument lorsque des problèmes de sécurité se posent	2,44444444	2,237	0,765	0,27116921
8. Tant qu'aucun accident n'est arrivé mon supérieur immédiat ne se soucient pas vraiment de la façon dont le travail est fait	3,22222222	2,27	0,914	1,04181862
9. Mon supérieur immédiat accorde moins d'attention aux questions de sécurité que les autres chefs dans cette usine	2,77777778	2,258	0,798	0,6513506
10. Si je me plains de la sécurité, je crains que je puisse perdre mon travail	2,11111111	2,258	0,798	-0,18407129
11. Je crois que les normes de travail dans cette usine sont plus élevées que dans d'autres usines de production	3,33333333	2,177	1,024	1,12923177
12. Mon supérieur immédiat n'a pas peur d'admettre ses propres erreurs	2,77777778	2,5	0,8	0,34722222

<b>Partie 10 : La confiance et l'équité</b>	moyenne $\mu$ new	moyenne de référence $\mu$ ref	écart-type	score yi
1. La haute direction de notre usine ont une grande confiance en leurs employés	3,55555556	2,6	0,921	1,0375196
2. Je dois une grande confiance en la haute direction de notre usine	3,55555556	2,756	0,929	0,8606626
3. Mon supérieur immédiat a une grande confiance en ses employés	2,88888889	2,302	0,757	0,77528255
4. Je dois une grande confiance en mon chef de travail	2,88888889	2,3	0,78	0,75498575
5. Dans mon milieu de travail, nous sommes traités équitablement si nous devenons impliqués dans un accident	2,33333333	2,298	0,777	0,04547405
6. Les collègues qui créent des situations dangereuses en raison de l'insouciance seront tenus responsables	2,33333333	2,541	0,91	-0,22820513
7. Lorsque des accidents sont à l'étude, l'accent est uniquement sur le personnel directement impliqués	3	2,808	0,919	0,20892274
8. La société se félicite des critiques constructives	3,66666667	2,48	0,841	1,41101863

<b>Partie 11 : Travail et relations sociales</b>	moyenne $\mu$ new	moyenne de référence $\mu$ ref	écart-type	score yi
1. Avez-vous une grande influence sur les décisions concernant votre travail quotidien?	1,88888889	2,622	0,998	- 0,73458027
2. Avez-vous une influence avec qui vous travaillez?	1,66666667	3,317	0,915	- 1,80364299
3. Avez-vous une influence sur la quantité de travail que vous faites?	1,75	3,162	0,91	- 1,55164835
4. Avez-vous une influence sur ce que vous faites au travail?	2,11111111	2,98	0,994	- 0,87413369
5. Considérez-vous que vos tâches de travail sont significatif?	2,33333333	2,177	0,715	0,21864802
6. Vous sentez-vous que vous apportez une contribution importante au travail	1,44444444	2,045	0,621	- 0,96707819
7. Vous considérez-vous motivé et impliqué dans votre travail?	2,88888889	2,052	0,752	1,11288416
8. Dans votre lieu de travail, êtes-vous informé des décisions importantes, des changements et des plans futurs bien à l'avance	3,22222222	2,967	0,927	0,27532063
9. Recevez-vous toutes les informations dont vous avez besoin pour faire un bon travail?	2,77777778	2,544	0,768	0,30439815
10. Souhaitez-vous envisager de rester à votre lieu de travail pour le reste de votre vie professionnelle?	3,77777778	2,492	0,942	1,36494456
11. Aimez-vous parler de votre lieu de travail à d'autres personnes?	3,33333333	2,722	0,99	0,61750842
12. Pensez-vous que les problèmes de votre lieu de travail sont vos problèmes ainsi?	1,88888889	2,801	0,989	- 0,92225593
13. Pensez-vous que votre lieu de travail signifie beaucoup pour vous personnellement?	1,88888889	2,269	0,845	- 0,44983563

## **Annexe 6**

**Les coefficients d'influences des processus managériaux pour  
chaque type**



<b>Type de barrier</b>											
<b>Processus managériale</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
Disponibilité du personnel	0%	0%	8%	4%	0%	0%	15%	25%	8%	15%	25%
Compétence du personnel	0%	0%	29%	14%	0%	0%	58%	0%	29%	58%	87%
3. Implication du personnel et résolution des conflits	0%	0%	36%	18%	0%	0%	72%	0%	36%	72%	100%
Communication et coordination	0%	0%	10%	5%	0%	0%	20%	33%	10%	20%	33%
Procédure, modes opératoires et objectifs	0%	0%	25%	13%	0%	0%	50%		25%	50%	83%
Détermination des spécifications de conception (incluant l'interface homme/machine), achat, construction, installation, et gestion des pièces	0%	0%	9%	5%	0%	0%	18%	40%	9%	18%	40%
Gestion des inspections, des contrôles et de la maintenance	50%	50%	25%	25%	50%	50%	48%	5%	25%	48%	80%
Disponibilité du personnel	50%	50%	25%	75%	50%	50%	10%	5%	25%	10%	0%