

Université
de Toulouse

THESE

En vue de l'obtention du

DOCTORAT DE L'UNIVERSITE DE TOULOUSE

Délivré par l'Institut National Polytechnique de Toulouse
Spécialité : Systèmes Industriels

Présentée par Dounia TAZI
le 1^{er} décembre 2008

EXTERNALISATION DE LA MAINTENANCE ET SES IMPACTS SUR LA SECURITE DANS LES INDUSTRIES DE PROCEDES

JURY

André Laurent	Rapporteur
Franck Guarnieri	Rapporteur
Gilbert Casamatta	Directeur de thèse
René Amalberti	Directeur scientifique
Anne-Sophie Nyssen	Examinatrice
Bernard Petitpain	Examineur

**Ecole doctorale systèmes
Laboratoire de Génie Chimique
Institut pour une Culture de la Sécurité Industrielle**

REMERCIEMENTS

Ce travail est le fruit de la collaboration entre TOTAL, l'Institut pour une Culture de la Sécurité Industrielle ICSI, le Laboratoire de Génie Chimique LGC et moi-même dans le cadre d'une thèse Cifre.

Je remercie en premier lieu TOTAL, et en particulier Bernard Petitpain et François Ruef pour avoir initié ce projet et m'avoir ouvert les portes de la raffinerie.

Je remercie le Professeur Gilbert Casamatta, président de l'Institut National Polytechnique de Toulouse d'avoir accepté d'être mon directeur de thèse et d'avoir toujours répondu présent. Je remercie particulièrement le Professeur René Amalberti pour avoir orienté ses travaux. Merci pour tes conseils, ton soutien, et ton aiguillage pour la réussite de ce travail. Tu m'as fait découvrir de nouveaux horizons je t'en remercie sincèrement, à ton contact j'apprends beaucoup et ta vision novatrice des systèmes complexes est reconnue par tous.

Merci au Professeur Joël Bertrand, directeur du LGC pour m'avoir accueillie au sein du laboratoire. Je tiens à remercier le Professeur André Laurent et le directeur de recherche Franck Guarnieri pour avoir accepté d'examiner ce travail en tant que rapporteurs et pour leur participation au jury. Leurs commentaires avisés et leur expérience sont un précieux atout pour la pertinence des résultats proposés. Je remercie également le Professeur Anne-Sophie Nyssen d'avoir accepté d'examiner ce travail en tant que membre du jury.

Je remercie Philippe Doligez et Gérard Roussel, ancien et actuel directeur du site industriel dans lequel ce projet à été mené, de m'avoir ouvert toutes les portes et pour l'intérêt que vous portez à ce travail.

Merci aux entreprises de mécanique, électricité-automatismes, entretien général, nettoyage-pompage et échafaudage, pour votre participation active et la disponibilité de vos intervenants, chef d'équipes, correspondants HSE..., vous apportez beaucoup de richesse à ce travail.

Thierry Hemery, je tiens à te remercier amicalement pour avoir été mon parrain lors de mes premiers pas sur le site, merci pour ton accueil, ton soutien, ta disponibilité et ton implication constante sur le sujet. Merci également à Patrick Gauthé chef de la division conversion, François-Régis Bonaldi chef du service sécurité, Serge Langdorph chef du service achat-sous-traitance et leurs équipes, pour leur disponibilité, leur entretiens et leur collaboration.

*Un grand merci à tout le personnel du site qui m'a vu débarquer et observer tous leurs faits et gestes. Je remercie particulièrement le secteur conversion 2, Vincent, Ghislain, Mickael, Cédric, Sylvain... Merci également aux équipes de quart, en particulier le quart D qui m'a fait découvrir la vie en 3*8 et le travail de nuit. Merci au personnel du service prévention, Jérôme et Denis, ainsi que tous les préventeurs sécurité travaux.*

Je tiens également à remercier René Deleuze, Directeur général de l'ICSI de m'avoir accueilli au sein de l'institut. Merci à toute l'équipe de l'ICSI, Gilles et Gilles, François, Ivan pour mon initiation aux facteurs humains et organisationnels, Caroline pour tes nombreuses relectures, Kyla pour ta précieuse aide pour l'écriture d'articles en anglais, Dominique, Pauline, Zina, Eric... pour l'ambiance amicale et conviviale.

Une attention toute particulière à mes parents et frères et sœurs, Nadia, Imane et Adil, vous m'avez montré le chemin.

Merci Pitou pour les week-ends que tu as passé à la relecture de ce travail et surtout pour ton soutien et tes encouragements de tous les instants.

MERCI A TOUS !!!

EXTERNALISATION DE LA MAINTENANCE ET SES IMPACTS SUR LA SECURITE DANS LES INDUSTRIES DE PROCEDES

Dounia TAZI - Laboratoire de Génie Chimique et Institut pour une Culture de la Sécurité Industrielle

Cette thèse s'inscrit dans le cadre théorique des systèmes complexes. Nous proposons de prendre l'exemple d'un site industriel dont les caractéristiques sont représentatives des pratiques dans l'industrie des procédés. L'objectif est de confronter les modèles de sécurité développés dans la littérature avec les pratiques industrielles. Cette recherche porte sur l'impact sur la sécurité de l'externalisation des travaux de maintenance. Le terrain d'application est une grande raffinerie pétrolière française. Le point de départ de cette étude est la mise en place par le site industriel d'une politique de sécurisation des opérations réalisées par les entreprises extérieures, de la préparation à l'exécution des travaux de maintenance. Le taux d'accidents du travail du personnel extérieur de cette raffinerie a diminué d'un facteur deux en deux ans, mais a recommencé à augmenter une fois de plus après 3 ans.

Après une analyse du système dans lequel s'inscrit cette externalisation, nous présentons deux actions de recherche que nous avons menées pour apprécier les impacts sur le terrain de la mise en place d'une politique prescriptive de sécurisation des travaux de maintenance.

Lors de la 1^{ère} expérimentation, nous avons demandé à un échantillon de 128 intervenants extérieurs de la maintenance et personnels internes de la raffinerie, de remplir un questionnaire de climat de sécurité largement utilisé dans l'industrie pétrolière. L'objectif est d'évaluer la culture de sécurité du personnel interne et des prestataires de maintenance, et d'obtenir des indications sur la perception des personnes sur l'importance et le management de la sécurité.

La deuxième expérimentation repose sur des simulations d'interventions de maintenance. 58 prestataires de maintenance y ont pris part. Elle a permis d'identifier les facteurs de décisions des prestataires en situation normale et dégradée et de caractériser leurs capacités d'adaptation et d'apprentissage.

Les résultats sont de trois ordres. Premièrement, l'analyse initiale montre que la sécurité du personnel extérieur est ségréguée des autres facettes de la sécurité telle la sécurité industrielle et reflète ainsi la ségrégation qui existe entre les autorités de tutelles. Deuxièmement, le questionnaire de climat de sécurité montre que le milieu de travail est perçu comme difficile, ne récompensant pas les comportements sûrs des prestataires extérieurs. La simulation montre que 76% des travailleurs sont prêts à s'écarter des normes et règles pour s'adapter en temps réel au travail à réaliser, même dans des conditions d'intervention dégradées. Ces adaptations et écarts illégaux au regard des règles de sécurité n'ont alors pas d'espace pour être discutés, ils restent souterrains et informels.

La conclusion discute du caractère incomplet de ce type de modèle de sécurité. Ce modèle basé sur une approche normative et procédurière des problèmes de sécurité risque de devenir petit à petit aveugle aux adaptations et compromis du travail réel. L'amélioration à court terme d'indicateurs de sécurité locaux n'est pas une garantie d'une amélioration globale et durable de la sécurité, notamment en termes de capacités d'apprentissage et de résilience. Nous proposons plusieurs pistes d'amélioration pour favoriser les apprentissages collectifs, renforcer les capacités de résilience du système, et éviter les improvisations isolées et la dégradation de l'expertise des acteurs. Un débat final suggère que les solutions qui paraissent faciles à mettre en œuvre d'un point de vue théorique sont difficiles à mettre en pratique en raison de l'écart entre la théorie et la réalité paradoxale résultant de la logique de la société en général et des autorités de tutelles en particulier.

Mots clés : Sécurité au travail - Externalisation de la maintenance - Modèle prescriptif - Résilience - Apprentissage.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	I
RESUME DE LA THESE	III
TABLE DES MATIERES	IV
INTRODUCTION GENERALE	1
CONTEXTE GENERAL	1
COLLABORATIONS	1
TERRAIN D'APPLICATION	2
POINT DE DEPART ET QUESTIONS.....	2
STRUCTURE.....	3
REMARQUES GENERALES	3
PARTIE I - MAINTENANCE – SOUS-TRAITANCE – SECURITE	4
INTRODUCTION A LA PARTIE I	4
I.1 LA MAINTENANCE.....	5
I.1.1 <i>Qu'est ce que la maintenance</i>	5
I.1.2 <i>La fonction maintenance</i>	8
I.1.2.1 La fonction méthodes.....	8
I.1.2.2 La fonction ordonnancement.....	8
I.1.2.3 La fonction réalisation des interventions.....	9
I.1.3 <i>Management de la maintenance</i>	9
I.1.4 <i>Politique de maintenance</i>	9
I.1.5 <i>Stratégies de maintenance</i>	10
I.1.5.1 Définition	10
I.1.5.2 La stratégie MBF Maintenance Basée sur la Fiabilité	10
I.1.5.3 La stratégie TPM <i>Total Productive Maintenance</i>	10
I.1.5.4 La stratégie LCC <i>Life Cycle Cost</i>	11
I.1.6 <i>Aspects réglementaires de la maintenance</i>	11
I.2 LA SOUS-TRAITANCE.....	12
I.2.1 <i>Introduction</i>	12
I.2.2 <i>Définitions liées à la sous-traitance et l'externalisation</i>	12
I.2.3 <i>Les différents types de sous-traitance</i>	14
I.2.3.1 Selon le motif de la sous-traitance.....	14
I.2.3.2 Selon le lieu d'exécution des activités.....	15
I.2.3.3 Selon le nombre de contrats mis en place : sous-traitance en cascade et sous-traitance à rang unique.....	16
I.2.4 <i>Modification des rapports de l'entreprise utilisatrice avec ses sous-traitants</i>	17
I.2.4.1 Première évolution : quantitative.....	17
I.2.4.2 Deuxième évolution : qualitative.....	17
I.2.4.3 Troisième évolution : structurelle.....	17
I.2.5 <i>Ce qui peut pousser à sous-traiter</i>	18
I.2.5.1 Motivation financière	18
I.2.5.2 Motivation stratégique.....	18
I.2.5.3 Motivation liée aux compétences	18
I.2.5.4 Motivation sociale	19
I.2.5.5 Anticipation limitée.....	19
I.2.6 <i>Les limites de l'externalisation</i>	19
I.2.6.1 Perte de savoir-faire en interne	19
I.2.6.2 Risque de dépendance technique envers les prestataires	20
I.2.7 <i>Aspects réglementaires de la sous-traitance</i>	20
I.3 LA SECURITE	22
I.3.1 <i>Les mots clés</i>	22
I.3.2 <i>Les bases historiques de la sécurité</i>	25
I.3.2.1 La dimension technique : la sûreté de fonctionnement.....	25
I.3.2.2 La fiabilité humaine	26
I.3.3 <i>La prescription comme outil de la sécurité</i>	27
I.3.3.1 Rôle de la prescription.....	27
I.3.3.2 Classification des règles de sécurité (Hale & Swuste, 1998).....	27
I.3.3.3 Vérification de la conformité aux règles	28

I.3.3.4 Application de la prescription dans l'industrie	28
I.3.3.5 Limites des modèles de sécurité prescriptifs	29
I.3.4 <i>Les déviations par rapport aux règles et procédures</i>	31
I.3.4.1 Le courant sécurité industrielle	32
I.3.4.2 Le courant Santé Sécurité au Travail SST	34
I.3.5 <i>L'émergence du concept de la culture de sécurité</i>	35
I.3.5.1 Le courant sécurité industrielle : culture des organisations et culture de sécurité	35
I.3.5.2 Le courant santé sécurité au travail : culture de sécurité et implication des employés	36
I.3.5.3 Mesure de la culture de sécurité : le questionnaire de culture de sécurité	37
I.3.6 <i>Modélisation des accidents</i>	38
I.3.6.1 Les modèles historiques	38
I.3.6.2 Les modèles qui appréhendent la complexité des systèmes	39
I.3.7 <i>Les nouvelles approches de la sécurité</i>	42
I.3.7.1 Le Retour d'Expérience comme occasion d'apprendre	42
I.3.7.2 Vers des organisations apprenantes	43
I.3.7.3 Vers des organisations résilientes	45
I.3.7.4 Synthèse sur les nouvelles approches de sécurité	46
I.3.8 <i>La Santé Sécurité au Travail SST</i>	47
I.3.8.1 Réglementations et préconisations	47
I.3.8.2 Les instances en Santé Sécurité au Travail	48
I.3.8.3 Indicateurs de Santé Sécurité au Travail	50
I.3.8.4 Approches proactives pour améliorer la Santé Sécurité des Travailleurs	53
I.4 COMBINAISON DES 3 CONCEPTS : MAINTENANCE, SOUS-TRAITANCE ET SECURITE	57
I.4.1 <i>Sous-traitance de la Maintenance</i>	57
I.4.1.1 Quelles activités de maintenance sous-traiter ?	57
I.4.1.2 Comment externaliser des activités de maintenance ?	58
I.4.1.3 La contractualisation lors de la sous-traitance de la maintenance	58
I.4.2 <i>Maintenance et Sécurité</i>	59
I.4.2.1 Maintenance et Risques de défaillance du système	59
I.4.2.2 Maintenance et sécurité des employés	59
I.4.2.3 Maintenance et sécurité des employés dans les industries de procédés	60
I.4.3 <i>Sous-traitance et conditions de travail et de sécurité des employés</i>	62
I.4.3.1 Les chiffres	62
I.4.3.2 Les causes de la sur-accidentalité des sous-traitants selon la littérature	63
I.4.3.3 Une vraie amélioration des résultats sécurité des grands donneurs d'ordres ou une externalisation des risques ?	65
SYNTHESE DE LA PREMIERE PARTIE	66
Evolution dans les théories et pratiques des trois concepts maintenance, sous-traitance et sécurité	66
Trois concepts intimement liés dans l'industrie, mais souvent étudiés de manière disjointe	67

PARTIE II – PROBLEMATIQUE DE L'EXTERNALISATION DES TRAVAUX DE MAINTENANCE ET SES IMPACTS SUR LA SECURITE DANS LES INDUSTRIES DE PROCEDES 68

II.1 DE QUOI PARLE T'ON	68
II.2 LES RAISONS D'UNE LITTERATURE ASSEZ PAUVRE SUR LE SUJET	68
II.2.1 <i>Accès au terrain industriel</i>	68
II.2.2 <i>Sujet sensible</i>	69
II.2.3 <i>Des méthodes d'analyse lourdes</i>	69
II.3 POURQUOI S'INTERESSER A CE SUJET ?	69
II.3.1 <i>Les prestataires ont plus d'accidents</i>	69
II.3.2 <i>Des paradoxes</i>	70
II.3.3 <i>Un terrain industriel d'ampleur</i>	70
II.4 LES QUESTIONS ET HYPOTHESES	70
II.5 APPROCHES PRECONISEES	71

PARTIE III – ANALYSE DU SYSTEME 73

INTRODUCTION A LA PARTIE III	73
III.1 REORGANISATION DES RELATIONS ENTRE LE DONNEUR D'ORDRES ET LES ENTREPRISES EXTERIEURES POUR EVITER TOUT ACCIDENT/INCIDENT	74
III.1.1 <i>Introduction</i>	74
III.1.2 <i>Stratégie d'externalisation à moyen et long terme et évolution de l'externalisation sur le site</i>	74
III.1.2.1 Stratégie d'externalisation à moyen et long terme	74
III.1.2.2 Evolution de l'externalisation	77
III.1.3 <i>Analyse de la « politique zéro accident » mise en place</i>	78
III.1.3.1 Au départ : de mauvais résultats sécurité pour les entreprises extérieures	78
III.1.3.2 Analyse interne des accidents du personnel extérieur	79

III.1.3.3 La mise en place d'un plan spécifique	79
III.1.3.4 Les résultats spectaculaires de cette « politique zéro accident »	82
III.2 ANALYSE SOCIOTECHNIQUE DU SYSTEME	83
III.2.1 Introduction	83
III.2.2 L'abstraction hiérarchique	83
III.2.3 Analyse du modèle d'externalisation des travaux de maintenance courante	85
III.2.3.1 La hiérarchie de raffinement	85
III.2.3.2 Abstraction hiérarchique du système, sous-système et unités fonctionnelles	87
III.2.3.3 Abstraction hiérarchique des entités Méthodes, QHSE et Achats-Sous-traitance	88
III.2.3.4 Abstraction hiérarchique des composantes fonctionnelles : Maintenance, Sécurité, Exploitation, Entreprises extérieures	91
III.2.3.5 Les contraintes majeures du système	100
III.2.3.6 L'espace de fonctionnement prescrit	101
III.2.3.7 Les barrières du système	102
III.4 CONCLUSION DE LA PARTIE III	105
III.4.1 Un site sous pression	105
III.4.2 Une politique classique dans l'industrie	105
III.4.3 Une politique centrée sur les accidents de travail et la prescription	105
III.4.3.1 Une politique centrée sur les accidents de travail	105
III.4.3.2 Une politique prescriptive qui touche principalement les acteurs des unités fonctionnelles	106
III.4.4 « Une politique zéro accident » qui porte ses fruits sur le court terme	106
PARTIE IV – EXPERIMENTATIONS	108
INTRODUCTION A LA PARTIE IV	108
IV.1 QUESTIONNAIRE DE CLIMAT DE SECURITE COMMUN	109
IV.1.1 Introduction	109
IV.1.2 Objectifs et Méthode	109
IV.1.2.1 Objectifs	109
IV.1.2.2 Méthode	109
IV.1.3 Protocole expérimental	113
IV.1.3.1 Personnes sollicitées	113
IV.1.3.2 Deux vagues d'enquête	113
IV.1.3.3 Présentation du questionnaire	113
IV.1.4 Codage des réponses et Analyse des données	114
IV.1.4.1 Notation des questionnaires	114
IV.1.4.2 Mode d'interprétation des données	114
IV.1.4.3 Analyse des réponses	115
IV.1.5 Résultats	116
IV.1.5.1 Typologie des personnes qui ont répondu au questionnaire	116
IV.1.5.2 Résultats globaux	117
IV.1.5.3 Résultats selon les neuf dimensions de la culture de sécurité	117
IV.1.5.4 Zoom sur les dimensions à surveiller	119
IV.1.5.5 Résultats des entreprises extérieures selon leur métier	120
IV.1.6 Discussion sur le questionnaire de climat de sécurité	121
IV.1.7 Les limites potentielles du questionnaire	123
IV.2 REACTIONS DES ACTEURS EXTERIEURS DE LA MAINTENANCE FACE A UNE SITUATION DEGRADEE – CAPACITES D'ADAPTATION ET D'APPRENTISSAGE	125
IV.2.1 Introduction	125
IV.2.2 Objectifs, Hypothèses et Méthode	125
IV.2.2.1 Objectifs	125
IV.2.2.2 Hypothèses	125
IV.2.2.3 Méthode	126
IV.2.3 Le simulateur	127
IV.2.3.1 Développement du simulateur	127
IV.2.4 Les résultats	137
IV.2.4.1 Typologie des personnes qui ont participé à la simulation	137
IV.2.4.2 Résultats lors de la préparation de l'intervention	138
IV.2.4.3 Résultats en cours de chantier lorsque la situation se dégrade	139
IV.2.4.4 Résultats en fin d'intervention et retour d'expérience	143
IV.2.5 Discussion sur la simulation	144
IV.2.6 Discussion autour des hypothèses	146
IV.2.7 Limites potentielles de l'expérimentation	146
IV.2.7.1 Précautions prises pour éviter les effets des limites potentielles de la méthode	146
IV.2.7.2 Limites éventuelles des résultats	147

PARTIE V – DISCUSSION GENERALE-CONCLUSION.....	148
V.1 RAPPEL DES RESULTATS	148
V.1.1 <i>Le contexte : une politique pour sécuriser les travaux de maintenance externalisés.....</i>	148
V.1.2 <i>Les impacts de cette politique dépassent l'amélioration d'un indicateur</i>	148
V.1.2.1 Un système sous pression	149
V.1.2.2 La « politique zéro accident » une réponse spécifique, centrée sur les accidents de travail des prestataires	149
V.1.2.3 Une politique qui touche de nombreux acteurs.....	149
V.1.2.4 Les résultats de cette politique.....	149
V.1.3 <i>Ressenti des acteurs concernant la sécurité.....</i>	149
Le questionnaire de climat de sécurité.....	150
V.1.4 <i>Adaptation des prestataires de maintenance à des conditions d'intervention dégradées ; et apprentissage et partage des pratiques</i>	150
Le simulateur d'intervention de maintenance.....	150
V.2 QUE MANQUE-T-IL DANS CETTE APPROCHE ?	151
V.2.1 <i>Les limites des modèles prescriptifs relayées par la littérature</i>	151
V.2.1.1 La ségrégation en silos de spécialité.....	151
V.2.1.2 Un modèle écrit qui s'éloigne de la réalité terrain	151
V.2.1.3 Les opérateurs de terrain, première cause des accidents	152
V.2.1.4 Un modèle qui ne favorise pas l'apprentissage et diabolise toute erreur.....	152
V.2.1.5 Un modèle qui ne favorise pas l'adaptation	152
V.2.2 <i>Pourquoi les résultats de la « politique zéro accident » ne sont pas durables ?.....</i>	153
V.2.2.1 La santé sécurité au travail des prestataires ségréguée des autres facettes de la sécurité	153
V.2.2.2 Décalage entre le travail réel et le travail prescrit.....	153
V.2.2.3 Difficulté de débriefing sur le contournement des règles.....	153
V.2.3 <i>Les limites à plus long terme de ce modèle</i>	154
V.2.3.1 La prescription contractuelle, un risque d'aveuglement ?.....	154
V.2.3.2 La dilution de la conformité aux règles et des contrôles	154
V.2.3.3 Une résilience et des capacités d'apprentissage et d'adaptations réduites ?.....	154
V.3 QUELLES PISTES D'AMELIORATION ?	156
V.3.1 <i>Vers une vision plus transverse de la sécurité.....</i>	156
V.3.2 <i>Favoriser l'apprentissage collectif à travers le Retour d'Expérience formel ET informel.....</i>	156
V.3.2.1 Fortement encourager le REX en particulier des contournements des règles et éviter le blâme	156
V.3.2.2 Favoriser les modes d'apprentissage collectif à travers le REX informel.....	156
V.3.3 <i>Impliquer fortement les prestataires de maintenance dans la définition, le test et les modifications des règles et procédures</i>	157
V.3.4 <i>Favoriser et Récompenser les initiatives sécuritaires.....</i>	157
V.3.5 <i>Définir un plan B pour éviter les improvisations isolées</i>	158
V.4 PRESSIION PUBLIQUE ET DIALOGUE DIFFICILE AVEC LES AUTORITES DE TUTELLES SUR LES AJUSTEMENTS ET COMPROMIS NECESSAIRES DANS LE TRAVAIL REEL	159
V.5 PERSPECTIVES DE RECHERCHE	160
ACRONYMES	162
BIBLIOGRAPHIE.....	164
INDEX.....	175
ANNEXES	- 1 -
INSTANCES EN SANTE SECURITE DU TRAVAIL	- 2 -
LA REGLEMENTATION APPLICABLE AU SITE	- 5 -
LES APPROCHES COMPORTEMENTALES EN SST.....	- 8 -
LES APPROCHES BASEES SUR LA CULTURE DE SECURITE EN SST.....	- 12 -
DONNEES UTILISEES POUR LA TYPOLOGIE DES ENTREPRISES EXTERIEURES.....	- 20 -
DOCUMENTS UTILISES LORS DE LA SIMULATION	- 23 -
ANALYSE DU PROCESSUS SECURITE TRAVAUX MIS EN PLACE SUR LE SITE INDUSTRIEL EXTRAITS (TAZI, 2005B)	- 34 -
SYNTHESE SUR LE TRANSFERT D'INFORMATION ENTRE DONNEUR D'ORDRES ET SOUS-TRAITANTS (TAZI, 2007)-	40 -
LES MOYENS D'ACCES ET DE SECOURS	- 44 -
VALORISATION DES COMPETENCES ACQUISES LORS DE LA THESE	- 46 -
BIBLIOGRAPHIE ANNEXES.....	- 50 -

TABLES DES FIGURES

Figure 1: Mots les plus utilisés dans la thèse	IX
Figure 2 : Maintenance préventive.....	6
Figure 3 : Maintenance corrective.....	7
Figure 4 : Les 3 fonctions opérationnelles de la maintenance (Monchy & Pichot, 2003).....	8
Figure 5 : De l'ancienne attitude vers l'attitude Total Productive Maintenance	10
Figure 6 : Les relations entre maître d'ouvrage, entrepreneur et sous-traitant selon la loi 75-1134	13
Figure 7 : Représentation schématique de la sous-traitance interne.....	15
Figure 8 : Sous-traitance en cascade	16
Figure 9 : Sous-traitance à rang unique.....	16
Figure 10 : Risque = Aléa X Vulnérabilité (Dauphiné, 2001).....	23
Figure 11 : Matrice de criticité.....	24
Figure 12 : Deux courants de pensée sur la question des déviations aux règles et procédures	31
Figure 13 : Modèle de la double migration (Amalberti, 2001b)	33
Figure 14 : Pyramide de Frank Bird.....	38
Figure 15 : Le modèle des dominos d'Heinrich	38
Figure 16 : Le modèle nœud papillon	39
Figure 17: <i>Swiss Cheese Model</i> de Reason (1990).....	40
Figure 18 : La résonance fonctionnelle résultante de la variabilité de la performance (Hollnagel, 2004)	41
Figure 19 : Les composantes résilience et règles, de la sécurité (Morel, Amalberti & Chauvin, 2008) (Tazi & Amalberti, 2007).....	46
Figure 20 : Taux de fréquence et Taux de gravité (INRS, 2005).....	50
Figure 21 : Cycle des accidents en cas de gestion par les résultats (Shaw & Blewett, 1995)	51
Figure 22 : Organisation de la sous-traitance basée sur la loi 75-1134.....	75
Figure 23 : Liens contractuels entre donneur d'ordres, entreprise contractante et entreprise sous-traitante	75
Figure 24 : TRIR du groupe industriel et du site.....	78
Figure 25 : TRIR des entreprises extérieures entre janvier 2005 et janvier 2007	82
Figure 26 : Hiérarchie de raffinement du système	85
Figure 27 : Classification hiérarchique des 10 entreprises extérieures par agglomération progressive	99
Figure 28 : L'espace de fonctionnement prescrit	101
Figure 29 : Remontée du TRIR des entreprises extérieures deux ans après la réorganisation	107
Figure 30 : Métier du personnel des entreprises extérieures qui a répondu au questionnaire	116
Figure 31 : Métier du personnel interne qui a répondu au questionnaire	116
Figure 32 : Résultats selon les 9 dimensions du questionnaire	117
Figure 33 : Zoom sur les dimensions à surveiller	119
Figure 34 : Résultats des entreprises extérieures selon leur métier	120
Figure 35 : Interface graphique Identification.....	131
Figure 36 : Interface graphique Préparation de l'intervention	131
Figure 37 : Interface graphique Directives pour la préparation de l'intervention	132
Figure 38 : Interface graphique Exemple de délai de réalisation	132
Figure 39 : Interface graphique En cours de chantier la situation se dégrade	133
Figure 40 : Interface graphique Directives en cours de chantier lorsque la situation se dégrade.....	134
Figure 41 : Interface graphique Fin de l'intervention Retour d'expérience	134
Figure 42 : Interface graphique Fin de la simulation	134
Figure 43 : Les facteurs consultés lors de la préparation de l'intervention	138
Figure 44 : 1 ^{er} facteur consulté lors de la préparation de l'intervention.....	138
Figure 45 : Les facteurs consultés en cours de chantier lorsque la situation se dégrade	139
Figure 46 : Ordre dans lequel les facteurs ont été consultés en cours de chantier.....	139
Figure 47 : Niveau de dégradation de la situation pour lequel le sujet accepte d'intervenir.....	140
Figure 48 : Données qui influent sur le choix d'intervenir ou non selon le métier du sujet.....	141
Figure 49 : Ce que le sujet demande pour accepter de réaliser l'intervention.....	141
Figure 50 : Ce que le sujet demande pour accepter de réaliser l'intervention selon son métier.....	142
Figure 51 : Ce que le sujet demande pour accepter de réaliser l'intervention selon sa fonction.....	142
Figure 52 : Réaction à la fin de l'intervention.....	143
Figure 53 : Les limites d'une optimisation par spécialité.....	151

CONTEXTE GENERAL

Le phénomène de mondialisation a transformé le fonctionnement et le comportement des entreprises. Depuis plus de 20 ans, un mouvement progressif d'externalisation plus ou moins avancé selon les secteurs, les cultures d'entreprises ou les pays, a modifié l'organisation des activités au sein du processus de production et des activités de soutien à ce processus.

Le recours croissant à la sous-traitance et à l'externalisation est une évolution structurelle lourde dans l'organisation des entreprises. La sous-traitance permet aux entreprises de réagir avec souplesse aux sollicitations du marché, de disposer de compétences et de professionnalismes qu'elles ne possèdent pas (Seillan & Morvan, 2005). Ainsi, les industries à risques telles que le nucléaire ou les industries chimiques et pétrolières externalisent l'exécution de leurs travaux de maintenance depuis de nombreuses années.

Peu de travaux ont été consacrés à la sous-traitance, même si elle est considérée comme un facteur aggravant en matière de santé/sécurité au travail. Une sur-accidentalité des personnels sous-traitants en comparaison avec les personnels internes est systématiquement soulignée par les études ponctuelles qui ont été réalisées (Grusenmeyer, 2007) (Desriaux, 2001) (Doniol-Shaw, 2001). Les chiffres manquent cruellement; en France il n'y a pas de statistiques nationales officielles sur les accidents de travail liés à la sous-traitance ou l'externalisation¹.

Dans l'industrie, la sécurité du personnel contractant est devenue une question cruciale car de plus en plus de grands donneurs d'ordres incluent les résultats sécurité de leurs prestataires dans leurs résultats globaux. Les directions des entreprises donneuses d'ordres considèrent cette question comme très sensible, et à gérer de préférence en interne. Nous remercions donc tout particulièrement le groupe Total de nous autoriser à publier ces travaux.

COLLABORATIONS

Ce travail est le fruit d'une collaboration entre l'Institut pour une Culture de la Sécurité Industrielle², le Laboratoire de Génie Chimique³ et plus particulièrement son département Procédés Systèmes Industriels, et le groupe Total, dans le cadre d'une thèse Cifre.

Ces travaux ont été menés sous la direction du Pr Gilbert Casamatta⁴ et sous la direction scientifique du Pr René Amalberti⁵.

Le contenu de ce document reflète l'avis personnel et les conclusions de l'auteur, il n'engage aucune des autres parties.

¹ Les statistiques sur les accidents de travail sont basées sur les branches professionnelles et non sur la relation de sous-traitance.

² Institut pour une Culture de la Sécurité Industrielle <http://www.icsi-eu.org>

³ Laboratoire de Génie Chimique <http://lgc.inp-toulouse.fr>

⁴ Gilbert Casamatta professeur en génie chimique, Président de l'Institut Polytechnique de Toulouse.

⁵ René Amalberti, médecin, professeur en sciences cognitives, expert des questions de sécurité et systèmes complexes.

TERRAIN D'APPLICATION

Le terrain d'investigation est la plus grande raffinerie de France et dix de ses entreprises contractantes de maintenance. La raffinerie a une capacité de distillation de 16 millions de tonnes de pétrole brut, approvisionne 1/6 du marché français en produits pétroliers et fabrique plus de 200 produits. Ce site industriel est une ICPE Installation Classée pour la Protection de l'Environnement et est SEVESO seuil haut, c'est-à-dire que la nature de ses activités et ses substances présentent des risques graves pour la santé, la sécurité ou l'environnement.

La raffinerie externalise 50% de son activité soit environ 2.5 millions d'heures par an et externalise entièrement l'exécution des travaux de maintenance.

Dans notre recherche nous nous intéressons à la maintenance courante, c'est-à-dire la maintenance qui ne nécessite pas l'arrêt complet des installations, seul l'équipement à maintenir est isolé. Ce choix est motivé par l'opportunité de pouvoir suivre pendant trois ans l'évolution de la prise en compte de la sécurité lors des travaux de maintenance externalisés, et de construire une collaboration avec dix entreprises de maintenance contractantes sur le site. De plus, les rares travaux sur les questions d'externalisation de la maintenance ont tous été réalisés dans le cadre d'arrêts de tranche (dans le nucléaire) et de grands arrêts quinquennaux (dans les industries chimiques et pétrolières), nous nous attaquons donc à une facette de l'externalisation encore peu étudiée.

POINT DE DEPART ET QUESTIONS

Le point de départ de cette thèse est une problématique industrielle liée à l'amélioration des résultats sécurité du personnel extérieur intervenant lors des travaux de maintenance sur une raffinerie. C'est une problématique que l'on retrouve classiquement dans les industries à haut risques.

Notre recherche utilise l'opportunité de cette demande pour confronter, tester, et développer des modèles généraux de sécurisation de la maintenance et de son externalisation.

Nous souhaitons répondre à plusieurs questions de fond qui dépassent l'amélioration d'un indicateur de sécurité.

Au-delà de la différence de métiers et des risques métiers, nous essaierons d'identifier les facteurs qui favorisent une sous-traitance sûre.

De même, nous voulons aller plus loin dans l'évaluation de la sécurité des prestataires, et éviter de se focaliser sur les indicateurs rétrospectifs de la sécurité au travail que sont le taux de fréquence ou le taux de gravité.

Nous verrons si la politique choisie par l'installation pour améliorer la sécurité des prestataires est une solution durable. Nous en verrons les résultats à court terme et les conséquences potentielles à moyen et long terme sur le taux de fréquence des prestataires et surtout sur leurs capacités d'apprentissage et d'adaptation à des situations dégradées.

Dans cette recherche des facteurs de sécurité de l'externalisation, nous nous intéresserons particulièrement à l'organisation des relations entre donneurs d'ordres et sous-traitants, le modèle de sécurité sous-jacent et l'influence de la réglementation et des autorités de tutelles sur ces relations.

Enfin, nous essaierons de proposer de nouvelles pistes d'amélioration et verrons leur applicabilité dans la réalité industrielle.

STRUCTURE

Cette thèse se divise en cinq parties.

La première partie présente le cadre théorique des trois concepts de base de cette recherche : la Maintenance, la Sous-traitance et la Sécurité. Après une revue de la littérature sur les trois concepts étudiés séparément, nous faisons la synthèse des écrits sur la combinaison des trois.

La deuxième partie propose la problématique de la thèse, les paradoxes soulevés par l'externalisation des travaux de maintenance, les questions, hypothèses et approches préconisées dans cette recherche.

La troisième partie présente l'analyse du modèle d'externalisation des travaux de maintenance courante et est composée de trois volets.

Dans un premier temps, nous analysons la stratégie d'externalisation du site.

Nous détaillons ensuite à la « politique zéro accident » mise en place sur le site pour sécuriser les travaux de maintenance externalisés.

Le dernier volet de cette partie est une analyse sociotechnique du système dans lequel les travaux de maintenance ont lieu afin d'avoir une vision globale des impacts de la « politique zéro accident ».

La quatrième partie propose deux expérimentations menées au sein du site industriel pour apprécier les impacts sur le terrain de la mise en place d'une politique de sécurisation des travaux de maintenance.

La première est un questionnaire de climat de sécurité, proposé au personnel interne et externe pour évaluer la culture de sécurité et avoir des indications sur la perception des personnes sur l'importance et le management de la sécurité.

La deuxième expérimentation repose sur des simulations d'interventions de maintenance afin d'identifier les facteurs de décisions des prestataires en situation normale et dégradée et de caractériser les capacités d'adaptation et d'apprentissage du personnel des entreprises extérieures.

Enfin, la cinquième partie est la discussion générale de la thèse. Elle est construite suite à l'analyse du modèle d'externalisation de la maintenance et des expérimentations. Elle fait le point sur les avantages et limites des modèles prescriptifs de sécurité et présentent plusieurs axes d'amélioration. Cette partie discute également des difficultés à faire évoluer les modèles de sécurité.

REMARQUES GENERALES

Cette recherche s'inscrit dans le cadre très général de la sécurité des systèmes complexes.

Cette thèse par essence transdisciplinaire ne se veut d'aucun courant de pensée, d'aucune école. Notre objectif est de capturer la complexité du sujet et d'avoir une meilleure compréhension des interactions entre tous les acteurs internes et externes qui entrent en jeu dans les questions d'externalisation des travaux de la maintenance courante, et ses impacts sur la sécurité des prestataires.

De plus, notre objectif n'est pas de faire une critique du recours à l'externalisation, mais d'essayer d'identifier les impacts de celle-ci sur la sécurité des prestataires et les changements induits par une politique d'externalisation sur la sécurité globale.

Le terrain de recherche est une opportunité de tester en grandeur réelle nos hypothèses et d'amener une meilleure connaissance et compréhension du phénomène d'externalisation de la maintenance et de ses impacts sur la sécurité.

PARTIE I - MAINTENANCE – SOUS-TRAITANCE – SECURITE

INTRODUCTION A LA PARTIE I

La première partie de cette thèse a pour objectif d'introduire les concepts de base de la maintenance, la sous-traitance et la sécurité, que nous allons utiliser dans le développement de cette thèse.

Cette partie est divisée en quatre chapitres.

Le premier traite du concept de la maintenance, l'évolution de l'entretien vers la maintenance et les caractéristiques des différents types de maintenance telles que la maintenance préventive ou la maintenance corrective. Nous nous intéresserons ensuite aux fonctions opérationnelles de la maintenance que sont les méthodes, la planification et la réalisation des travaux, puis à différentes stratégies de maintenance telles que la Maintenance Basée sur la Fiabilité ou la Total Productive Maintenance.

Dans le deuxième chapitre, nous développons le concept de la sous-traitance, après quelques définitions, nous décrivons une typologie de l'externalisation et de la sous-traitance, ainsi que l'évolution de celles-ci. Nous passons ensuite en revue les raisons qui peuvent pousser à externaliser avant de voir les limites de cette externalisation, puis la réglementation sur la sous-traitance et les travaux externalisés.

Le troisième chapitre s'intéresse au concept de la sécurité, nous faisons le point sur l'évolution des théories sur la sécurité et leur application dans l'industrie. Nous décrivons ensuite le rôle de la prescription dans l'amélioration de la sécurité et faisons une revue de littérature sur la modélisation des accidents. Nous faisons également le point sur les nouvelles approches de la sécurité en particulier sur les organisations apprenantes et résilientes. La suite du chapitre est consacrée à la sécurité au travail, la réglementation et préconisations qui y sont liées et les indicateurs de santé sécurité au travail.

Le quatrième chapitre présente l'état de l'art sur la combinaison des trois concepts que sont la maintenance, l'externalisation et la sécurité. Nous faisons le point sur la maintenance et les risques de défaillance du système, la maintenance dans les industries de procédés qui sera notre terrain d'expérimentation, ainsi que la maintenance et ses impacts sur la sécurité des employés. Nous examinons les chiffres et la littérature sur les conditions de travail et de sécurité des sous-traitants en particulier ceux de la maintenance et présentons la polémique soulevée par certains auteurs sur l'externalisation et les résultats sécurité des donneurs d'ordres.

I.1 LA MAINTENANCE

L'automatisation accrue, la complexité et le coût croissant des équipements et par conséquent la nécessité de réduire les temps d'indisponibilité de ces derniers, donne à la maintenance une importance croissante (Grusenmeyer, 2005a).

La maintenance constitue en effet une fonction essentielle des entreprises. On estime aujourd'hui qu'elle représente près de 3% du chiffre d'affaire annuel des industries françaises (soit 22 milliards d'euros) et plus de 250000 emplois (AFIM, 2007) (450000 emplois en comptant la maintenance immobilière et tertiaire).

I.1.1 Qu'est ce que la maintenance

a) Définitions

Selon la norme FD X60-000 de l'AFNOR, la maintenance est « l'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise » (AFNOR, 2002a).

Cette définition peut être complétée par « bien maintenir, c'est assurer ces opérations au coût global optimal » (AFNOR, 2002a).

Les actions de maintenance ne sont pas seulement techniques, elles sont par définition économiques et managériales. Ses actions se rapportent au cycle de vie d'un bien, ce qui implique une vision à moyen et long terme de la stratégie de maintenance (Villemeur, 1988).

b) Un peu d'histoire

Les activités de maintenance, au sens de dépannage d'un équipement, ont toujours existé.

Avant 1900, on parle de réparation ou de dépannage d'un équipement une fois que celui-ci est défectueux. L'objectif était d'avoir un redémarrage rapide.

De 1900 à 1970, on utilise la notion d'entretien avec le développement des chemins de fer, de l'automobile, de l'aviation et l'armement pendant les 2 guerres mondiales. L'entretien consistait majoritairement à dépanner et à réparer après défaillance (Terrier, 2002).

A partir de 1970, le développement de secteurs à risques et d'outils modernes aboutissent à la mise en œuvre de la maintenance. En effet, pour les responsables de ces domaines, entretenir le matériel en subissant son comportement, devenait inadéquat face aux risques encourus : il a fallu apprendre à maîtriser ces systèmes automatisés, prévenir les incidents pour éviter les accidents, tout en évitant les surcoûts prohibitifs (Monchy & Pichot, 2003).

c) De l'entretien « un mal nécessaire » à la maintenance « source de profits »

« L'entretien est une nécessité que le producteur subit

et que le financier trouve coûteuse »

Depuis une vingtaine d'années, la maintenance a acquis ses lettres de noblesse et n'est plus considérée comme un mal nécessaire.

L'entretien, se résume aux actions physiques apportées aux moyens de production pour assurer leur disponibilité, selon les critères définis par la politique maintenance.

Il existe une distinction entre la maintenance et l'entretien, autrement dit, la maintenance est l'optimisation des paramètres de l'entretien. Si l'entretien d'hier n'était pas considéré comme productif, la maintenance d'aujourd'hui le devient (Francastel, 2005).

On peut faire du sous-entretien ou du sur-entretien. Dans un cas, la démarche conduira à une dégradation prématurée des équipements, dans l'autre cas le surplus d'interventions inutiles conduira à un gaspillage financier pour l'entreprise.

On peut considérer désormais que « la maintenance devient une activité productive et non une charge pour l'entreprise. Maintenir c'est assurer la disponibilité de la production, donc l'assurance de la quantité, mais également la qualité» (Souris, 1993).

Face aux marchés concurrentiels, les entreprises sont de plus en plus conscientes de l'enjeu économique que représente la maintenance, et en particulier celle des outils et équipements de production (Mouss N, Mouss H & Smadi, 2003). La maintenance est désormais considérée comme une source de productivité et un pilier de l'activité industrielle (De Groote, 1993) (Visintini, 1987). Elle peut en effet contribuer à limiter les prix de revient par la diminution des arrêts et l'augmentation de la disponibilité des équipements, et ainsi augmenter la productivité, la continuité et la qualité de la production (De Groote, 1993) (Bourges, 1995).

d) Les différents types de maintenance (AFNOR, 2002a)

Nous avons vu que la maintenance a pour objectif de maintenir et rétablir un équipement ce qui conduit à la distinction entre :

- *La maintenance préventive* qui a pour but de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu. Elle est effectuée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits.

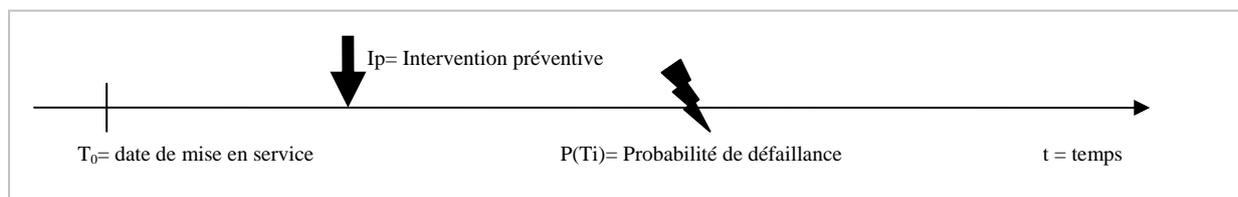


Figure 2 : Maintenance préventive

- *Cette maintenance est systématique*, si elle est effectuée selon un échéancier établi ou selon le temps écoulé ou le nombre d'unités produites, mais sans contrôle préalable de l'état de l'équipement.
- *Cette maintenance est conditionnelle*, lorsqu'elle est subordonnée à un type d'évènement prédéterminé (résultat d'une analyse spectrométrique, mesure d'une vibration etc.).
- *Cette maintenance est prévisionnelle*, lorsqu'elle est exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien.

- *La maintenance corrective* quand à elle est exécutée après la détection d'une panne. Elle est destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise.

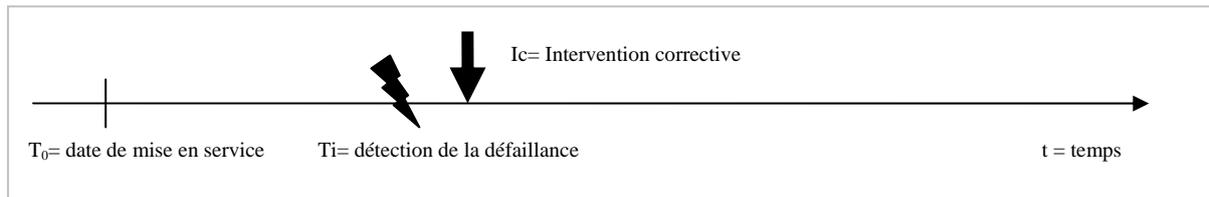


Figure 3 : Maintenance corrective

- *La maintenance est acceptée*, lorsque la recherche permanente du meilleur rapport usage/coût, conduit à accepter la défaillance d'un équipement, avant d'envisager des actions de maintenance. Cette maintenance peut être légitime pour les équipements de criticité mineure ou nulle.
- *La maintenance est palliative*, lorsque l'action corrective est destinée à permettre à l'équipement d'accomplir provisoirement tout ou partie de la fonction requise.
- *La maintenance est curative*, lorsque l'action de maintenance corrective a un caractère permanent et a pour objet de rétablir l'équipement dans un état spécifié pour lui permettre d'accomplir une fonction requise.

La maintenance corrective est envisagée, lorsque l'indisponibilité du matériel n'as pas de conséquences majeures sur le processus de production ou quand les contraintes de sécurité sont faibles.

○ *Autre vocabulaire utilisé*

Maintenance courante : Maintenance qui a lieu sans arrêt de l'unité de production.

Maintenance d'arrêt : Maintenance qui nécessite l'arrêt de toute l'unité de production.

Maintenance automatique : Maintenance exécutée sans intervention humaine.

Télmaintenance : Maintenance d'un bien sans accès physique du personnel à ce bien.

Maintenance d'urgence : Maintenance exécutée sans délai après détection d'une panne afin d'éviter des conséquences inacceptables.

Auto maintenance : Maintenance exécutée à l'endroit où le bien est utilisé.

Maintenance ab initio : Actions effectuées en amont de la mise en service d'un équipement et destinées à faciliter la maintenance ultérieure.

Maintenance proactive : Repose sur l'exploitation du retour d'expérience et sur l'analyse approfondie des phénomènes pathologiques à l'origine de défaillances.

I.1.2 La fonction maintenance

La mission principale de la fonction maintenance est le maintien par des actions préventives et correctives de la disponibilité de l'outil de production; c'est-à-dire de son aptitude à accomplir une fonction requise, dans des conditions d'utilisation données, pendant une période donnée (AFNOR, 2002a). Autrement dit, la mission principale de la maintenance est la gestion optimisée des équipements de production en fonction des objectifs propres à l'entreprise.

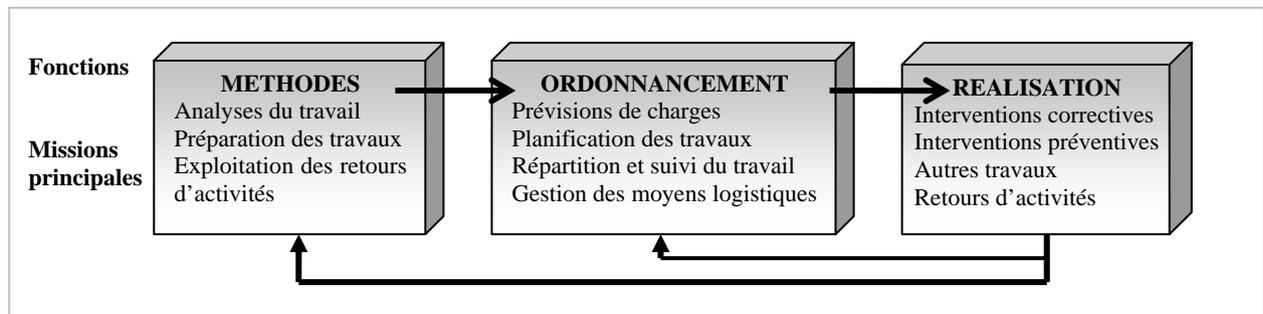


Figure 4 : Les 3 fonctions opérationnelles de la maintenance (Monchy & Pichot, 2003)

I.1.2.1 La fonction méthodes

La préparation est la vocation première des services méthodes.

Pour la maintenance corrective, la préparation passe par l'anticipation des risques encourus, puis par une anticipation des problèmes qui peuvent freiner l'intervenant.

Pour la maintenance préventive, elle consiste à définir le plan de maintenance d'un équipement, puis à évaluer son coût et son efficacité afin de les optimiser.

Pour la maintenance externalisée, la préparation consiste à définir les règles et les procédures destinées au prestataire choisi, puis « d'accompagner » le prestataire lors de ces travaux sur site.

D'autres activités sont généralement confiées au service méthode :

- propositions d'améliorations techniques et/ou organisationnelles ;
- assistance technique sur site - soutien aux intervenants sur site - aide au diagnostic.

Les agents méthodes doivent être en phase avec le terrain et doivent également prendre du recul par rapport à l'évènement instantané, qui était seul pris en compte au temps de l'entretien.

I.1.2.2 La fonction ordonnancement

La fonction ordonnancement est le chef d'orchestre de la maintenance. Elle a la responsabilité de la synchronisation des actions de maintenance internes ou externalisées.

Les missions principales de l'ordonnancement sont la planification des travaux, l'optimisation des moyens en fonction des délais et chemins critiques, et le contrôle de l'avancement des travaux.

Cela peut s'exprimer sous la forme : prévoir à l'instant t et un endroit x où un personnel p muni d'un outillage o et des matières m exécutera la tâche M en harmonie avec les autres travaux connexes (Monchy & Pichot, 2003).

La difficulté principale de l'ordonnancement vient du caractère fortuit de la panne : comment intégrer les dépannages à un planning ? Certains services de maintenance prétextent cette

contradiction pour ne pas ordonnancer leurs activités, si 90% de leurs activités sont fortuites, ils ne peuvent guère faire autrement. Mais si grâce à une politique de prévention, ce taux passe à moins de 50% ce fortuit devient programmable (Monchy & Pichot, 2003).

I.1.2.3 La fonction réalisation des interventions

La fonction réalisation a pour objet d'utiliser les moyens mis à disposition, suivant les procédures imposées, dans les délais préconisés, pour réaliser dans les règles de l'art, une tâche définie et remettre le matériel dans un état spécifié (Monchy & Pichot, 2003).

La réalisation peut nécessiter un diagnostic c'est-à-dire identifier et caractériser la défaillance.

I.1.3 Management de la maintenance

Les personnes responsables du management de la maintenance ont pour mission de piloter toutes les actions qui concourent à atteindre aux meilleures conditions techniques et économiques, les buts et objectifs qui leurs sont définis par la direction en matière de coûts, qualité, sûreté de fonctionnement, fiabilité, maintenabilité, disponibilité, sécurité, environnement etc.

Responsable de l'état de conservation du matériel, la maintenance ne peut parachever sa vision à long terme que si elle n'est pas en état de dépendance hiérarchique et budgétaire par rapport à la production.

I.1.4 Politique de maintenance

La politique de maintenance fixe les orientations (méthode, programme, budget etc.) selon les objectifs fixés par la direction.

Les activités de maintenance ont un effet de levier important sur la disponibilité des équipements de production de biens, la qualité du service ou du produit, le coût d'exploitation comprenant en particulier les coûts de maintenance optimums (De Groote, 1993) (Bourges, 1995).

Les contraintes à faire respecter et les objectifs à atteindre concernent généralement la sécurité des biens et des personnes, la préservation des équipements et leur durée de vie jusqu'à leur obsolescence, ainsi que la préservation de l'environnement.

Ces exigences, performances et contraintes peuvent être contradictoires et les objectifs ne peuvent être que le résultat d'un compromis. C'est donc à partir de celui-ci que les activités de maintenance sont définies et planifiées (Pellegrin, 1997).

La politique de maintenance conduit en particulier à faire des choix entre :

- maintenance préventive et/ou corrective, systématique ou conditionnelle ;
- maintenance internalisée ou externalisée.

1.1.5 Stratégies de maintenance

1.1.5.1 Définition

La stratégie de maintenance est l'ensemble des décisions qui conduisent à définir le portefeuille d'activité de la maintenance et conjointement, à organiser structurellement le système pour y parvenir dans le cadre de la mission impartie (objectifs techniques, économiques et humains) (Pellegrin, 1997).

1.1.5.2 La stratégie MBF Maintenance Basée sur la Fiabilité

RCM *Reliability Centered Maintenance* pour l'aéronautique ou OMF Optimisation de la Maintenance par la Fiabilité pour le nucléaire français.

L'objectif de la méthode est la définition dans l'entreprise d'un plan de maintenance établi conjointement par les opérateurs de production, les techniciens de maintenance et les agents qualité dans une démarche participative (Moubray, 1997) (Zwingelstein, 1996).

Cette politique de maintenance a pour objet de définir un programme de maintenance préventive, afin de contribuer à maintenir voire à améliorer la fiabilité des fonctions des systèmes qui sont importantes pour la sûreté et la disponibilité des équipements critiques.

Avec la MBF, l'amélioration du niveau de fiabilité doit se faire par une économie progressive de moyens : améliorer les performances, mais en agissant que là où c'est efficace.

1.1.5.3 La stratégie TPM *Total Productive Maintenance*

Née au Japon dans les 70, la TPM fut largement diffusée par le *Japanese Institute of Plant Maintenance*.

La stratégie TPM est fondamentalement un élargissement du rôle de la maintenance à la totalité du personnel c'est-à-dire la participation de tous les services notamment ingénierie, production, maintenance et tous les niveaux hiérarchiques, des dirigeants aux opérateurs. Elle s'inscrit dans les stratégies fondamentales du juste à temps (zéro panne, zéro stock, zéro délai etc.).

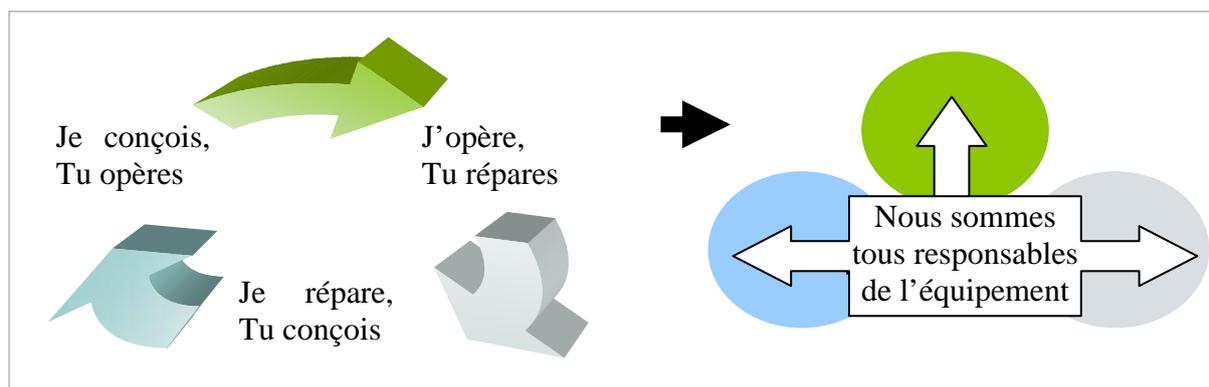


Figure 5 : De l'ancienne attitude vers l'attitude Total Productive Maintenance

TPM permet de passer d'un système où les fonctions et responsabilités envers les équipements sont très délimitées, à un système où les responsabilités sont partagées (Bufferne, 2006) (Suzuki, 1994).

La TPM est définie par Renault comme la recherche permanente de l'amélioration des performances des équipements de production avec une implication concrète au quotidien par tous les acteurs.

I.1.5.4 La stratégie LCC *Life Cycle Cost*

Issues d'un concept développé initialement au Royaume Uni dans les années 70, ces stratégies cherchent à considérer l'impératif de maintenance sur l'ensemble du cycle de vie de l'équipement. Plus précisément, le LCC désigne la somme du coût d'investissement de l'équipement, des coûts cumulés d'utilisation sur la vie de l'équipement, des coûts cumulés de maintenance en fonction d'une politique donnée ainsi que des coûts liés à l'élimination de l'équipement (Dhillon, 1989) (Dell'Isola & Kirk, 2003).

Nous reviendrons sur la stratégie de maintenance et le rôle de chaque fonction de la maintenance appliqués à notre terrain d'étude.

I.1.6 Aspects réglementaires de la maintenance

Les services maintenance sont en charge de l'application de la réglementation relative aux équipements qu'ils doivent maintenir, dans l'optique de la sécurité des intervenants, sachant que :

- Les matériels utilisés doivent être conformes ou mis en conformité.
- Les situations relatives aux opérations de maintenance, réalisées en interne ou externalisées doivent être considérées comme dangereuses par nature.
- La responsabilité pénale de la hiérarchie est engagée, pour tout accident de travail consécutif à une opération de maintenance ou à une défaillance d'un appareil soumis à règlement (Monchy & Pichot, 2003).

La législation concernant la maintenance forme un ensemble de textes complexe et évolutif. Notre ambition n'est pas de faire un panorama des textes législatifs, mais de ne pas omettre cet aspect important de la gestion de la maintenance. Les principaux domaines concernés par cette législation sont : les directives machines – les équipements sous-pression – les directives sociales liées à l'utilisation des machines – les contrôles périodiques, etc.

Au-delà de l'aspect réglementaire lié aux travaux de maintenance, il est nécessaire de rappeler que les techniciens de maintenance sont appelés à intervenir dans des circonstances exceptionnelles liées à des défaillances. La responsabilité des préparateurs est engagée pour toute « situation dangereuse » définie par la norme EN 292/1 comme « toute situation dans laquelle une personne est exposée à un ou plusieurs risques ».

Les directives européennes stipulent que les équipements « doivent être conçus et construits de façon que leur maintenance n'expose pas les personnes à un risque d'atteinte corporelle ou à leur santé », le décret 93.41 du 11 janvier 1993 stipule que le « chef d'établissement doit informer de manière appropriée les travailleurs chargés de la maintenance des équipements ».

I.2 LA SOUS-TRAITANCE

I.2.1 Introduction

Le deuxième concept auquel nous nous intéressons est la sous-traitance et l'externalisation.

Le phénomène de mondialisation a transformé le fonctionnement et le comportement des entreprises. Depuis plus de 20 ans, un mouvement progressif d'externalisation, a modifié l'organisation des activités au sein du processus de production et des activités de soutien à celui-ci.

Selon le SESSI⁶, le recours croissant à la sous-traitance et à l'externalisation est une évolution structurelle lourde dans l'organisation des entreprises (SESSI, 2005).

La sous-traitance permet aux entreprises de « réagir avec souplesse aux sollicitations du marché, de disposer de compétences et de professionnalisme qu'elles ne possèdent pas, de resserrer leur investissement et donc leur moyens internes autour de leur métier principal » (Seillan & Morvan, 2005).

La sous-traitance ne représente donc plus seulement une part croissante des activités, elle devient quasiment indispensable. Elle est considérée par de nombreux industriels comme une nécessité, dont l'ampleur est très largement soulignée (Genthon, 2000) (Benbrahim & Michelin, 2006).

Le volume d'heures sous-traitées n'a cessé d'augmenter et peut représenter une forte proportion du nombre d'heures travaillées (Hery, 2002).

Employé au sens général le mot « sous-traitance » a une connotation péjorative dans la mesure où le « sous » inquiète. Par conséquent, la sous-traitance n'a pas très bonne réputation. Elle est souvent présentée par les médias, comme le moyen de confier à des entreprises travaillant à la limite ou même en marge de la légalité les tâches les moins nobles, les besognes les moins gratifiantes. Ces reproches visent particulièrement la sous-traitance effectuée sur les sites des établissements appartenant aux donneurs d'ordres, mais ils n'épargnent pas la sous-traitance effectuée dans des locaux distincts (Altersohn, 1992).

La sous-traitance trouve cependant des défenseurs très convaincus, ardents partisans de son utilisation dans le domaine industriel. Elle en trouve de plus en plus dans les milieux directement concernés par le souci du développement économique.

I.2.2 Définitions liées à la sous-traitance et l'externalisation

▪ Externalisation

L'externalisation est le transfert total ou partiel d'une tâche ou d'une fonction de l'entreprise utilisatrice vers une entreprise extérieure (AFNOR, 2002b).

▪ Sous-traitance

La loi 75-1134 du 1 décembre 1975 sur la sous-traitance, la définit comme « l'opération par laquelle un entrepreneur confie par un sous-traité, et sous sa responsabilité, à une autre personne appelée sous-traitant tout ou partie de l'exécution du contrat d'entreprise ou du marché public, conclu avec le maître de l'ouvrage » (AFNOR, 2002b).

Cette forme originelle de sous-traitance, se définit par l'existence de 3 acteurs identifiables, unis 2 à 2 par des liens juridiques précis, mais sans relation contractuelle entre le maître d'ouvrage et le sous-traitant (Altersohn, 1992).

⁶ SESSI: Service des Etudes et des Statistiques Industrielles.

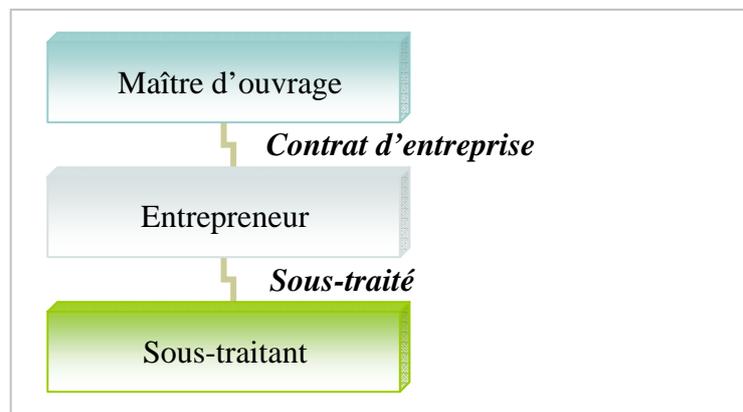


Figure 6 : Les relations entre maître d'ouvrage, entrepreneur et sous-traitant selon la loi 75-1134

La sous-traitance concerne un contrat entre entreprises. Elle caractérise une relation commerciale qui s'établit entre deux entreprises, et doit être distinguée du contrat de travail, relatif pour sa part aux relations entre un employeur et un salarié. C'est le contrat entre entreprises qui organise les rapports de sous-traitance et explique que cette dernière ne relève donc pas du droit du travail (Grusenmeyer, 2007).

Les critères communément admis pour définir la sous-traitance sont que l'entreprise sous-traitante (Chaillou, 1977):

- se substitue au donneur d'ordres dans le déroulement d'un travail en supportant une partie des risques industriels engendrés par son travail;
- se subordonne aux directives du donneur d'ordres qui seront plus ou moins précises et élaborées, le minimum étant le cahier des charges.

La distinction entre sous-traitance et externalisation est floue, beaucoup d'auteurs d'ailleurs ne font pas de distinction explicite entre ces deux termes. Barthélémy (2007) considère que la sous-traitance implique une obligation de moyens (le prestataire apporte des ressources, alors que le client conserve le management de l'activité sous-traitée), alors que l'externalisation implique une obligation de résultats (le prestataire apporte les ressources et assure également le management de l'activité externalisée).

L'UNICE⁷ distingue quand à elle sous-traitance et externalisation selon la destination de la prestation : dans le cas de la sous-traitance elle se retrouve pour partie ou en totalité dans le service ou le produit que le donneur d'ordres livre à ses clients; dans le cas de l'externalisation, elle est dissociée de l'activité principale du donneur d'ordres, mais entre dans les coûts de production.

Dans la suite nous ne ferons pas de distinction entre sous-traitance et externalisation.

▪ Donneur d'ordres

Le donneur d'ordres est défini par l'AFNOR (2002b) comme « toute entité amenée à confier des prestations à un prestataire dans le cadre d'une relation contractuelle ».

Le donneur d'ordres est au niveau juridique appelé entreprise utilisatrice (Décret 92-152 du 20 février 1992). Il définit son processus de production et décide des fonctions qu'il sous-traite. Le donneur d'ordres désigne l'entreprise qui utilise les services d'entreprises extérieures (INRS, 2004a p6).

⁷ UNICE: UNion des Industries de la Communauté Européenne, devenue BusinessEurope depuis Janvier 2007.

▪ **Entreprise extérieure**

L'entreprise extérieure, appelée également entreprise preneuse d'ordres, entreprise sous-traitante, contractant ou encore prestataire désigne toute entreprise juridiquement indépendante de l'entreprise utilisatrice amenée à exécuter une prestation au bénéfice de celle-ci. Cette entreprise extérieure peut être titulaire du contrat ou bien sous-traitante du titulaire (AFNOR, 2002b).

1.2.3 Les différents types de sous-traitance

1.2.3.1 Selon le motif de la sous-traitance

a) La sous-traitance de capacité

La sous-traitance de capacité correspond au cas où l'entreprise donneuse d'ordres, équipée elle-même pour effectuer une production, a recours à une autre entreprise. Lorsque ce recours est occasionnel en raison d'une pointe momentanée de la demande ou suite à un incident technique, cette sous-traitance est appelée « sous-traitance conjoncturelle ». Lorsque ce recours est plus ou moins habituel parce que l'entreprise donneuse d'ordres désire conserver une capacité propre dans une fabrication déterminée mais qu'elle souhaite utiliser des capacités de production disponibles à l'extérieur, cette sous-traitance est appelée « sous-traitance structurelle » (AFNOR, 1987).

Ce type de sous-traitance constitue un renfort de l'activité, l'entreprise utilisatrice étant elle-même en mesure de réaliser une part de cette activité (Gorgeu & Mathieu, 1993). Selon le SESSI (2004), il s'agit souvent d'une sous-traitance occasionnelle.

b) La sous-traitance de spécialité

La sous-traitance de spécialité fait, par opposition à la sous-traitance de capacité, référence à la prise en charge par une entreprise sous-traitante, d'activités très spécialisées que l'entreprise donneuse d'ordres n'assure pas ou plus (Doniol-Shaw, 1993).

Elle est utilisée lorsque l'entreprise donneuse d'ordres décide de faire appel à un spécialiste, disposant des équipements et des compétences adaptés à ses besoins, parce qu'elle ne peut ou ne souhaite pas se doter des moyens nécessaires au lancement ou au développement d'une fabrication, ou encore parce qu'elle estime ses installations insuffisantes ou insuffisamment compétitives pour cette fabrication (AFNOR, 1987).

Ce type de sous-traitance concerne donc des opérations pour lesquelles l'entreprise utilisatrice ne dispose pas des compétences, équipements ou moyens adaptés en interne, ou pour lesquelles elle ne souhaite pas investir dans de tels moyens (Grusenmeyer, 2007).

Sous-traitance de capacité et de spécialité sont ainsi relatives aux motifs de recours à une entreprise extérieure. La première, concerne des prestations pour lesquelles l'entreprise utilisatrice estime ne pas pouvoir honorer la totalité de ses commandes dans les délais prévus. La seconde concerne les prestations pour lesquelles une entreprise estime ne pas avoir la compétence nécessaire (Genthon, 2000).

Il reste que l'ampleur qu'a connue la sous-traitance ces dernières années rend cette différence de plus en plus mince. Nombre d'entreprises, disposant initialement d'un certain nombre de compétences, moyens et équipements en interne, qu'elles étaient amenées à renforcer ponctuellement (sous-traitance de capacité), se sont progressivement séparées, pour des raisons économiques, stratégiques et/ou de flexibilité, de ces différentes ressources pour les externaliser en totalité (sous-traitance de spécialité) (Grusenmeyer, 2007).

Dans le développement de la thèse nous nous intéressons à la sous-traitance de spécialité.

I.2.3.2 Selon le lieu d'exécution des activités

a) Sous-traitance interne

Le type de sous-traitance le plus fréquemment évoqué dans la littérature constitue sans aucun doute la sous-traitance interne.

Selon Hery (2002), elle consiste pour une entreprise, dite utilisatrice, à confier sur son propre site et dans le cadre de sa propre activité, des travaux à une entreprise dite extérieure. Egalement appelée sous-traitance sur site, ce type de sous-traitance et celui-ci seulement a fait l'objet d'une réglementation édictée par le décret 92-152 du 20 février 1992 relatif à l'exécution de travaux par des entreprises extérieures. La sous-traitance en interne, génère des risques spécifiques, risques d'interférences notamment; les opérations menées par l'entreprise extérieure ayant lieu sur le site même de l'entreprise utilisatrice.

La sous-traitance interne peut concerner des activités très diverses. Le nettoyage, l'accueil, le gardiennage et la sécurité des locaux, la restauration collective ou encore certaines prestations de maintenance, relèvent systématiquement de ce type de sous-traitance étant donnée la localisation des biens et équipements ou services concernés.

La sous-traitance interne peut être représentée de la façon suivante :

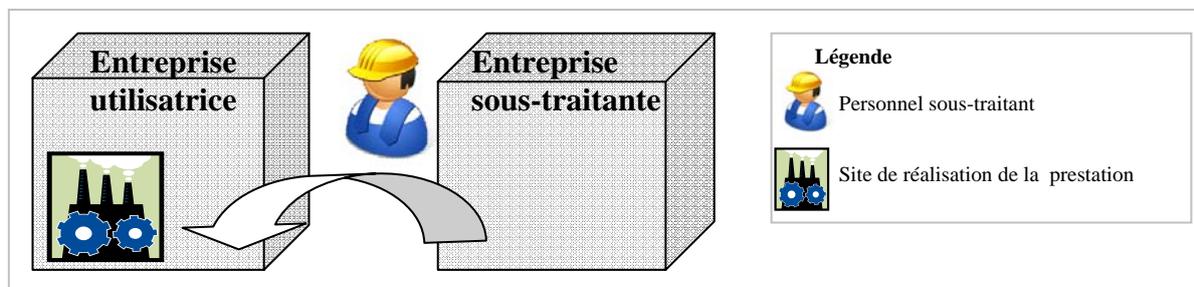


Figure 7 : Représentation schématique de la sous-traitance interne

Dans le développement de la thèse nous nous intéressons à la sous-traitance interne dans notre cas de la maintenance.

b) Sous-traitance externe

Contrairement à la sous-traitance interne, la sous-traitance externe n'est pas définie dans la littérature, cette terminologie est d'ailleurs rarement utilisée. Peu de travaux y ont été consacrés. Seillan et Morvan (2005) précisent que l'activité sous-traitée, dans le cas d'une sous-traitance industrielle, peut être effectuée soit hors du site de l'entreprise donneuse d'ordres, soit sur le site de cette dernière.

La sous-traitance externe concerne particulièrement l'industrie automobile, les renseignements téléphoniques ou encore la maintenance de certains équipements (Grusenmeyer, 2007).

Le caractère interne/externe de la sous-traitance fait donc référence au lieu de réalisation des activités sous-traitées : au sein de l'entreprise utilisatrice pour ce qui est de la sous-traitance interne; en dehors de l'entreprise utilisatrice en ce qui concerne la sous-traitance externe.

I.2.3.3 Selon le nombre de contrats mis en place : sous-traitance en cascade et sous-traitance à rang unique

a) Sous-traitance en cascade

La sous-traitance en cascade est largement évoquée dans la littérature (Grusenmeyer, 2007) (Dauty & Larré, 2004) (Gemignani, 2002) (Laigle, 1995).

Elle se rapporte aux situations dans lesquelles le nombre de contrats d'entreprises établis pour la réalisation d'une prestation donnée est supérieur à 1.

Une entreprise utilisatrice A confie à une entreprise extérieure B, une ou plusieurs opérations dans le cadre d'un contrat d'entreprise. L'entreprise B sous-traitante de niveau 1, confie à son tour, tout ou partie des opérations qui lui ont été confiées à une troisième entreprise C. C devient alors une entreprise sous-traitante de niveau 2.

La sous-traitance en cascade résulte de plusieurs relations multipartites entre entreprise utilisatrice et extérieure, relative à tout ou partie d'une même prestation. Il n'y a pas de relations contractuelles entre l'entreprise A et l'entreprise C.

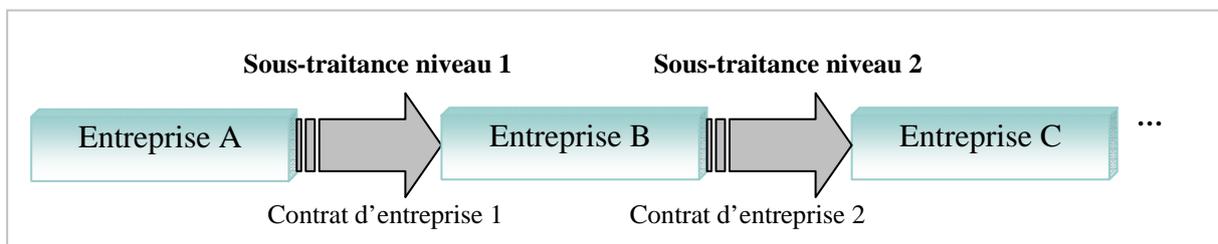


Figure 8 : Sous-traitance en cascade

Ce type de sous-traitance permet fréquemment de faire face à des demandes de flexibilité et de réactivité croissante des entreprises.

Elle peut concerner de la sous-traitance interne ou externe. On observe une augmentation de la part des salariés intérimaires et des contrats à durée déterminée chez les sous-traitants de rang 2 et plus (Hery, 2002) (Doniol-Shaw, 1993).

b) Sous-traitance de rang 1

Par opposition à la sous-traitance en cascade, on pourra parler de sous-traitance de 1er niveau ou de rang unique, en encore en râteau. Celle-ci correspond aux situations dans lesquelles le nombre de contrats d'entreprises établis pour la réalisation d'une prestation est de 1. (Grusenmeyer, 2007).

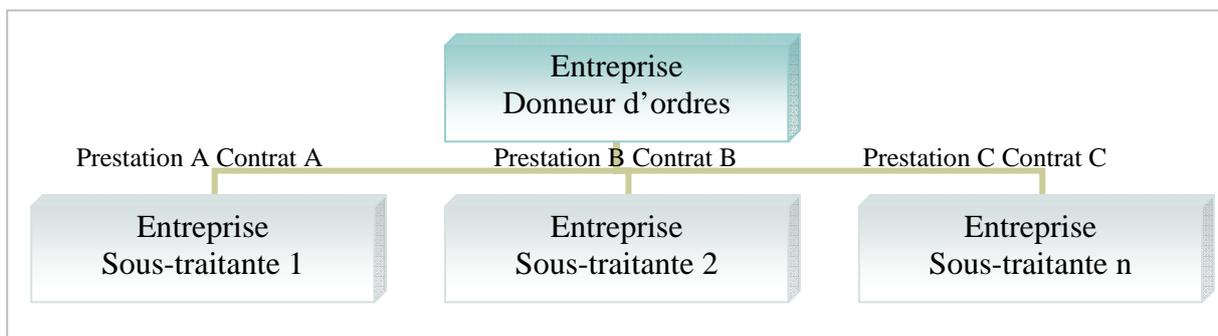


Figure 9 : Sous-traitance à rang unique

I.2.4 Modification des rapports de l'entreprise utilisatrice avec ses sous-traitants

I.2.4.1 Première évolution : quantitative

Le recentrage des entreprises sur leur cœur de métier se manifeste par l'augmentation corrélative du chiffre d'affaires sous-traité.

I.2.4.2 Deuxième évolution : qualitative

Les donneurs d'ordres travaillent de plus en plus avec des ensembliers ou des Entreprises Générales de Maintenance encore appelées entreprises pilote en nombre réduit qui apportent :

- une capacité d'innovation et de co-ingénierie ;
- une prestation globale, avec un partenariat par corps de métier et une coordination des corps de métiers ;
- des multi-compétences : multi-techniques, multi-services, multi-sites.

L'AFIM⁸ confirme la tendance de regroupement et fusion des entreprises prestataires de maintenance afin d'apporter une solution globale aux entreprises donneuses d'ordres (AFIM, 2007).

I.2.4.3 Troisième évolution : structurelle

D'une structure initiale en râteau avec plusieurs centaines de sous-traitants exécutants, le tissu industriel a évolué vers une structure en grappe ou sous-traitance en cascade, dans laquelle les sous-traitants de rang 2 et suivants n'ont plus d'accès direct à l'entreprise utilisatrice (Gemignani, 2002).

⁸ Association Française des Ingénieurs et responsables de Maintenance .

1.2.5 Ce qui peut pousser à sous-traiter

La majorité des entreprises opte pour une politique centrée sur deux objectifs :

- la volonté de se recentrer sur le cœur de métier en externalisant les tâches satellites ;
- la volonté de réduire ses coûts internes (Monchy & Pichot, 2003).

Nous allons dans la suite développer les différentes raisons, quelles soient financières, stratégiques, liées aux compétences, sociales où à une anticipation limitée de l'entreprise qui peuvent pousser une entreprise à externaliser une partie de ses activités, et à faire confiance à un prestataire pour les réaliser.

1.2.5.1 Motivation financière

Une des premières raisons invoquée dans la littérature est liée à l'aspect financier. Des entreprises spécialisées ont su rationaliser leurs frais et proposent des prestations qui paraissent moins onéreuses que si le travail est fait en interne, ce qui permet au donneur d'ordres de réaliser des économies de productivité même si les ressources en interne existent (ICSI, 2006) (Bravard & Morgan, 2006). Ceci est en concordance avec la volonté de réduire les coûts en interne.

1.2.5.2 Motivation stratégique

Une autre motivation est liée à l'aspect stratégique de la question des activités que l'entreprise utilisatrice décide de « Faire » et des activités qu'elle décide de « Faire Faire ».

Cette motivation peut être déclinée en différents points :

- L'entreprise utilisatrice sélectionne les investissements qui paraissent être les plus créateurs de valeur (Seillan & Morvan, 2005). Dans ce cas l'entreprise utilisatrice peut décider de délaissier les activités qui ont le moins de valeur ajoutée par rapport à son cœur de métier (Barthélemy, 2007).
- L'entreprise utilisatrice applique une stratégie voulue par une direction générale : recentrage sur le cœur de métier, économie de masse salariale, économie des retraites (ICSI, 2006). Ou encore, l'entreprise réduit son périmètre d'activités et se sépare de ses activités annexes, ou qu'elle ne considère pas comme stratégiques telles que le nettoyage (Veltz, 2001) (Bravard & Morgan, 2006) (Brown & Wilson, 2005) (Power & al, 2006) (Corbett, 2004) (Francastel, 2005).
- La volonté de se libérer des contraintes de formation du personnel, gestion de carrière, outillage spécialisé.
- Le besoin de flexibilité et rationalisation du personnel, notamment lorsque le volume des activités à réaliser est variable (Grusenmeyer, 2007) ou lorsque l'environnement n'est pas stable et que l'entreprise utilisatrice peut craindre un retournement de situation (Monchy & Pichot, 2003). Il sera alors plus facile de se détacher des services d'une entreprise extérieure que de se détacher de personnel interne.

1.2.5.3 Motivation liée aux compétences

Il existe des entreprises spécialistes de l'activité sous-traitée qui ont le personnel compétent et les outils et matériels nécessaires à la réalisation des interventions (Genthon, 2000). Ici on se retrouve clairement dans le cas de la sous-traitance de spécialité (Barthélemy, 2007) (Bravard & Morgan, 2006).

I.2.5.4 Motivation sociale

Une autre motivation à l'externalisation, peu relayée dans la littérature est la raison sociale de l'externalisation. Nous développerons ici deux types de motivations sociales.

D'une part, Thébaud-Mony, explique que la sous-traitance peut être liée à un contexte social difficile et qu'elle peut être un moyen de contourner les statuts contraignants des grandes entreprises donneuses d'ordres comme EDF, qui présentent un syndicalisme fort (Thébaud-Mony, 2001b). Elle prend l'exemple d'une grève de plusieurs semaines qui a éclaté en 1976 à Solmer de Fos, à l'initiative du service entretien et qui s'est terminée par le démantèlement du service entretien et le passage à la sous-traitance. Le personnel sous-traitant même en travaillant au sein de l'entreprise utilisatrice ne bénéficie pas du statut « protégé » de celle-ci.

D'autre part, pour certains grands donneurs d'ordres, il y a obligation politique et sociale à laisser ouverts les robinets de la sous-traitance, même en cas de plan de charge interne réduit, de façon à ne pas asphyxier les prestataires et le tissu social voisin (Monchy & Pichot, 2003).

I.2.5.5 Anticipation limitée

Enfin, la sous-traitance peut être motivée par une anticipation limitée de certains phénomènes :

- Une activité est en développement (intensification de la demande, nouvel investissement, nouvelle activité, nouvelle technologie) pour laquelle le donneur d'ordres ne dispose pas des ressources en interne.
- Le départ massif de salariés n'ayant pu être anticipé ou a été mal anticipé (pyramide des âges) (ICSI, 2006).

I.2.6 Les limites de l'externalisation

Les limites de l'externalisation seront atteintes lorsque l'externalisation aura un impact sur l'outil de production.

Ces limites peuvent être :

- techniques, liées à la difficulté de conserver le savoir-faire interne sur les équipements sensibles, même si des opérations complexes sont ponctuellement confiées à des spécialistes ;
- stratégiques, avec le risque de défaillance d'un prestataire pouvant mettre l'entreprise en danger (Barthélemy, 2007).

I.2.6.1 Perte de savoir-faire en interne

L'examen de la littérature révèle que la sous-traitance peut mener à un appauvrissement des savoirs-faires des personnels internes. Ce phénomène de perte de connaissances est également appelé « amnésie d'entreprise » (Sharif & al, 2005).

Dans le cas où une partie des activités d'une entreprise est sous-traitée, les personnels de l'entreprise utilisatrice qui assuraient ces activités deviennent fréquemment des gestionnaires de sous-traitants. Selon Thébaud-Mony (1993), le travail des salariés permanents des entreprises dominantes consiste de plus en plus dans des tâches de surveillance et de contrôle des activités sous-traitées. Le personnel interne s'éloigne ainsi de la réalité du terrain et de la réalisation des activités concernées, et son expertise diminue.

Cela sous-entend que le donneur d'ordres ne pourrait plus juger de la pertinence des solutions et de la qualité des prestations.

I.2.6.2 Risque de dépendance technique envers les prestataires

En sous-traitant une partie de son activité à un prestataire, l'entreprise utilisatrice peut se retrouver en situation de dépendance technique envers cette entreprise. Une défaillance de ce prestataire risquera de mettre en danger l'entreprise utilisatrice. Ceci est d'autant plus vrai si les compétences de ce sous-traitant sont rares et que peu d'entreprises proposent les mêmes prestations.

Dans le développement de la thèse nous verrons comment le site industriel dans lequel nous avons mené notre étude gère ces risques.

I.2.7 Aspects réglementaires de la sous-traitance

Les entreprises sous-traitent dans le cadre de la loi n° 75-1334 du 31 décembre 1975 et ses textes d'application.

a) Obligations concernant la main d'œuvre extérieure

Le recours à des entreprises extérieures peut engendrer deux problèmes spécifiques évoqués dans le code du travail : le délit de marchandage et le travail clandestin. Le risque existe dès que le prestataire met à disposition permanente du donneur d'ordres un ou plusieurs de ses salariés.

o Délit de marchandage

Les articles L125/1 et L125/3 du code du travail précisent :

« Toute opération à but lucratif de fourniture de main d'œuvre qui a pour effet de causer un préjudice au salarié qu'elle concerne ou d'éluder l'application des dispositions de la loi, de règlement, de convention ou d'accord collectif de travail, ou marchandage est interdite ».

« Toute opération à but lucratif ayant pour objet exclusif le prêt de main d'œuvre est interdite dès lors qu'elle n'est pas effectuée dans le cadre des dispositions du présent code etc. ».

o Travail clandestin

Le donneur d'ordres a obligation de contrôler que le personnel utilisé par le prestataire n'est pas en situation de travail clandestin Article L 324.10 du code du travail.

b) Hygiène et sécurité concernant les travaux externalisés

La réglementation concernant l'hygiène et sécurité des travaux externalisés se focalise principalement sur la sous-traitance interne.

Les prescriptions particulières d'hygiène et de sécurité applicables aux travaux effectués dans un établissement par une entreprise extérieure sont définies dans le décret 92-158 du 20 février 1992 :

« Le chef de l'entreprise utilisatrice assure la coordination générale des mesures de prévention qu'il prend et de celles que prennent l'ensemble des chefs des entreprises intervenant dans son établissement. Chaque chef d'entreprise est responsable de l'application des mesures de prévention nécessaires à la protection de son personnel. Cette coordination générale a pour objet de prévenir les risques liés à l'interférence entre les activités, les installations et matériels des différentes entreprises présentes sur un même lieu de travail. »

A partir d'un seuil de 400 heures d'intervention annuelle d'un sous-traitant sur le site d'un donneur d'ordres, la loi impose la rédaction d'un plan de prévention préparé en commun :

« Les chefs d'entreprises procèdent en commun à une analyse des risques pouvant résulter de l'interférence entre les activités, les installations et matériels. Lorsque ces risques existent, les employeurs arrêtent d'un commun accord, avant le début des travaux le plan de prévention définissant les mesures qui doivent être prises par chaque entreprise en vue de prévenir ces risques ».

Un plan de prévention doit être également établi par écrit pour tous les travaux réputés dangereux et listés dans l'arrêté du 19 mars 1993. Quelques exemples de travaux concernés : travaux effectués sur une installation classée faisant l'objet d'un plan d'opération interne, travaux dans ou sur des cuves ou en atmosphère confinée, etc.

I.3 LA SECURITE

Le troisième concept auquel nous nous intéressons est la sécurité. Ce chapitre est plus long que les deux premiers car les notions développées ici sont au cœur de notre problématique et sont complexes. Il nous est paru important de donner une terminologie précise et de retracer l'historique des approches en sécurité afin de bien ancrer et expliciter les approches émergentes que sont la culture de sécurité, les organisations apprenantes et résilientes.

La sécurité est un concept polysémique qui englobe différents aspects, problèmes et métiers. On distingue trois grandes familles dans la sécurité:

- **La sécurité industrielle et les risques technologiques**, tournée vers les accidents majeurs, les risques chroniques et la protection des riverains. Cette sécurité est dominée dans l'histoire par la sûreté de fonctionnement et enrichie par de nombreuses théories et évolutions ces vingt dernières années (fiabilité humaine, approches organisationnelles, résilience, culture de sécurité).
- **La Santé Sécurité au Travail (SST)** s'intéresse à la prévention des risques professionnels, pour préserver la santé mentale et psychique des salariés, et améliorer les conditions de travail.
- **La sûreté des installations** s'intéresse aux agressions que peut subir une installation telles que le terrorisme, le piratage informatique, l'espionnage industriel, et fait appel à des métiers particuliers. Ce thème étant hors sujet par rapport à la thèse nous n'y reviendrons pas.

Ces sécurités sont classiquement dans un fonctionnement en silo, avec leurs propres autorités de tutelles (DRIRE⁹ pour la sécurité industrielle, inspection du travail pour le droit du travail, CRAM¹⁰ pour la prévention des risques professionnels et la DCRI¹¹ pour la sûreté), leurs propres législations et règles, leurs propres indicateurs, leurs propres tolérances et limites.

Après la définition de quelques mots clés, nous verrons l'évolution des théories sur la sécurité et leur application dans l'industrie. Nous nous attarderons sur le rôle de la prescription dans l'amélioration de la sécurité et ferons une revue de littérature sur la modélisation des accidents avant de développer les nouvelles approches sur la sécurité. Nous ferons ensuite un point spécifique sur la Santé Sécurité du Travail.

I.3.1 Les mots clés

▪ La sécurité

Selon la norme AFNOR X-06-010, la sécurité est « *l'aptitude d'un dispositif à éviter de faire apparaître des événements critiques ou catastrophiques* » (AFNOR, 2002a).

L'objectif est d'évaluer et de prévoir l'occurrence des risques potentiels induits par l'existence même du système et qui conduiraient à un dommage.

Une autre définition de la sécurité est l'ensemble des « *mesures de prévention et de réaction mises en œuvres pour faire face à une situation d'exposition résultant de risques accidentels, qu'ils soient le fait de l'homme, de la machine ou de la nature* » (Geiben & Nasset, 1998).

L'anglais distingue « sécurité » « *security* », qui désigne plutôt une logistique d'accompagnement ou un moyen de protection et « sûreté » « *safety* », qui peut se traduire comme la qualité d'une situation à garantir l'intégrité de personnes et de biens.

⁹ DRIRE : Direction Régionale de l'Industrie de la Recherche et de l'Environnement.

¹⁰ CRAM : Caisse Régionale d'Assurance Maladie.

¹¹ DCRI : Direction Centrale du Renseignement Intérieur.

▪ Les risques

Selon les standards AS/NZS 99, un risque est un évènement ou une séquence d'évènements susceptibles de gêner la réalisation des objectifs de l'entité ou du groupe, ou de réduire la capacité de l'organisation à réaliser ses objectifs.

Pour Dauphiné (2001) le risque est le produit d'un aléa et d'une vulnérabilité.

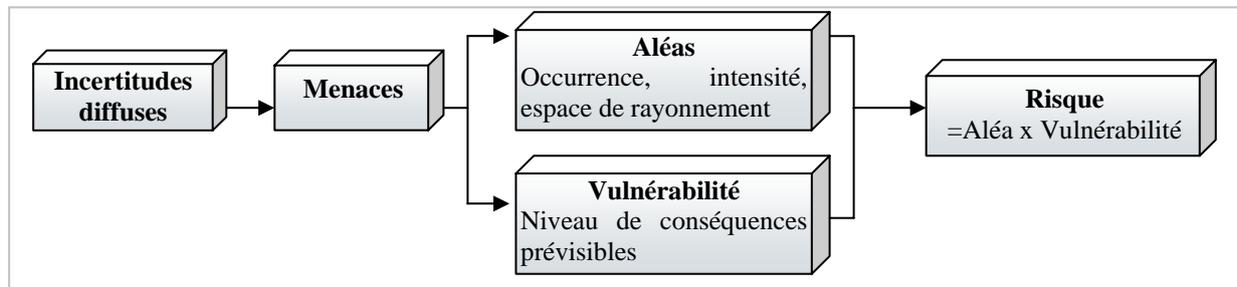


Figure 10 : Risque = Aléa X Vulnérabilité (Dauphiné, 2001)

L'aléa représente un évènement exprimé par sa probabilité d'occurrence, ainsi que la mesure de son intensité, de sa durée et de son espace de rayonnement.

La vulnérabilité représente les conséquences visibles d'un évènement vis-à-vis d'enjeux de sécurité, de maintien de patrimoine.

Dans la norme ISO 73 (2002), le risque est défini comme la combinaison de la probabilité de survenue d'un évènement et de ses conséquences et qui reprend l'idée de Villemeur (1988) selon laquelle le risque est mesure d'un danger associant une mesure de l'occurrence d'un évènement indésirable et une mesure de ses effets ou conséquences

Selon Peretti-Watel (2001), à chaque risque est associé des facteurs de risque dont la présence accroît la probabilité d'occurrence du risque, mais sans en constituer une cause nécessaire et suffisante.

▪ Management des risques

Le management des risques est l'ensemble des démarches permettant d'identifier l'ensemble des risques auxquels un système est exposé, d'évaluer ces risques, de les hiérarchiser selon des critères les plus explicites possible, permettant de situer leur importance relative et absolue, puis de décider et d'agir de façon appropriée selon cette importance, afin de contrôler de façon permanente l'évolution de ces risques (Magne & Vasseur, 2006).

▪ Analyse des risques

L'analyse des risques correspond à la phase d'identification et d'évaluation des risques.

Il existe un grand nombre de méthodes d'analyse des risques, Tixier & al (2002) en ont répertorié 62 applicables aux sites industriels.

Les principales méthodes d'analyse des risques techniques sont (Laurent, 2003):

- **L'APR Analyse Préliminaire des Risques** consiste à identifier les éléments dangereux dans un système et étudier comment ils pourraient conduire à une situation accidentelle. cette méthode est préalable aux autres méthodes.
- **L'arbre des défaillances** consiste à déterminer les combinaisons possibles d'évènements qui génèrent une situation indésirable. Le diagramme logique est une structure arborescente.

- **L'arbre des évènements ou conséquences** consiste à élaborer un diagramme représentant les éventualités résultantes de diverses combinaisons d'évènements. Le développement de l'arbre débute par un évènement initiateur et progresse selon une logique binaire.
- **L' HAZOP HAZard and OPerability studies** consiste à étudier l'influence des déviations de paramètres régissant le procédé par rapport à des valeurs nominales de fonctionnement.
- **L'AMDEC Analyse des Modes de Défaillances de leurs Effets et de leur Criticité** consiste à considérer systématiquement l'un après l'autre les composants du système et à étudier et analyser les causes et les effets de leurs défaillances potentielles.
- **MOSAR Méthode Organisée et Systémique d'Analyse des Risques** consiste à identifier les risques d'un système et leur impact sur l'homme et l'environnement puis d'identifier les moyens de prévention et de protection nécessaires pour les neutraliser.

Lorsque l'on veut évaluer les risques, on se rapporte à une matrice de criticité. Chaque zone correspond à un niveau de criticité ou niveau de risque. Dans ce cas le risque est une fonction de la fréquence potentielle de défaillance (ou probabilité de défaillance) et de la gravité des conséquences de cette défaillance.

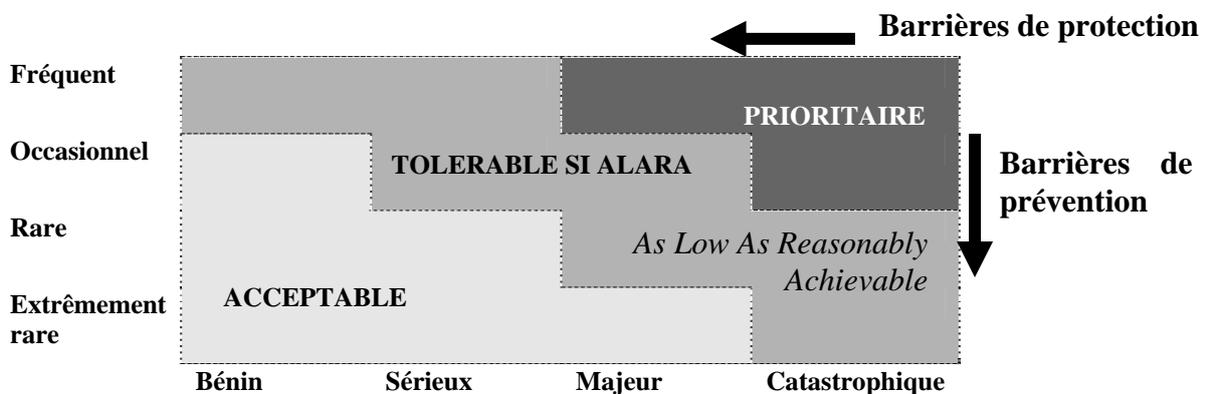


Figure 11 : Matrice de criticité

Les barrières de prévention baissent la fréquence potentielle d'un risque, l'objectif étant de supprimer le danger et d'agir sur les causes (changement d'un produit par un produit moins dangereux par exemple).

Les barrières de protection permettent d'agir sur la gravité des conséquences (EPI¹², fosse de rétention étanche par exemple).

¹² EPI : Equipement de Protection Individuelle.

1.3.2 Les bases historiques de la sécurité

On le verra dans la suite, la thèse porte sur le silo Santé Sécurité au Travail. L'histoire de la sécurité, avant de diverger vers les applications sur chaque domaine, s'est construite sur des bases qui appartiennent aujourd'hui à la sécurité industrielle et qui méritent d'être rappelées.

1.3.2.1 La dimension technique : la sûreté de fonctionnement

Selon la norme NF X 60 – 010, La sûreté de fonctionnement est l'ensemble des aptitudes d'un bien qui lui permet de remplir une fonction requise, au moment voulu, pendant la durée prévue, sans dommage pour lui-même ou son environnement (AFNOR, 2002a).

La sûreté de fonctionnement est apparue dans la seconde moitié du XX^{ème} siècle avec l'essor des systèmes industriels.

Elle s'est progressivement affirmée comme l'une des disciplines indispensables à la conception et à l'exploitation des systèmes complexes.

La sûreté de fonctionnement appliquée à un système complexe a pour objectifs de réduire le nombre de défaillances potentielles du système et de maîtriser les conséquences des défaillances qui pourraient malgré tout survenir. Elle contribue ainsi à l'optimisation des performances techniques et économiques du système (Villemeur, 1988) (Laprie, 1996).

La sûreté de fonctionnement se caractérise par quatre paramètres (AFNOR, 2002a) :

- **La disponibilité** : aptitude d'un outil de production à accomplir une fonction requise dans des conditions d'utilisation données pendant une période donnée.
- **La fiabilité** : aptitude d'un outil de production à accomplir dans des conditions données et dans un temps donné, une fonction requise.
- **La maintenabilité** : aptitude d'un outil de production à être rétabli ou maintenu dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise.
- **La sécurité** : aptitude d'un outil de production à éviter de faire apparaître des événements critiques ou catastrophiques. La sécurité apparaît comme un indicateur de performance de la sûreté de fonctionnement d'un système.

La sûreté de fonctionnement s'intéresse particulièrement aux risques de défaillances techniques d'un composant qui mettrait en péril le système.

Diverses méthodes ont été développées pour la modélisation de ces modes de défaillances comme l'AMDEC¹³, l'arbre des causes, l'arbre des conséquences, le nœud papillon etc. (Iddir, 2008) (Faucher, 2004) (INRS, 1999) (Villemeur, 1988) (Laurent, 2003).

Les premiers efforts en matière de sécurité ont porté sur la technique pour réduire les fréquences de pannes et leurs conséquences. Leur mise en œuvre s'est traduite par une baisse très nette des accidents dans les systèmes.

¹³ AMDEC: Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité.

I.3.2.2 La fiabilité humaine

a) De la fiabilité technique à la fiabilité humaine

L'amélioration de la fiabilité technique dans les systèmes complexes a mis à jour les « erreurs humaines ». On a alors essayé de réduire les dysfonctionnements humains, c'est-à-dire d'augmenter la fiabilité humaine afin d'optimiser la fiabilité des systèmes.

La fiabilité humaine est définie dans le prolongement de la fiabilité technique comme la probabilité qu'un individu effectue avec succès la mission qu'il doit accomplir, pendant une durée déterminée et dans des conditions définies (Rook, 1962).

De même que la panne est la mesure de la fiabilité technique, celle de l'erreur humaine constitue la mesure de la fiabilité humaine (Leplat & de Terssac, 1990).

b) L'homme source d'infiabilité

Les accidents industriels majeurs dans l'aviation, le nucléaire ou la chimie (Tenerife en 1977, Three Miles Island en 1979, Bhopal en 1984) ont largement participé au développement des théories sur la fiabilité humaine.

L'analyse de différents accidents à cette époque ont fait apparaître l'homme comme un facteur d'infiabilité et source de dysfonctionnements dans le système.

Dans cette logique, l'homme de terrain apparaît comme le parfait coupable : « *cette opinion de l'homme 'point faible' des systèmes est maintenant si largement répandue que les opérateurs sont partout considérés comme limiteurs de performance et de sécurité, et de ce fait, sont plus volontiers décrits en termes négatifs que positifs* » (Amalberti, 1996).

La contribution humaine aux défaillances apparaît de plus en plus importante, passant de 20 à 40% dans les années 60 à 80-90% dans les années 90 (Magne & Vasseur, 2006).

Afin de réduire ses dysfonctionnements et améliorer la fiabilité humaine, plusieurs méthodes quantitatives ont vu le jour avec comme principaux objectifs de quantifier les probabilités d'erreurs et d'évaluer à priori la fiabilité humaine ; puis d'inclure ces données dans le calcul de la fiabilité globale du système. La méthode THERP¹⁴ en est le parfait exemple (Swain, 1964).

c) Classification des erreurs humaines

Kirwan (1998) a répertorié 38 techniques d'identification de l'erreur humaine selon le type de classification proposé.

Norman (1981) puis Rasmussen avec son modèle SRK (*Skill based behaviour, Rules based behaviour et Knowledge based behaviour*) donnent une nouvelle impulsion aux études sur l'erreur humaine en proposant de classer les erreurs et d'en expliquer la genèse (Rasmussen, 1983).

Dans son livre référence *Human Error*, Reason (1990) fait la synthèse des écrits sur l'erreur humaine et propose un modèle d'erreurs GEMS¹⁵ où l'erreur humaine apparaît comme le prix à payer pour la performance.

¹⁴ THERP : *Technique for Human Error Rate Prediction*.

¹⁵ GEMS : *Generic Error Modelling System*.

1.3.3 La prescription comme outil de la sécurité

1.3.3.1 Rôle de la prescription

L'une des stratégies les plus systématiques pour améliorer la sécurité des systèmes complexes à hauts risques consiste à accroître la prévisibilité des comportements techniques et humains (Journé, 2001).

Cette « stratégie d'anticipation » vise à supprimer l'imprévu à travers la mise en place d'un système de règles et de procédures censé couvrir tous les cas possibles (Wildavsky, 1988).

Hale et Swuste (1998) définissent les règles de sécurité comme un état du système, ou une façon définie de se comporter en réponse à une situation prévue, établie avant que l'évènement ne se produise et imposée à et/ou acceptée par les opérateurs du système en tant que moyen d'améliorer la sécurité ou atteindre un niveau de sécurité requis.

1.3.3.2 Classification des règles de sécurité (Hale & Swuste, 1998)

Hale et Swuste identifient trois classes de règles :

a) Les règles qui définissent des buts à atteindre

Ces règles n'imposent pas les moyens à mettre en œuvre, elles impliquent seulement des sanctions si le but n'est pas atteint.

Par exemple : concentration limite de substances toxiques dans l'eau/l'air ; mettre en place un Système de Management de la Sécurité

Ces règles sont généralement émises au niveau national.

b) Les règles qui définissent la façon dont les décisions doivent être prises

Ces règles imposent le circuit décisionnel, les personnes qui doivent être impliquées et/ou les paramètres à prendre en compte.

Par exemple : les décisions concernant le process doivent être prises conjointement par le chef du service procédés et production.

Ces règles sont généralement émises au niveau d'un site ou d'un établissement.

c) Les règles qui définissent concrètement les actions à mener où l'état du système requis

Ces règles définissent précisément les actions à mener (où les comportements proscrits) et l'ordre dans lequel elles doivent être effectuées.

Par exemple : les appareils de levage doivent être inspectés au moins une fois par an par les autorités compétentes, les équipements défectueux seront mis hors service et réparés ; ou encore ; il est interdit de fumer.

Ces règles sont généralement émises au niveau individuel ou des équipes de travail.

Ainsi, plus on se retrouve à un niveau micro (individuel ou équipe de travail), plus les degrés de liberté d'action s'amenuisent. Plus on se trouve à un niveau hiérarchique bas, plus les règles de sécurité et les instructions pour exécuter le travail sont précises.

I.3.3.3 Vérification de la conformité aux règles

La définition de règles de sécurité implique que les acteurs du système dans lequel elles sont en vigueur doivent les respecter. Les prescripteurs mettent alors en place des mesures pour vérifier la conformité à ces règles.

Tout comme les classes de règles, il y a trois niveaux de vérification de la conformité : le niveau national, des sites et le niveau individuel ou équipe. Nous nous intéressons aux deux derniers.

a) Au niveau d'un site industriel

Au niveau d'un site industriel, la conformité aux règles se mesure grâce à des indicateurs¹⁶. Par exemple, le rejet en soufre d'une raffinerie, le nombre d'accidents de travail, ou encore le nombre de départ de feu. Généralement en phase avec le Système de Management de la Sécurité, le site industriel identifie les indicateurs importants de la sécurité, définit leur mode de mesure et les objectifs à atteindre.

Si les objectifs ne sont pas atteints où si le circuit décisionnel n'est pas suivi (personnes impliquées et paramètres à prendre en compte), le site met alors en place un plan d'action pour y remédier.

b) Au niveau individuel

Au niveau individuel, les règles de sécurité définissent précisément les actions à mener et le comportement à avoir. Il est alors facile de vérifier la conformité, il suffit d'observer le comportement des personnes.

Si le comportement des personnes n'est pas conforme aux prescriptions, différentes actions peuvent être menées : sanction, formation, sensibilisation etc., pour amener les personnes vers un comportement considéré plus sûr.

I.3.3.4 Application de la prescription dans l'industrie

Dans les systèmes sociotechniques à risques, l'amélioration de la sécurité se fonde le plus souvent sur quelques principes de base :

- anticiper toutes les situations possibles, afin de définir en détail toutes les tâches, et tous les « bons » comportements au travers de règles et de prescriptions ;
- automatiser tout ce qui peut l'être afin de déporter sur la technique ce qui ne serait pas gérable par l'homme ;
- recruter en sélectionnant les bons profils et former les opérateurs à appliquer les règles et les procédures.

La procéduralisation très poussée est une caractéristique essentielle des systèmes complexes (Bourrier, 1999) (Duclos, 1991) (La Porte & Thomas 1995), (Leplat & de Terssac, 1990) (Schulman, 1993) (de Terssac, 1992).

Les organisations à risques technologiques majeurs se prémunissent des dangers auxquels elles sont exposées en réglementant le travail puis en vérifiant la bonne application de ces règles par un contrôle de la conformité des activités (Magne & Vasseur, 2006).

Lors d'une intervention, il est demandé aux opérateurs de suivre scrupuleusement le mode opératoire et les procédures pour réduire à priori tout risque.

¹⁶ Ces indicateurs sont pour certains suivis par les instances de tutelles.

I.3.3.5 Limites des modèles de sécurité prescriptifs

Plusieurs limites de ces modèles prescriptifs sont relayées par la littérature.

a) L'opérateur de première ligne, première source d'accidents

Un biais de ces modèles prescriptifs est qu'ils considèrent les opérateurs de première ligne comme principale cause des accidents. La complexité globale et les facteurs organisationnels disparaissent lors des analyses des accidents.

Tout écart à un suivi scrupuleux d'une procédure est considéré comme source d'accidents, ce biais est d'autant plus important lors de la reconstruction d'un accident après coup (Dekker, 2004) (Amalberti, à paraître).

McDonald & al (2002) trouvent que le rôle joué par un écart à une procédure peut être surestimé lors d'un accident. Alors qu'il est facile d'incriminer un écart lors d'un accident, certains ne causent pas d'accidents.

b) Des règles prescrites par des experts

Dans les modèles prescriptifs, les règles sont généralement produites par les experts de chaque spécialité.

L'approche prédominante pour optimiser le système et éviter toute erreur ou dysfonctionnement est de décomposer le système en sous-partie puis de chercher à optimiser chaque sous-partie.

Des experts de chaque sous-partie sont alors en charge de définir les procédures qui optimiseront chaque sous-partie mais trop souvent de manière ségréguée (Dekker, 2004) (Leroy & Signoret, 1992). Or l'optimisation de chaque sous-partie conduit au biais dit «de silo de spécialité» : l'optimisation de chaque silo de spécialité n'aboutit pas à l'optimisation globale du système, pire elle peut créer des protections locales qui peuvent être contradictoires entre elles (Amalberti, à paraître).

Une autre limite au modèle prescriptif est qu'il implique encore souvent une séparation stricte entre les prescripteurs et les exécutants ; ce qui peut mener à la production de règles qui reflètent imparfaitement les besoins et la réalité vécue par les acteurs de terrain. Cette séparation explique en partie l'écart entre le travail prescrit défini par les règles et le travail réel.

c) L'homme acteur de la fiabilité et récupérateur d'erreurs

Une limite à ces modèles est qu'ils sous-entendent une vision de l'homme comme composante essentiellement faillible du système, or l'ergonomie française souligne que l'homme est également un agent de fiabilité.

Faverge (1970) met en évidence que l'homme est le seul élément du système qui adapte son comportement aux variations éventuelles de la situation de travail.

Plusieurs travaux montrent que l'homme récupère les erreurs et les ratés (Amalberti, 1996) (Faverge, 1980). « *Le diagnostic et la récupération des dysfonctionnements, le travail en mode perturbé, sont des occasions où il est bien difficile de se priver des compétences humaines* » (Poyet, 1990).

d) L'application stricte des procédures peut engendrer des risques

Enfin, une dernière limite est que ces modèles prescrivent un suivi scrupuleux de toutes les règles.

Les ergonomes ont montré grâce à de nombreuses études que l'homme ne se contente pas d'appliquer strictement les procédures ; son activité ne peut être réduite à celle d'un simple exécutant auquel on décrit les tâches à réaliser (Bourrier, 1999).

La règle n'est qu'un des éléments caractérisant le travail, la grande variabilité des situations à gérer induit une adaptation permanente en temps réel.

Aussi détaillées que puissent être les prescriptions, leur stricte application pose problème (Reynaud, 1989) pour plusieurs raisons :

- Toutes les situations susceptibles d'être rencontrées par les acteurs ne peuvent être prévues au regard du principe de la rationalité limitée.
- Une partie de la réalité à laquelle ils sont confrontés sort du champ d'application de la prescription. La prescription peut être inadéquate ou incohérente au regard des conditions d'interventions (de Keyser, 1982) (Leplat & de Terssac, 1990).
- « *La procédure est infirme face à l'urgence* » (De Coninck, 1995), la prescription est structurellement incomplète et la prescription ne tient pas compte de la variabilité des individus et des processus, des produits et des situations.
- Les prescriptions se réfèrent souvent à une situation idéale ou nominale, toutes choses étant égales par ailleurs (Bourrier, 1999).

L'application stricte des prescriptions paraît donc impossible. Les règles impliquent une action de l'homme et son adaptation aux conditions spécifiques de l'intervention.

Avoir recours à l'action et à l'adaptation de l'homme peut avoir des effets négatifs et positifs indissociablement liés.

1.3.4 Les déviations par rapport aux règles et procédures

Il est un débat convenu que face à des procédures à jamais incomplètes, l'individu n'a d'autre solution que de les adapter, les contourner ou les enfreindre.

Deux courants de pensée se sont attaqués au problème des déviations par rapport aux règles et procédures :

- le premier courant s'intéresse à la sécurité industrielle et aux risques d'accident majeur ;
- le deuxième courant se focalise sur la santé sécurité au travail.

Ces deux courants, après avoir travaillé de manière indépendante se retrouvent aujourd'hui autour du concept de culture de sécurité.

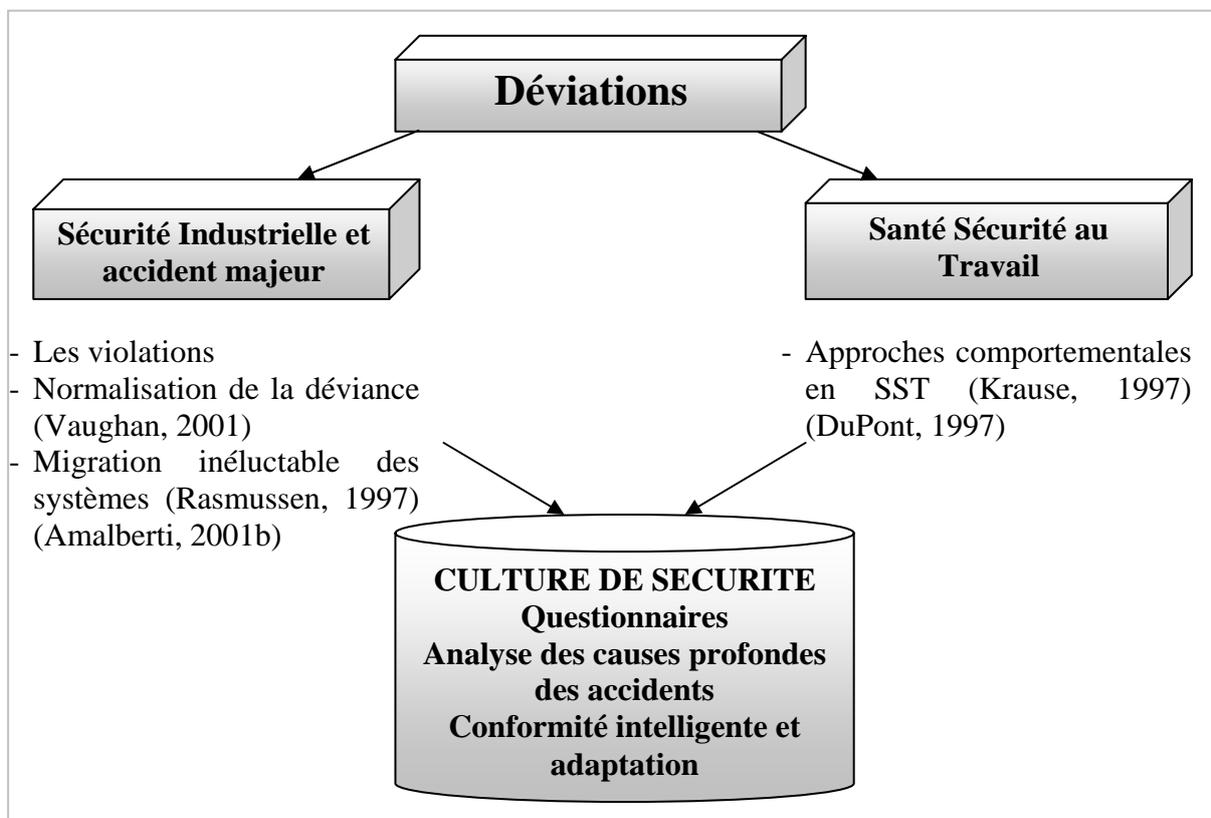


Figure 12 : Deux courants de pensée sur la question des déviations aux règles et procédures

I.3.4.1 Le courant sécurité industrielle

Le courant sécurité industrielle s'intéresse aux violations et aux déviations aux règles et les identifie comme une des principales causes des accidents majeurs.

a) Les violations

Afin de sécuriser les systèmes, les industriels ont misé sur une stratégie de forte prescription.

Cette stratégie engendre un nouveau problème : la violation des procédures par les exécutants. Les hommes au travail ne respectent pas toujours les règles (Dekker, 2004), et plus il y a de règles, plus y a de violations (Amalberti, 2001b) (Nyssen, 2008).

La violation est définie comme une « *déviaton par rapport à une procédure opératoire sûre* » (Reason, 1987) ; deux familles de violations sont distinguées :

- Les violations routinières, les personnes transgressent régulièrement les procédures en vertu de la loi du moindre effort et parce que l'environnement est relativement indifférent et punit rarement ces violations ou récompense peu la conformité à la procédure.
- Les violations exceptionnelles, qui sont une résultante de la combinaison complexe de conditions locales, ces violations sont inévitables ou nécessaires pour effectuer le travail.

De Terssac (1992) a identifié des « règles non écrites » qui font référence aux solutions mises en place par les exécutants pour réaliser leur travail. Elles obéissent à deux critères :

- C'est une décision ou une manière d'agir commune au groupe d'exécution et tacitement acceptée par ses membres.
- Cette manière d'agir est une irrégularité par rapport aux règles écrites, un écart non reconnu par l'encadrement.

Nyssen (2008) retrouve dans ses travaux le caractère consensuel des violations, ainsi 84% des individus s'écartaient des mêmes prescriptions. Il y a également un choix réfléchi sur les prescriptions, les individus choisissent collectivement de s'écarter des prescriptions qu'ils considèrent les moins risquées.

b) La normalisation de la déviance

Dans ses travaux sur l'explosion de la navette Challenger, Vaughan (2001) montre comment la normalisation de la déviance s'est installée à la NASA.

Des informations qui prouvaient que le système ne fonctionnait pas comme prévu ont petit à petit été considérées comme normales car jusqu'à présent il n'y avait pas eu d'incidents majeurs. Les ingénieurs et managers ont progressivement développé une conviction culturelle qui les autorisait à considérer que tout allait bien alors qu'ils avaient en leur possession des informations qui disaient le contraire. Ces actions ne sont pas délibérément déviantes, c'est la culture organisationnelle en place qui les a rendues normales et acceptables.

Chaque décision prise séparément semblait correcte, routinière, insignifiante, les décideurs ne se rendaient pas compte que peu à peu ils acceptaient des risques de plus en plus importants.

c) Migration inéluctable des systèmes

o *Modèle de migration des systèmes*

Rasmussen (1997) reprend à sa façon cette dérive dans les décisions et propose un modèle de migration des systèmes. Selon lui les acteurs du système ont tendance à explorer voire franchir les frontières des opérations considérées comme sûres dès lors qu'ils sont soumis à des pressions économiques, commerciales, sociales etc. Les opérations migrent alors vers un espace de fonctionnement où le niveau de sécurité est moindre. Sous pression, les acteurs ne suivent pas l'ensemble des règles et procédures pour être performant.

Amalberti (2001b) a complété ce modèle en y intégrant de manière formelle les bénéfices individuels comme seconde source de migration.

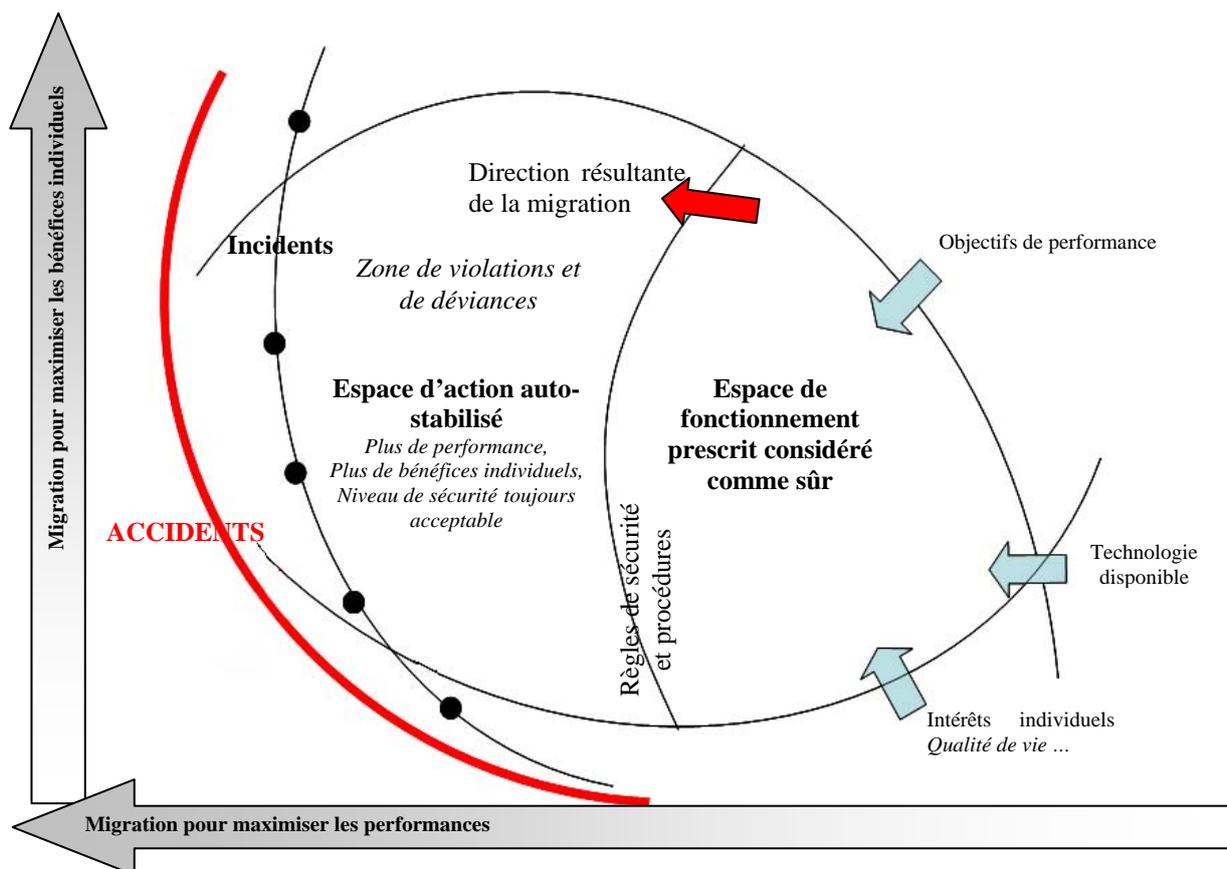


Figure 13 : Modèle de la double migration (Amalberti, 2001b)

Le modèle de la double migration considère que l'espace de fonctionnement sûr est délimité par l'ensemble des règles et procédures. Cet espace de fonctionnement sous l'effet de diverses pressions (intérêts individuels, objectifs de performances etc.) va migrer selon deux axes : en abscisse la performance et en ordonnée les bénéfices individuels. Le système va naturellement migrer vers la maximisation de la performance et des bénéfices individuels.

L'espace de fonctionnement réel se situe alors en dehors des limites de l'espace de fonctionnement sûr initial. Ce nouvel espace se caractérise par de nombreuses déviations et violations et par une réduction des marges de sécurité. Il s'approche de la zone des incidents et accidents, même si le niveau de sécurité reste acceptable.

L'augmentation des règles et procédures pour lutter contre ses violations ne changera pas l'espace de fonctionnement réel car il est stabilisé. Par contre, cette augmentation des règles va mécaniquement augmenter les violations et augmentera la réticence des personnes à reporter les incidents, rendant le système plus opaque.

I.3.4.2 Le courant Santé Sécurité au Travail SST

Le deuxième courant de pensée qui a travaillé sur les déviations, s'intéresse à la santé sécurité au travail. Ce courant repose principalement sur l'approche comportementale qui vise à modifier les comportements à risques des individus en comportements sécuritaires.

Fern (1999) O'brien (2000) et Petersen (2000) considèrent que ce sont les comportements qui sont à la source des incidents et accidents et qu'il faut cibler les comportements à risques adoptés par les employés pour améliorer la SST.

Les principales méthodes comportementales sont la *Behaviour Based Safety* (Krause, 1997) et la méthode *STOP Sécurité au Travail par l'Observation Préventive* de Dupont de Nemours (1997). Ces deux méthodes se basent sur l'observation du comportement des personnes au travail et comportent les phases suivantes :

- Identifier les comportements liés à la sécurité qui sont importants pour une organisation.
- Former les travailleurs pour qu'ils mettent en pratique les comportements désirés.
- Utiliser des observateurs formés pour mesurer la conformité des comportements.
- Donner du feedback pour renforcer la performance de ces comportements.

L'approche comportementale a pour objectif d'amener les employés vers une grande conformité aux règles et procédures, toute déviation est considérée comme un comportement non sûr. La vérification de cette conformité se fait par l'observation du comportement. Cette démarche s'applique particulièrement bien pour les règles qui définissent les actions à mener (Hale & Swuste, 1998) tel que le port des EPI¹⁷ par exemple.

Ces méthodes ont, en tout cas dans les premières années de leur implantation, de bons résultats (Geller, 2001b) (Ray & al, 2000) (DuPont de Nemours, 1997). Nous y reviendrons dans le chapitre Santé et Sécurité au Travail.

¹⁷ EPI : Equipement de Protection Individuelle.

I.3.5 L'émergence du concept de la culture de sécurité

Les deux courants de pensée sur les déviations se retrouvent avec l'émergence du concept de la culture de sécurité.

Le terme culture de sécurité a été introduit suite à l'accident de Tchernobyl en 1986. L'INSAG *International Nuclear Safety Advisory Group* a défini en 1991 la culture de sécurité comme «*l'ensemble des caractéristiques et des attitudes qui, dans les organisations et chez les individus, font que les questions relatives à la sécurité bénéficient de l'attention qu'elles méritent en raison de leur importance*» (INSAG, 1991).

Une liste de 16 définitions de la culture de sécurité et/ou climat de sécurité est répertoriée par Guldenmund (2000).

I.3.5.1 Le courant sécurité industrielle : culture des organisations et culture de sécurité

Le courant de pensée qui a travaillé sur les déviations dans le cadre de la sécurité industrielle et des accidents majeurs se développe maintenant autour de la notion de culture et de culture organisationnelle.

a) La culture

Westrum (2004) définit la culture comme le modèle d'organisation en place dans un système pour répondre aux problèmes qu'il rencontre. Les actions symboliques des managers, qu'il s'agisse des récompenses ou des punitions et blâmes, reflètent les priorités des managers et vont influencer le comportement des travailleurs. Les travailleurs vont répondre à ces priorités et créer la culture. La culture façonne la réponse d'une organisation aux challenges auxquels elle fait face.

b) Typologie des cultures organisationnelles

Trois modèles de cultures organisationnelles sont décrits. Ils se distinguent par la gestion du flux d'information et en particulier la gestion des informations qui suggèrent une anomalie.

Cette typologie n'est pas une mesure directe de la culture, cependant elle paraît intimement liée à la sécurité. L'idée sous-tendue est que les priorités données par les managers, façonnent la culture des unités. Ces priorités vont influencer l'organisation des opérateurs. Les opérateurs qui s'alignent sur les priorités données par les managers seront récompensés, les autres seront mis à l'écart.

Les trois types de cultures organisationnelles sont : la culture pathologique tournée vers le pouvoir, la culture bureaucratique basée sur les règles et la culture générative qui se focalise sur la performance et les missions à accomplir. Ces priorités vont créer des climats différents qui vont influencer le processus de diffusion de l'information. L'hypothèse sous-jacente est que ces climats vont modeler la communication, la coopération, l'innovation et la résolution des problèmes.

La culture organisationnelle pathologique voit l'information comme une ressource personnelle, qui doit être utilisée pour avoir plus de pouvoir. Il peut y avoir de la rétention d'information. L'information peut être utilisée comme une arme pour servir des individualités ou de petits groupes de l'organisation. Ce type d'utilisation surnoise de l'information est caractéristique des organisations pathologiques.

Les organisations bureaucratiques ont besoin que l'information arrive à la bonne personne, et vont utiliser les canaux et procédures classiques, mais ceux-ci sont souvent inefficaces et/ou inutilisables lors de crises.

La culture générative permet d'envoyer l'information à la bonne personne, sous la bonne forme et dans le bon tempo. La culture générative tend à être proactive pour envoyer l'information à la bonne personne en utilisant tous les moyens nécessaires. Dans des conditions de crise, une culture générative va dépasser les canaux classiques de diffusion d'information, et va s'affranchir des limites hiérarchiques ou entre départements, pour faire en sorte que l'information arrive bien à la bonne personne.

Ces climats vont également influencer la coopération et la résolution de problèmes. Lorsque les choses se passent mal, les cultures pathologiques vont rechercher un bouc-émissaire, les bureaucratiques vont faire appel à la justice, et les génératives vont essayer de trouver les failles du système qui ont menées à ce dysfonctionnement.

La responsabilisation des personnes est facilitée dans les cultures génératives car les personnes sont encouragées à parler tout haut, à sortir des carcans de leur fonction, et d'agir en tant que participant responsable dans une entreprise coopérative. Les capacités de réflexion sont généralement concomitantes avec les capacités d'agir.

I.3.5.2 Le courant santé sécurité au travail : culture de sécurité et implication des employés

Le courant de pensée sur la santé sécurité au travail est passé de l'approche comportementale vers une approche culture de sécurité avec l'implication active des employés.

a) La culture de sécurité selon le courant SST

Selon Simard, la culture de sécurité est « *l'ensemble de valeurs, croyances, normes, attitudes et structures de comportements construits via les rapports sociaux entre les membres d'une organisation ; pour faire face aux problèmes de sécurité liés aux risques des activités de l'organisation* » (Simard, 1997).

b) Culture de sécurité et implication des employés

Plusieurs méthodes de culture de sécurité basée sur l'implication des employés ont vu le jour telle la *Culture Based Safety* (Simard, 1997) (Simard & al, 1999) ou la *People Based Safety* (Geller, 2005) ou encore celle développée par Gauthey & Gibeault (2005).

L'implication de tous ne peut être obtenue que si :

- les employés ont le sentiment que leurs actions peuvent faire la différence ;
- les personnes sont officiellement mandatées dans une mission de sécurité ;
- les employés ont les outils, les compétences et le temps pour cette mission ;
- une approche gratifiante est de rigueur.

Ces nouvelles méthodes reposent sur l'identification des tâches critiques et des situations anormales ou dégradées. La *Culture Based Safety* s'intéresse d'abord aux risques majeurs et risques d'accidents graves qui doivent être les axes prioritaires avant de s'occuper de la « bobologie » et des risques pour la santé sécurité au travail.

Ainsi, on voit qu'il y a petit à petit une focalisation prioritaire sur les risques d'accidents majeurs, l'amélioration de la SST venant naturellement si ces risques majeurs sont gérés.

I.3.5.3 Mesure de la culture de sécurité : le questionnaire de culture de sécurité

La mesure de la culture de sécurité apparaît comme un indicateur proactif de la sécurité (Flin & al, 2000) qui permet de ne pas attendre que le système soit défaillant pour identifier ses faiblesses et mettre en place les actions pour y remédier. L'industrie nucléaire après l'accident de Tchernobyl a fortement encouragé les exploitants à mesurer la culture de sécurité dans leurs installations (ACSNI, 1993) (INSAG, 1991) (IAEA, 1997).

La mesure de la culture de sécurité se fait par le biais du climat de sécurité. Le climat de sécurité est une photo instantanée de la culture de sécurité (Flin & al, 2000).

Il mesure à un moment donné, dans un lieu donné, la culture de sécurité. Il permet de mesurer la perception des personnes sur les procédures et comportements dans leur environnement de travail, et indique l'importance qui ait donnée à la sécurité par rapport aux autres objectifs organisationnels (Flin & al 2006).

Pour évaluer le climat de sécurité, les courants de pensée sur la sécurité industrielle et sur la SST s'accordent sur l'utilisation d'un questionnaire destiné aux travailleurs.

Un questionnaire de climat de sécurité permet d'avoir des indications sur le ressenti des personnes par rapport à l'importance de la sécurité dans l'entreprise considérée, il permet également d'avoir une idée assez précise des croyances et valeurs partagées sur la sécurité (Cox & Cheyne, 1999) (Zohar, 1980).

Ces questionnaires essaient de capturer les pratiques et perceptions des personnes et se focalisent sur le management, les conflits potentiels entre sécurité et production, la charge de travail, les relations entre le management et la réglementation, les attitudes individuelles et du management ou encore les pratiques de travail locales et la supervision (INSAG, 1991) (HSE, 1999) (Flin & al, 2000).

La perception des risques n'est pas une appréciation objective, mais une conséquence de la projection de sens et de valeurs sur certains événements, certaines pratiques (Laurent, 2003).

I.3.6 Modélisation des accidents

I.3.6.1 Les modèles historiques

a) La pyramide de Bird

Le modèle de Bird établit un rapport de proportionnalité entre les degrés de gravité des accidents 1/10/30/600, à partir de l'analyse de 1 753 498 rapports d'accidents dans 297 entreprises, (Bird, 1974) (Heinrich, Petersen & Ross, 1980).

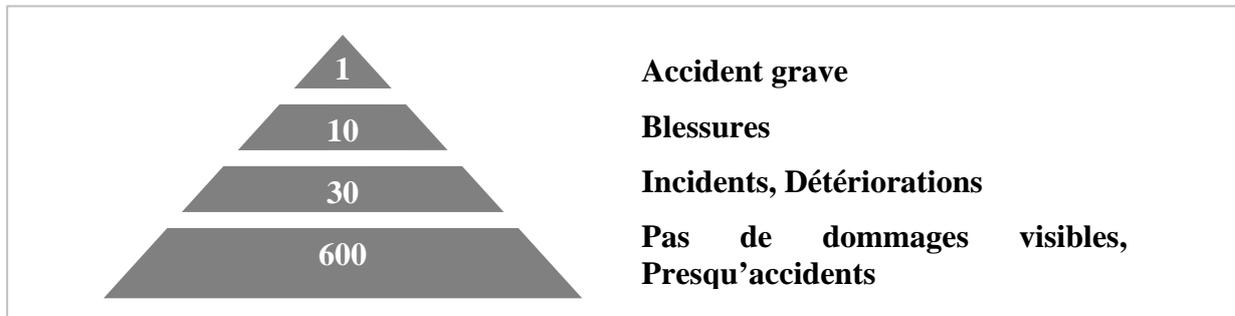


Figure 14 : Pyramide de Frank Bird

Ce modèle considère que le degré de proportionnalité est constant, donc si on diminue la fréquence d'occurrence des événements non graves ou presqu'accident, on diminuera la probabilité d'occurrence d'un accident grave.

Ce modèle est à prendre avec précaution car le nombre de cas dans chaque catégorie dépend des définitions données par chaque système de reporting. Alors qu'on peut être à peu près certain du nombre d'accidents graves et du nombre de blessés, il faut avoir une confiance mesurée pour les événements avec peu de conséquences (incidents et presqu'accidents) car il est difficile de vérifier si le reporting de ces cas est bien effectué (Hollnagel, 2004).

De plus ce modèle ne donne aucune information sur les causes des accidents et incidents.

Ce modèle est très utile dans un 1^{er} temps pour améliorer sécurité et sûreté, mais atteint vite ses limites. Il ne prémunit pas contre les accidents majeurs notamment pour les industries où le niveau de sécurité est déjà très élevé (Magne & Vasseur, 2006).

b) Le modèle séquentiel

Dans le modèle séquentiel, les accidents sont la conséquence d'une série d'événements ou de circonstances, qui surviennent dans un ordre spécifique. La survenue d'un événement déclenchant lance la chaîne de séquence.

Le modèle prépondérant est le modèle des dominos d'Heinrich (1931).



Figure 15 : Le modèle des dominos d'Heinrich

Il existe d'autres modèles séquentiels, les plus connus sont : l'arbre des causes, l'arbre de conséquences, l'AMDEC¹⁸, le nœud papillon (Iddir, 2008) (Faucher, 2004) (Laurent, 2003) (INRS, 1999) (Villemeur, 1988).

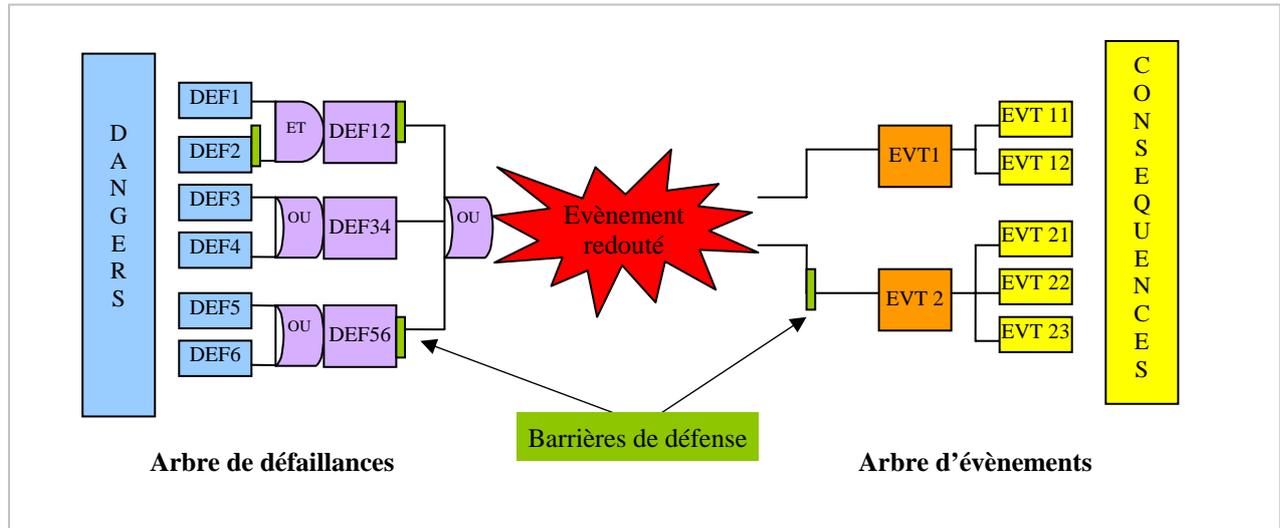


Figure 16 : Le modèle nœud papillon

Dans le modèle nœud papillon, les événements ou les circonstances sont dépendants les uns des autres.

Les modèles d'accidents séquentiels sont adaptés pour analyser des accidents simples qui surviennent dans des systèmes peu complexes. Ils permettent d'identifier les relations de cause à effet, les efforts sont alors centrés sur la suppression des causes et la minimisation des effets identifiés.

Ces modèles trouvent leurs limites lorsque les systèmes sont complexes et les causes des accidents non linéaires.

I.3.6.2 Les modèles qui appréhendent la complexité des systèmes

De nouveaux modèles ont été développés pour capturer la complexité croissante des accidents.

a) La genèse des désastres selon Turner

L'examen détaillé d'accidents a permis à Turner (1978) d'établir un modèle des accidents qui repose sur le concept de « période d'incubation de l'accident ». Selon lui, l'évènement n'apparaît pas brusquement, il existe une période plus ou moins longue dite d'incubation pendant laquelle des signes avant-coureurs existent et qu'il est nécessaire de détecter et de traiter.

b) L'accident normal selon Perrow

Perrow (1984) considère que lorsqu'on essaie de sécuriser le système en mettant en place de nouvelles barrières de prévention ou de protection, on le complexifie. Plus le système est sécurisé ; plus le système devient complexe et couplé¹⁹ ; et plus il est difficile de prévoir et de se protéger contre les manières dont le système peut échouer. Ce type de système va tôt ou tard être victime d'un accident « *normal, inhérent aux caractéristiques des systèmes hautement couplés et complexes, et qu'il ne peut être évité* ».

¹⁸ AMDEC : Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité.

¹⁹Un système fortement couplé, est un système dont les éléments constitutifs interagissent fortement, un changement sur l'un de ces éléments peut affecter les autres.

L'accident de Three Mile Island²⁰ est selon Perrow, l'exemple parfait de l'accident normal.

c) Le swiss cheese model de Reason

Dans son *swiss cheese model*, Reason (1997), considère que les accidents qui surviennent au sein des systèmes complexes ne sont pas dus à une cause unique. Les erreurs des opérateurs de première ligne, sont les conséquences de facteurs organisationnels plutôt que causes des catastrophes. Des causes profondes, latentes finissent par provoquer ces erreurs fatales en rendant inefficaces les défenses mises en place.

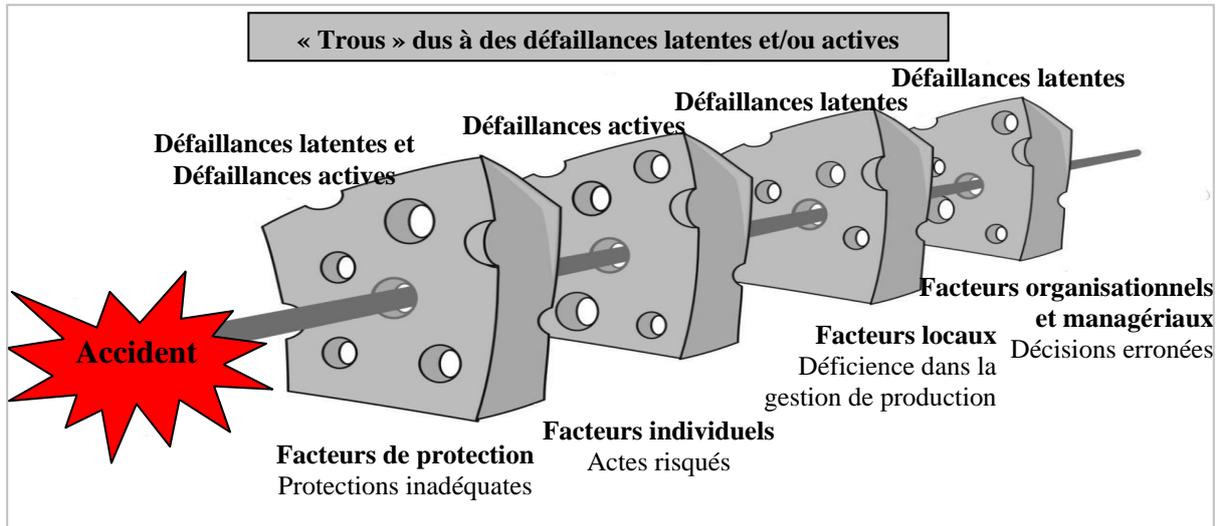


Figure 17: Swiss Cheese Model de Reason (1990)

Les « tranches de gruyère » représentent les barrières de défense en profondeur (Reason, 1990). Les trous dans les tranches représentent les failles à tous les niveaux du système (organisationnel, managérial et individuel). Lorsque les défaillances sont disjointes de l'évènement, telles que des décisions erronées ou une mauvaise politique elles sont dites défaillances latentes. Lorsqu'elles sont concomitantes à l'évènement, elles sont qualifiées de défaillances actives (elles participent activement au déclenchement de l'évènement).

Ce modèle va au-delà des circonstances immédiates de l'accident liées à une erreur humaine par exemple, et tente d'identifier les conditions préalables à la survenue de l'accident que représentent les défaillances latentes telles que des décisions erronées des managers. Les erreurs sont alors considérées non comme des causes d'accidents, mais comme des symptômes du fonctionnement d'un système. Ce modèle montre l'importance du contexte organisationnel dans la survenue d'accidents.

d) Le modèle basé sur la variabilité de la performance : le modèle FRAM

L'hypothèse de ce modèle est que les accidents résultent d'une combinaison inattendue de la variabilité de performances normales (Hollnagel, 2004).

La variabilité au sein d'un système sociotechnique est un phénomène normal et naturel. Cette variabilité, à travers notamment les multiples ajustements des opérateurs, permet de faire face à la complexité et à l'incertitude de leurs activités. Ce modèle se base sur le fait que les accidents ne surviennent pas suite à des défaillances ou erreurs, mais résultent de la performance normale et variable du système.

²⁰ Pour plus d'information sur l'accident de Three Mile Island se référer au rapport de l'USNRC (2004).

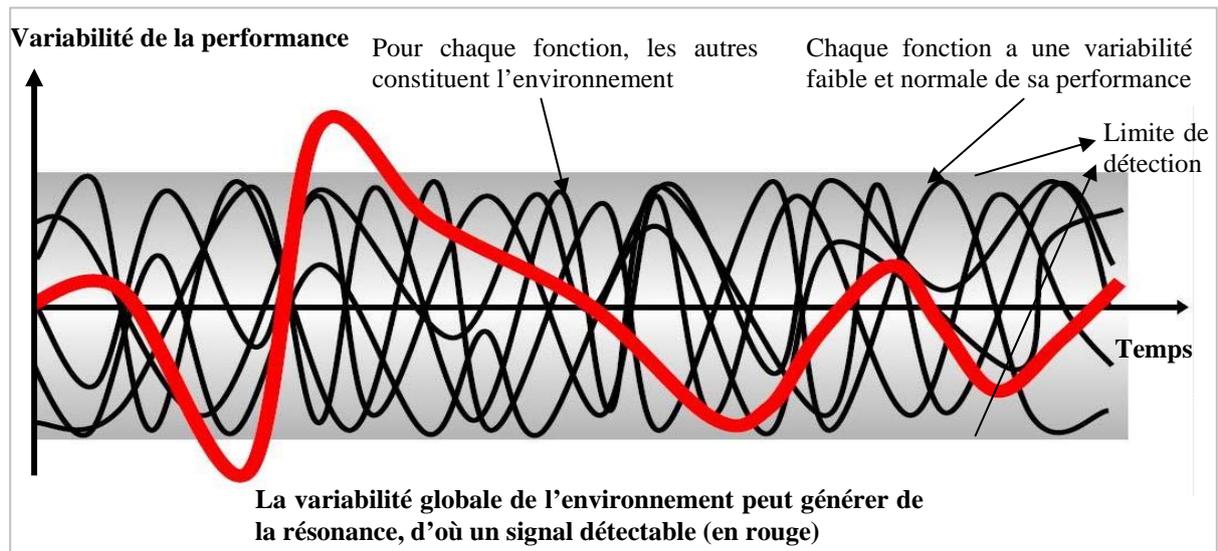


Figure 18 : La résonance fonctionnelle résultante de la variabilité de la performance (Hollnagel, 2004)

Le modèle FRAM insiste sur le fait que les systèmes sociotechniques peuvent entrer en résonance et provoquer des accidents.

e) Les High Reliability Organisations HRO ou Organisations à Haute Fiabilité

Alors que les autres modèles tentent d'expliquer les causes de survenue d'un accident, un autre courant de pensée cherche à comprendre le fonctionnement des systèmes en temps normal et comment certaines organisations atteignent de hauts niveaux de fiabilité dans la durée alors que d'autres en sont incapables. Ce courant de pensée s'est structuré à l'Université de Berkeley dans les années 80. Ce groupe HRO part du constat que malgré les exigences très fortes qui pèsent sur elles, les organisations « à haute fiabilité » se caractérisent par des performances exceptionnelles la plupart du temps (La Porte & Consolini, 1991) (Roberts, 1993) (Rochlin, 1993).

Les HRO sont caractérisées par (La Porte & Consolini, 1991) (Roberts, 1993) (Rochlin, 1993) (Bourrier, 1999) :

- **L'accord sur les buts finaux de l'organisation**, ce qui favorise la cohésion de l'ensemble des membres.
- **La redondance des canaux de décision**. En cas d'urgence, les modes de communication sont redéfinis de façon à passer l'essentiel des informations par des canaux simplifiés, qui ont fait l'objet d'entraînement.
- **La redondance du contrôle entre acteurs**.
- **Des activités permanentes d'entraînement et de recyclage** pour préparer des scénarios d'incidents auxquels les personnes n'ont encore jamais eu à faire face.
- **Coprésence d'une centralisation du pouvoir de décision et d'une décentralisation des décisions quand des situations d'urgence l'exigent**. En temps normal, l'organisation a un fonctionnement rigide qui épouse strictement les lignes hiérarchiques. En cas d'urgence, chaque membre, quel que soit sa fonction ou son grade, a le droit de faire cesser une activité qui lui paraît faire courir un risque. Même s'il se trompe, il n'encourt aucune remontrance. Ce type de comportement est même valorisé (Halpern, 1989).

1.3.7 Les nouvelles approches de la sécurité

De nouvelles approches de la sécurité apparaissent tout comme l'émergence du concept de culture de sécurité, parmi elles le Retour d'Expérience, l'entreprise apprenante et l'ingénierie de la résilience.

Les deux premières s'intéressent à l'apprentissage, la troisième aux capacités d'adaptation d'un système et de ses acteurs.

I.3.7.1 Le Retour d'Expérience comme occasion d'apprendre

Le REX n'est pas un concept nouveau, les entreprises l'utilisent depuis de nombreuses années pour faire le bilan suite à des accidents et améliorer la sécurité de leurs installations.

Il paraît en effet nécessaire de tirer des renseignements des incidents, dysfonctionnements, quasi-accidents, accidents ou crises pour éviter leur répétition (Bourdeaux & Gilbert, 1999).

Le REX peut être défini comme « *une bonne pratique ou une approche innovante qui est capturée et partagée afin d'encourager sa réutilisation. Il peut également représenter un mauvais fonctionnement ou une expérience qui est capturée pour en éviter la récurrence* » (Bickford, 2000).

Le REX apparaît comme une occasion d'apprendre des différentes expériences vécues.

Il existe deux grandes classes de REX : le REX formel qui fait partie du SMS et le REX informel qui fait appel à l'apprentissage collectif sans être formalisé.

Si jusqu'à présent de nombreux efforts ont été réalisés dans la formalisation du REX, de nouvelles approches proposent de développer le REX informel en parallèle.

a) Le REX formel

Dans l'arrêté du 10 mai 2000 Annexe III, le REX est l'ensemble « *des procédures mises en œuvre pour détecter les accidents et les accidents évités de justesse, notamment lorsqu'il y a eu des défaillances de mesures de prévention, pour organiser les enquêtes et les analyses nécessaires, pour remédier aux défaillances détectées et pour assurer le suivi des actions correctives.* ».

Le REX s'apparente à un dispositif de vigilance et d'anticipation qui permet le recueil, l'analyse et le partage des informations et enseignements tirés des accidents ou incidents pour que les améliorations nécessaires puissent être mises en œuvre. Il est la mémoire écrite d'une organisation.

Très formalisé ce REX est devenu une demande réglementaire, il prend la forme de bases de données, Fiches REX, etc. Il peut être interne à un site industriel, un groupe industriel, réalisé par métier ou encore par branche industrielle (Vérot, 2000).

Il existe plusieurs REX formels :

- **Le REX sur accident** ou REX événementiel qui a lieu suite à un accident ou un événement et donnent lieu à des enquêtes officielles (Amalberti & Barriqault, 1999).
- **Le REX sur les dysfonctionnements mineurs** ou REX sur les signaux faibles pour anticiper la survenue d'événements redoutés.
- **Le REX positif** pour identifier les bonnes pratiques (Gauthey, 2005).

Deux biais majeurs sont relevés par la littérature dans l'usage du REX formel (Bourrier, 2002) (Amalberti & Baurriqault, 1999) :

- Il se limite souvent à la formation d'une base de données répertoriant les événements survenus et peine à être un outil de partage des connaissances.
- Il peut être utilisé à des fins d'investigation judiciaire et semer le trouble dans sa finalité initiale.

Ces biais expliqueraient le relatif insuccès du REX formel, ainsi que l'apprentissage souvent partiel qu'il génère.

b) Le REX informel

Egalement appelé Pex Partage d'Expérience informel, est en lien étroit avec le rôle des collectifs de travail et les mécanismes informels de la coopération entre les hommes.

Ce REX se constitue à travers des récits et partages au sein des équipes de travail et se concrétise à travers des règles non écrites, informelles et donc souvent ignorées de l'organisation mais qui jouent un rôle fondamental dans la réalisation des activités (de Terssac, 1992) (Salembier & Pavard, 2004).

I.3.7.2 Vers des organisations apprenantes

Dans la même veine s'est développé le concept d'organisation apprenante.

a) Qu'est ce qu'une organisation apprenante

Selon Senge (2006) *«les organisations apprenantes sont des organisations où les gens développent de façon continue leurs capacités de créer les résultats qu'ils souhaitent, où de nouveaux modèles de pensée émergent, où les aspirations collectives sont libérées et où les gens apprennent en permanence à apprendre ensemble»*.

La littérature managériale décrit l'organisation apprenante comme l'apprentissage continu de ses membres, dans la perspective d'une vision globale de développement de l'organisation qui relie l'apprentissage individuel et collectif. Elle se caractérise par une logique de fonctionnement reposant sur l'apprentissage de tous les acteurs à tous les niveaux hiérarchiques et favorise l'émergence de processus de travail innovants et d'une dynamique de progrès permanente (Belet, 2003).

b) Les niveaux d'apprentissages

Trois niveaux d'apprentissage sont définis.

o L'apprentissage individuel

Ce processus met l'accent sur la responsabilité de chaque personne pour son propre apprentissage professionnel. De façon opérationnelle, ce développement des apprentissages individuels se traduit par l'accent mis sur les plans et parcours de développement professionnel personnalisés, par rapport aux approches collectives et catégorielles classiques de la formation professionnelle.

o L'apprentissage en équipe

Ce processus insiste sur les phénomènes d'apprentissages collectifs notamment au sein d'une équipe de travail. L'objectif est dans ce domaine de connaître, maîtriser et développer ces apprentissages collectifs au moyen d'un contexte de travail et d'un style de management des hommes appropriés. Pour développer les capacités d'apprentissages au sein des organisations et

des entreprises, il convient de réfléchir et d'optimiser les procédures de travail, mais surtout de créer des contextes psychologiques et matériels propices à l'apprentissage en équipe (Belet, 2003). L'objectif est de créer une dynamique permanente d'apprentissage collectif dans le cadre du travail quotidien, « *apprendre en travaillant ensemble, travailler ensemble pour apprendre* » (Wierdsma & Swieringa, 1992).

○ *L'apprentissage organisationnel*

Ce phénomène évoque d'abord une vision partagée sur les objectifs de l'entreprise, qui concernent non seulement l'aspect communication des informations par la direction, mais aussi et surtout la compréhension et l'appropriation de cette vision par tous ses membres. L'existence d'une culture forte, manifestée souvent par des récits d'apprentissages bien connus des acteurs, et même mythiques, constitue un aspect essentiel de ses processus d'apprentissages organisationnels. Elle est souvent liée en pratique à l'histoire de l'entreprise et à l'évocation de certains faits marquants de sa mémoire (Belet, 2003). En ce sens, l'apprentissage organisationnel peut être lié au REX informel.

Les processus d'apprentissages organisationnels vont être favorisés ou freinés par diverses caractéristiques de l'entreprise telles que son mode d'organisation ou ses structures organisationnelles, le degré de décentralisation des processus de décision, le style de management et les pratiques managériales (comportements, attitudes quotidiennes des dirigeants et de l'ensemble de la hiérarchie).

Les apprentissages organisationnels apparaissent comme une clé essentielle de la dynamique de changement de l'ensemble de l'organisation et de ses capacités de renouvellement pour répondre aux défis changeants de son environnement. Nous y reviendrons dans le concept de résilience développé dans la suite.

c) Les principes organisationnels de la philosophie apprenante

Une organisation apprenante va s'efforcer de supprimer le principe d'une autorité résultant du seul statut hiérarchique comme dans les organisations bureaucratiques (Westrum, 2004).

Une logique dominante d'apprentissage va remplacer une logique dominante d'obéissance hiérarchique.

Un autre aspect, tient à la décentralisation du pouvoir de décision au plus près du terrain. Aussi il est opportun, dans un cadre préalablement établi, de laisser le maximum d'initiatives aux personnel de terrain.

Les effets maximaux des apprentissages individuels et collectifs ne peuvent intervenir que dans un contexte de responsabilisation et de liberté d'action.

Le réflexe de l'accord de la hiérarchie pour chaque décision est la négation même d'une culture apprenante déléguer du pouvoir accroît la prise de risque, mais il ne peut y avoir apprentissage sans autonomie de décision et donc de délégation de pouvoir.

Une caractéristique essentielle d'une organisation apprenante est sa capacité d'auto transformation et de renouvellement permanents. Selon Senge (2006) « une organisation apprenante est une organisation qui sait clarifier, mais aussi et surtout, remettre en cause de façon permanente les modèles mentaux qui limitent ses pensées, ses actions, sa façon de voir et de percevoir le monde dans lequel elle évolue ». Celle-ci résulte directement des phénomènes d'apprentissages collectifs qui la définissent. La culture apprenante génère le changement et la plasticité de l'organisation. Cette adaptation permanente la conduit à s'auto transformer pour mieux survivre dans le contexte évolutif de son environnement.

I.3.7.3 Vers des organisations résilientes

Le développement de capacités d'auto-transformation nous amène naturellement vers le concept de résilience.

La résilience est définie comme la capacité d'une organisation à s'adapter et absorber efficacement les changements et perturbations internes ou externes, afin de retrouver rapidement ses capacités à remplir ses fonctions (Woods, Hollnagel & Leveson, 2006).

En d'autres termes, la résilience est la capacité d'un système à retrouver une stabilité et un équilibre qui lui permettent d'atteindre ses objectifs malgré les perturbations et les contraintes.

Selon Amalberti (2006), il y a différents états de résilience chacun caractérisé par un niveau de sécurité. Le passage d'un niveau de résilience à un autre n'est pas un phénomène spontané : le changement s'effectue lorsque le niveau actuel de résilience n'est plus compatible avec les objectifs de performances générales du système.

Il définit des classes de systèmes selon leur résilience :

a) La classe des systèmes ultra performants : peu de règles, beaucoup d'expertise

Elle est basée sur la recherche constante de la performance maximale. Elle correspond à des activités réalisées par des individus ou de petites équipes (des entreprises artisanales, des sports extrêmes), où l'échec de la sécurité a un impact limité et est accepté au nom de la performance maximale.

La sécurité est gérée au niveau de l'individu, cette classe est caractérisée par un taux d'accidentologie élevé, la sécurité repose sur l'expertise des acteurs. Par exemple, la pêche maritime est présentée comme un système appartenant à cette classe (Morel, Amalberti & Chauvin, 2008).

b) La classe des systèmes sûrs : beaucoup de règles et perte d'expertise

Les systèmes sûrs correspondent à des activités où l'accident est peu supportable. L'objectif est de diminuer l'occurrence de ses perturbations ce qui est le cas de l'industrie pétrolière.

Pour arriver à ce niveau de sécurité, l'organisation opte pour l'augmentation des règles et procédures, qui se fait souvent au détriment de la résilience. En augmentant les règles et procédures, on diminue petit à petit les marges de manœuvre des acteurs et leurs opportunités d'apprentissage.

Ces systèmes ont de bons niveaux de sécurité notamment dans le fonctionnement normal mais en diminuant les opportunités d'apprentissage, l'expertise des acteurs s'en ressent. Ils deviennent de moins en moins aptes à s'adapter à des situations qui sortent du cadre des procédures que ce soient les situations de crises exceptionnelles ou simplement des situations où les conditions sont dégradées.

c) La classe des systèmes ultra sûrs

L'amélioration ultime de la sécurité serait un système où les règles et la résilience seraient fortes. Les règles et procédures offriraient un cadre aux interventions, mais ce cadre ne serait pas rigide de manière à ce que l'expertise des acteurs reprenne le dessus lorsque les règles ne sont pas applicables.

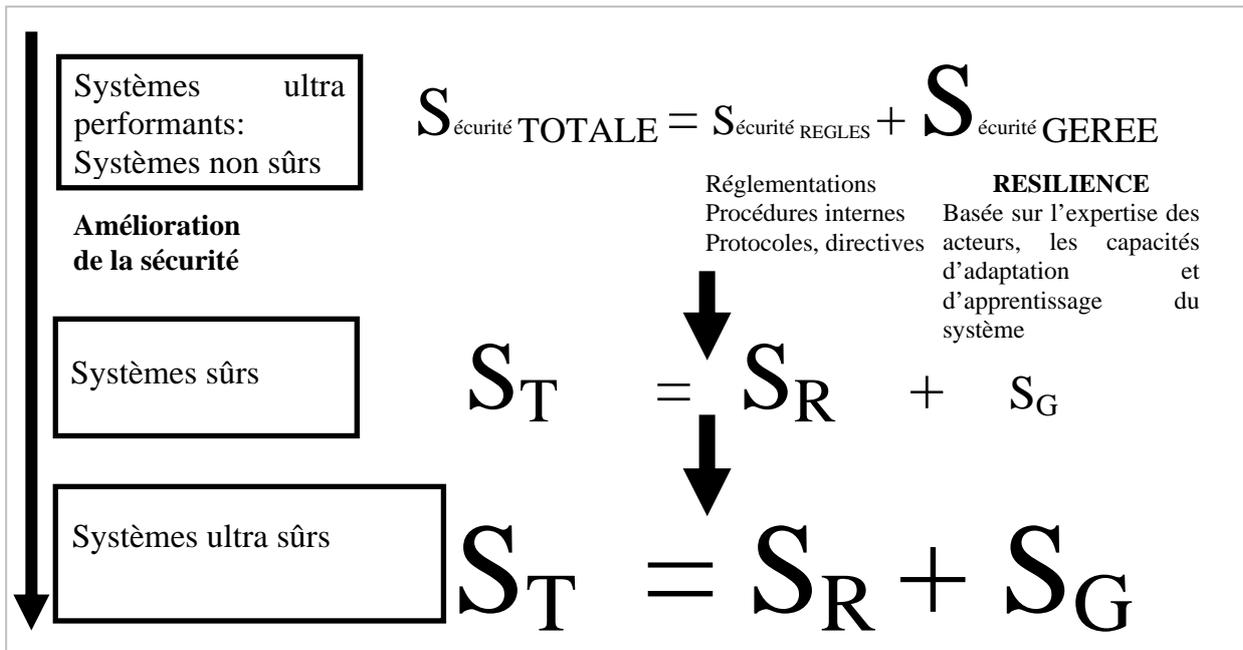


Figure 19 : Les composantes résilience et règles, de la sécurité (Morel, Amalberti & Chauvin, 2008) (Tazi & Amalberti, 2007)

I.3.7.4 Synthèse sur les nouvelles approches de sécurité

Il apparaît que pour survivre dans le contexte évolutif de leur environnement, tout en ayant un très bon niveau de sécurité ; les organisations ont besoin de garder/développer leurs capacités d'adaptation et de résilience en parallèle à leur système formalisé et prescriptif.

Ces capacités d'adaptation et de résilience se développent grâce aux phénomènes d'apprentissage collectifs et organisationnels. Le REX sous ses formes formelles et informelles renforce ces phénomènes d'apprentissage.

Nous reviendrons sur ces nouvelles approches dans le développement de cette thèse et verrons leur application à notre problématique relative à la sécurisation des travaux de maintenance externalisés.

1.3.8 La Santé Sécurité au Travail SST

Le dernier volet de la sécurité que nous développons est la Santé Sécurité au Travail et c'est sur ce volet que porte la thèse. Mais nous verrons que les théories développées plus haut nous aident à mieux comprendre ce volet de la sécurité.

La protection de la santé et de la sécurité au travail repose sur la prévention des risques professionnels qui regroupe l'ensemble des dispositions à mettre en œuvre pour préserver la santé et la sécurité des salariés, améliorer les conditions de travail et tendre au bien être au travail (INRS, 2007a).

Elle concerne les risques sur la santé physique et psychique des travailleurs et doit prendre également en compte les risques psychosociaux liés à l'intensification du travail notamment les contraintes de temps, les cadences élevées, le manque de maîtrise des tâches et les relations hiérarchiques difficiles.

Dans ce chapitre nous ferons un bref rappel de la réglementation et des préconisations en vigueur sur la SST, nous verrons les instances en charge de cette question. Nous ferons ensuite le point sur les indicateurs en SST ainsi que sur les approches pour améliorer la santé sécurité des travailleurs.

1.3.8.1 Réglementations et préconisations

La protection de la santé et de la sécurité au travail constitue le noyau autour duquel le droit du travail s'est construit.

a) Historique (Ministère du travail, 2007)

Au XIX^{ème} siècle le développement industriel a conduit le législateur à intervenir pour édicter les premières mesures de protection au bénéfice des travailleurs.

En 1892 l'Inspection du travail est créée. Une loi pose les premiers jalons d'une politique globale de protection de la santé et de la sécurité des travailleurs.

En 1898 une loi établit la responsabilité civile systématique de l'employeur pour les accidents survenus dans son entreprise.

Le 10 juillet 1913 un décret impose des normes fondamentales d'hygiène, de sécurité et de prévention des incendies dans les locaux de travail.

En 1945 mise en place de la Sécurité sociale et de la médecine du travail.

La loi du 6 décembre 1976 pose le principe de l'intégration de la prévention des risques professionnels à l'ensemble des situations de travail : locaux de travail, machines et appareils, produits utilisés, mais également le principe de la formation pratique à la sécurité de chaque salarié à son poste de travail.

La loi du 23 décembre 1982 crée le CHSCT Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail dans l'entreprise, instance représentative du personnel aux compétences élargies, qui remplace les anciens CHS. La loi permet également aux salariés de se retirer d'une situation de travail présentant un danger grave et imminent pour leur vie ou leur santé.

b) Aspect réglementaire

Les principes généraux de prévention sont inscrits dans le code du travail article L230-2.

« *Le chef d'entreprise a l'obligation générale de préserver la santé physique et mentale de ses salariés. Cette obligation de santé et de sécurité consiste notamment à identifier, à évaluer les risques et à les transcrire dans le document unique. Cela entraîne la mise en place d'un plan d'action de prévention avec les moyens correspondants.* », loi du 31 décembre 2003.

Il incombe également à chaque salarié « *de prendre soin, en fonction de sa formation et selon ses possibilités, de sa sécurité et de sa santé ainsi que de celles des autres personnes concernées du fait de ses actes ou de ses omissions au travail* ».

c) Les principes généraux de prévention article L.230-2-II du code du travail

Eviter les risques – Evaluer les risques qui ne peuvent être évités – Combattre les risques à la source – Adapter le travail à l’homme – Tenir compte de l’évolution technique – Remplacer ce qui est dangereux par ce qui ne l’est pas ou ce qui l’est moins – Planifier la prévention – Donner la priorité aux mesures de protection collective – Former et informer les salariés sur les risques et leur prévention.

d) Les enjeux humains – économiques et sociétaux (INRS, 2007a)

○ *Enjeu humain*

L’entreprise doit mettre en œuvre toutes les conditions qui permettent de respecter l’intégrité physique et mentale des salariés et de limiter les conséquences sur la personne d’un accident du travail ou d’une maladie professionnelle. La démarche de prévention permet de maintenir les compétences nécessaires à la bonne marche de l’entreprise, en préservant le capital humain et en rendant l’entreprise attractive pour l’ensemble des salariés et les futurs embauchés.

○ *Enjeu économique*

L’investissement dans la prévention, intégrée le plus en amont possible, a des conséquences économiques positives pour l’entreprise :

- Gains de productivité par l’amélioration des postes de travail et de leur accessibilité, réduction des nuisances, des dysfonctionnements et de la pénibilité des tâches.
- Diminution du coût direct des accidents du travail et des maladies professionnelles.
- Diminution des pertes ou du manque à gagner pour l’entreprise liés au coût de l’absentéisme suite à un accident du travail ou une maladie professionnelle.

○ *Enjeu sociétal*

En préservant la santé, la sécurité de ses salariés et l’environnement, l’entreprise participe au développement durable de la société, à l’amélioration de son image et du climat social.

I.3.8.2 Les instances en Santé Sécurité au Travail

Il existe plusieurs instances en Santé Sécurité au travail, notamment l’inspection du travail, la CRAM et son pendant national la CNAM, la médecine du travail et le CHSCT Comité d’Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail (Cf. Annexe. *Instances en Santé Sécurité du Travail*).

a) L’inspection du travail, l’autorité de contrôle pour le droit du travail

Créé en 1892, l’inspection du travail a pour mission de contrôler l’application de l’ensemble de la réglementation du travail, en ce qui concerne les contrats de travail, la durée du travail, la représentation du personnel, la santé et la sécurité, et d’informer les employeurs, les salariés et les représentants du personnel sur leurs droits et obligations.

b) La CRAM, Organisme pour la prévention des risques professionnels

La CRAM, Caisse Régionale d’Assurance Maladie est un organisme de prévention, de droit privé mais chargé d’un service public. Sans avoir une véritable autorité sur les entreprises, la CRAM a un pouvoir d’incitation et de sanction.

La CRAM a également un service de prévention, ses inspecteurs ont droit à l'entrée et la visite sur place ainsi qu'à l'investigation et à l'enquête.

c) Le médecin du travail

La médecine du travail est une médecine exclusivement préventive. Elle a pour objet d'éviter toute altération de la santé des salariés, du fait de leur travail, notamment en surveillant leur état de santé, les conditions d'hygiène du travail et les risques de contagion.

d) Le CHSCT Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail

Constitué dans tous les établissements occupant au moins 50 salariés, le CHSCT a pour mission de contribuer à la protection de la santé et de la sécurité des salariés ainsi qu'à l'amélioration des conditions de travail.

Le CHSCT est notamment consulté avant toute décision d'aménagement important modifiant les conditions d'hygiène et de sécurité ou les conditions de travail.

Dans les entreprises comportant une ou des installations particulières à haut risque industriel – entreprises classées « Seveso seuil haut », le CHSCT est consulté sur :

- la sous-traitance nouvelle d'une activité à une entreprise extérieure appelée à réaliser une intervention pouvant présenter des risques particuliers ;
- la liste établie par l'employeur des postes de travail liés à la sécurité de l'installation.

I.3.8.3 Indicateurs de Santé Sécurité au Travail

Contrairement à la plupart des autres indicateurs d'affaires qui visent la maximisation des résultats (revenus, ventes, bénéfices, quantité produite...) la mesure en santé sécurité s'intéresse à la minimisation des résultats jusqu'à l'atteinte du non événement.

La littérature distingue sans équivoque deux grandes catégories de mesures en santé sécurité du travail SST : les mesures réactives ou rétrospectives et les mesures proactives ou prospectives (Voyer & Pérusse, 2002) (Toellner, 2001) (Ingalls, 1999) (Booth, 1993).

a) Indicateurs réactifs/ rétrospectifs : Taux de fréquence et Taux de gravité

Les indicateurs réactifs ou rétrospectifs font référence à la compilation d'événements passés (incidents, accidents, lésions professionnelles, etc.). Ces éléments constituent en fait des échecs de la prévention, car ce sont des événements que l'on tente d'éviter. Le niveau de performance dans ce type de mesure est inversement proportionnel à la fréquence de l'occurrence des événements. Moins il y a d'accidents, de maladies ou de blessures et plus on est performant (Roy, Bergeron & Fortier, 2004).

Taux de fréquence	=	$\frac{\text{Nombre d'accident avec arrêt} \times 1\,000\,000}{\text{Nombre d'heures travaillées}}$
Taux de gravité	=	$\frac{\text{Nombre de journées perdues par Incapacité Temporaire} \times 1\,000}{\text{Nombre d'heures travaillées}}$

Figure 20 : Taux de fréquence et Taux de gravité (INRS, 2005)

Ces deux indicateurs réactifs, qui mesurent les accidents passés, sont critiqués car ils ne révèlent qu'un portrait partiel et souvent inexact de la réalité (Roy, Bergeron & Fortier, 2004) (Conley, 2000).

Ainsi, selon la littérature, il apparaît hasardeux de mesurer la performance en SST, en se basant uniquement sur les indicateurs associés à la fréquence et à la gravité des accidents, lorsque la probabilité de survenue des accidents est très faible. La mesure des résultats traditionnels est insuffisante pour rendre compte de la performance des entreprises, et il devient difficile d'apprécier l'amélioration ou la détérioration des conditions de SST (Van Steen, 1996) (O'Brien, 2000). « *Ce n'est pas parce qu'aucun décès n'a eu lieu dans un département au cours des 5 dernières années que le milieu est intrinsèquement sécuritaire* » (O'Brien, 2000). Ceci semble particulièrement vrai dans les organisations où il est peu probable qu'un accident survienne, mais où des dangers majeurs sont présents (HSE, 1992).

Roy, Bergeron et Fortier (2004) indiquent que ces indicateurs de résultats peuvent selon la méthode de compilation choisie, ne rendre compte que d'une partie de la réalité et camoufler le portrait réel. Les principales difficultés rencontrées sont liées au fait que la comptabilisation des événements ne s'effectue pas de la même façon d'une organisation à l'autre, et parfois même au sein de divers établissements de la même organisation.

Ces indicateurs sont toutefois les plus couramment utilisés par l'ensemble des entreprises, et représentent parfois même les seuls indicateurs utilisés pour apprécier leur performance en matière de santé sécurité (Roy, Bergeron & Fortier, 2004). Ces mêmes indicateurs sont repris par la CNAM²¹ pour réaliser les statistiques nationales en termes d'accidents de travail.

²¹ CNAM : Caisse Nationale d'Assurance Maladie.

Cette mesure des résultats peut être complétée par les incidents ou presque accidents identifiés par Bird (1974) ; (Cf. Figure 14).

De façon générale, les indicateurs traditionnels taux de fréquence et taux de gravité sont relativement accessibles, peu coûteux à recueillir et simples à comprendre pour les gestionnaires qui veulent s'en servir dans leur prise de décision.

L'utilisation de ces résultats comporte par contre des faiblesses majeures lorsque l'on veut s'y référer pour porter un jugement sur la performance des organisations en matière de santé et de sécurité. Une étude menée par Shannon et Lowe (2002) a démontré qu'au Canada, il y aurait une sous-déclaration importante des accidents de travail et des lésions, il en est de même en France.

Plusieurs auteurs signalent que la mesure des résultats est insuffisante pour rendre compte de la performance effective des milieux de travail en SST (Booth, 1993) (Mitchell, 2000), (O'Brien, 2000) (Shaw & Blewett, 1995) (Simpson & Gardner, 2001). Booth (1993), présente une série de raisons pour lesquelles il qualifie de « pauvres » les indicateurs de résultats. Les principales sont les suivantes :

- ils mesurent les échecs plutôt que les succès,
- ils sont exposés aux fluctuations du hasard,
- ils mesurent les blessures et non le nombre réel d'accidents,
- ils sont difficiles à comparer,
- ils procurent une évidence face au fait que quelque chose ne va pas, mais ils représentent un faible prédicteur de la performance future (Stricoff, 2000).

De plus, ils sont biaisés à la baisse particulièrement lorsqu'un système de récompense encourage la diminution des événements (Budworth, 1996). Shaw et Blewett (1995) signalent que la mesure des résultats peut être contreproductive parce que la SST ne devient une priorité de gestion que lorsque le taux de fréquence toléré par les gestionnaires a atteint sa limite. À ce moment, ces derniers accordent de l'attention au problème et mettent en place différentes actions pour faire diminuer ce taux. Lorsque l'indicateur redescend à un niveau jugé acceptable, les gestionnaires cessent de lui porter attention en croyant à tort que la situation est sous contrôle. Peu de temps après, le taux remonte et le même scénario se répète (Roy, Bergeron & Fortier, 2004).

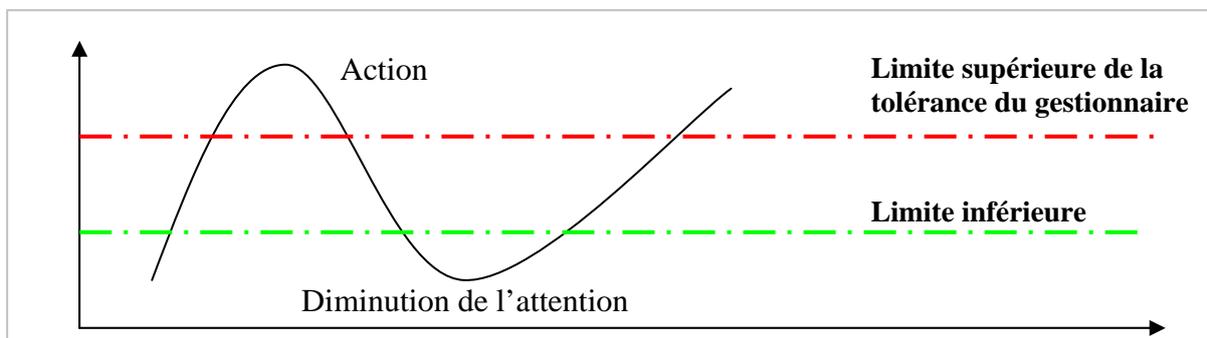


Figure 21 : Cycle des accidents en cas de gestion par les résultats (Shaw & Blewett, 1995)

b) Indicateurs proactifs /prospectifs

Les indicateurs proactifs ou prospectifs s'intéressent plutôt aux facteurs qui s'avèrent être des prédicteurs de résultats.

Les indicateurs proactifs ont fait l'objet de nombreux écrits. À titre d'exemple mentionnons l'engagement de la direction à agir concrètement en matière de santé sécurité (Herbert, 1995), l'autoévaluation du processus de travail (Simpson & Gardner, 2001), les comportements (Krause, 1997), les systèmes organisationnels (Levine & Dyjack, 1997).

On présente ces facteurs comme étant positifs, parce que leur présence est associée à un accroissement de la sécurité du milieu de travail et à une réduction anticipée des lésions professionnelles (Booth, 1993), (Roy, Bergeron & Fortier, 2004). Plus ces éléments sont présents dans le milieu et plus l'organisation est considérée comme étant performante.

La mesure de performance par ces indicateurs proactifs comporte de nombreux avantages. Simpson et Gardner (2001) en ont relevé quelques-uns parmi eux :

- l'utilisation de ces indicateurs permet de vérifier si les plans d'actions ont été réalisés ;
- ils procurent un cadre d'amélioration ;
- ils ont une influence plus positive sur les comportements que les indicateurs de résultats ;
- ils permettent l'évaluation de l'efficacité des mécanismes de contrôle des risques.

Le choix des indicateurs de performance varie en fonction de la complexité des systèmes organisationnels, de la capacité de l'organisation à assumer les coûts nécessités par la mesure et de la maturité du système de gestion de la SST au sein de l'organisation (Roy, Bergeron & Fortier, 2004).

I.3.8.4 Approches proactives pour améliorer la Santé Sécurité des Travailleurs

La SST constitue un domaine qui a beaucoup évolué au cours des dernières décennies et les méthodes de prévention, de mesure et de contrôle des risques sont maintenant nombreuses et diversifiées (Pérusse, 1995) (O'Brien, 2000).

Parmi ces approches nous comptons :

- l'approche basée sur la normalisation et les SMS Systèmes de Management de la Sécurité ;
- les approches comportementales ;
- et plus récemment les approches basées sur la culture de sécurité.

Les approches basées sur les SMS et les approches comportementales ou de culture de sécurité sont souvent utilisées de façon complémentaire.

a) L'approche basée sur la normalisation et les SMS Systèmes de Management de la Sécurité

Les accidents industriels emblématiques des années 70 et 80 (Flixborough en 1974, Three Mile Island en 1979, Bhopal en 1984, Tchernobyl et Challenger en 1986), ont fait évoluer la vision sur les accidents. Les défaillances techniques et erreurs humaines ne suffisaient plus à expliquer les accidents, des aspects systémiques (Perrow, 1984) et organisationnels (Reason, 1990) devaient être pris en compte.

Ainsi, la survenue d'un accident ne peut être imputée à un facteur unique comme par exemple un comportement à risque, puisque ce comportement est lui-même la résultante de l'effet combiné de multiples facteurs tels l'aménagement du poste de travail, la formation, les croyances de l'individu, la communication avec la hiérarchie, l'organisation du travail, l'état de l'équipement, etc. (Garand, Roy & Desmarais, 2005) (Roy, Bergeron & Fortier, 2004) (Sznajder, 2000).

Les défaillances dans la gestion de la sécurité commencent à émerger.

Manzella (1999) propose de mettre l'accent sur la mesure de conformité des systèmes organisationnels à des normes préétablies afin d'améliorer la SST. L'approche traditionnelle fondée sur la réaction aux taux d'accidents doit être abandonnée ; les entreprises doivent se focaliser sur la conformité des processus et des méthodes et la correction des déficiences des systèmes de production afin d'améliorer la SST.

Des approches plus globales de la sécurité commencent à se développer en lien étroit avec les instances normatives. Elles se concrétisent par la production de nombreuses normes et référentiels de management : SIES²², MASE²³, AS/NZS 4801, OHSAS 18001, ILO-OSH 2001 proposant des principes pour mieux gérer la santé sécurité au travail.

Les SMS proposent un cadre de gestion globale et structurée des risques professionnels, permettant de coordonner et de contrôler l'ensemble des politiques, moyens, ressources, mesures, outils etc., instaurés par une entreprise pour gérer la santé sécurité au travail (INRS, 2007c).

La performance²⁴ du SMS est mesurée soit par les résultats (indicateurs réactifs), soit en analysant sa conformité avec un référentiel existant²⁵. Une nouvelle méthodologie intitulée

²² SIES : Système International d'Evaluation de la Sécurité développé par DNV.

²³ MASE : Manuel d'Amélioration de la Sécurité des Entreprises.

²⁴ La thèse de Julien Cambon sur la mesure de la performance des SMS est à recommander (Cambon, 2007).

TRIPOD mesure la performance des SMS en prenant en compte son degré de formalisation, la qualité de sa mise en œuvre sur le terrain et son niveau d'appropriation par le personnel (Guarnieri, 2006).

Il y a aujourd'hui une profusion de textes sur cette question (Mitchell, 2000) (O'Brien, 2000) (Van Steen, 1996) en relation avec l'importance prise par la normalisation qui était tout d'abord focalisée sur la qualité, puis l'environnement et maintenant sur la santé sécurité au travail.

○ *Les résultats des SMS*

Redinger et Levine (1998) signalent que les organisations ont rapporté des améliorations significatives de leurs résultats en SST par suite de l'implantation de différents mécanismes de gestion de la SST qui adoptent un SMS.

D'autres études terrain confirment, que la mesure des systèmes est une stratégie valide, fiable et pertinente d'appréciation de la performance des organisations en matière de santé sécurité (Carder, 1994) (Costigan & Gardner, 2000).

○ *Les limites de l'approche basée sur les SMS*

La principale limite des SMS est qu'ils ne favorisent pas dans la pratique l'engagement et la responsabilisation des employés (O'Brien, 2000) (Petersen, 2000) (Geller, 2001a) (Fern, 1999).

Ils favorisent plutôt le développement de l'expertise des décideurs. Ces experts sont trop souvent éloignés de la réalité du terrain, ce qui peut avoir comme conséquences que la réglementation ne sera pas respectée, les procédures ignorées ou mal appliquées, les campagnes de sécurité (affiches, etc.) inefficaces (Van de Kerchove, 2003).

b) Les approches comportementales

Nous avons vu que les approches comportementales visent la modification du comportement à risque d'un individu en un comportement sécuritaire (Cf. Chap. *Les déviations par rapport aux règles et procédures*)

Fern (1999) O'brien (2000) et Petersen (2000) considèrent que se sont les comportements qui sont à la source des incidents et accidents et qu'il faut cibler les comportements à risques adoptés par les employés pour améliorer la SST.

Les principales méthodes comportementales sont la Behaviour Based Safety (Krause, 1997) et la méthode STOP Sécurité au Travail par l'Observation Préventive de Dupont de Nemours (1997). Ces deux méthodes se basent sur l'observation du comportement des personnes au travail.

Ces méthodes ont pour objectif d'amener les employés vers une grande conformité aux règles et procédures, toute déviation étant considérée comme un comportement non sûr.

○ *Les résultats de l'approche comportementale*

Selon DuPont le programme STOP permet aux organisations une réduction des accidents et des incidents de 50 à 60 %, une diminution des frais d'indemnisation des employés, une prise de conscience accrue des employés en matière de SST, une amélioration de la communication, des techniques de surveillance et de gestion (DuPont de Nemours, 1997).

²⁵ Une autre méthode de mesure est proposée par l'INRS qui repose sur le postulat que la démarche utilisée dans la conception du SMS influe sur sa performance (INRS, 2007 c).

Ray et al (2000) présentent des résultats qui appuient l'hypothèse selon laquelle la fréquence d'adoption de comportements sécuritaires est inversement associée au nombre d'accidents. Une étude de 2005 (Garand, Roy & Desmarais, 2005), montre qu'une approche comportementale peut avoir des effets très positifs du point de vue des employés lorsqu'elle est utilisée de façon complémentaire avec d'autres stratégies de SST.

De façon générale, les approches comportementales permettent aux travailleurs de participer en mettant à profit leur expertise. Le feedback permet l'amélioration continue puisque les travailleurs sont davantage conscients des attentes de l'employeur à leur égard. Il faut cependant veiller à ce que ce genre d'approche ne déresponsabilise pas l'employeur (Roy, Bergeron & Fortier, 2004).

Fern (1999) souligne que pour que les bénéfices associés à l'approche comportementale demeurent, il faut que des changements soient apportés en introduisant des éléments clés tels :

- démontrer davantage de leadership de la part des gestionnaires,
- porter l'attention sur les comportements liés à des tâches critiques plutôt qu'à de grandes catégories de comportements.

Les approches comportementales misent sur l'amélioration des résultats en SST non seulement parce que l'adoption de comportements préventifs réduit les risques, mais aussi parce que l'intervention sur les comportements permettrait d'instaurer une culture de santé sécurité au travail (Garand, Roy & Desmarais, 2005).

Ainsi pour Geller (2001a), l'observation des comportements et le processus de feedback ne sont pas seulement des moyens efficaces de réduire les blessures en milieu de travail ; ils peuvent servir de moyens pour initier les changements vers une culture de sécurité organisationnelle. Selon Petersen (2000), l'atteinte de l'excellence en SST nécessite l'existence d'une culture d'entreprise qui s'appuie sur la SST.

○ *Les limites de l'approche comportementale*

Les opposants à ces approches comportementales les trouvent trop simplistes en « accusant » le dernier maillon de la chaîne de tous les maux.

Les approches qui favorisent la modification des comportements des employés peuvent avoir pour effet que les gestionnaires se dégagent de leurs responsabilités face à la sécurité en orientant le blâme vers les employés lors d'un accident (Atkinson, 2000).

Cette approche ne se préoccupe pas de l'environnement de travail et de l'organisation du poste de travail qui peuvent favoriser l'occurrence d'un accident. Par exemple un employé dont le comportement est sécuritaire peut se blesser s'il travaille sur un poste dont l'aménagement ergonomique est déficient (Garand, Roy & Desmarais, 2005).

L'union des travailleurs Canadiens considère que ce programme cherche à identifier les comportements non sécuritaires et à punir les auteurs de ces actes (Canadian union auto-workers, 2003). Selon elle, cette approche accuse les travailleurs de choisir délibérément des actes non sûrs et qu'ils sont conscients qu'ils risquent d'avoir un accident. Elle montre que dans la réalité, les employés ont très peu de marges de manœuvres et ne font pas délibérément le choix d'actes non sûrs. Les seules préconisations que donne une telle approche est de mettre encore plus d'EPI Equipement de Protection individuelle.

L'une des principales limites de cette approche est qu'elle considère que la cause première des accidents est le comportement des employés, notamment celui de la victime.

c) De nouvelles approches de la santé sécurité au travail basées sur la culture de sécurité

Les dernières conclusions des approches comportementales misent sur l'instauration d'une culture de sécurité pour améliorer les résultats en SST.

De nouvelles méthodes ont alors vu le jour pour renforcer la culture de sécurité (Cf. Chap. *L'émergence du concept de la culture de sécurité*).

Les principales méthodes sont la « *Culture Based Safety* » (Simard, 1997), « *L'implication des employés et le développement de la culture de sécurité* » (Gauthey & Gibeault, 2005), la « *People Based Safety* » (Geller, 2005) (CTT, 2005) et la « *Hearts & Minds* » de Shell et l'Energy Institute (2002) (Cf. Annexe. *Les approches basées sur la culture de sécurité en SST*).

Ces méthodes sont encore nouvelles et présentent encore peu de résultats publiés.

I.4 COMBINAISON DES 3 CONCEPTS : MAINTENANCE, SOUS-TRAITANCE ET SECURITE

Après avoir traité des 3 concepts de la maintenance, la sous-traitance et la sécurité séparément, nous allons maintenant faire un point sur la littérature qui les combine.

I.4.1 Sous-traitance de la Maintenance

Les structures de maintenance conventionnelles, monolithiques et indéformables, ne sont plus adaptées aux obligations de flexibilité et de spécialisation de plus en plus pointues.

La maintenance est devenue aujourd'hui un métier à part entière. Les entreprises se tournent de plus en plus vers des compétences extérieures, à condition de pouvoir continuer à maîtriser la fiabilité de leurs équipements. Dans de nombreuses entreprises, les activités de maintenance sont entièrement ou partiellement sous-traitées.

Les prestataires de la maintenance se voient ainsi confier des rôles déterminants, non seulement sur l'aspect quantitatif que sont la flexibilité et la réactivité, mais aussi comme acteurs de la qualité, de la sécurité et de la sûreté de fonctionnement des équipements confiés (Francastel & Véret, 2001) (AFNOR, 2002b).

La sous-traitance de la maintenance est aujourd'hui un gros marché en France puisqu'elle emploie plus de 200.000 personnes (AFIM, 2003).

Un sondage de Plant Maintenance Resource Center (2001) montre que les principales motivations à la sous-traitance de la maintenance sont une amélioration de la productivité, une maîtrise des coûts de maintenance et un recentrage vers les activités de cœur de métier. A cela nous pouvons ajouter les raisons générales invoquées à la sous-traitance (Cf. Chap. *Ce qui peut pousser à sous-traiter*).

La complexité croissante des installations demande des compétences de plus en plus spécifiques que l'entreprise utilisatrice n'a plus ou ne veut pas avoir. La variabilité du volume des activités de la maintenance, notamment pour les industries qui réalisent des arrêts pour maintenance, comme les arrêts de tranche dans le nucléaire ou les arrêts d'installations quinquennaux dans l'industrie chimique et pétrochimique, demande une flexibilité importante du nombre de personnel mobilisé dans la réalisation de ces travaux de maintenance.

I.4.1.1 Quelles activités de maintenance sous-traiter ?

La littérature donne des conseils sur les activités de maintenance à externaliser et celles qui devraient rester en interne.

a) Les activités à externaliser

Les activités dont la technicité requise est décalée par rapport aux compétences internes, doivent être externalisées. Il en est ainsi pour les travaux à faible technicité ou à technicité très spécifique, ainsi que pour les travaux lourds réalisables en temps différé ou impliquant une grosse surcharge (Lavina & Loubère, 1994) (Monchy & Pichot, 2003).

b) Les activités à conserver en interne

La direction du service maintenance qui garantit la cohérence et définit la politique de maintenance, et le service méthodes qui est le centre vital de l'amélioration permanente des process, doivent rester en interne.

En définitive, il appartient à chaque responsable de service maintenance de trouver le juste équilibre, d'adapter sa stratégie à la conjoncture, sachant que la tendance « faisons tout nous même » est irréaliste, et la tendance « sous-traitons la maintenance » est irresponsable dans l'industrie (Monchy & Pichot, 2003).

I.4.1.2 Comment externaliser des activités de maintenance ?

Nombre de travaux expliquent comment réussir une externalisation en général et l'externalisation de la maintenance en particulier, notamment d'un point de vue contractuel ou d'un point de vue de la stratégie d'achat (Veret, 2003), (Francastel, 2005), (Francastel & Véret, 2001), (Renard, 2005), (Barthélemy, 2007) (Frery, Bravard & Morgan, 2007).

La grande majorité est en lien direct avec une agence de normalisation comme l'AFNOR.

Il existe une norme spécifique au projet d'externalisation de la maintenance, la norme FD X 60-008 (AFNOR, 2002b), qui souligne l'importance de la phase amont précontractuelle, notamment du cahier des charges qui est présenté, comme la clé de voute du contrat de maintenance (Véret, 2003).

La norme X60-105 (AFNOR, 1996), quant à elle, est un guide pour la rédaction des clauses contractuelles dans le cadre d'un contrat de maintenance.

I.4.1.3 La contractualisation lors de la sous-traitance de la maintenance

Il existe différentes formes de contractualisation, notre objectif n'est pas de faire une liste exhaustive de ces types et formes, mais de montrer leur diversité. (Pereira, Remoiville & Trinquet, 1999) (Monchy & Pichot, 2003)

Contrat de maintenance : c'est la forme la plus sûre et la plus élaborée de contrat entre un donneur d'ordres, qui a la charge de définir les modalités techniques du travail à réaliser, et un prestataire de service. Il correspond à une prestation régulière.

Devis : à l'inverse, le devis s'applique à une prestation ponctuelle et urgente. Chaque prestataire pressenti estime le montant des travaux demandés, le « moins disant » remporte le marché.

Forfait : le travail sous-traité est prédéfini qualitativement et quantitativement. Il y a une mise en concurrence de plusieurs entreprises. Le marché peut se passer de « gré à gré » avec des entreprises partenaires privilégiées ou après consultation.

Bordereau : le travail prédéfini sera « métré », le coût étant obtenu à partir du prix de l'unité d'œuvre x métrage. Exemple : prix du mètre carré de peinture, du mètre cube de béton, de tonne transportée etc.

Régie contrôlée : il s'agit d'un marché de fourniture, le prestataire s'engage à fournir de la main d'œuvre spécialisée, à un coût horaire fonction de la qualification, des matières consommables, de la location de matériels ou de l'outillage.

1.4.2 Maintenance et Sécurité

Grusenmeyer (2005a) met en évidence la relation antinomique qu'entretiennent la maintenance et la sécurité.

D'une part, ces activités contribuent à la maîtrise des risques en permettant la détection et la correction de pannes et de défauts susceptibles d'être à l'origine d'accidents.

D'autre part, des risques importants sont associés aux activités de maintenance ; le personnel chargé de ces activités est alors d'autant plus exposé que ses activités sont soutenues.

1.4.2.1 Maintenance et Risques de défaillance du système

Si l'on regarde les questions de maintenance et de sécurité d'un point de vue technique, on s'aperçoit que la maintenance est intrinsèquement liée aux questions de fiabilité et de sûreté de fonctionnement des équipements (Smith, 2006).

La surveillance, la maintenance préventive et corrective améliore la fiabilité et la disponibilité des équipements et permet par là même une meilleure maîtrise des risques de défaillance du système.

1.4.2.2 Maintenance et sécurité des employés

Un autre aspect lié à la maintenance et la sécurité est le volet santé sécurité au travail avec le risque d'accident pour un employé lors de l'exécution de travaux de maintenance.

250 000 personnes exercent une activité de maintenance en industrie (AFIM, 2007).

Bien qu'un certain nombre de travaux soulignent la criticité des activités de maintenance (Hale & Heming, 1998), peu de données sur l'accidentologie liée à la maintenance sont disponibles. Le fait que le travail de maintenance puisse générer des accidents reste encore rarement considéré (HSE, 1985). De manière générale, peu d'études françaises ou étrangères ont évalué ou étudié l'impact de la maintenance sur la sécurité, mais celles qui ont été menées montrent l'importance de ces accidents (Grusenmeyer, 2005b).

En France, sur la base d'un travail d'analyse statistique conduit par l'AFIM²⁶, il apparaît que les métiers de la maintenance paient un lourd tribut en termes de sécurité au travail.

En effet, le taux de fréquence des accidents dans les activités de maintenance est une fois et demi celui de la moyenne constatée par la CNAM²⁷.

Le taux d'occurrence des maladies professionnelles hors TMS²⁸ est 6 fois supérieur à la moyenne nationale.

Le taux de mortalité est 8 fois supérieur à la moyenne nationale, ce qui représente la valeur la plus élevée tous secteurs confondus et une mortalité supérieure à celle des métiers du BTP²⁹ (AFIM, 2007).

Alors qu'il ne représente que 2.5% des salariés de la CNAM, les métiers de la maintenance représentent 18.6% des décès par accident.

L'analyse menée par Grusenmeyer (2005a) montre la criticité des activités de maintenance pour la sécurité des intervenants. Cette criticité est en lien avec certaines caractéristiques de ces activités et leur contexte de réalisation : fort degré d'incertitude, environnements souvent dangereux, actions directes sur des équipements eux-mêmes dangereux, conditions matérielles souvent difficiles (Grusenmeyer, 2005b).

²⁶ AFIM : Association Française des Ingénieurs et responsables de Maintenance.

²⁷ CNAM : Caisse Nationale d'Assurance Maladie.

²⁸ TMS : Troubles Musculo-Squelettiques.

²⁹ BTP : Bâtiments et Travaux Publics.

Ray et al, montrent qu'à une bonne gestion de la maintenance est généralement associée un faible taux de fréquence des accidents (Ray & al, 2000). Ainsi, une corrélation modérée est trouvée entre les taux de fréquence des accidents de 25 entreprises manufacturières de l'Alabama, et les résultats de ces dernières à un audit de maintenance dont un nombre conséquent de composantes sont liées à la gestion ou à l'organisation de la maintenance.

Il apparaît toutefois difficile de mettre en relation les accidents liés à la maintenance avec les organisations de la maintenance, étant donné le manque d'informations disponibles dans les comptes-rendus et bases de données des accidents, qui ne permettent que rarement d'identifier l'ensemble des circonstances de survenue des accidents (Grusenmeyer, 2005a) (Hale & Heming, 1998).

I.4.2.3 Maintenance et sécurité des employés dans les industries de procédés

Les travaux de maintenance nous venons de le voir peuvent engendrer des risques pour la santé sécurité des travailleurs, ceci est d'autant plus vrai dans les industries de procédés car les substances contenues dans les équipements et dans l'environnement de travail sont dangereuses (Towsend, 1992). Une gestion stricte de ces travaux est de rigueur.

a) Préparation et supervision des travaux de maintenance

Une préparation minutieuse de la maintenance dans les installations chimiques et les industries similaires est importante car les matériels et produits à manipuler peuvent être dangereux. Ils peuvent être inflammables, explosifs, toxiques ou corrosifs. Ils peuvent être à haute température, ou à haute pression.

Avant qu'un équipement ou une installation soit inspecté, réparé, nettoyé ou modifié, certains points relatifs à la mise à disposition pour travaux de l'équipement doivent être considérés³⁰ (Towsend, 1992) :

- Avant de purger l'équipement, il est nécessaire de l'isoler physiquement des autres procédés afin d'éviter le transfert de produits dangereux en provenance d'autres équipements de l'installation dans celui-ci. Une isolation électrique peut être également nécessaire pour éviter tout risque d'électrocution ou tout risque lié à des machines tournantes.
- Le refroidissement de l'équipement.
- La dépressurisation de l'équipement.
- La purge de l'équipement et le retrait des liquides dangereux et/ou des vapeurs et gaz et/ou des résidus solides.
- Le nettoyage par des techniques spécifiques si nécessaire telles que les nettoyages chimiques, les nettoyages à haute et très haute pression ou encore le sablage.
- La ventilation de l'équipement.
- La vérification que le lieu de travail est sûr. Une fois qu'un liquide, un gaz ou des vapeurs dangereux ont été enlevés d'un équipement, l'efficacité de cette opération doit être vérifiée. L'atmosphère dans l'équipement doit être respirable et sûre pour les personnes qui vont y travailler. Il faut pouvoir certifier que l'atmosphère n'est pas inflammable, explosive, toxique ou sous ou sur oxygénée (INRS, 2004b).

³⁰ Ces points ne sont pas cités selon l'ordre dans lequel ils doivent être réalisés, celui-ci dépend de l'équipement et des produits.

Les personnes chargées du contrôle et de la supervision des travaux de maintenance doivent connaître toute l'ingénierie, les processus et les aspects environnementaux qui rentrent en compte lors de ce type d'opérations. Ils doivent également connaître la réglementation applicable et les techniques et bonnes pratiques qui sont à utiliser afin de s'assurer que le travail est réalisé en sécurité (Towsend, 1992).

b) Le système des autorisations de travail pour un lieu de travail sûr

Si un travail comporte des risques ou se situe dans une zone dangereuse, un système d'Autorisation de Travail doit être mis en place. Un tel système est obligatoire pour les installations pétrolières (Arrêté du 4 septembre 1967, Art 57.1).

Le système mis en place doit assurer que les personnes qui réalisent les travaux et les personnes qui peuvent y être associées ne sont pas exposées à des dangers et que le travail ne met pas en danger d'autres personnes. Enfin, le système doit être en conformité avec les prescriptions légales, les standards techniques et les guides de bonnes pratiques et pratiques sûres.

Une Autorisation de Travail est requise pour un travail :

- dans les espaces confinés ;
- dans les lieux où un redémarrage accidentel ou non autorisé de l'installation ou de l'équipement peut mettre en danger des personnes ;
- dans les convoyeurs, les ascenseurs, élévateurs et grues ;
- dans les lieux où des substances toxiques, inflammables ou corrosives sont présentes ou susceptibles de l'être ;
- dans les lieux où il peut y avoir un manque ou un enrichissement d'oxygène ;
- dans les lieux ou équipements qui ont contenu des substances chimiques ;
- dans toutes les circonstances atypiques qui ne sont pas couvertes par les précautions et instructions de routine (Towsend, 1992).

En pratique, quasiment toutes les opérations de maintenance dans les industries de procédés et en particulier les industries chimiques et pétrolières, requièrent une Autorisation de Travail.

Les principes suivants sont les bases d'un système d'Autorisation de Travail :

- L'isolation des équipements doit être faite et être sécurisée.
- Les risques résiduels doivent être traités.
- Chaque équipement ainsi que sa localisation doivent être clairement identifiés.
- Les opérateurs de maintenance doivent être correctement formés et entraînés.
- Aucun changement non autorisé du travail planifié ne doit être permis.
- L'équipe de maintenance et l'équipe d'exploitation doivent être impliquées dans l'Autorisation de Travail.

Hale montre que la maintenance peut être à l'origine de risques pour d'autres opérateurs et notamment que des accidents peuvent être liés à des manquements dans la maintenance (défaut ou inefficacité) ; que ce soit lors d'interventions de maintenance ou pendant les phases de redémarrage ou d'exploitation normale (Hale & Heming, 1998).

I.4.3 Sous-traitance et conditions de travail et de sécurité des employés

La sous-traitance est devenue un puissant outil de gestion du travail, tout d'abord dans des fonctions annexes à la production, telles que le gardiennage, le nettoyage et la restauration. Très rapidement ce mode de gestion de la main d'œuvre s'est généralisé, devenant dans de nombreux secteurs d'activité la principale variable d'ajustement aux aléas de la conjoncture.

Dans l'automobile ou l'aéronautique, les constructeurs ne gardent en interne que le montage des véhicules ou des avions. La fabrication des pièces est assurée par une myriade de sous-traitants, mis régulièrement en concurrence par des appels d'offres. Sur les sites des industries chimiques, pétrochimiques, métallurgiques et nucléaires, l'exécution des travaux de maintenance est assurée par des entreprises prestataires (Thébaud-Mony, 2007).

I.4.3.1 Les chiffres

a) Absence de traçabilité

L'ampleur des phénomènes de sous-traitance reste cependant difficile à évaluer (Gorgeu & Mathieu, 1993). Seillan & Morvan (2005) estiment que « *l'appareil statistique est aujourd'hui encore tout à fait insuffisant pour ouvrir la porte à des analyses affinées* »

Les conséquences en termes de santé sécurité de ces phénomènes sont elles-mêmes difficiles à estimer. L'absence de données statistiques officielles nationales sur les accidents des salariés des entreprises sous-traitantes s'expliquent selon Juy (1993), par le fait que les statistiques relatives aux accidents de travail sont basées sur les branches professionnelles et non sur les modes de travail ou les formes d'organisation du travail.

Comme le souligne Hery (2002), « En France, aucune statistique ne permet de différencier les accidents survenant au cours des missions effectuées par des entreprises extérieures intervenant chez un donneur d'ordres, des autres accidents. Ils sont en effet regroupés par branches d'activités, indépendamment du lieu et du contexte dans lesquels ils surviennent ». Les statistiques établies par branches d'activités ne permettent pas de différencier les salariés selon leur statut (personnel interne, extérieur), ce que soulignait déjà Vandervyver en 1984.

Les études d'hygiène industrielle relatives à la sous-traitance sont peu nombreuses et plus généralement, peu de travaux ont été consacrés à la sous-traitance. Elle a pourtant été considérée à plusieurs reprises comme un facteur aggravant en matière de sécurité (Benbrahim & Michelin, 2006) ou de santé (Hery, 2002).

b) Accidentologie des sous-traitants

Quelques rares analyses d'accidents du travail tendent à montrer l'importance des problèmes de sécurité liés à la sous-traitance.

Une analyse de 3246 compte-rendu d'accidents mortels survenus dans la région parisienne, lyonnaise et nord, de 1971 à 1980, a permis d'identifier que pour 14% des accidents concernés, la victime était un personnel d'une entreprise intervenante (Vandervyver, 1984). L'étude mettait également en évidence que les secteurs du bâtiment et des travaux publics étaient les plus touchés, mais aussi d'autres secteurs tels que le nettoyage ou le transport.

La comparaison des accidents mortels de ces deux types de personnels dans 8 entreprises utilisatrices met en évidence que les personnels extérieurs ont 4 à 20 fois plus d'accidents mortels que les personnels internes. Néanmoins, ces deux types de personnels n'effectuant généralement pas le même type de travaux, ces données comparatives sont à prendre avec précaution.

La sur-accidentalité des personnels sous-traitants en comparaison avec les personnels internes est également soulignée (Fernandez & Jean, 1995) (Benbrahim & Michelin, 2005).

Une étude basée sur l'analyse des accidents présents dans la base EPICEA³¹ en 2002, montre que 11% des accidents de cette année sont directement liés à la sous-traitance. Ce chiffre bien qu'important constitue probablement une sous-estimation de la part réelle des accidents du travail lié à la sous-traitance selon Grusenmeyer (2007). Il tend néanmoins à confirmer l'hypothèse selon laquelle les accidents liés à la sous-traitance sont importants en nombre.

La grande majorité des accidents concernent des situations de sous-traitance interne. Ces résultats s'expliquent probablement par les risques accrus auxquels les opérateurs sont soumis en situation de sous-traitance interne : risques spécifiques liés à la méconnaissance des lieux d'intervention, co-activité, risques liés à l'interférence entre les activités/ installations/ et ou matériels des différentes entreprises sur un même lieu de travail.

c) Accidentologie des sous-traitants de la maintenance

Il n'existe, à notre connaissance, aucune statistique nationale officielle sur l'accidentologie ni sur les atteintes à la santé des salariés des entreprises sous-traitantes de la maintenance œuvrant sur sites industriels, ni de données systématiques concernant les conditions et contraintes d'organisation du travail entre les employés des donneurs d'ordres et ceux des sous-traitants.

Les seuls chiffres trouvés sur les questions de sécurité et sous-traitance de la maintenance sont donnés par l'AFIM qui dévoile que « *le taux de fréquence des accidents se révèle plus de 10 fois plus élevé pour le personnel des prestataires que pour le personnel de maintenance organique* » (AFIM, 2007), sans toutefois fournir une analyse détaillée de ces résultats.

Ces données sont toutefois à utiliser avec précaution car les métiers exercés par ces deux populations ne sont pas les mêmes.

Grusenmeyer dans son analyse des accidents des sous-traitants, montre que les métiers de la sous-traitance les plus touchés par les accidents sont la maintenance et le BTP (Grusenmeyer, 2007).

I.4.3.2 Les causes de la sur-accidentalité des sous-traitants selon la littérature

a) Le contrat de travail remplacé par un contrat commercial

La relation de sous-traitance basée sur un contrat commercial remplace la relation employeur/salarié³² soumise au droit du travail et modifie ainsi en profondeur les impératifs de l'entreprise donneuse d'ordres et l'entreprise sous-traitante.

En 1978, l'étude d'un avocat spécialiste du droit du travail, Bernard Rettenbach (1978), publiée par le ministère de la justice met en garde les pouvoirs publics sur la fragilisation, par la sous-traitance, des garanties associées au contrat de travail.

L'entreprise sous-traitante a une obligation de résultats dans une relation client-fournisseur. Entre les travailleurs de l'entreprise sous-traitante et le donneur d'ordres, il n'y a aucun lien de subordination.

L'entreprise donneuse d'ordres demeure littéralement et par construction « aveugle » aux conditions d'emploi, de travail et de sécurité des employés de l'entreprise sous-traitante puisque le contrat qui lie les deux parties est de nature commerciale, et qu'il se fonde sur une

³¹EPICEA est une base de données nationale et anonyme développée par l'INRS. Elle rassemble plus de 16 000 cas d'accidents du travail survenus, depuis 1990, à des salariés du régime général de la sécurité sociale. Ces accidents sont mortels, graves ou significatifs pour la prévention.

³² Il y a cependant toujours un contrat de travail entre les salariés sous-traitants et l'entreprise sous-traitante.

obligation de résultats et non de moyens. Dans cette relation, « l'entreprise donneuse d'ordres tend même à s'abriter derrière l'interdiction juridique d'ingérence dans l'activité des sous-traitants pour justifier son aveuglement volontaire aux pratiques sociales et organisationnelles génératrices d'insécurité » (Benbrahim & Michelin, 2005).

b) Des conditions de travail dégradées

Les exigences de productivité des entreprises donneuses d'ordres, la flexibilité et la forte réactivité attendues des sous-traitants, peuvent avoir des conséquences néfastes sur le mode de gestion et les conditions de travail des salariés sous-traitants (Grusenmeyer, 2007).

Une étude de Vandervyver montre que les contraintes temporelles qui pèsent sur les sous-traitants sont importantes, de même que la charge de travail, avec recours à une gestion des hommes « par le stress », quelquefois avec des à coups (Vandervyver, 1984).

D'autres études tendent à montrer que les entreprises sous-traitantes ont recours à de la main d'œuvre de bas niveau de qualification avec une rémunération faible afin de baisser leurs coûts (Dupuis, 1993) (Sandret, 2001).

Desrioux (2001) considère la sous-traitance comme un des facteurs majeurs de dégradation des conditions de travail : « *dès qu'une entreprise prend la décision d'externaliser une activité, les salariés de l'entreprise extérieure qui va récupérer ce marché vivront à coup sûr des conditions de travail plus difficiles que ceux qui effectuaient ces tâches auparavant* ». Millot (2001), souligne que « *la sous-traitance a des effets souvent négatifs sur les conditions de travail des salariés. Dans le cadre du contrat qui le lie au sous-traitant, le donneur d'ordres impose des contraintes financières, techniques et de temps parfois draconiennes, tout en fixant des exigences strictes sur le plan de la qualité. Les salariés de l'entreprise sous-traitante vont subir les effets de ces contraintes sur l'exécution du travail et les risques qui lui sont liés* ».

Plusieurs exemples d'une telle dégradation des conditions de travail sont évoqués dans la littérature. Duhamel (2001) souligne ainsi la forte dégradation des conditions de travail des personnels sous-traitants chargés du nettoyage des avions : contraintes temporelles importantes, horaires de travail important.

Une étude de Thévenot et Valentin montre des différences salariales importantes, puisque les auteurs observent qu'à qualifications équivalentes, les salaires dans les entreprises sous-traitantes sont 11% inférieurs à ceux pratiqués chez les donneurs d'ordres (Thevenot & Valentin, 2003)³³.

c) Avec des impacts sur la santé sécurité des sous-traitants.

Cette dégradation des conditions de travail générée par la sous-traitance a des répercussions sur la santé des sous-traitants selon Desrioux (2001). En outre, l'éclatement des collectifs de travail peut contribuer à une fragilisation de la santé des salariés sous-traitants, dans la mesure où elle limite les possibilités d'entraide, les échanges d'expériences et de savoir-faire, et peut conduire à prendre des risques plus importants.

Les pressions temporelles importantes qui pèsent sur les sous-traitants, la flexibilité et l'importance de leurs horaires de travail ont également des conséquences sur leur santé : TMS³⁴, problèmes rachidiens, fatigue nerveuse voire dépression (Doniol-Shaw, 2001). Par conséquent « *moins que le travail en sous-traitance se sont les conditions de travail dans lesquelles il est exercé qui représentent une source d'atteinte à la santé* ».

³³ Cette étude a été menée entre 1984 et 200 sur la base des enquêtes annuelles de 50851 entreprises dans l'industrie hors énergie

³⁴ TMS : Troubles Musculo-Squelettiques.

Les sous-traitants dans le nucléaire reçoivent 85% de l'irradiation absorbée par l'ensemble des salariés, alors que leurs effectifs sont équivalents à ceux des agents EDF Doniol-Shaw (2001) (Thébaud-Mony, 2000). De la même façon, la recherche menée par Thébaud-Mony (1993) montre que la dose individuelle moyenne mensuelle d'irradiation aux rayonnements ionisants des salariés DATR³⁵ d'entreprises extérieures était 8 à 15 fois plus forte que celle des agents EDF pour la même période.

Différents facteurs sont mis en cause, et notamment des facteurs organisationnels : contraintes temporelles, faible solidarité entre salariés, faible reconnaissance du travail, moyens inadaptés à sa réalisation, horaires atypiques ou encore charge de travail (Sandret, 2001).

I.4.3.3 Une vraie amélioration des résultats sécurité des grands donneurs d'ordres ou une externalisation des risques ?

Ces questions délicates relatives aux conditions de travail et à la santé sécurité des sous-traitants ont soulevé une polémique sur l'externalisation des risques et des accidents de travail.

Dans leur rapport sur la sous-traitance et les risques industriels (Pereira, Remouille & Trinquet, 1999), se demandent si la baisse des accidents de travail constatée chez les grands donneurs d'ordres résulte bien d'une meilleure maîtrise des risques sur leurs sites, ou est plutôt liée à l'externalisation des risques sur leurs entreprises sous-traitantes. D'autant que l'accroissement des travaux sous-traités coïncide avec la diminution de leur taux de fréquence et de gravité.

Dans son rapport au conseil économique et social, Fabre (1994) explique que le donneur d'ordres est parfois tenté de transférer les risques professionnels les plus importants sur les entreprises extérieures, en se déchargeant de la pression d'un personnel affecté à des tâches particulièrement pénibles et dangereuses. Les rythmes imposés aux salariés de ces entreprises sont souvent supérieurs et les délais de réalisation plus courts que ceux pratiqués dans l'entreprise utilisatrice. On retrouve le même discours chez Thébaud-Mony (2000) et Mayhew (1997) sur la sous-traitance des activités les plus pénibles et les plus exposées aux risques et l'intensification du travail.

Pour Alain Pichot, président de l'AFIM « *il existe des usines dangereuses qui n'apparaissent pas comme telles puisque les donneurs d'ordres revendiquent un très faible taux d'accidents parmi leurs salariés* ».

³⁵ DATR : Directement Affectés à des Travaux sous Rayonnements.

SYNTHESE DE LA PREMIERE PARTIE

Evolution dans les théories et pratiques des trois concepts maintenance, sous-traitance et sécurité

La maintenance est passée de l'entretien et du dépannage vers une activité optimisée et productive assurant la disponibilité et la fiabilité des équipements de production. La maintenance est devenue plus structurée, avec une maintenance adaptée à chaque type de défaillance redoutée et la mise en place de véritables stratégies de maintenance qui impliquent les acteurs de la maintenance, de l'exploitation, ou encore les concepteurs.

La sous-traitance a connu un véritable boom ces vingt dernières années dans les pays occidentaux avec de fortes évolutions. La sous-traitance devient une caractéristique des économies modernes et les industriels ne peuvent plus s'en passer. Dans les économies modernes, les entreprises prestataires spécialisées sont nombreuses et y avoir recours permet d'améliorer sa compétitivité. Les heures sous-traitées ont fortement augmenté, passant progressivement d'une sous-traitance de capacité lors des pics de demande, à une sous-traitance de spécialité ; les entreprises donneuses d'ordres abandonnant certaines activités pour se recentrer sur leur cœur de métier et améliorer leur productivité. La sous-traitance a également connu une évolution structurelle passant d'une sous-traitance dite en râteau avec un seul niveau de sous-traitance, vers une sous-traitance en cascade.

Quand à l'évolution des problématiques de la sécurité ; elle a été fortement conditionnée par la complexité croissante des systèmes sociotechniques. La sécurité des systèmes a énormément profité des avancées de la sûreté de fonctionnement. Une des limites de cette sécurité « technique » est qu'elle s'intéresse très peu à l'homme et le considère comme un composant comme un autre du système. La fiabilité humaine a révélé que l'homme peut être un facteur de fiabilité par ses réactions et ses décisions d'action et qu'il peut être porteur de risques par ses erreurs et les dysfonctionnements qu'il peut provoquer.

La prescription joue aujourd'hui un rôle primordial dans la sécurité des systèmes sociotechniques complexes. Le recours aux règles a eu comme principal objectif d'encadrer strictement le comportement des hommes qui sont considérés comme le maillon faible de la sécurité. L'hyper-conformisme aux règles trouve cependant ses limites car celles-ci ne sont jamais totalement exhaustives et ne permettent pas à elles seules de maîtriser les risques des systèmes complexes. L'activité des opérateurs ne peut être réduite à l'application stricte des procédures, le travail réel est beaucoup plus complexe et variable, il demande une adaptation permanente en temps réel en particulier lorsque la situation est dégradée.

La sécurité au travail a également beaucoup évolué, tout d'abord évaluée par des indicateurs réactifs de santé sécurité tel que le taux de fréquence ou le taux de gravité³⁶, elle s'est tournée petit à petit vers des approches plus proactives. Tout d'abord vers les Systèmes de Management de la Sécurité et la normalisation, complétés par des approches comportementales dont l'un des principaux objectifs est d'obtenir la conformité aux règles des employés, et éliminer les comportements non sûrs. Les approches comportementales si elles ont eues des résultats à court terme, sont aujourd'hui critiquées car elles considèrent que les opérateurs choisissent délibérément des actes non sûrs. Les nouvelles approches en santé sécurité sont basées sur la culture de sécurité et l'implication des employés. Les questionnaires de climat de sécurité sont

³⁶ Les taux de fréquence et de gravité restent suivis de très près, car ce sont les indicateurs utilisés par la CRAM.

utilisés pour mesurer cette culture et avoir des indications sur le ressenti des personnes par rapport à l'importance de la sécurité dans leur organisation.

Trois concepts intimement liés dans l'industrie, mais souvent étudiés de manière disjointe

Dans l'industrie, la maintenance, sous-traitance et sécurité sont intimement liés.

○ *Maintenance et sous-traitance*

L'exécution des travaux de maintenance est largement sous-traitée notamment dans les industries qui réalisent des arrêts de maintenance telle que le nucléaire ou l'industrie chimique et pétrolière. Cette externalisation s'est également étendue à la maintenance courante³⁷.

La littérature notamment normative et contractuelle est abondante, mais les travaux de recherche sur ce sujet sont quasi inexistantes.

○ *Maintenance et sécurité*

Maintenance et sécurité entretiennent une relation complexe. La maintenance contribue à la maîtrise des risques d'une installation en améliorant la fiabilité et la sécurité des équipements de production ; les activités de maintenance sont toutefois dangereuses et peuvent porter atteinte à la santé et la sécurité des employés.

Les rares travaux de recherche sur la maintenance et la santé sécurité au travail soulignent la criticité des activités de maintenance. Les chiffres statistiques de la CNAM montrent que les employés de la maintenance ont un taux de mortalité huit fois supérieur à la moyenne nationale.

Concernant la maintenance dans les industries de procédés, les écrits sont souvent internes aux entreprises sous forme de guides de bonnes pratiques et mais très peu de travaux de recherches sont accessibles. Les guides soulignent la dangerosité des activités de maintenance et prônent une préparation et une supervision stricte de ces activités.

○ *Sous-traitance des activités de maintenance et santé sécurité des sous-traitants*

Les travaux de recherches sur la sous-traitance et ses impacts sur la sécurité, s'ils sont peu nombreux, sont unanimes sur l'impact négatif de la sous-traitance sur la sécurité des prestataires et sur la dégradation des conditions de travail.

Cependant les chiffres manquent, en France il n'y a pas de statistiques nationales officielles sur les accidents de travail liés à la sous-traitance³⁸.

Les seuls chiffres trouvés sont donnés par l'AFIM qui dévoile que « *le taux de fréquence des accidents se révèle plus de 10 fois plus élevé pour le personnel des prestataires que pour le personnel de maintenance organique* » (AFIM, 2007).

Ces données sont toutefois à utiliser avec précaution car les activités exercées par ces deux populations ne sont pas les mêmes.

Une polémique est soulevée : une vraie amélioration des résultats sécurité des grands donneurs d'ordres et ou une externalisation des risques ?

³⁷ C'est-à-dire la maintenance qui ne nécessite pas l'arrêt complet des équipements de production.

³⁸ Les statistiques sur les accidents de travail sont basées sur les branches professionnelles et non sur la relation de sous-traitance.

PARTIE II – PROBLEMATIQUE DE L’EXTERNALISATION DES TRAVAUX DE MAINTENANCE ET SES IMPACTS SUR LA SECURITE DANS LES INDUSTRIES DE PROCEDES

II.1 DE QUOI PARLE T’ON

Cette recherche traite de l’externalisation de l’exécution des travaux de maintenance et ses impacts sur la sécurité dans les industries de procédés. Nous nous intéressons à un site pétrolier en particulier dont les caractéristiques sont représentatives des pratiques dans cette industrie.

Nous nous focalisons sur l’externalisation de l’exécution des travaux lors de la maintenance courante. La maintenance courante est la maintenance « quotidienne » des unités de production et ne demande pas l’arrêt complet des unités, seul l’équipement à maintenir est isolé. Cette maintenance est largement utilisée dans les industries de procédés car elle permet la réparation ou le changement d’un équipement sans arrêt de la production. C’est la principale distinction entre les travaux de maintenance courante et les travaux de maintenance lors d’arrêts de tranche (nucléaire) ou grands arrêts quinquennaux (industrie des procédés chimiques ou pétrochimiques).

La maintenance courante présente des risques spécifiques liés à la concomitance d’unités de production en marche et la réfection d’un équipement particulier.

Dans la suite, nous traiterons de la sécurité des prestataires de maintenance par rapport aux risques d’accident de travail, les questions relatives aux maladies professionnelles ne seront pas abordées.

Dans le développement de cette thèse nous ne remettons pas en question l’externalisation des travaux de maintenance, et la considérons comme une donnée sur laquelle nous pouvons travailler. Notre objectif n’est pas de faire une critique du recours à l’externalisation, mais de d’essayer d’identifier les impacts de celle-ci sur la sécurité des prestataires et les changements induits à court et moyen termes par une politique d’externalisation sur le personnel des entreprises extérieures et sur la sécurité globale du site.

II.2 LES RAISONS D’UNE LITTERATURE ASSEZ PAUVRE SUR LE SUJET

Notre sujet de thèse est à la conjonction du tryptique maintenance – externalisation – sécurité. La littérature sur chacune de ses notions traitée séparément est nous l’avons vu, très riche, mais la littérature sur la conjonction des trois notions est pauvre, et peut s’expliquer pour différentes raisons.

II.2.1 Accès au terrain industriel

Tout d’abord, l’accès au terrain industriel pour traiter ce sujet est très difficile. Les rares études qui ont été menées sont très critiques sur le recours à la sous-traitance et ses impacts sur la sécurité et les conditions de travail des prestataires, ce qui ne pousse pas les industriels à ouvrir leurs portes (Thébaud-Mony, 2001a) (Mayhew, 1997) (AFIM, 2007, 2003).

II.2.2 Sujet sensible

Les industriels sont devenus peu enclin à ouvrir leurs installations pour la recherche, le sujet est unanimement décrit comme sensible. Les demandes d'études sur le sujet sont peu importantes même si la sous-traitance est une tendance lourde.

Globalement les industriels veulent gérer en interne ce sujet et ne ressentent pas le besoin d'une recherche approfondie externe même si la sécurité des entreprises prestataires est une préoccupation grandissante.

II.2.3 Des méthodes d'analyse lourdes

Une autre raison du peu d'études sur le sujet est que ce type de recherche demande des méthodes difficiles à mettre en place.

L'approche est presque exclusivement terrain, puisqu'on travaille sur les relations de sous-traitance, la recherche en laboratoire est très limitée. Le travail sur le terrain est conséquent ; une connaissance approfondie de l'organisation et du travail à réaliser sont nécessaires pour saisir la complexité du sujet, des centaines d'heures d'observation du travail et d'entretiens sont nécessaires.

Une autre difficulté et non des moindres, est liée à la multiplicité des acteurs. En effet, il faut étudier les caractéristiques de l'entreprise donneuse d'ordres et des différents services et départements qui la compose, les relations et interactions notamment des services sécurité, maintenance et exploitation, mais également les caractéristiques des entreprises prestataires : leurs métiers, leurs organisations, leur type de management, leurs résultats sécurité etc.

Cette multiplicité d'acteurs et de métiers demande de bonnes connaissances techniques sur l'industrie des procédés et les métiers de maintenance, combinée à l'utilisation de méthodes empruntées aux facteurs humains et organisationnels telles que l'analyse des organisations, l'observation terrain, les méthodes d'entretiens.

Enfin, au-delà des caractéristiques et propriétés de l'entreprise donneuse d'ordres et des entreprises prestataires, il faut étudier l'interaction dynamique des acteurs de ces entités, l'évolution de ces relations et interactions selon les situations, les acteurs, les métiers etc. ce qui est complexe et compliqué.

II.3 POURQUOI S'INTERESSER A CE SUJET ?

II.3.1 Les prestataires ont plus d'accidents

Nous l'avons vu il n'existe pas de statistiques nationales officielles sur la sécurité des prestataires. Les études ponctuelles réalisées montrent que les prestataires de maintenance paient un lourd tribut et sont ceux qui ont le plus d'accidents (AFIM, 2007) (Grusenmeyer, 2005a, 2007). Ils ont plus d'accidents de travail dans le cadre de leurs activités de maintenance, et peuvent également être victimes d'accidents industriels sur le site dans lequel ils opèrent³⁹ ou encore être à l'origine d'accidents.

³⁹ Le 23 mars 05, à la raffinerie de BP à Texas City, lors d'un redémarrage d'une unité d'isomérisation, un nuage de vapeur d'essences légères s'enflamme. A côté, 375 employés des entreprises Jacobs et JE Merit réalisent des travaux de maintenance sur une autre unité proche. L'accident fera 15 morts et plus de 100 blessés.

II.3.2 Des paradoxes

Un autre intérêt majeur de ce sujet et qu'il soulève plusieurs paradoxes.

Tout d'abord la maintenance et la sécurité entretiennent une relation antinomique : d'une part les activités de maintenance présentent des risques importants pour les personnes qui les réalisent, d'autre part ces activités contribuent à la maîtrise des risques sur le site.

Ensuite, faire appel à des entreprises spécialistes pour exécuter des travaux de maintenance devrait contribuer à une meilleure maîtrise des risques, or il semble que les risques sont accrus.

Un dernier paradoxe est lié à la spécification des activités à réaliser. La sous-traitance implique une contractualisation commerciale des relations et une spécification détaillée des travaux à réaliser (cahier des charges et spécifications techniques). En interne, les travaux à réaliser ne sont pas toujours aussi détaillés et précis que dans un cahier des charges, pourtant la sous-traitance semble là encore accroître les risques.

II.3.3 Un terrain industriel d'ampleur

Ces travaux de recherche sont pour nous une opportunité de faire une investigation terrain sur la plus grande raffinerie de France ce qui est une réelle chance pour capturer la complexité du travail de maintenance.

Nous avons l'opportunité de travailler avec le personnel interne que ce soit les techniciens de maintenance, les opérateurs d'exploitation ou les préventeurs sécurité, ainsi que plusieurs entreprises prestataires de maintenance.

En 2005, le site était confronté à une situation inconfortable avec de mauvais résultats sécurité en particulier pour le personnel extérieur. La direction du site et la direction Hygiène Sécurité Environnement du groupe souhaitaient mener une recherche externe et indépendante sur cette problématique, en accompagnement d'une politique de réorganisation interne de la gestion des travaux externalisés.

Il faut souligner que ce type d'initiative reste très rare, les entreprises donneuses d'ordres souhaitant traiter en interne cette problématique très sensible et éviter toute publicité sur cette question.

II.4 LES QUESTIONS ET HYPOTHESES

Dans cette recherche nous essaierons de répondre à plusieurs questions de fond.

Tout d'abord, au-delà de la différence de métiers et des risques métiers, nous essaierons d'identifier les facteurs qui favorisent une sous-traitance sûre. Il est certain que selon le métier exercé et les activités réalisées, les risques ne sont pas les mêmes, cependant dans notre cas nous avons une sphère d'activité en commun qui est la maintenance d'équipements de production, et notre ambition est d'aller plus loin que ces risques métiers.

De même, nous voulons aller plus loin dans l'évaluation de la sécurité des prestataires et éviter de nous focaliser uniquement sur les indicateurs rétrospectifs de la sécurité au travail que sont le taux de fréquence et le taux de gravité.

La politique mise en place dans l'installation pour baisser le taux de fréquence des accidents de travail des prestataires sera notre point de départ.

Cette politique basée sur une régulation et une procéduralisation très forte des activités des prestataires, est la solution choisie par l'installation pour améliorer la sécurité des prestataires. Nous verrons si cette stratégie est une solution durable, nous en verrons les résultats à court terme et les conséquences potentielles à moyen et long terme sur le taux de fréquence des prestataires et surtout sur leurs capacités d'apprentissage et d'adaptation à des situations dégradées.

Dans cette recherche des facteurs de sécurité de l'externalisation, nous nous intéresserons particulièrement à l'organisation des relations entre donneurs d'ordres et sous-traitants, le modèle de sécurité sous-jacent et l'influence de la réglementation et des autorités de tutelles sur ces relations.

Enfin, nous posons l'hypothèse qu'il n'y a pas de solution unique miraculeuse pour améliorer durablement la sécurité. L'amélioration de la sécurité est un phénomène dynamique, où les objectifs sont remis en cause dès qu'ils ont été atteints. Paradoxalement, se sont les organisations les plus sûres qui investissent le plus dans la sécurité, la sécurité appelant la sécurité.

II.5 APPROCHES PRECONISEES

Pour tenter de répondre à ces questions et vérifier les hypothèses posées, ce travail repose sur une recherche par immersion complète dans le terrain industriel ouvert.

Nous avons réalisé de très nombreuses observations sur le terrain pour suivre les activités des acteurs de la maintenance :

- 3 mois de suivi quotidien des activités des techniciens de maintenance internes.
- 2 mois de suivi quotidien en horaire décalé (3*8) des activités des opérateurs d'exploitation, en particulier lors des phases de mise à disposition des équipements pour leur maintenance.
- 1 mois de suivi quotidien des activités des préventeurs sécurité travaux interne.
- 15 jours de suivi quotidien d'une entreprise prestataire de mécanique.
- 15 jours de suivi quotidien d'une entreprise prestataire d'entretien général.
- 15 jours de suivi quotidien d'une entreprise prestataire d'électricité-automatismes.
- 15 jours de suivi quotidien d'une entreprise prestataire de nettoyage-pompage.
- 15 jours de suivi quotidien d'une entreprise prestataire d'isolation-échafaudage.

D'autres observations terrain ont été réalisées selon les besoins spécifiques de l'étude. Ce travail en immersion complète nous a permis de bien comprendre les activités des différents acteurs, les différents métiers de la maintenance, les contraintes de chacun et l'organisation des relations entre ses différents acteurs (Tazi, 2005a).

Ce travail de suivi a été complété par plus d'une centaine d'entretiens semi-directifs⁴⁰ avec les différentes instances managériales et opérationnelles du site, que ce soit la direction du site, les responsables sécurité, exploitation, maintenance, achats, ressources humaines et les opérationnels de maintenance, de l'exploitation et de la sécurité. Les managers et les opérationnels de dix entreprises prestataires de maintenance ont également été interviewés à plusieurs reprises.

⁴⁰ L'entretien semi-directif est une technique qualitative de collecte de données. Il permet de centrer le discours des personnes interrogées autour de différents thèmes définis au préalable (Schneider, 2004) (Patton, 2002) (Blanchet & al, 2005).

De même, une analyse approfondie des processus mis en place pour gérer les activités de maintenance externalisés et des processus de suivi des prestations externalisées sur le site a été réalisée (Tazi, 2005b).

Ce travail de recherche est développé dans les trois parties suivantes.

Dans la troisième partie, nous analysons la stratégie d'externalisation du site et décortiquons la « politique zéro accident » mise en place sur le site pour sécuriser les travaux de maintenance externalisés. Nous en verrons les principaux axes, les résultats à court terme et les conséquences potentielles à moyen et long terme.

La quatrième partie est consacrée aux expérimentations.

La première expérimentation consiste en un questionnaire de climat de sécurité qui a déjà été utilisé dans l'industrie pétrolière et validé au niveau académique. L'originalité de cette expérience est que le questionnaire est commun au personnel interne de l'installation et au personnel d'entreprises contractantes de maintenance, ce qui est une première.

La deuxième expérimentation a été l'occasion de développer un simulateur de scénarios d'interventions de différents métiers de maintenance. Cet outil permet de simuler des interventions en situations normales et dégradées, d'identifier les facteurs importants de décision des prestataires et d'évaluer leurs capacités d'adaptation et d'apprentissage à des imprévus.

Enfin, la cinquième partie discute de ce modèle de gestion de la sécurité liée à l'externalisation des travaux de maintenance.

Cette recherche par essence transdisciplinaire, ne se veut d'aucun courant de pensée, d'aucune école, notre objectif est de capturer la complexité du sujet et avoir une meilleure compréhension des interactions entre tous les acteurs internes et externes qui entrent en jeu dans les questions de sécurité et d'externalisation des travaux de la maintenance.

Nous avons fait appel aux théories et méthodes qui nous sont parus les plus pertinentes pour traiter ce sujet quelles que soient les disciplines dont elles sont issues.

INTRODUCTION A LA PARTIE III

Cette partie décrit l'installation pétrolière étudiée entre 2005 et 2008. Le terrain de notre investigation est la plus grande raffinerie de France. Cette installation classée Seveso seuil haut (Cf. Annexe. *Réglementation applicable au site*), assure un sixième de la production pétrolière française, elle est en pleine modernisation de ses outils de production avec d'importants investissements.

Le site externalise l'exécution des travaux de maintenance. La sous-traitance⁴¹ représente environ 2,5 millions d'heures par an soit 50% des heures travaillées sur le site et près de 600 entreprises prestataires.

En 2005, au début de l'étude, la raffinerie présentait les plus mauvais résultats sécurité du groupe industriel concernant les accidents/incidents au poste de travail du personnel des entreprises prestataires.

Le site décide alors de réorganiser ses relations avec ses entreprises prestataires et met en place une « politique zéro accident » afin d'éviter tout accident ou incident lors des travaux externalisés.

Nous allons analyser la stratégie d'externalisation des travaux de maintenance sur le site, décortiquer la « politique zéro accident » mise en place et voir les résultats de cette politique sur le nombre d'accident des prestataires.

Afin de ne pas se limiter à un seul indicateur et avoir une vision plus globale des impacts de cette politique, nous ferons une analyse sociotechnique du système dans lequel ces travaux de maintenance ont lieu. Cette analyse nous permettra de caractériser le rôle et les contraintes de toutes les parties prenantes impliquées dans l'externalisation des travaux de maintenance et d'étudier l'ensemble des impacts de la « politique zéro accidents » sur les acteurs du système qu'ils soient internes ou externes.

⁴¹ Y compris les travaux sous-traités non liés à la maintenance tels que la restauration ou le gardiennage.

III.1 REORGANISATION DES RELATIONS ENTRE LE DONNEUR D'ORDRES ET LES ENTREPRISES EXTERIEURES POUR EVITER TOUT ACCIDENT/INCIDENT

III.1.1 Introduction

Ce chapitre est divisé en deux sections.

Dans la première section, nous nous attarderons sur la stratégie d'externalisation des travaux de maintenance sur le site à moyen et long terme puis nous donnerons les principales évolutions de l'externalisation ses dernières années.

Dans la deuxième section nous décortiquerons la « politique zéro accident » mise en place sur le site et fournirons ses résultats sur le taux d'accident/incident du personnel extérieur.

III.1.2 Stratégie d'externalisation à moyen et long terme et évolution de l'externalisation sur le site

Les entretiens semi-directifs avec la direction et le service Achats-Sous-traitance ont permis de dégager la stratégie d'externalisation du site et les principales évolutions de la sous-traitance ces dix dernières années.

III.1.2.1 Stratégie d'externalisation à moyen et long terme

a) Externalisation des travaux de maintenance de longue date

L'externalisation des travaux de maintenance n'est pas une nouveauté sur le site.

Depuis plus de trente ans, le site externalise l'exécution des travaux de maintenance lors des grands arrêts quinquennaux, et externalise depuis plus de vingt ans l'exécution des travaux de maintenance courante.

L'externalisation de l'exécution des travaux de maintenance est une externalisation de spécialité (Cf. Chap. *Sous-traitance*). L'installation n'a pas de ressources internes pour exécuter les travaux de maintenance, ce sont des entreprises prestataires spécialistes qui réalisent les travaux. Cette externalisation peut être assimilée à de la sous-traitance interne (Cf. Chap. *Sous-traitance*) car le personnel des entreprises prestataires réalisent les travaux de maintenance au sein de l'installation.

La sous-traitance toutes activités confondues représente environ 2,5 millions d'heures par an soit 50% des heures travaillées sur le site et près de 600 entreprises prestataires.

b) Stabilité de l'externalisation des travaux de maintenance courante

L'externalisation de l'exécution des travaux de maintenance courante apparaît comme une tendance lourde et peu réversible sur le site.

Cette tendance ne changera que si un changement fort du contexte législatif ou économique a lieu.

La stratégie d'externalisation est en étroite lien avec la politique des ressources humaines et notamment les décisions de « make or buy » « faire ou faire-faire ». Sur le site l'externalisation des travaux de maintenance courante paraît stable, seuls des ajustements sont prévus.

La réinternalisation de travaux externalisés paraît être un phénomène difficile, pourtant dans certains cas, le site a décidé de réinternaliser certains métiers tels que les analyseurs, car ils sont peu nombreux sur le marché ; ou le cost-control pendant les grands arrêts car les prestations externalisées n'étaient pas satisfaisantes.

c) Des niveaux de sous-traitance limités

o Les relations contractuelles

L'installation a fait le choix de limiter fortement la sous-traitance en cascade ne s'autorisant qu'un seul niveau de sous-traitance (basé sur la loi 75-1134).

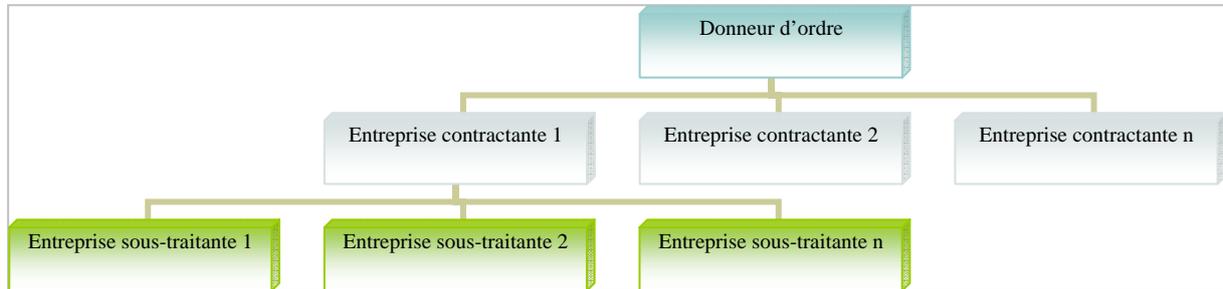


Figure 22 : Organisation de la sous-traitance basée sur la loi 75-1134

De plus, une entreprise contractante ne peut sous-traiter une intervention qui fait partie de son domaine d'activité. Par exemple, une entreprise contractante d'échafaudage ne peut pas sous-traiter le montage d'un échafaudage.

En termes de contractualisation, il existe un contrat commercial d'entreprise entre le donneur d'ordres et l'entreprise contractante, mais il n'existe pas de lien contractuel entre le donneur d'ordres et l'entreprise sous-traitante.



Figure 23 : Liens contractuels entre donneur d'ordres, entreprise contractante et entreprise sous-traitante

On peut distinguer trois types de relations entre le donneur d'ordres et l'entreprise prestataire : l'entreprise sous-traitante, l'entreprise contractante, l'entreprise contractante avec un contrat pluriannuel⁴².

o D'une entreprise sous-traitante à une entreprise avec un contrat pluriannuel : La montée en puissance

Généralement une entreprise extérieure entre dans le site en tant qu'entreprise sous-traitante et réalise des interventions ponctuelles. Si l'entreprise donne satisfaction, elle peut alors devenir contractante et ainsi être liée contractuellement à l'entreprise donneuse d'ordres. Le chiffre d'affaire avec l'installation augmente progressivement, et si l'entreprise donne entière satisfaction, au bout de quelques années un contrat pluriannuel⁴³ de maintenance courante peut être envisagé. Cette montée en puissance est liée à la qualité des prestations et à la connaissance progressive de l'entreprise prestataire.

⁴² Dans la suite de l'étude nous nous intéresserons particulièrement à ce type d'entreprise, car nous avons l'assurance de pouvoir travailler plusieurs années avec ces entreprises.

⁴³ Un contrat pluriannuel de maintenance courante a généralement une durée de 5 ans, il concrétise une relation pérenne et de confiance entre le donneur d'ordres et l'entreprise prestataire, et représente un volume d'activité important.

d) Stratégies pour contrer la dépendance économique et la dépendance technique

Plusieurs risques sont liés à l'externalisation, parmi eux la dépendance économique de l'entreprise prestataire vis-à-vis du donneur d'ordres et la dépendance technique du donneur d'ordres vis-à-vis de l'entreprise prestataire.

○ *Dépendance économique de l'entreprise prestataire*

Le site ne souhaite pas rendre ses entreprises prestataires dépendantes économiquement de lui. Les agences d'entreprises prestataires qui réalisent plus de 35% de leur chiffre d'affaire avec l'installation sont suivies, et les agences doivent présenter un plan d'action pour baisser ce pourcentage. Globalement deux solutions sont envisagées⁴⁴ pour faire baisser ce pourcentage, (i) l'entreprise prestataire trouve de nouveaux clients et augmente ainsi son chiffre d'affaire global ; (ii) il y a fusion/acquisition entre entreprises prestataires.

○ *Dépendance technique du site*

Le site ne souhaite pas non plus être dépendant techniquement d'une entreprise prestataire, il a donc pour stratégie :

- d'avoir au minimum deux entreprises prestataires pour chaque métier considéré,
- de conserver une expertise interne en maintenance.

Le premier volet de cette stratégie est de garder une compétitivité entre les entreprises tout en proposant des volumes importants d'activités et des durées de contrats plus longues aux entreprises pour leur permettre d'avoir une visibilité et ainsi investir et former leur personnel. Ceci est possible car le site est important et propose des volumes d'activités conséquents. Le site veille toutefois à ne pas créer de monopole d'une ou de quelques entreprises de façon à ce qu'aucune entreprise ne se croit incontournable, et qu'il n'y ait pas une dégradation de la qualité du service.

Cette stratégie est largement liée au tissu industriel local et au nombre d'entreprises qualifiées dans les divers métiers de la maintenance. En effet, le site se situe dans une région fortement industrialisée où le nombre d'entreprises prestataires de maintenance est conséquent. Le site est un grand pourvoyeur local de travail et a un poids important dans la région, la raffinerie est l'une des plus grande d'Europe et la plus grande de France. Le ticket d'entrée pour une entreprise prestataire est cher.

Le deuxième volet de cette stratégie est de garder en interne une expertise forte en maintenance. Le site peut s'appuyer sur son service Méthodes qui compte plus d'une trentaine d'experts et sur des équipes maintenance détachées sur le terrain au niveau des secteurs. L'installation recrute si nécessaire des anciens employés d'entreprises prestataires pour compléter son expertise.

L'établissement n'externalise pas la maintenance, elle externalise l'exécution des travaux.

⁴⁴ Rappelons que l'objectif n'est pas de baisser le chiffre d'affaire avec le site.

III.1.2.2 Evolution de l'externalisation

L'une des principales évolutions est la forte pression des autorités de tutelles notamment la DRIRE ⁴⁵, l'inspection du travail ⁴⁶ et la CRAM ⁴⁷ sur les problématiques de sécurité.

A cela s'ajoute une juridisation croissante des questions relatives à la sécurité du personnel prestataire. Plusieurs chefs d'établissements de grands donneurs d'ordres sont ou ont été poursuivis en justice suite à un accident d'un intervenant prestataire sur leur site.

Une autre évolution notable est liée au développement de la responsabilité sociétale des entreprises et dans laquelle Total s'est engagé à améliorer la sécurité au travail de toutes les personnes qui travaillent sur les installations du groupe qu'elles soient internes ou externes (Total, 2007). Un des indicateurs suivi attentivement sur chacun des sites industriels du groupe est le nombre d'accidents du travail sur site, personnel interne et externe confondu.

Ces évolutions sont concomitantes à la forte augmentation des exigences sécurité de l'installation vis-à-vis des entreprises prestataires. La certification MASE (ou équivalent) est devenue un critère apprécié voir nécessaire (MASE, 2004). Le site a mis en place à partir de Janvier 2005 une nouvelle politique que nous avons intitulée « politique zéro accident » dont l'objectif est d'éviter tout accident/incident lors des travaux de maintenance externalisés et que nous allons décortiquer dans la section suivante.

⁴⁵ DRIRE : Direction Régionale de l'Industrie de la Recherche et de l'Environnement. La DRIRE exerce une mission de police environnementale qui vise à prévenir et à réduire les dangers et les nuisances liés aux établissements industriels soumis à la législation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, afin de protéger les personnes, l'environnement et la santé.

⁴⁶ L'inspection du travail a pour mission de contrôler l'application de l'ensemble de la réglementation du travail, en ce qui concerne les contrats de travail, la durée du travail, la représentation du personnel, la santé et la sécurité, et d'informer les employeurs, les salariés et les représentants du personnel sur leurs droits et obligations.

⁴⁷ CRAM : Caisse Régionale d'Assurance Maladie. La CRAM est un organisme de prévention, qui a un pouvoir d'incitation et de sanction. La CRAM a un rôle de conseil, de formation et d'information auprès des entreprises. Ses inspecteurs ont droit à l'entrée et la visite sur place ainsi qu'à l'investigation et à l'enquête. C'est également elle qui gère les cotisations au titre des accidents et maladies professionnels et en ce sens a un pouvoir de minoration ou de majoration de ces cotisations.

III.1.3 Analyse de la « politique zéro accident » mise en place

Afin d'éviter tout accident/incident lors des travaux de maintenance externalisés, le site a mis en place une politique que l'on nommera dans la suite « politique zéro accident », que nous allons décortiquer et en donner les résultats.

III.1.3.1 Au départ : de mauvais résultats sécurité pour les entreprises extérieures

La littérature rapporte que l'un des principaux risques lié à l'externalisation des travaux est le risque d'accidents pour le personnel extérieur.

Dans l'installation que nous étudions, ce risque est présent et le personnel extérieur a de mauvais résultats sécurité.

Les résultats de sécurité au travail sont évalués grâce au TRIR⁴⁸ un indicateur prospectif de fréquence d'incidents. Plus le TRIR est important, plus le taux d'accident est important.

$$TRIR = \frac{\text{Nombre d'accidents avec ou sans arrêt} + \text{Nombre postes aménagés}}{\text{Millions d'heures travaillées}}$$

En janvier 2005⁴⁹,

TRIR entreprises extérieures = 18.6

TRIR personnel interne = 2.2

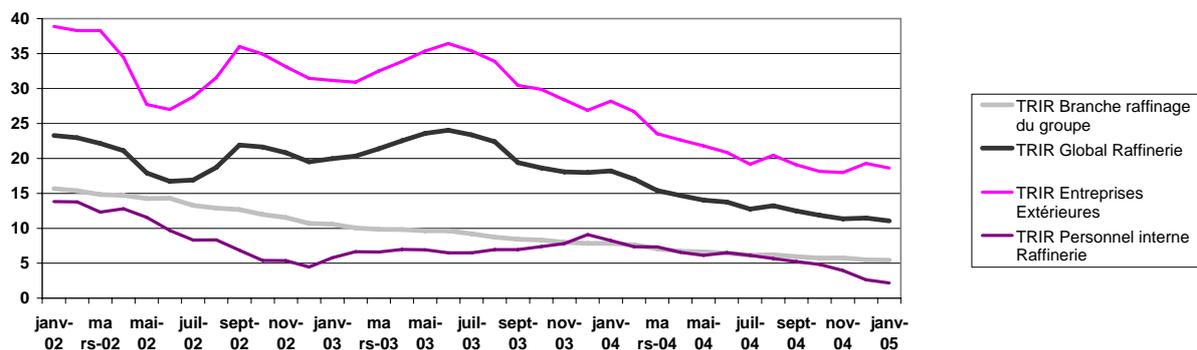


Figure 24 : TRIR du groupe industriel et du site

Le site a les plus mauvais résultats sécurité du groupe industriel dus notamment au fort TRIR des entreprises extérieures. Alors que les résultats du groupe suivent les objectifs fixés, le TRIR du site est largement supérieur à ces objectifs.

Dans cette compagnie pétrolière, les résultats sécurité des prestataires sont depuis de nombreuses années inclus dans leurs résultats sécurité globaux, ce qui montre que cette compagnie porte un intérêt équivalent à la sécurité du personnel interne et externe qui travaillent sur leurs sites (ce constat n'est pas en accord avec la littérature mentionnée dans la 1^{ère} partie de ce document qui atteste que les entreprises sous-traitent leurs risques).

L'installation, dont les propres résultats sécurité dépendent des résultats sécurité de ses prestataires, décide de réorganiser ses relations avec ses contractants afin d'améliorer ces résultats.

⁴⁸ TRIR : Total Recordable Incident Rate .

⁴⁹ Pour l'année 2004, le nombre d'accidents dont est victime le personnel des entreprises extérieures est de 885 et de 38 pour le personnel interne (tiré du bilan social de l'établissement de 2006).

III.1.3.2 Analyse interne des accidents du personnel extérieur

Une analyse interne des accidents du personnel extérieur effectuée par le site a conclu que les causes principales d'accidents sont :

- Un turn-over excessif du personnel extérieur qui mène à une méconnaissance du site et de ces risques.
- Des modes opératoires et des Autorisations de Travail à améliorer pour mieux décrire les travaux à réaliser et le contexte dans lequel ils ont lieu.
- Une supervision et une coordination des travaux à renforcer.

III.1.3.3 La mise en place d'un plan spécifique

a) Le pilotage de la « politique zéro accident » confiée au service maintenance

Le pilotage et la mise en œuvre de cette réorganisation sont confiés en 2005, au service maintenance.

Ce 1^{er} constat est intéressant, le site décide que la sécurité au travail des prestataires extérieurs est du ressort du département qui est en charge des activités maintenance et qui représente le donneur d'ordres. La sécurité au travail du personnel extérieur est séparée des autres instances de gestion des risques tels que les risques industriels, les risques environnementaux ou les risques financiers.

L'organisation de la réglementation et des autorités de tutelles, renforcent cette séparation, en établissant depuis longtemps des stratégies de prévention en silos, différenciées selon le type de risques à gérer et avec des inspecteurs dédiés (DRIRE pour les risques industriels, Inspection du travail pour le droit du travail et ingénieurs de la CRAM pour la prévention des risques professionnels). Nous reviendrons plus tard sur les conséquences potentielles de cette ségrégation.

Cette « politique zéro accident » a été élaborée suite à l'analyse interne des causes d'accidents et elle en suit logiquement les conclusions :

- Choisir et fidéliser les meilleurs prestataires.
- Accroître l'encadrement de la préparation et l'exécution des travaux.
- Surveiller l'application des règles et procédures par le personnel extérieur.

Nous allons dans la suite détailler cette « politique zéro accident » en développant les trois points de cette réorganisation.

b) Le choix et la fidélisation des prestataires

Le site, à travers son service Achats-Sous-traitance dispose d'un pool de prestataires reconnus techniquement dans leur domaine, et en mesure d'intervenir dans l'installation.

Les contractants de la maintenance courante sont ensuite fidélisés par quatre processus :

- L'allongement de la durée des contrats, qui est passée de 3 à 5 ans, pour les contrats pluriannuels de maintenance courante.
- Une contractualisation principalement au forfait pour proposer un portefeuille d'interventions préétabli.
- Une demande de stabilité du personnel prestataire sur le contrat forfaitisé, pour que les intervenants aient une connaissance approfondie du terrain.

- La prise en compte des urgences dans la rémunération de l'entreprise contractante, pour essayer de minimiser en interne les demandes d'interventions en urgence et rémunérer la flexibilité demandée aux prestataires.

c) L'encadrement accru de la préparation et l'exécution des travaux externalisés

Cette réorganisation de la contractualisation est accompagnée par une augmentation et un durcissement des procédures et contraintes liées à l'intervention (Tazi, 2005a) (Tazi, 2005b).

Cette action est centrée sur la prévention des risques d'accidents des prestataires extérieurs lors d'interventions de maintenance, ces principaux axes sont :

- *La formation à l'analyse des risques professionnels*

Formation de 3 jours élaborée avec la CRAM⁵⁰, afin d'aider le personnel de l'entreprise utilisatrice et des entreprises extérieures à réaliser l'analyse des risques professionnels lors de l'élaboration des plans de prévention et des autorisations de travail.

- *Le plan de prévention des opérations courantes et spécifiques*

En application de l'arrêté du 19 mars 1993 et du décret 92-158 du 20 février 1992, un plan de prévention, pour les opérations de maintenance courante de chaque secteur de l'installation est établi par écrit ; ainsi qu'un plan de prévention spécifique pour les grands arrêts de chaque secteur. L'accent est mis sur le caractère vivant de cet outil de travail et qu'il repose sur différents éléments notamment : la visite conjointe de préparation, le mode opératoire, l'analyse de risques spécifiques à chaque intervention, l'Autorisation de Travail, la réunion de coordination, etc.

- *La visite conjointe entreprise utilisatrice et entreprise extérieure de préparation pour toute intervention*

Cette visite conjointe sur le lieu d'intervention, a pour objectif de confirmer le diagnostic technique et prendre en compte l'environnement de l'intervention, pour une bonne préparation.

- *Le mode opératoire y compris l'analyse de risques pour toute intervention*

Elaboré par l'entreprise extérieure, lors de la préparation de l'intervention, le mode opératoire doit correspondre au travail à effectuer, et doit être clair, précis et compréhensible.

Il doit être disponible sur le lieu de l'intervention avec l'Autorisation de Travail et doit être connu et appliqué par l'équipe d'intervention de l'entreprise extérieure.

- *L'Autorisation de Travail AT pour toute intervention*

En application de l'arrêté du 4 septembre 1967⁵¹, l'Autorisation de Travail doit correspondre au travail à effectuer, être reliée et en phase avec le plan de prévention.

Elle doit être validée par toutes les parties (exploitant, sécurité pour les cas particuliers, entreprise extérieure et coordinateur travaux⁵²) et signée par le chef de quart exploitation au début du travail.

⁵⁰ CRAM : Caisse Régional d'Assurance Maladie.

⁵¹ Arrêté du 4 septembre 1967 relatif aux règles d'aménagements et exploitation des usines de traitement de pétrole brut, de ses dérivés et résidus spécifie dans son art 57.1 « l'ouvrier ou l'équipe qui effectue la réparation reçoit dans tous les cas une Autorisation de Travail spéciale visée notamment par le chef de quart ».

⁵² Dans notre cas le technicien de maintenance.

- *La réunion quotidienne de coordination (planning et interférences sur un secteur)*

Cette réunion quotidienne doit être effectuée, dans chaque secteur et avec toutes les parties intéressées : exploitant, maintenance, sécurité, entreprises extérieures.

Elle a pour objectif de confirmer le planning de toutes les interventions du lendemain et de gérer au plus près les interférences potentielles.

Si une entreprise extérieure a des travaux planifiés pour le lendemain, mais qu'elle est absente à cette réunion, ses travaux sont annulés.

- *La mise à disposition pour travaux*

C'est la procédure de mise à disposition du matériel/machines avant travaux. Un système d'étiquetage spécifique permet de connaître l'état du matériel/machine (mis à disposition, en travaux, en service).

Ce processus permet de mieux formaliser toutes les étapes des travaux de maintenance, du besoin exprimé par les exploitants, en passant par la préparation conjointe de l'intervention, et l'intervention par l'entreprise extérieure.

La communication entre le donneur d'ordres et le prestataire est plus formalisée : aucune intervention n'est censée avoir lieu sans qu'il y ait au préalable une visite commune du lieu d'intervention et les prestataires doivent être présents à la réunion quotidienne de coordination de chaque secteur où ils vont intervenir le lendemain.

La formation mixte de 3 jours et le plan de prévention entrent dans le cadre des règles et procédures qui définissent la façon dont les décisions doivent être prises.

La visite conjointe de préparation, le mode opératoire, l'Autorisation de Travail, la réunion quotidienne de coordination et la mise à disposition pour travaux entrent dans le cadre des règles et procédures qui définissent concrètement les actions à mener (Hale & Swuste, 1998)

d) La surveillance de l'application des règles et procédures mises en place

Cette réorganisation s'appuie sur la création d'un poste de préventeur sécurité secteur, dont l'une des fonctions est de surveiller la bonne application par le personnel extérieur, de l'ensemble des règles et procédures en vigueur. Si un intervenant extérieur ne suit pas les procédures, le préventeur peut arrêter les travaux et suspendre son habilitation à travailler sur le site.

Le nombre d'audits terrain réalisés par le personnel interne a sensiblement augmenté. Chaque intervenant extérieur, doit pouvoir présenter, à chaque instant sur le lieu d'intervention, un nombre significatif de documents (l'Autorisation de Travail dûment signée, le mode opératoire spécifique à l'intervention, l'analyse d'explosimétrie si l'intervention le nécessite, un formulaire «vérification avant action» dûment signé, etc.).

Les principales mesures prises pour vérifier la conformité aux règles ont trait au niveau individuel en vérifiant la conformité du comportement des personnes (Hale & Swuste, 1998).

III.1.3.4 Les résultats spectaculaires de cette « politique zéro accident »

A court terme, cette réorganisation des relations entre le donneur d'ordres et les entreprises extérieures a amélioré de manière spectaculaire les résultats de sécurité liés aux accidents au poste de travail du personnel des entreprises extérieures.

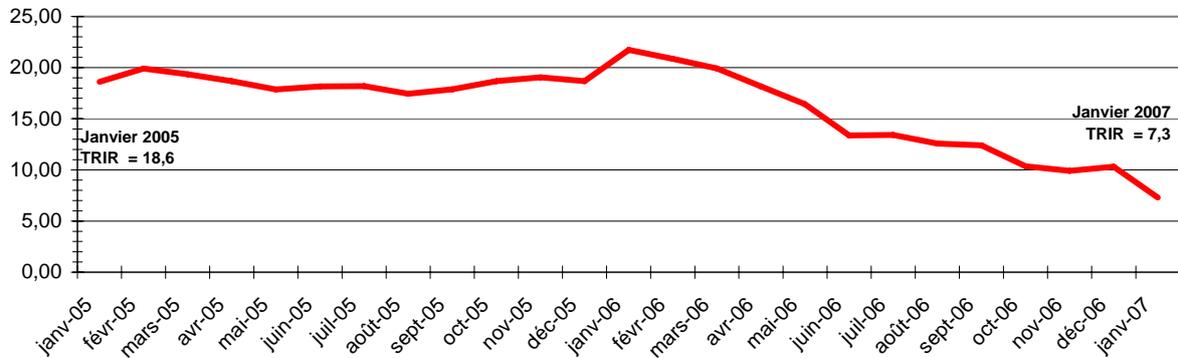


Figure 25 : TRIR des entreprises extérieures entre janvier 2005 et janvier 2007

L'indicateur utilisé le TRIR des entreprises extérieures est passé de 18.6 en janvier 2005 à 7.3 en janvier 2007. Le nombre d'accidents et incidents au poste de travail des entreprises extérieures a donc baissé de plus de moitié en 2 ans, ce qui était le principal objectif de cette réorganisation.

Les résultats de cette réorganisation sont importants et indiscutables, il semble cependant intéressant de comprendre les changements sous-jacents et de questionner le modèle sur le long terme.

Nous ne voulons pas nous limiter à un seul indicateur pour évaluer les impacts de cette politique et souhaitons avoir une vision plus globale de l'impact de cette politique. Dans l'analyse sociotechnique qui suit nous allons identifier les objectifs et contraintes de tous les acteurs du système et les impacts de cette « politique zéro accident ».

III.2 ANALYSE SOCIOTECHNIQUE DU SYSTEME

III.2.1 Introduction

Après avoir décrit « la politique zéro accident » et ses résultats, nous allons maintenant analyser le système et les impacts de cette politique sur les différents acteurs de celui-ci.

Pour l'analyse du système d'externalisation sur le site industriel que nous prenons pour exemple, nous adoptons la méthode « abstraction hiérarchique » décrite par Rasmussen (1997) et complétée par Vicente (1999).

L'objectif est de réaliser une analyse fine du système d'externalisation des travaux de maintenance en identifiant les objectifs, les contraintes et les activités de tous les acteurs, et de saisir l'impact de la « politique zéro accident » à tous les niveaux du système et sur toutes les parties prenantes.

Ce chapitre est divisé en plusieurs sections :

- Description de la méthode d'abstraction hiérarchique.
- Décomposition en « Tout et Parties » : Hiérarchie de raffinement du système.
- Décomposition en « Fins-Moyens » : Hiérarchie d'abstraction du système ; et analyse des impacts de la « politique zéro accident » sur tous les acteurs du système.
- Identification des contraintes majeures du système d'externalisation.
- Description de l'espace de fonctionnement considéré comme sûr par le site, et dans lequel les activités de maintenance doivent être réalisées.
- Description des principales barrières mises en place pour que les acteurs travaillent à l'intérieur des frontières de l'espace de fonctionnement prescrit.

III.2.2 L'abstraction hiérarchique

Rasmussen (1986) souligne l'importance de pouvoir représenter de manière structurée le domaine de travail dans lequel les acteurs d'un système évoluent et prennent des décisions. L'objectif étant de pouvoir représenter l'espace de fonctionnement prescrit et de comprendre pourquoi le système migre vers l'espace d'action auto-stabilisé (Cf. Chap. *Les déviations par rapport aux règles et procédures*).

Il développe une méthode d'analyse sociotechnique des systèmes qui dépassent les limites des décompositions en tout et parties qui ne renseignent pas sur les buts à réaliser, les moyens mis en œuvre ou les contraintes imposées aux acteurs.

Cette méthode d'analyse intitulée « abstraction hiérarchique » modélise le système complexe sous deux dimensions :

- une décomposition en « Tout et Parties » : la hiérarchie de raffinement ;
- une décomposition en « Fins et Moyens » : la hiérarchie d'abstraction.

Tableau 1 : L'abstraction hiérarchique

	Hiérarchie de raffinement →				
Hiérarchie d'abstraction ↓	Système	Sous-systèmes	Unités fonctionnelles	Sous-ensembles	Composants
Objectifs fonctionnels					
Fonctions abstraites					
Fonctions générales					
Fonctions physiques					
Formes physiques					

La décomposition en termes de « Fins-Moyens » est représentée sous cinq niveaux d'abstraction (Rasmussen, 1997) (Vicente, 1999) :

- **Les objectifs fonctionnels** correspondent aux objectifs pour lesquels le système a été conçu et auxquels le système doit répondre.
- **Les fonctions abstraites** correspondent aux lois qui s'appliquent au système : lois légales et physiques, réglementations, etc.
- **Les fonctions générales** représentent les activités réalisées afin d'atteindre les objectifs du système.
- **Les fonctions physiques** représentent les activités impliquées dans les processus physiques. Ceux sont les activités réalisées par les hommes et les machines.
- **Les formes physiques** représentent les éléments qui physiquement réalisent le travail : les hommes et les machines.

Cette représentation du domaine de travail permet de décrire pour chaque entité ses objectifs et d'identifier les contraintes qui limitent les capacités d'action des acteurs ; afin de représenter par la suite l'espace de fonctionnement prescrit et de comprendre les phénomènes de migrations.

Les informations présentées dans la section suivante sont issues :

- d’entretiens avec les différents niveaux d’encadrement du site ;
- d’entretiens avec l’encadrement des entreprises extérieures suivies ;
- de documents internes à l’installation qui présentent les missions et objectifs des différents services et départements ;
- des fiches de postes des acteurs de la maintenance, d’exploitation et de la sécurité.

III.2.3 Analyse du modèle d’externalisation des travaux de maintenance courante

III.2.3.1 La hiérarchie de raffinement

Nous avons tout d’abord appliqué la hiérarchie de raffinement à notre système afin de le décomposer en « Tout et Parties » (Cf. Figure 26) (Tazi & Amalberti, 2006).

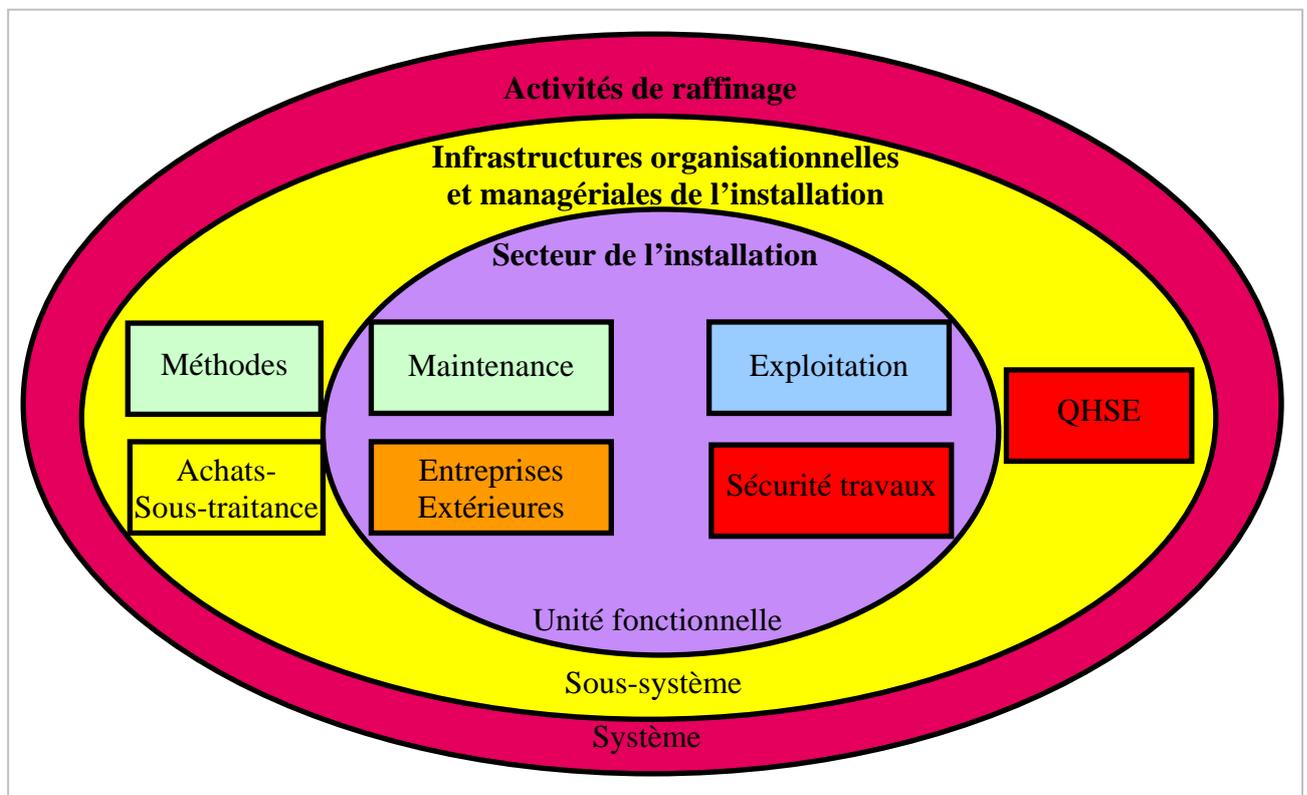


Figure 26 : Hiérarchie de raffinement du système

Dans ce système, le niveau le plus haut représente les activités de raffinage du groupe avec lequel nous travaillons.

Le niveau inférieur est l’installation étudiée avec ses infrastructures managériales et organisationnelles qui incluent la gestion de l’externalisation des travaux de maintenance.

Ce niveau⁵³ se compose notamment :

- Du service Méthodes en charge de la définition des plans de maintenance.
- Du service Achat-Sous-traitance qui assure la sécurité et la continuité des approvisionnements.

⁵³ Par souci de clarté nous ne développons ici que les composantes du système en relation avec la gestion des travaux externalisés.

- Du service QHSE Qualité Hygiène Sécurité Environnement qui coordonne les actions de sécurité.

Les unités fonctionnelles sont les secteurs de l'installation, c'est à ce niveau que sont réalisées les activités qu'elles soient d'exploitation des équipements ou de leur maintenance.

Chaque unité fonctionnelle (ou secteur) est ensuite décomposée selon ses composantes qui représentent les acteurs directement liés aux travaux de maintenance :

- Le service maintenance du secteur qui coordonne les travaux de maintenance.
- Le représentant sécurité de chaque secteur dont l'une des fonctions est de veiller à l'application des règles et procédures de sécurité lors de l'exécution des travaux par les entreprises extérieures.
- Le service exploitation du secteur qui est en charge de la production et exploite les équipements à maintenir.
- Les entreprises extérieures qui exécutent les travaux de maintenance de chaque secteur.

Dans cette décomposition, les entreprises extérieures sont délibérément placées en tant qu'actrices des unités fonctionnelles (les secteurs). En effet, dans ce système, les entreprises extérieures suivies, sont organisées de manière à répondre de manière spécifique à chaque secteur. Ces entreprises ont formé pour chaque secteur une équipe d'intervention dédiée.

Nous avons ensuite analysé le système et ses composantes en termes de « Fins-Moyens ».

III.2.3.2 Abstraction hiérarchique du système, sous-système et unités fonctionnelles

Tableau 2 : Abstraction hiérarchique du système, sous-système et des unités fonctionnelles⁵⁴ et impacts de la politique zéro accident

	Hiérarchie de raffinement →		
Hiérarchie d'abstraction ↓	Système : Activités de raffinage	Sous-système : Infrastructures managériales et organisationnelles de la raffinerie	Unités fonctionnelles : Secteurs de l'installation
Objectifs fonctionnels	Faire des profits Gérer les ressources énergétiques	Raffiner le pétrole selon la réglementation et la demande Approvisionner le marché selon la demande	Fournir les produits selon la demande dans le respect des règles de sécurité, environnement et qualité Garantir les coûts, délais et sécurité de fonctionnement
Fonctions abstraites	Réglementations, lois, décrets	Réglementation ICPE Directive Seveso II Loi du 31 juillet 2003 sur les risques technologiques majeurs Arrêté du 4 sept 1967 sur les usines de traitement du pétrole brut Réglementations sur la sous-traitance et l'externalisation Loi 75-1334 Code du travail Lois de l'offre et de la demande Etre accepté par la société civile Directives groupe	Lois physiques et procédés Décret 92-158 du 20 février 1992
Fonctions générales	Fournir les produits raffinés selon la demande	Raffiner Gérer les risques industriels, professionnels et de pollution	Garantir la production, Garantir l'application de la politique sécurité, environnement et qualité de la raffinerie.
Fonctions physiques	Fixer les conditions générales d'exploitation des installations de raffinage Approvisionner les raffineries en brut	Définir et mettre en œuvre une politique de fonctionnement selon les conditions générales d'exploitation	Appliquer la politique et les règles définies par les infrastructures managériales de la raffinerie
Formes physiques	Direction générale des activités de raffinage	Directeur et encadrement de la raffinerie	Personnel interne et personnel extérieur intervenant dans le secteur

La « politique zéro accident » mise en place sur le site (Cf. section précédente), a été décidé par la direction du site et elle a été élaborée et pilotée par l'encadrement et en particulier le service maintenance. Cette politique se concrétise au niveau des unités fonctionnelles du système c'est-à-dire les secteurs de l'installation. Elle impacte les activités réalisées à ce niveau et les personnes en charge de celles-ci.

⁵⁴ En gris clair, sont indiquées les fonctions et les personnes impliquées dans la politique zéro accident mise en place sur le site.

III.2.3.3 Abstraction hiérarchique des entités Méthodes, QHSE et Achats-Sous-traitance

Tableau 3 : Abstraction hiérarchique des départements QHSE et Achats-Sous-traitance⁵⁵ et impacts de la politique zéro accident

	Hiérarchie de raffinement →		
Hiérarchie d'abstraction ↓	Service Méthodes	Département QHSE	Service Achats-Sous-traitance
Objectifs fonctionnels	Assurer la fiabilité des installations	Assurer la sécurité des personnels et des installations sur le site	Assurer la sécurité et la continuité des approvisionnements et services tout en en garantissant la qualité les délais et les coûts
Fonctions abstraites	Réglementation et directives liées au matériel Politique de maintenance Plan de maintenance spécifique des EIPS ⁵⁶	Réglementation ICPE Code du travail Décret 92-158 Réglementation sur la sous-traitance et l'externalisation Directives groupe	Code du travail et du commerce Directives achats et code éthique groupe
Fonctions générales	Définir les plans de maintenance Définir et suivre la maintenance préventive	Identifier et maîtriser les risques liés aux activités de l'installation Définir et mettre en œuvre la politique sécurité dans le cadre du SMS ⁵⁷	Avoir un portefeuille d'entreprise agréées Conclure des contrats Mettre en adéquation les besoins de l'installation et l'offre de services présente sur le marché
Fonctions physiques	Assister la maintenance des secteurs Définir et vérifier la réalisation de la maintenance préventive Définir les procédures générales et les recommandations de maintenance Analyser les dysfonctionnements et émettre des préconisations Suivre l'historique des défaillances	Coordonner les actions de sécurité préventives et d'intervention Former le personnel interne et habilitier le personnel externe Suivre et analyser les statistiques des accidents et incidents Participer à l'élaboration des plans de prévention Surveiller et auditer les chantiers etc.	Réaliser la veille marché Réaliser l'agrément des entreprises extérieures Faire des appels d'offres Conclure et gérer les contrats avec les entreprises Suivre et évaluer les entreprises extérieures
Formes physiques	Personnel du service Méthodes	Personnel de prévention et d'intervention et personnel responsable du SMS	Acheteurs, responsable suivi des entreprises extérieures

⁵⁵ En gris clair, sont indiquées les fonctions et les personnes impliquées dans la politique zéro accident mise en place sur le site.

⁵⁶ EIPS : Eléments Importants Pour la Sécurité, exemples : soupapes de sécurité, détecteur de produits toxiques.

⁵⁷ SMS : Système de Management de la Sécurité dans notre cas SIES Système International d'Evaluation de la Sécurité.

Afin de mieux expliciter le rôle et l'impact de la « politique zéro accident », nous allons faire un zoom sur chacune des entités présentées dans le tableau, soit : le service Méthodes, le département QHSE et le service Achat-Sous-traitance.

a) Zoom sur le service Méthodes

○ *Le rôle d'expertise du service Méthodes*

La stratégie de maintenance adoptée par le site est la MBF Maintenance Basée sur la Fiabilité (Cf. Chap. *Maintenance*) (Moubray, 1997) (Zwingelstein, 1996).

Le service Méthodes est le pôle d'expertise de la maintenance sur le site. Il est composé de plus d'une trentaine d'experts en mécanique, électricité-automatismes et entretien général. Il est le garant de la sûreté de fonctionnement des installations. Dans ce cadre, il élabore les politiques de maintenance par famille de matériel, définit et vérifie la réalisation effective des plans de maintenance préventive (Cf. Chap. *Maintenance*), définit et suit les indicateurs pertinents en maintenance (fiabilité et disponibilité des installations), assiste les équipes de maintenance terrain pour l'analyse des défaillances et émet des préconisations.

○ *Impacts de la « politique zéro accident » sur le service Méthodes*

Le service Méthodes n'a pas été directement impacté par cette politique. On peut tout de même supposer que la fidélisation des entreprises extérieures, permet de stabiliser et de conforter les relations entre ce service et les entreprises prestataires en charge de la réalisation de la maintenance préventive.

b) Zoom sur le département QHSE

○ *Le rôle du département QHSE*

Le département QHSE Qualité Hygiène Sécurité Environnement coordonne toutes les actions de sécurité industrielle ou professionnelle, préventive ou d'intervention. Il concerne toutes les personnes qui travaillent au sein de l'installation, y compris le personnel des entreprises prestataires. Ce département comprend entre autres le service SIES responsable du SMS et le service Sécurité et Hygiène Industrielle SHI responsable de la mise en œuvre de la politique.

Le service SIES est en charge de coordonner les actions développées autour du SMS. Le SMS en place dans l'installation depuis plusieurs années se base sur SIES⁵⁸, et le site a de bons scores. Ce référentiel se compose de 20 points, et est destiné à améliorer et à démontrer la performance Sécurité, Environnement et Opérationnelle des entreprises. En ce qui concerne l'externalisation de travaux ou services, le système SIES insiste sur la prise en compte des compétences Qualité Sécurité Environnement lors de la sélection des fournisseurs, afin d'éviter que les prestations externes de services puissent être à l'origine d'accidents ou provoquer des pertes (élément 19 de SIES).

Le service SHI comprend :

- Des équipes d'intervention (des pompiers en charge d'intervenir lors d'un incident ou accident).
- D'un service prévention générale en charge de la formation sécurité du personnel, la mise à disposition d'EPI⁵⁹, l'amélioration des conditions de travail, le suivi et l'étude statistique des accidents et incidents, l'analyse des causes fondamentales des accidents et incidents pour initier des axes de progrès, etc. Ce service travaille en lien étroit avec la médecine du travail (nous ne développerons pas le volet médecine de travail dans cette analyse).

⁵⁸ SIES : Système International d'Evaluation de la Sécurité développé par DNV.

⁵⁹ EPI : Equipement de protection Individuelle.

- D'un service prévention travaux en charge de l'habilitation sécurité du personnel des entreprises extérieures intervenantes sur le site, la participation au plan de prévention pour tous travaux et l'établissement d'une Autorisation de Travail pour chaque intervention, la surveillance des travaux et chantiers à risques, les audits sécurité dans le cadre des travaux, etc.

- o *Impacts de la « politique zéro accident » sur le département QHSE*

Il est intéressant de noter que le service sécurité n'a pas été directement impliqué dans l'élaboration de la « politique zéro accident » et que le pilotage de celle-ci est entre les mains du service maintenance. Cependant, le département QHSE a été impacté par cette politique par le renforcement important du service prévention travaux et la création d'un poste de préventeur sécurité secteur pour chaque unité fonctionnelle du site et la mise en place d'un accueil sécurité plus poussé du personnel des entreprises extérieures.

c) Zoom sur le service Achats-Sous-traitance

- o *Rôle du service Achats-Sous-traitance*

Au sein de l'installation suivie, « le rôle du service achats-sous-traitance est d'assurer la sécurité des approvisionnements⁶⁰ c'est-à-dire veiller à ce qu'il n'y ait pas de rupture de stock ni d'arrêt des prestations. En ce sens, un des rôles du service Achats-Sous-traitance est de faire entrer des entreprises au sein de la raffinerie dans les meilleures conditions et d'être à l'écoute du marché » dixit un responsable des achats de l'installation.

Le service Achat-Sous-traitance est en charge de l'agrément des entreprises prestataires qui les autorise à travailler au sein de l'installation ; et de la contractualisation le cas échéant.

Il suit les évaluations des entreprises extérieures et coordonne les évaluations annuelles⁶¹.

- o *Impacts de la « politique zéro accident » sur le service Achat-Sous-traitance*

La « politique zéro accident » a eu des impacts forts sur le service Achat-Sous-traitance.

Tout d'abord sur la contractualisation et l'agrément des entreprises de manière à disposer de prestataires reconnus techniquement dans leur domaine et qui soient en mesure d'intervenir sur le site.

Ensuite, cette politique a affecté la fidélisation de ces entreprises prestataires en allongeant la durée des contrats pluriannuels de maintenance de 3 à 5 ans. Elle a également encouragé une contractualisation principalement au forfait, ainsi qu'une demande de stabilité du personnel prestataire. Enfin elle permet la prise en compte des urgences dans la rémunération des entreprises.

Le site par l'intermédiaire du service Achat-Sous-traitance a accepté de payer les coûts supplémentaires engendrés par la mise en place de cette politique.

⁶⁰ La sécurité des approvisionnements prend en compte les délais, la qualité, la sécurité au sens accident de travail, la fiabilité et la réactivité en cas d'urgence.

⁶¹ Plusieurs types d'évaluation des entreprises extérieures coexistent : (i) les évaluations ponctuelles, (ii) les évaluations mensuelles des entreprises en contrat pluriannuel de maintenance courante, (iii) l'évaluation annuelle des entreprises contractantes pour prendre en compte la relation avec une entreprise prestataire dans son ensemble.

III.2.3.4 Abstraction hiérarchique des composantes fonctionnelles : Maintenance, Sécurité, Exploitation, Entreprises extérieures

Tableau 4 : Abstraction hiérarchique des composantes des unités fonctionnelles⁶²

	Hiérarchie de raffinement →			
Hiérarchie d'abstraction ↓	Maintenance	Sécurité	Exploitation	Entreprises Extérieures
Objectifs fonctionnels	Garantir la disponibilité et le fonctionnement des équipements	Garantir l'application de la politique sécurité de la raffinerie	Conduire les unités à l'optimum dans le respect des règles de sécurité, d'environnement et de qualité des produits	Faire des profits Honoré un contrat Fidéliser les clients Proposer des services et produits en adéquation avec les besoins
Fonctions abstraites	Politique zéro accident Plan de prévention Plan de maintenance Conditions générales et particulières de sécurité Lois et réglementation des métiers externalisés	Plan de prévention Conditions générales et particulières de sécurité Lois et réglementation des métiers externalisés	Loi procédés Demandes du bureau de fabrication Politique zéro accident Plan de prévention Conditions générales et particulières de sécurité	Lois et réglementations du métier Politique zéro accident Plan de prévention Conditions générales et particulières de sécurité
Fonctions générales	Coordonner la maintenance Garantir la sécurité des chantiers Appliquer et faire appliquer la politique zéro accident	Faire appliquer la politique sécurité des travaux dans le respect de la réglementation, des règles et procédures Contribuer aux actions de prévention	Garantir la marche des unités et leur fonctionnement optimal Garantir l'application de la politique sécurité, environnement et qualité de la raffinerie	Exécuter les travaux de maintenance suivant les demandes du donneur d'ordres dans le respect des règles et procédures du donneur d'ordres, de son entreprise et de la réglementation
Fonctions physiques	Analyser les demandes d'intervention Diagnostiquer les pannes Ordonner les opérations de maintenance Appliquer le plan de maintenance Appliquer la politique zéro accident etc.	Préparer et participer aux plans de prévention Instruire et valider les autorisations de travail Mettre en place la politique HSE dans le secteur Vérifier l'application des règles et procédures de sécurité etc.	Faire marcher les unités en fonction des consignes Surveiller le matériel et remonter les anomalies Mettre à disposition les matériels pour travaux Signer les autorisations de travail etc.	Appliquer la politique zéro accident Exécuter les travaux de maintenance à la demande etc.
Formes physiques	Techniciens maintenance du secteur	Préventeur sécurité secteur	Personnel d'exploitation	Personnel des entreprises extérieures et leurs responsables

⁶² En gris clair, sont indiquées les fonctions et les personnes impliquées dans la « politique zéro accident ».

Le tableau 4 indique clairement que les acteurs des unités fonctionnelles sont fortement impactés par la mise en place de la « politique zéro accident » ou PST⁶³.

Si leurs objectifs ne changent pas, les contraintes qui pèsent sur ces acteurs et leurs activités sont particulièrement affectées.

a) Zoom sur la maintenance du secteur

○ *Rôle de la maintenance du secteur*

La finalité du poste de technicien de maintenance est de garantir la disponibilité et le fonctionnement des équipements du secteur.

Ces techniciens coordonnent et planifient la maintenance et sont donneurs d'ordres des travaux de maintenance courante. Ils correspondent à la fonction ordonnancement décrite au chapitre *Maintenance*.

En ce sens, ils sont garants de la sécurité des chantiers sur leur secteur.

○ *Impacts de la « politique zéro accident » sur la maintenance du secteur*

Les techniciens de maintenance du secteur sont en charge de l'application de la « politique zéro accident ». Plusieurs de leurs activités ont été impactées notamment :

- le caractère redevenu obligatoire de la visite conjointe entreprise utilisatrice/entreprise extérieure sur le lieu d'intervention pour préparer toute intervention de maintenance,
- la réunion quotidienne de coordination pour confirmer le planning et gérer les interférences potentielles,
- la réalisation d'audits terrain pour vérifier que les entreprises extérieures respectent la « politique zéro accident ».

b) Zoom sur la sécurité du secteur

○ *Rôle de la sécurité du secteur*

Le rôle du préventeur sécurité du secteur est de faire respecter la législation et les règles internes de sécurité et de mettre en œuvre la politique HSE dans son secteur.

Il complète et valide les mesures de préventions des autorisations de travail. Il effectue des audits terrain pour vérifier que l'exécution des travaux se fait dans le cadre de la « politique zéro accident » et de l'ensemble des règles et procédures de sécurité du site. Il peut stopper les travaux en cas de non respect des règles.

○ *Impacts de la « politique zéro accident » sur la sécurité du secteur*

La mise en place de cette politique a permis de créer les postes de préventeur sécurité secteur et ainsi fortement renforcer la présence du service prévention travaux sur les secteurs.

⁶³ PST : Processus Sécurité Travaux.

c) Zoom sur l'exploitation du secteur

○ *Rôle de l'exploitation du secteur*

L'objectif de l'exploitation est de faire fonctionner les équipements du secteur à l'optimal et garantir la production selon les demandes.

Les exploitants se composent de deux populations :

- les exploitants en quart qui travaillent en 3*8 et conduisent les unités de production ;
- les exploitants de jour qui gèrent les interfaces avec la maintenance secteur, la sécurité secteur et les entreprises extérieures.

Par rapport aux travaux de maintenance, les exploitants en quart sont responsables de leurs équipements, ils ont pour mission :

- de surveiller les équipements et de remonter les anomalies aux techniciens maintenance du secteur ;
- de mettre à disposition des entreprises extérieures les équipements à maintenir ;
- de gérer sur le terrain les interférences potentielles entre les travaux de maintenance et la production.

La mise en place de la « politique zéro accident » a été concomitante à la création d'un nouveau poste d'exploitant de jour dans chaque secteur : le technicien d'exploitation. La finalité de son poste est la même que celle du technicien de maintenance : garantir la disponibilité et la fiabilité des équipements de son secteur. Ses missions sont en lien direct avec la maintenance :

- planifier les travaux avec les techniciens de maintenance ;
- informer les exploitants en quart des travaux planifiés et du calendrier des mises à dispositions ;
- renseigner les risques et mesures préventives associées sur les autorisations de travail ;
- participer à la réunion de coordination quotidienne de son secteur et déverrouiller informatiquement les autorisations de travail des interventions confirmées pour le lendemain.

○ *Impacts de la « politique zéro accident » sur l'exploitation du secteur*

Un impact fort de cette « politique zéro accident » est la création du poste de technicien d'exploitation sur chaque secteur. Ce poste est un tampon entre les exploitants en quart d'un côté, et la maintenance secteur et les entreprises extérieures de l'autre côté. Le technicien d'exploitation gère les interfaces entre ces différents acteurs.

Le personnel d'exploitation de quart a également été impacté par cette politique. Il leur a été demandé de diminuer le nombre d'interventions en urgence. La procédure de mise à disposition de certains matériels a été modifiée de manière à rendre plus explicite l'état du matériel (mis à disposition, en travaux, en service) et éviter les confusions sur le matériel à maintenir.

d) Zoom sur les entreprises extérieures

o Rôle des entreprises extérieures

Les entreprises que nous avons suivies sont en contrat pluriannuel (ou convention), elles se sont organisées pour proposer une équipe d'intervention spécifique pour chaque secteur où elles interviennent. Elles jouent un rôle central dans la maintenance et c'est pour cela que l'on considère dans notre analyse qu'elles font partie des unités fonctionnelles⁶⁴.

Ces entreprises sont en charge de l'exécution des travaux de maintenance courante qu'ils soient correctifs ou préventifs. Elles correspondent donc à la fonction Réalisation décrite au chapitre *Maintenance*.

Elles doivent réaliser les travaux de maintenance préventive selon le planning décrit par le service Méthodes et les travaux de maintenance corrective selon les demandes des techniciens maintenance des secteurs.

Elles ont l'obligation de respecter l'ensemble des règles et procédures du site en particulier la « politique zéro accident ».

o Impacts de la « politique zéro accident » sur les entreprises extérieures

Les entreprises extérieures sont les premières concernées par la mise en place de cette politique puisque l'objectif est d'éviter que le personnel prestataire ait un incident ou accident.

Elles ont par conséquent été très fortement impactées par cette politique :

- Les entreprises en contrat pluriannuels ont vu la durée de leur contrat s'allonger de 3 à 5 ans et être principalement au forfait.
- Le site a émis une demande de stabilisation du personnel affecté au contrat forfaitisé.
- Tous les modes opératoires des interventions sont maintenant formalisés, spécifiques à l'intervention et comprennent un volet analyse des risques.
- Les entreprises participent à de nouvelles activités notamment :
 - ✓ la visite conjointe sur site de préparation de l'intervention ;
 - ✓ la réunion quotidienne de coordination des secteurs sur lesquels elles interviennent le lendemain ;
 - ✓ la création des autorisations de travail et le renseignement du type d'intervention et des moyens mis en œuvre sur le logiciel ATI®⁶⁵ (en parallèle la facturation sur SAP® est également requise).

Les entreprises doivent faire face à de nouvelles contraintes de sécurité parmi elles :

- ✓ Une augmentation significative du nombre d'interventions avec un ARI⁶⁶ ce qui augmente la durée de l'intervention et le nombre de personnes impliquées.
- ✓ L'obligation pour chaque équipe d'intervention d'être équipée d'un détecteur d'H₂S.

⁶⁴ Même si juridiquement elles sont indépendantes du site industriel.

⁶⁵ ATI : Autorisation de Travail Informatisée, logiciel de génération d'autorisation de travail.

⁶⁶ ARI : Appareil Respiratoire Isolant.

○ *Récapitulatif des exigences sécurité du donneur d'ordres envers les entreprises extérieures*

Afin de pouvoir travailler sur le site, les entreprises extérieures doivent se soumettre à un certain nombre d'exigences sécurité au-delà du respect de la « politique zéro accident » que nous avons présentée précédemment, en voici quelques unes.

• **La certification MASE ou équivalent**

La certification MASE ou équivalent tel que le VCA⁶⁷ belge et hollandais ou le DT 78⁶⁸ devient de plus en plus un critère nécessaire pour qu'une entreprise extérieure puisse prétendre à intervenir sur le site. 96% des heures effectuées par les entreprises extérieures sur l'installation sont des heures MASEes.

Le référentiel d'audit et de certification MASE définit les exigences auxquelles doit satisfaire le système de management des entreprises intervenantes en ce qui concerne les problématiques de santé, sécurité et d'environnement par rapport aux risques liés à ses activités propres ou aux risques liés à la co-activité avec l'entreprise donneuse d'ordres chez qui l'entreprise extérieure intervient (MASE, 2004) (INERIS, 2006).

• **Habilitation du personnel à travailler dans un site chimique**

Afin de travailler au sein d'un site chimique en général, et au sein de l'installation en particulier, le personnel des entreprises prestataires doit être habilité. Le système d'habilitation des entreprises extérieures a été mis en place par l'UIC Union des Industries Chimiques en 2003. Il existe deux niveaux d'habilitation : niveau 1 et 2. Le niveau 1 s'adresse aux intervenants, le niveau 2 s'adresse au personnel d'encadrement notamment les chefs d'équipes.

• **L'agrément des entreprises extérieures par le service Achat-Sous-traitance**

Une entreprise prestataire qu'elle soit contractante ou sous-traitante a besoin de l'agrément du service Achat-Sous-traitance pour pouvoir travailler au sein de l'installation.

Cet agrément est local en deux sens : ceux sont les agences d'entreprises extérieures qui sont agréées et non une entreprise dans son ensemble. Une agence est agréée pour travailler au sein d'une installation, si l'agence doit travailler dans une autre installation du groupe, il faudra qu'elle demande un agrément à cette installation.

• **Le plan de prévention des opérations courantes et spécifiques**

Une entreprise extérieure ne peut travailler au sein du site que si elle a participé et signé le ou les plans de prévention qui la concernent.

• **La formation de sécurité interne à l'installation**

Le personnel de toutes les entreprises prestataires passe une formation sécurité interne à l'installation. Aucune personne n'est autorisée à travailler au sein de l'installation si elle ne passe pas cette formation. Cette formation a été renforcée avec la mise en place de la « politique zéro accident ».

⁶⁷VCA : Liste de contrôle santé sécurité environnement des entreprises contractantes, certification du collège central des experts hollandais et belges.

⁶⁸DT78 : certification des entreprises contractantes de l'UIC Union des Industries chimiques, depuis décembre 2007 ce référentiel est commun au MASE.

○ *Typologie des entreprises extérieures*⁶⁹

Jusqu'à présent nous avons considéré que les entreprises extérieures formaient un ensemble homogène. Or, ces entreprises bien que partageant une même sphère d'activité : la prestation de maintenance ; ont des métiers différents, des organisations différentes, des relations spécifiques avec le donneur d'ordres, une prise en compte spécifique de la sécurité, etc.

Dans cette section nous allons essayer de mieux caractériser ses entreprises extérieures et présenter une typologie de celles-ci.

Cette typologie a également pour objectif de cibler les entreprises avec lesquelles nous mènerons une étude plus approfondie. Nous choisirons par la suite les entreprises qui au vu des facteurs que nous souhaitons étudier sont représentatives de l'éventail des pratiques en matière de maintenance externalisée.

Dans un premier temps, nous avons sélectionné dix entreprises représentatives des métiers de la maintenance courante et qui resteront en contrat avec l'installation jusqu'à la fin de l'étude (fin 2008) :

- 1 entreprise de mécanique⁷⁰ : travaux de maintenance préventive et curative sur les machines tournantes (pompes, turbines compresseurs) ; notée par la suite Mec1.
- 2 entreprises d'entretien général : travaux de maintenance préventive et curative de tuyauterie, de chaudronnerie etc. ; notées par la suite Ent1 et Ent2.
- 2 entreprises d'électricité-automatismes : maintenance préventive et curative des matériels d'automatismes et installations électriques ; notées par la suite Ele1 et Ele2.
- 3 entreprises de nettoyage-pompage : travaux de nettoyage, pompage, curage etc. ; notées par la suite Net1, Net2 et Net3.
- 2 entreprises d'échafaudage-calorifuge : montage et démontage d'échafaudage, dépose et repose de calorifuge ; notées par la suite Ech1 et Ech2.

Dans un deuxième temps, nous avons choisi les facteurs qui, à partir de l'analyse du système effectuée précédemment, sont apparus les plus pertinents pour révéler la variété des pratiques de ses entreprises.

Pour chacune des entreprises sélectionnées, nous avons étudié différents thèmes :

- *Stratégie : le site essaie de maîtriser les risques de dépendance économique et technique. Qu'en est-il ?*
 - ✓ La dépendance économique de l'entreprise extérieure vis-à-vis du donneur d'ordres, donnée par le pourcentage du chiffre d'affaire réalisé avec l'installation par rapport au chiffre d'affaire réalisé par l'agence⁷¹.
 - ✓ La dépendance technique du donneur d'ordres vis-à-vis de l'entreprise extérieure, donnée par le nombre d'entreprises extérieures du même métier dans l'installation.

⁶⁹ La participation des entreprises à cette étude est basée sur le volontariat et l'anonymat, seul le métier d'appartenance de l'entreprise peut être révélé.

⁷⁰ Au début de l'étude seule une entreprise de mécanique travaillait de manière continue dans l'installation.

⁷¹ Les entreprises extérieures sélectionnées sont toutes organisées en agences régionales qui ont une vraie autonomie.

- *Innovation : Les entreprises sont choisies pour leur excellence technique et leur capacité à faire progresser la maintenance. Qu'en est-il ?*
 - ✓ Capacité d'innovation de l'entreprise : nombre d'innovations ou améliorations significatives proposés lors des quatre dernières années.
- *Personnel : Les entreprises sont choisies pour leur expertise et la fidélité de leur personnel. Qu'en est-il ?*
 - ✓ La formation initiale du personnel, donnée par le diplôme demandé lors du recrutement.
 - ✓ Le pourcentage d'intérimaire sur le contrat de maintenance courante.
- *Organisation : Du personnel encadré et des urgences en baisse. Qu'en est-il ?*
 - ✓ Le niveau d'encadrement mis en place par l'entreprise sur le contrat, donnée par le pourcentage de N1⁷² par rapport au pourcentage de N2⁷³.
 - ✓ Le travail en urgence et ou en astreinte, donné par le pourcentage de travaux en urgence c'est-à-dire à réaliser immédiatement ou sous 24h.
- *Sécurité : Une prise en compte de la sécurité à tous les instants, et de bons résultats sécurité au poste de travail. Qu'en est-il ?*
 - ✓ Les résultats sécurité de l'entreprise dans l'installation, donnés par le taux de fréquence TRIR des accidents du personnel de l'entreprise dans l'installation.
 - ✓ La mise en place effective d'un SMS Système de Management de la Sécurité⁷⁴.
- *Contrat : Des contrats importants pour des prestations de qualité. Qu'en est-il ?*
 - ✓ Le nombre d'heures effectuées par l'entreprise prestataire dans l'installation entre 2003 et 2007.
 - ✓ L'évaluation et le jugement des performances, note attribuée en 2006 à l'entreprise prestataire par l'installation⁷⁵⁷⁶.

Plusieurs réunions avec l'encadrement des entreprises extérieures sélectionnées a permis d'évaluer le niveau des entreprises sur chacun des facteurs étudiés (Cf. Annexe. *Données utilisées pour la typologie des entreprises extérieures*).

Nous avons ensuite utilisé la méthode de la classification hiérarchique⁷⁷ pour révéler la diversité des pratiques de ces entreprises. Le logiciel de statistique utilisé est Visualstat® 2005, on obtient alors la classification hiérarchique présentée Figure 27.

⁷²N1 : personne habilitée en tant qu'intervenant pour réaliser des travaux dans une industrie chimique ou pétrochimique.

⁷³N2 : personne habilitée en tant qu'encadrant pour réaliser et encadrer des travaux dans une industrie chimique ou pétrochimique.

⁷⁴Toutes les entreprises suivies ont mis en place un SMS. Ce facteur n'étant pas discriminant, il ne sera pas pris en compte dans l'analyse hiérarchique.

⁷⁵ Une note de synthèse de A à D est attribuée annuellement à chaque entreprise contractante. Globalement 85% des entreprises contractantes ont une note A ou B, et 15% une note C ou D. Les entreprises notées C ou D sont convoquées afin de faire un débriefing de cette évaluation. Les entreprises doivent proposer un plan d'actions pour redresser la situation qui est suivie par le service achats-sous-traitance et le gestionnaire du contrat.

⁷⁶ Ces notes ont été données de manière volontaire par les entreprises extérieures et non par le site.

Cette classification montre qu'il y a une grande homogénéité entre les entreprises Ent1, Mec1, Ele1 et Ent2 (respectivement entreprise d'entretien générale 1, mécanique 1, électricité-automatismes 1 et entretien général 2) (Cf. Figure 27)

Il y a une grande hétérogénéité entre les entreprises Ech2, Net2, Net1 et Ech1 (respectivement entreprise d'échafaudage 1, nettoyage 2, nettoyage 1 et échafaudage 1).

Dans la suite de l'étude nous proposons de nous focaliser sur les entreprises mécanique 1, électricité-automatismes 1, nettoyage 1 et nettoyage 3, afin d'avoir un panel d'entreprises représentatif de la diversité rencontrée.

Nous aurions voulu continuer l'étude avec une entreprise d'échafaudage, mais une entreprise n'a pas souhaité continuer l'étude et l'autre a vu son niveau de charge baisser de manière significative sur la maintenance courante.

⁷⁷ La classification hiérarchique est une méthode de classification qui se fait par agglomération progressive, de façon ascendante des éléments deux à deux (Lebart & all, 2006). Le principe est de créer à chaque étape une partition, obtenue en agrégeant deux à deux les éléments les plus proches. Nous avons choisi la technique du « saut minimal » pour agréger en premier lieu les éléments qui ont la distance la plus petite, et une distance métrique du khi deux qui permet d'accorder une même importance aux facteurs, et aux entreprises.

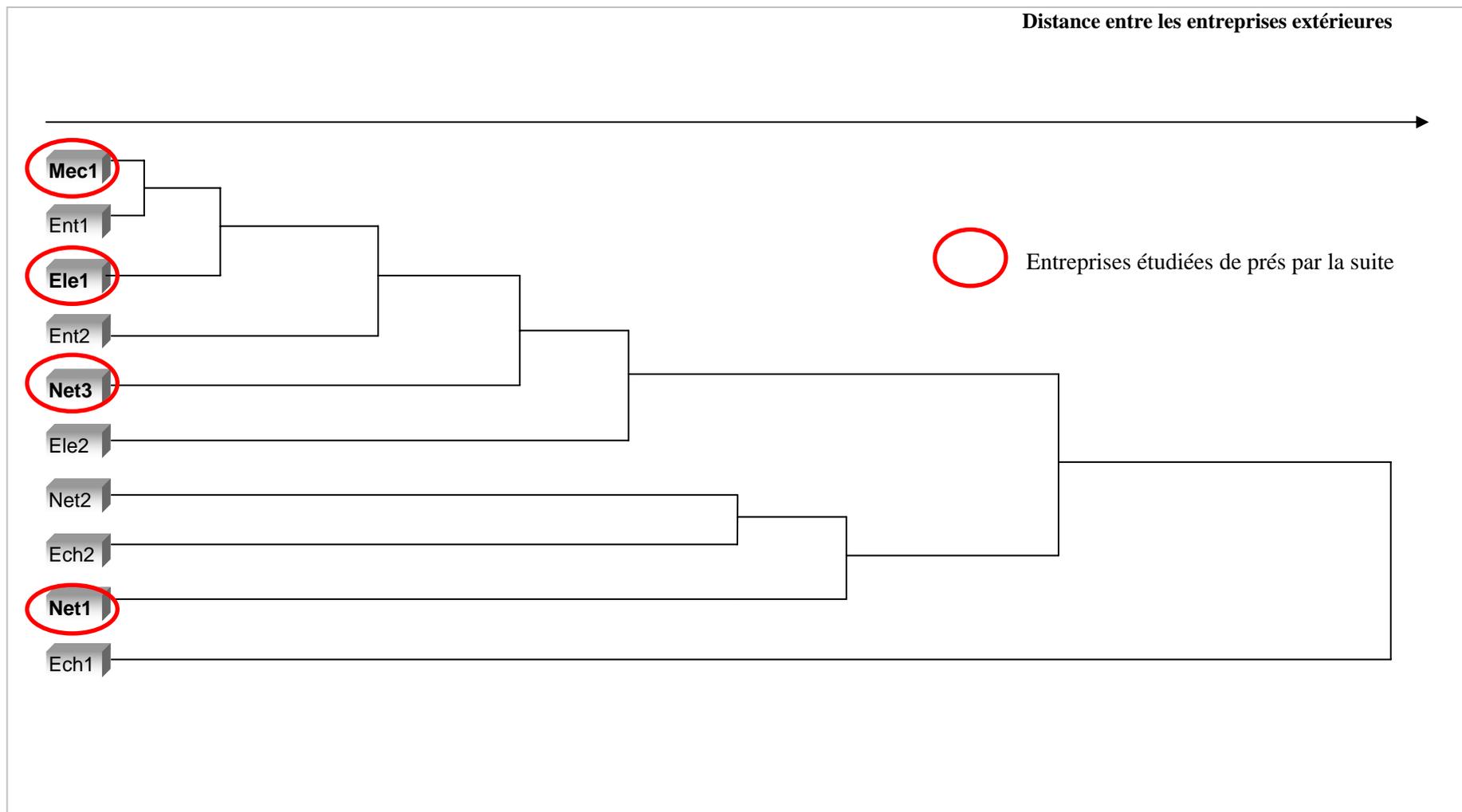


Figure 27 : Classification hiérarchique des 10 entreprises extérieures par agglomération progressive

e) Les acteurs des unités fonctionnelles fortement impactés

Nous venons de voir que les acteurs des unités fonctionnelles : Maintenance, Sécurité, Exploitation et Entreprises extérieures, ont été fortement impactés par la mise de la « politique zéro accident ».

Le site a créé en interne 10 postes de préventeurs sécurité travaux et 10 postes de techniciens d'exploitation.

Les activités de l'ensemble des acteurs ont évolué pour mieux formaliser et encadrer les interventions de maintenance exécutées par les entreprises extérieures.

La « politique zéro accident » est une série de mesures qui vient en complément d'exigences de sécurité déjà nombreuses envers les entreprises extérieures.

III.2.3.5 Les contraintes majeures du système

L'analyse d'abstraction hiérarchique que nous avons réalisée nous a permis de mieux comprendre le système dans lequel des travaux externalisés de maintenance ont lieu et identifier les impacts de la « politique zéro accident » sur tous les acteurs internes et externes.

Cette analyse nous a également permis d'identifier les contraintes qui pèsent sur chacun des acteurs en voici une synthèse.

Tableau 5 : Les contraintes majeures du système

Contraintes réglementaires	Contraintes économiques
Liées à l'exploitation des installations pétrolières Des installations classées Liées à la sous-traitance et l'externalisation Les plans de préventions Liées au métier du prestataire Liées au code du travail Liée au code du commerce Pressions des autorités de tutelles	Respect de la livraison des produits Impact sur les clients d'un arrêt prolongé de l'activité
Contraintes financières	Contraintes sociales
Flux imports exports importants Maîtrise des coûts de fonctionnement des unités Coût de l'arrêt d'une installation très élevé Maîtrise des coûts de maintenance	Environnement social tendu Exécution des travaux de maintenance externalisés Disponibilité des prestataires Cohabitation de personnel travaillant de jour et en quart
Contraintes techniques	Contraintes du domaine de travail
Fonctionnement en continu des installations Diagnostic Métiers très spécialisés Diversité des métiers Gestion du matériel notamment de sécurité	Activités à hauts risques Grosse raffinerie Coordination des travaux de maintenance Intervention des prestataires en urgence dans certains cas
Contraintes liés aux processus internes	Contraintes environnementales
Consignes générales d'hygiène et sécurité Politique zéro accident Procédures applicables lors des travaux	Mauvaise image de l'industrie pétrolière Raffinerie en pleine modernisation : chantier permanent Maîtrise des pollutions potentielles Insertion dans le contexte civil environnant

Le système d'externalisation de l'exécution des travaux de maintenance est très contraint.

Les contraintes économiques et financières poussent à une recherche d'optimisation maximale de l'exploitation des installations.

A cela s'ajoute le contexte du travail avec un site présentant de hauts risques et donc de fortes contraintes réglementaires et environnementales et une forte pression des autorités de tutelles ; qui engendrent de nombreuses contraintes techniques et liées aux processus internes au niveau de l'installation.

Ces processus internes, en particulier la « politique zéro accident » impactent fortement les activités des acteurs de la maintenance et en premier lieu les entreprises extérieures.

Les acteurs de la maintenance se trouvent confrontés à une double contrainte : l'obligation de résultat et d'exécution de travaux dans les meilleurs délais, dans le respect de l'ensemble des règles et procédures or celles-ci nous l'avons vu, augmentent les temps d'intervention.

III.2.3.6 L'espace de fonctionnement prescrit

Les contraintes que nous avons identifiées nous permettent de caractériser l'espace de fonctionnement prescrit. Cet espace de fonctionnement prescrit est considéré comme l'espace de fonctionnement sûr par l'installation et où les acteurs du système sont supposés évoluer. Cet espace de fonctionnement prescrit est représenté sous trois composantes : humain, technique/technologique et réglementaire.

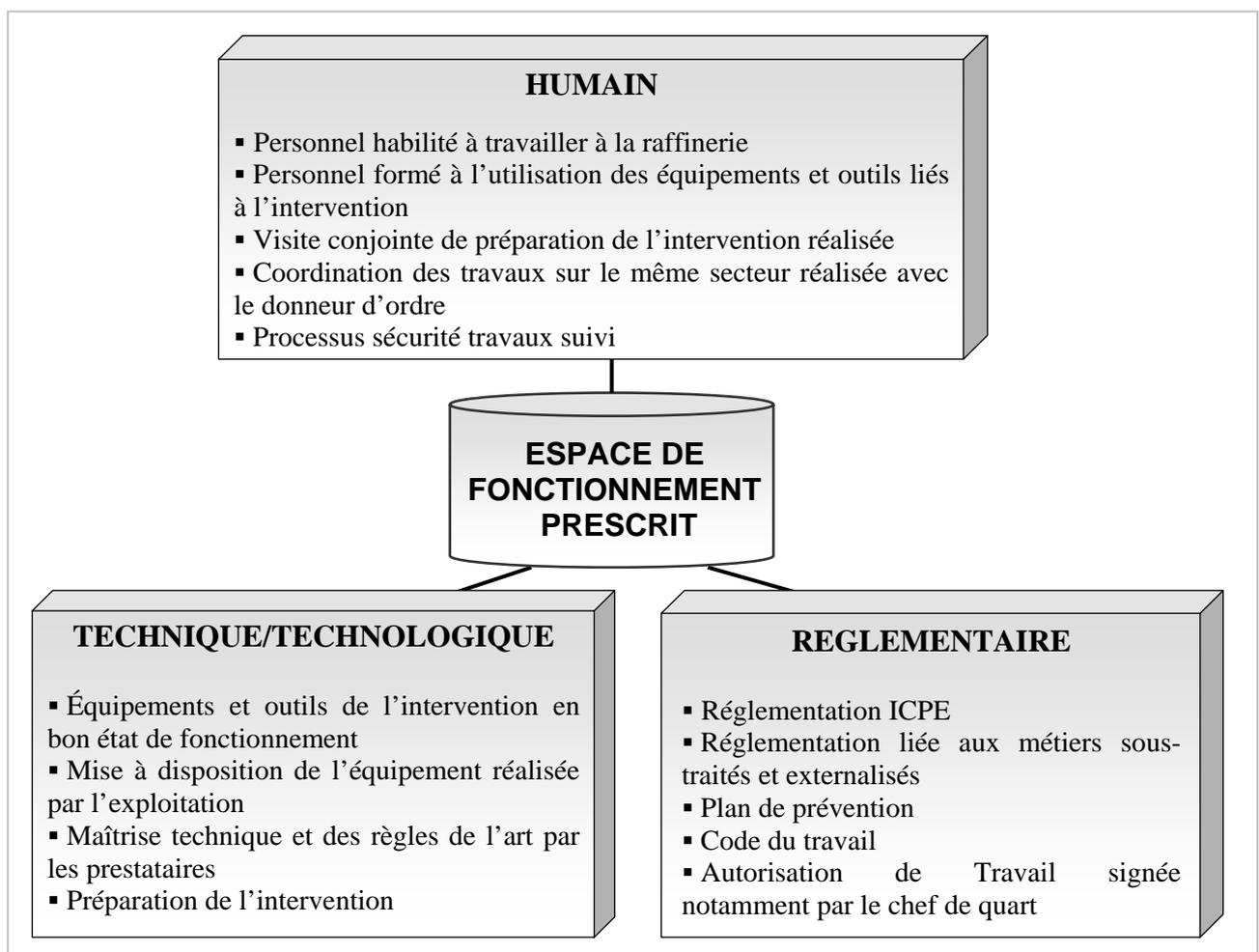


Figure 28 : L'espace de fonctionnement prescrit

Là encore nous pouvons constater que l'espace de fonctionnement prescrit pour l'exécution des travaux de maintenance par les entreprises extérieures est très contraint. Selon le site, opérer dans cet espace est la garantie de travailler dans un espace sûr, les acteurs de la maintenance doivent donc strictement intervenir dans ce cadre.

III.2.3.7 Les barrières du système

a) Identification des barrières

Hollnagel (2004) définit une classification des barrières de protection des systèmes pour que les activités restent dans le cadre de l'espace de fonctionnement prescrit décrit précédemment.

Cette classification différencie les barrières selon qu'elles constituent, un obstacle physique à la réalisation d'un événement : barrières matérielles telles une cage, un cadenas, un mur etc. ; ou qu'elles soient immatérielles telles que les connaissances ou la réglementation.

Tableau 6 : Barrières du système selon Hollnagel (2004)⁷⁸

	Définitions	Barrières du système
Barrières matérielles	Barrières qui préviennent physiquement une action ou bien limitent les conséquences d'un événement donné.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Poste de garde ▪ Cadenas sur certaines vannes ▪ Fermeture à clé des postes électriques
Barrières fonctionnelles	Barrières qui empêchent la réalisation d'une action grâce à un verrouillage logique ou temporel (mots de passe, codes d'accès...) Ces barrières requièrent que des pré-conditions soient remplies avant qu'une action soit menée	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Signature et verrouillage des autorisations de travail ▪ Signature et verrouillage du Plan de prévention ▪ Contractualisation et Agrément des entreprises extérieures ▪ Personnel habilité à travailler sur le site
Barrières symboliques	Barrières qui nécessitent un acte d'interprétation pour atteindre les buts pour lesquels elles ont été conçues (signes, signaux, alarmes, avertissements...)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alarmes ▪ Mode opératoire ▪ Autorisation de Travail ▪ Détecteur H₂S ▪ Procédure de mise à disposition
Barrières immatérielles	Barrières non présentes physiquement au sein de la situation de travail, mais dont les buts pour lesquels elles ont été conçues dépendent de la représentation que les opérateurs en ont (lois, règlements, règles, principes...).	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Politique zéro accident ▪ Plans de prévention ▪ Réglementation ICPE ▪ Règles générales d'hygiène et sécurité ▪ Règles de l'art ▪ Décret 92-158 ▪ Formation...

⁷⁸ En gras sont représentées les barrières du système impactées par la « politique zéro accident ».

Plusieurs types de barrières coexistent dans le système et de nombreuses barrières sont affectées par la mise en place de la « politique zéro accident ».

Nous avons ainsi identifié les barrières matérielles qui vont physiquement éviter qu'un événement non désirable intervienne. Par exemple, la fermeture à clé des postes électriques n'autorise l'accès à ce poste qu'aux personnes habilitées à avoir les clés ; ou encore le poste de garde qui vérifie que la personne est bien habilitée à travailler au sein de l'installation et que cette habilitation est à jour.

Puis nous avons identifié les barrières fonctionnelles, c'est-à-dire les barrières qui gênent la réalisation d'une action. Plusieurs conditions doivent être remplies, avant que l'action ne puisse être menée. Par exemple, aucune Autorisation de Travail ne peut être fournie à une entreprise extérieure si elle n'est pas inscrite dans le plan de prévention. Ceci est réalisé grâce à un verrouillage informatique.

Le 3^{ème} niveau de barrière est le niveau symbolique, ces barrières requièrent une action d'interprétation. Elles ne sont pas suffisantes pour éviter qu'un événement non désirable se produise. Cela prend en compte tous les signaux d'alarme ou panneaux de signalisation, mais également tous les documents physiquement présents lors d'une intervention tels que le mode opératoire ou l'Autorisation de Travail.

Enfin, le 4^{ème} niveau de barrière est le niveau immatériel, ceux sont des barrières qui ne sont pas physiquement présentes lorsqu'elles sont utilisées. Elles sont largement organisationnelles, elles comprennent notamment les règles générales de sécurité, les règles de l'art, la formation, ainsi que toute la réglementation.

b) Barrières impactées par la politique zéro accident

Tous les types de barrières ont été impactés par la « politique zéro accident » sauf les barrières matérielles.

Tout d'abord les barrières immatérielles avec la mise en place de la « politique zéro accident » et l'évolution des plans de préventions.

Puis les barrières symboliques avec les différents documents qui doivent être présents sur le site d'intervention tels que le mode opératoire ou l'Autorisation de Travail.

Enfin, un nombre important de verrouillages informatiques ont été mis en place ou renforcés (signature et verrouillage des autorisations de travail et des plans de prévention etc.).

c) Exemple d'impact sur le mode opératoire

Prenons un exemple de barrière : le mode opératoire, et faisons une analyse plus poussée de l'impact de la « politique zéro accident ».

o Une barrière majeure

Le site considère le mode opératoire comme l'une des barrières majeures pour éviter tout accident lors d'une intervention de maintenance. Il décrit les étapes de l'intervention et les risques associés.

Un travail important avec les entreprises extérieures a été réalisé afin d'identifier les risques majeurs associés à chaque intervention type de maintenance.

Une large campagne de communication a été lancée par le site pour informer les entreprises extérieures des évolutions amenées par la mise en place de la « politique zéro accident ».

Tout comme l'ensemble des règles et procédures internes au site, les entreprises extérieures sont tenues contractuellement de respecter les dispositifs de la « politique zéro accident ».

○ *Impact de la « politique zéro accident » sur cette barrière*

Nous l'avons vu, le mode opératoire a évolué avec la mise en place de la politique, il doit être maintenant spécifique à l'intervention et comprendre une analyse des risques. Il doit être présent sur le lieu d'intervention et est auditable à tout moment. Si l'intervention où l'environnement de l'intervention change, le mode opératoire doit être modifié en conséquence.

○ *Evolution sur le terrain de cette barrière*

Les entreprises ont repris l'ensemble de leurs modes opératoires afin qu'ils répondent à l'exigence de spécificité et d'analyse des risques. Ce document est présent sur le lieu d'intervention, l'augmentation des audits y est pour beaucoup.

Si l'existence et la spécificité des modes opératoires sont plébiscitées par les intervenants, sa présence obligatoire sur le lieu d'intervention l'est moins. Les intervenants utilisent le mode opératoire pour la préparation de l'intervention mais pas (ou très peu) sur le terrain. La présence du mode opératoire sur le lieu d'intervention ne se justifie que parce qu'il est exigé lors d'un audit.

De nombreuses barrières du système ont été impactées par la mise en place de la « politique zéro accident », sont-elles pour autant réellement efficaces ? Les acteurs franchissent-ils ses barrières dans certaines occasions ? Y a-t-il une discussion sur les conditions qui ont amené à ces dérives ?

Nous répondrons à ses questions dans la partie IV *Expérimentations* de cette thèse.

III.4 CONCLUSION DE LA PARTIE III

III.4.1 Un site sous pression

Le système dans lequel l'externalisation des travaux de maintenance se situe est fortement contraint par les exigences économiques et financières qui poussent vers une optimisation maximale de la production ; et par des obligations réglementaires fortes, le site présentant des hauts risques.

Concernant plus particulièrement la sécurité au poste de travail des intervenants extérieurs, les pressions sont également nombreuses de la part des autorités de tutelles, et dans un contexte où le nombre de procès où sont impliqués les donneurs d'ordres augmente fortement. Ajouté à cela une forte pression du groupe industriel auquel appartient la raffinerie où le taux d'accident du personnel travaillant sur les sites (qu'il soit interne ou externe) est un indicateur étroitement suivi.

La raffinerie n'avait pas le choix, il fallait agir pour baisser le taux d'accident des prestataires extérieurs.

III.4.2 Une politique classique dans l'industrie

La politique de sécurisation des travaux mise en place sur le site est une politique que l'on retrouve classiquement dans l'industrie.

Pour éviter les accidents de travail, les entreprises misent sur une politique basée sur une sélection rigoureuse des prestataires et une pérennisation des contrats, complétée par une augmentation des règles et procédures, et une exigence de grande conformité envers toutes les règles de sécurité.

Cela apparaît comme une politique de bon sens et qui a fait ses preuves.

III.4.3 Une politique centrée sur les accidents de travail et la prescription

III.4.3.1 Une politique centrée sur les accidents de travail

Nous avons vu que cette réorganisation est centrée sur la baisse des accidents de travail du personnel extérieur et qu'elle a résolu ce problème par la fidélisation des prestataires et par un encadrement accru des interventions.

L'indicateur suivi pour évaluer l'efficacité de cette politique est le TRIR : un indicateur de fréquence d'accident au poste de travail.

Dans cette installation les différents aspects de la sécurité sont pilotés et gérés par des services différents qui sont ségrégués :

- La sécurité au poste de travail du personnel extérieur est pilotée au sein de l'installation par le service maintenance avec l'aide du préventeur sécurité du secteur.
- Le risque industriel est géré par le service Sécurité et Hygiène Industrielle.
- La stratégie globale d'externalisation est définie par la direction et pilotée par le service Achats-Sous-traitance.
- Le Système de Management de la Sécurité SIES est coordonné par un service spécifique du département QHSE.

Cette ségrégation correspond à la ségrégation qui existe au niveau des autorités de tutelles avec la DRIRE pour la sécurité industrielle, inspection du travail pour le droit du travail et la CRAM pour la prévention des risques professionnels.

D'ailleurs la CRAM a joué son rôle de conseil dans l'élaboration de la « politique zéro accident ».

La réorganisation que nous avons étudiée répond principalement à un des aspects de la sécurité : la sécurité au poste de travail du personnel extérieur.

Si l'impact sur la stratégie globale d'externalisation a été coordonné avec le service Achat Sous-traitance (fidélisation des entreprises), l'évaluation de l'impact de cette réorganisation sur la sécurité industrielle du site n'apparaît pas clairement.

III.4.3.2 Une politique prescriptive qui touche principalement les acteurs des unités fonctionnelles

Les différentes contraintes externes, se traduisent en interne, par différents processus, la « politique zéro accident » en est un exemple parlant.

Cette politique a grandement accru et durci les procédures liées aux interventions de maintenance et a eu un impact direct sur les acteurs des unités fonctionnelles avec la création de 10 postes de préventeurs sécurité travaux et de 10 postes de technicien d'exploitation. Elle a également modifié en profondeur les activités des acteurs et en premier lieu celles des entreprises extérieures.

Les acteurs de la maintenance se trouvent confrontés à une double contrainte : l'obligation de résultat et d'exécution de travaux dans les meilleurs délais ; dans le respect de l'ensemble des règles et procédures or celles-ci nous l'avons vu augmentent les temps de préparation et d'intervention.

Le site et les entreprises contractantes ont anticipé ces impacts et le site a accepté de payer les coûts complémentaires engendrés par la mise en place de cette stratégie de sécurisation de l'exécution des travaux.

III.4.4 « Une politique zéro accident » qui porte ses fruits sur le court terme

La politique mise en place pour baisser le TRIR⁷⁹ a eu des résultats spectaculaires les deux premières années, puisqu'elle a permis de diviser par deux l'indicateur TRIR des prestataires.

Malheureusement les résultats de cette politique ne sont pas durables, et au bout de deux ans l'indicateur TRIR des entreprises extérieures est reparti à la hausse.

⁷⁹ TRIR : *Total Recordable Incident Rate*, nombre d'accidents avec ou sans arrêt plus les postes aménagés par million d'heures travaillées.

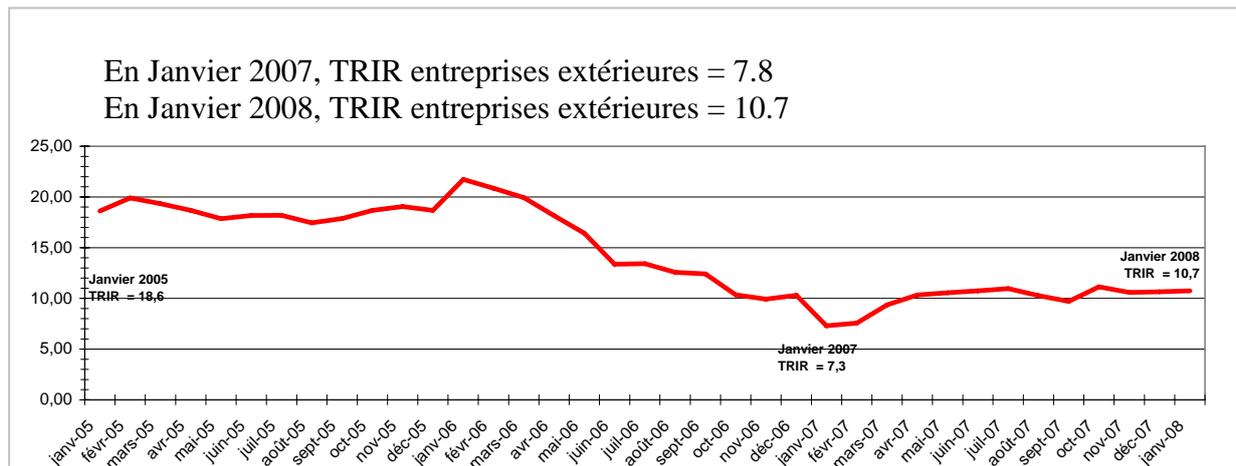


Figure 29 : Remontée du TRIR des entreprises extérieures deux ans après la réorganisation

La baisse de cet indicateur n'a duré que deux ans, et une augmentation est maintenant enregistrée (Cf. Figure 29).

De plus, il est moins évident de voir comment la maintenance a intégré les conflits potentiels générés par les délais induits pour une meilleure préparation et un accès plus contrôlé au terrain des entreprises extérieures. Ce problème ne se pose pas pour les interventions standards avec un délai d'intervention assez long, mais devient crucial en cas de situation légèrement dégradée dans un contexte de pression économique et/ou de production pour remettre en état les installations de production.

Dans la partie suivante, nous allons nous intéresser à la vision qu'ont les acteurs de la maintenance sur la sécurité.

Nous verrons si les barrières mises en place pour encadrer les travaux de maintenance externalisés sont efficaces et respectées.

Nous verrons également si les entreprises extérieures se retrouvent devant des dilemmes entre respect des règles de sécurité et obligation de résultats.

Nous examinerons quelles sont leurs réactions lorsqu'ils se retrouvent dans des situations légèrement dégradées où le respect de l'ensemble des règles et procédures est délicat.

INTRODUCTION A LA PARTIE IV

Les informations proposées dans la partie précédente démontrent que la politique mise en place pour sécuriser les travaux de maintenance est très largement prescriptive et centrée sur les accidents de travail des prestataires extérieurs.

La littérature sur les organisations apprenantes et la résilience pointe du doigt les limites de ce type de modèle notamment sur les capacités d'adaptations et d'apprentissage des travailleurs.

Nous allons tester si ces mêmes limites sont présentes dans le système que nous étudions.

Cette partie consacrée aux expérimentations que nous avons menées sur le site a pour objectif d'apprécier les impacts sur le terrain de la mise en place de la « politique zéro accident ».

La première expérimentation prend la forme d'un questionnaire de climat de sécurité pour déceler les changements induits par la « politique zéro accident » sur le terrain, et avoir des indications sur la perception du personnel interne et des prestataires de maintenance sur l'importance de la sécurité.

Dans la deuxième expérimentation nous allons tester et caractériser les capacités d'adaptation et d'apprentissage du personnel des entreprises extérieures lorsqu'il est confronté à des imprévus et que l'application des règles et procédures devient délicate.

Cette expérimentation repose sur des simulations d'interventions de maintenance en situation normale et dégradée.

IV.1 QUESTIONNAIRE DE CLIMAT DE SECURITE COMMUN

IV.1.1 Introduction

Ce chapitre présente une expérimentation conduite auprès du personnel interne de l'installation et auprès du personnel d'entreprises extérieures de maintenance qui travaillent de façon continue et quasi exclusive dans l'installation étudiée.

Cette expérimentation prend la forme d'un questionnaire de climat de sécurité.

Un questionnaire de climat de sécurité permet d'avoir une photo instantanée de la culture de sécurité (Flin & al, 2000), d'avoir des indications sur le ressenti des personnes par rapport à l'importance de la sécurité et des croyances et valeurs partagées sur la sécurité.

Nous allons donc pouvoir apprécier les changements induits par la « politique zéro accident » sur la perception qu'a le personnel interne et externe de la sécurité dans le cadre de leur travail.

Nous nous intéresserons particulièrement à leur perception sur l'importance de la sécurité pour eux et leur management, leur environnement de travail et sur l'applicabilité des règles et procédures de sécurité.

IV.1.2 Objectifs et Méthode

IV.1.2.1 Objectifs

Cette phase expérimentale a trois objectifs principaux :

- Caractériser la culture de sécurité des acteurs internes et externes de la maintenance.
- Identifier les différences de culture de sécurité entre le personnel interne et externe.
- Identifier les points forts et les points à améliorer sur la prise en compte de la sécurité lors des travaux de maintenance.

IV.1.2.2 Méthode

Flin & al (2000) ont identifié six thèmes communs à 18 publications sur l'évaluation de la culture de sécurité qu'ils ont examinées : le management (78%), le système de sécurité (67%), les risques (67%), la pression dans le travail (33%), les compétences (33%) et les procédures et règles.

Le questionnaire choisi est largement inspiré du questionnaire proposé par l'université de Loughborough pour le compte de HSE UK dans le cadre du projet « *Assesment of safety culture in offshore environment* » (Evaluation de la culture de sécurité en environnement offshore) (Cox & Cheyne, 2000) (HSE, 1999).

Nous avons choisi ce type de questionnaire car il a été développé spécifiquement pour les entreprises pétrolières. Il inclut la majorité des dimensions citées par Flin & al (2000), et a été largement validé.

Cette expérimentation est une première car à notre connaissance, c'est la première fois qu'un questionnaire de climat de sécurité est proposé à des personnes d'entreprises différentes et qui ont en commun un domaine d'activité : la maintenance courante d'un site industriel dans notre cas.

Le questionnaire couvre quatre aspects différents de la culture de sécurité :

- le contexte organisationnel ;
- l’environnement social ;
- l’appréciation individuelle de la sécurité ;
- l’environnement de travail.

Le questionnaire se compose de 42 questions relatives à la culture de sécurité et 3 questions relatives à l’entreprise et au poste du répondant.

Il est ensuite subdivisé en neuf dimensions : management, priorité de la sécurité, communication, règles de sécurité, encouragements, implication, priorités personnelles et besoin de sécurité, appréciation personnelle du risque et environnement de travail.

Tableau 7 : Les dimensions de la culture de sécurité prises en compte par le questionnaire

Aspect	Dimension	Description
Contexte organisationnel	<i>Management</i>	Perception sur l’implication et la réactivité du management sur les questions de santé sécurité
	<i>Priorité de la sécurité</i>	Importance des questions de santé sécurité dans l’organisation
	<i>Communication</i>	Nature et efficacité de la communication sur la santé sécurité dans l’organisation
	<i>Règles de sécurité</i>	Perception sur l’efficacité et la pertinence des règles et procédures
Environnement social	<i>Encouragements</i>	Nature de l’environnement social et du climat d’encouragement à travailler en sécurité
	<i>Implication</i>	Implication personnelle et collective sur les questions de santé sécurité
Appréciation individuelle	<i>Priorités personnelles et besoin en sécurité</i>	Perception sur sa propre santé et sécurité au travail, et le besoin de travailler dans des conditions sûres
	<i>Appréciation personnelle du risque</i>	Perception des individus sur les risques liés à leur travail
Environnement de travail	<i>Environnement de travail</i>	Perception sur l’environnement de travail pour travailler en sécurité

Tableau 8 : Questionnaire de climat de sécurité proposé inspiré de (Cox & Cheyne, 1999)



Questionnaire de climat de sécurité

Nous vous proposons de compléter ce questionnaire afin de connaître votre ressenti par rapport aux principes et pratiques de sécurité dans votre entreprise.

Il est important que vos réponses soient sincères. Tous les questionnaires complétés seront traités de manière strictement confidentielle et anonyme.

Ce questionnaire peut être complété en une quinzaine de minutes.

Merci de votre coopération.

Répondez aux questions suivantes en cochant la case correspondante, ne cochez qu'une seule case par question

		Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord	Non concerné
Management						
1	Sur mon lieu de travail, mes supérieurs agissent rapidement pour corriger les problèmes de sécurité					
2	Mes supérieurs prennent des décisions quand un problème de sécurité est soulevé					
3	Sur mon lieu de travail, mes supérieurs ferment les yeux sur les questions de sécurité					
4	Des actions correctives sont toujours prises quand mes supérieurs entendent parler de pratiques non sûres					
5	Sur mon lieu de travail, mes supérieurs montrent un intérêt pour ma sécurité					
6	Mes supérieurs n'agissent qu'après qu'un accident soit arrivé					
7	Mes supérieurs réagissent si les procédures de sécurité ne sont pas respectées					
Priorité de la sécurité						
1	Le management considère que la sécurité des employés a une grande importance					
2	Je pense que les questions de sécurité n'ont pas une priorité assez importante					
3	Les procédures de sécurité sont soigneusement suivies					
4	Le management considère que la sécurité est aussi importante que la production					
Communication						
1	Il y a une bonne communication à propos des questions de sécurité qui m'affectent					
2	Ma ligne hiérarchique attire mon attention sur les informations concernant la sécurité					
3	Ma ligne hiérarchique ne m'informe pas toujours des questions actuelles					
4	Je ne reçois pas d'encouragements pour avoir travaillé en sécurité					
Règles de sécurité						
1	Certaines procédures et règles de sécurité n'ont pas besoin d'être suivies pour que le travail soit fait en sécurité					
2	Certaines règles de santé sécurité ne sont pas vraiment utilisables					
3	Des fois il est nécessaire de se soustraire aux demandes de sécurité pour des enjeux de production					

		Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord	Non concerné
Encouragements						
1	Je suis fortement encouragé pour remonter les conditions de manque de sécurité					
2	Ici, je peux influencer les performances de santé sécurité					
3	Quand, ici, des personnes ignorent les procédures de sécurité, ça ne me concerne pas					
4	Les salariés ne sont pas encouragés à faire remonter les problèmes de sécurité					
5	Pour persuader les personnes qui n'agissent pas en sécurité que leur attitude est inappropriée, on ne les blâme pas					
6	Les collègues de travail se donnent souvent des conseils pour travailler en sécurité					
Implication						
1	Je me sens impliqué pour informer mon management des questions importantes pour la sécurité					
2	Je suis impliqué dans les questions de sécurité dans mon travail					
3	Je ne suis jamais impliqué dans les réunions de sécurité					
Priorités personnelles et besoin en sécurité						
1	Il est important qu'il y ait une pression continue sur la sécurité					
2	Je comprends les règles de sécurité pour mon travail					
3	La sécurité est ma 1 ^{ère} priorité lorsque j'effectue mon travail					
4	Un lieu de travail sûr a beaucoup d'importance pour moi					
5	Personnellement je pense que les questions de sécurité ne sont pas l'aspect le plus important dans mon travail					
Appréciation personnelle du risque						
1	Je suis sûr que ce n'est qu'une question de temps avant que je ne sois impliqué dans un accident					
2	Sur mon lieu de travail, les chances pour que je sois impliqué dans un accident sont importantes					
3	Avoir un accident sur mon lieu de travail ne m'inquiète pas beaucoup					
4	Je connais clairement mes responsabilités concernant la santé sécurité					
Environnement de travail						
1	Les objectifs de production sont souvent en conflit avec les mesures de sécurité					
2	Des fois, on ne me laisse pas assez de temps pour faire le travail en sécurité					
3	Des fois les conditions ici m'empêchent de travailler en sécurité					
4	Il y a toujours assez de personnes disponibles pour que le travail se fasse en sécurité					
5	Je ne peux pas toujours avoir les équipements dont j'ai besoin pour travailler en sécurité					
6	C'est un lieu de travail plus sûr que les autres entreprises où j'ai travaillé					

Votre entreprise

.....

Votre métier

.....

Votre fonction

.....

IV.1.3 Protocole expérimental

IV.1.3.1 Personnes sollicitées

a) Personnel interne à l'installation

Nous avons sollicité 4 secteurs de l'installation.

Dans chaque secteur, nous avons demandé que dix personnes, en contact avec les entreprises extérieures de la maintenance, remplissent le questionnaire. Les personnes sollicitées sont :

- les techniciens maintenance ;
- les préventeurs sécurité ;
- les chefs de quart et leur adjoint ;
- les techniciens exploitation ;
- le responsable maintenance du secteur et le responsable exploitation.

b) Personnel externe de la maintenance

Nous avons sollicité dix entreprises extérieures qui exécutent de manière quasi continue des travaux de maintenance dans l'installation.

Nous avons contacté :

- 1 entreprise de mécanique ;
- 2 entreprises d'entretien général ;
- 2 entreprises d'électricité-automatismes ;
- 2 entreprises d'isolation-échafaudage ;
- 3 entreprises de nettoyage-pompage.

IV.1.3.2 Deux vagues d'enquête

Une 1^{ère} vague d'enquête a eu lieu entre février et avril 2007, à laquelle 40 personnes internes à l'installation ont été sollicitées et dix personnes de chaque entreprise extérieure.

La 2^{ème} vague d'enquête a eu lieu en février 2008, où seules les entreprises extérieures, qui selon l'analyse hiérarchique, étaient les plus représentatives de l'éventail des pratiques de maintenance, ont été sollicitées à nouveau.

L'objectif était d'augmenter le nombre de questionnaires reçus, afin de rendre plus robustes les résultats obtenus.

Nous avons demandé à une entreprise de mécanique, une entreprise d'électricité-automatismes et deux entreprises de nettoyage-pompage ; de remplir dix nouveaux questionnaires.

IV.1.3.3 Présentation du questionnaire

Une présentation du questionnaire a été faite à chaque secteur et entreprise extérieure sollicités.

En interne, elle a été faite au directeur de l'installation, au responsable du service sécurité ainsi qu'aux responsables exploitation et maintenance des secteurs sollicités.

De même, une présentation du questionnaire a été faite au responsable contrat de chaque entreprise extérieure sollicitée.

Il est bien expliqué que l'intérêt de ce type de méthode est que les participants y répondent de manière sincère, que la participation doit être basée sur le volontariat et que l'anonymat doit être garanti.

Le questionnaire peut être complété en une quinzaine de minutes.

IV.1.4 Codage des réponses et Analyse des données

IV.1.4.1 Notation des questionnaires

Nous avons utilisé une échelle de Likert graduée sur 5 possibilités : tout à fait d'accord, plutôt d'accord, plutôt pas d'accord, pas du tout d'accord et non concerné.

Le codage des réponses est fait selon la méthode proposée dans le guide « *Safety climate measurement* » (Loughborough, 1999). Pour chacune des questions :

- un score de 5 est donné à la réponse « tout à fait d'accord »
- un score de 4 à la réponse « plutôt d'accord »
- un score de 3 à la réponse « non concerné »
- un score de 2 à la réponse « plutôt pas d'accord »
- un score de 1 à la réponse « pas du tout d'accord ».

Certaines questions sont formulées de manière négative, par exemple la 3^{ème} question de la dimension management « Sur mon lieu de travail, mes supérieurs ferment les yeux sur les questions de sécurité » (Cf. Tableau 8). Dans ce cas, il faut inverser le score lors du codage des réponses. Ainsi un score de 1 sera donné à la réponse « tout à fait d'accord » et un score de 5 sera donné à la réponse « pas du tout d'accord ».

Chaque dimension n'a pas le même nombre de question. Afin de pouvoir faire une comparaison des scores obtenus, un calcul de la moyenne des scores pour les questions de chaque dimension est fait. Cette moyenne est ensuite ramenée sur une échelle de dix.

Par exemple pour la dimension management, pour chaque questionnaire, nous faisons la somme des scores obtenus pour cette dimension.

Équation 1 : Somme des scores pour chaque dimension

$$S_{management} = \sum_{i=1}^{nbQuestion_{management}} Score\ Question(i)$$

La moyenne pour chaque dimension ramenée à une échelle sur 10 est obtenue ainsi :

Équation 2 : Calcul de la moyenne de chaque dimension ramenée à une échelle sur 10

$$M_{management} = S_{management} \times nbQuestion_{management} \times 5/10$$

Pour obtenir la note globale d'un questionnaire, il faut faire la moyenne des dimensions.

Pour obtenir les résultats d'un groupe de personnes, il faut calculer la moyenne des scores pour chacune des dimensions. Nous obtenons la note globale d'un groupe en calculant la moyenne de la note globale obtenue pour chacun des questionnaires du groupe.

IV.1.4.2 Mode d'interprétation des données

Lorsque la moyenne des scores pour une dimension est :

- supérieure à 8 nous pouvons considérer que cette dimension est bien maîtrisée par les personnes qui ont répondu et que cette dimension est une force ;
- entre 6 et 8, cette dimension est maîtrisée, mais des efforts sont encore à réaliser ;
- inférieur à 6, cette dimension n'est pas maîtrisée et représente une faiblesse dans la prise en compte de la sécurité.

IV.1.4.3 Analyse des réponses

a) Taux de réponse

Le questionnaire a été distribué à 160 personnes : 40 personnes de l'installation qui travaillent en contact direct avec les intervenants extérieurs de la maintenance et 120 personnes d'entreprises extérieures de la maintenance. Nous avons reçus 128 questionnaires correctement remplis soit un taux de réponse de 80%.

Un questionnaire est considéré comme correctement rempli, lorsqu'une réponse est donnée aux 42 questions posées relatives aux neuf dimensions de la culture de sécurité et que l'anonymat et le volontariat des personnes ont été respectés.

Si les informations personnelles ne sont pas entièrement remplies, nous acceptons quand même les questionnaires.

Nous avons reçu 37 questionnaires du personnel interne et 91 d'entreprises extérieures ce qui représentent 8 entreprises.

Au départ dix entreprises ont été sollicitées. Une entreprise de nettoyage-pompage n'a pas souhaité participer à cette étude. Une entreprise d'isolation-échafaudage n'a pas respecté l'anonymat et le volontariat des personnes⁸⁰, les questionnaires de cette entreprise ont donc été invalidés.

Les données personnelles, demandées en fin de questionnaire, ne sont pas présentes dans toutes les réponses. L'analyse de ces données, qui aurait pu nous donner des informations sur la typologie des personnes qui ont participé, n'a pu être réalisée. Seul le métier et l'entreprise ont été systématiquement remplis.

b) Homogénéité des résultats

Lorsqu'on élabore un questionnaire, on s'efforce de trouver de nombreuses questions qui permettent d'appréhender un même sujet, dans notre cas la culture de sécurité.

Disposer de plusieurs questions pour évaluer un même concept permet souvent de limiter l'erreur de mesure et d'évaluer ce concept de façon plus précise.

Toutefois, d'un point de vue méthodologique, on ne peut pas combiner les scores de questions différentes, si l'on ne dispose pas d'arguments suggérant que ces questions mesurent effectivement la même chose. Or si deux questions mesurent la même chose, les réponses devraient être corrélées l'une à l'autre. Cette caractéristique est désignée par le terme d'homogénéité ou de consistance interne.

Le facteur alpha de Cronbach permet d'évaluer cette homogénéité pour un questionnaire, c'est-à-dire évaluer le degré auquel l'ensemble des questions qu'il inclut mesurent bien la même chose. Le facteur alpha de Cronbach varie entre 0 et 1. Dans la pratique, on considère que l'homogénéité du questionnaire est satisfaisante, lorsque la valeur du coefficient est au moins égale à 0.80. Le coefficient α se calcule en appliquant l'une des formules suivantes

Equation 3 : Calcul du facteur de Cronbach

$\alpha = \frac{j}{j-1} \left[1 - \frac{\sum_i s^2_i}{s^2_T} \right]$	OU	$\alpha = \frac{j \times r_m}{1 + (j-1) \times r_m}$
j : nombre total de questions s^2_T : variance du questionnaire s^2_i : variance de l'item générique i r_m : corrélation moyenne entre tous les couples d'items		

⁸⁰ Les questionnaires reçus portaient le nom des personnes et le tampon de l'entreprise.

Le facteur alpha de Cronbach de notre questionnaire est de 0.889, ce qui montre que l'ensemble des questions mesurent bien la même chose, la culture de sécurité.

IV.1.5 Résultats

IV.1.5.1 Typologie des personnes qui ont répondu au questionnaire

Seuls les noms de l'entreprise et le métier ont été remplis systématiquement par les répondants concernant les informations personnelles demandées (Cf. Tableau 8).

Pour des raisons d'anonymat, nous taïrons le nom des entreprises extérieures. Selon la charte de déontologie présentée aux entreprises, seul leur métier de référence peut être divulgué.

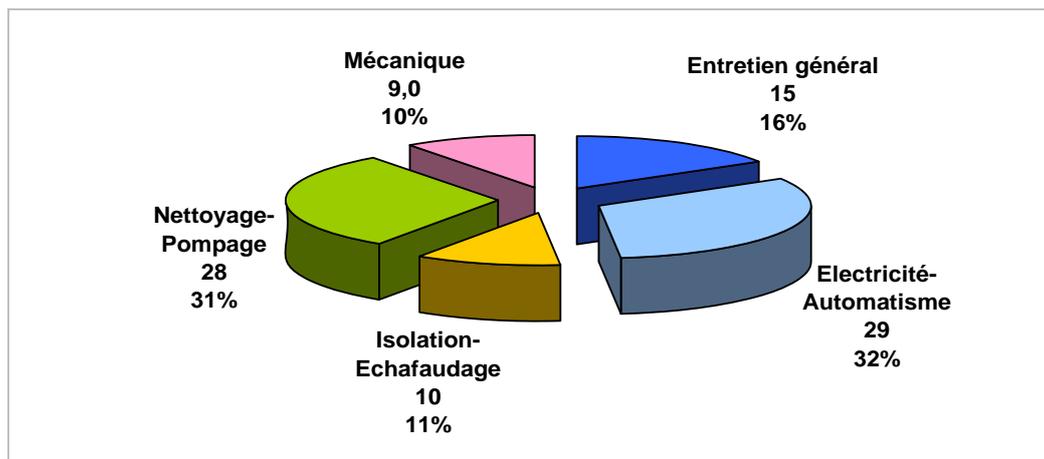


Figure 30 : Métier du personnel des entreprises extérieures qui a répondu au questionnaire

Le personnel du métier mécanique n'a répondu qu'à la 2^{ème} vague d'enquête.

Les métiers du nettoyage-pompage, mécanique et électricité-automatismes sont les seuls à avoir été sollicités pour la 2^{ème} vague de l'enquête.

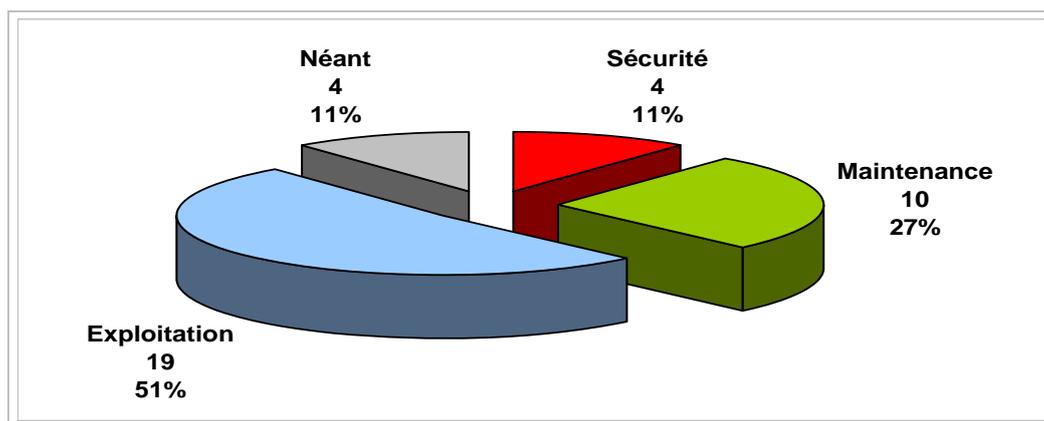


Figure 31 : Métier du personnel interne qui a répondu au questionnaire

Les préventeurs sécurité des quatre secteurs sollicités ont répondu au questionnaire. Le métier exploitation représente 19/37 soit plus de 50% des répondants du personnel interne, car ceux sont les plus nombreux.

4/37 soit 11% du personnel interne n'a pas donné d'information sur son métier.

IV.1.5.2 Résultats globaux

Le score global du personnel interne est de 8.0/10.

Le score global du personnel d'entreprises extérieures de la maintenance est de 7.8/10.

($X^2 = 0.89$, $p=0.64$, $ddl = 2$)

En se référant au mode d'interprétation des résultats, nous pouvons dire que d'un point de vue général, la culture de sécurité est bonne, avec des scores globaux aux alentours de 8/10.

Les personnes ressentent que la sécurité est un facteur important de leur travail et des valeurs sur la sécurité sont partagées. De plus, les résultats du personnel interne et des entreprises extérieures sont d'un point de vue général proche, ce qui montre que l'on a une culture de sécurité du même ordre.

IV.1.5.3 Résultats selon les neuf dimensions de la culture de sécurité

Nous avons analysé les résultats selon les neuf dimensions de la culture de sécurité présentées dans le questionnaire.

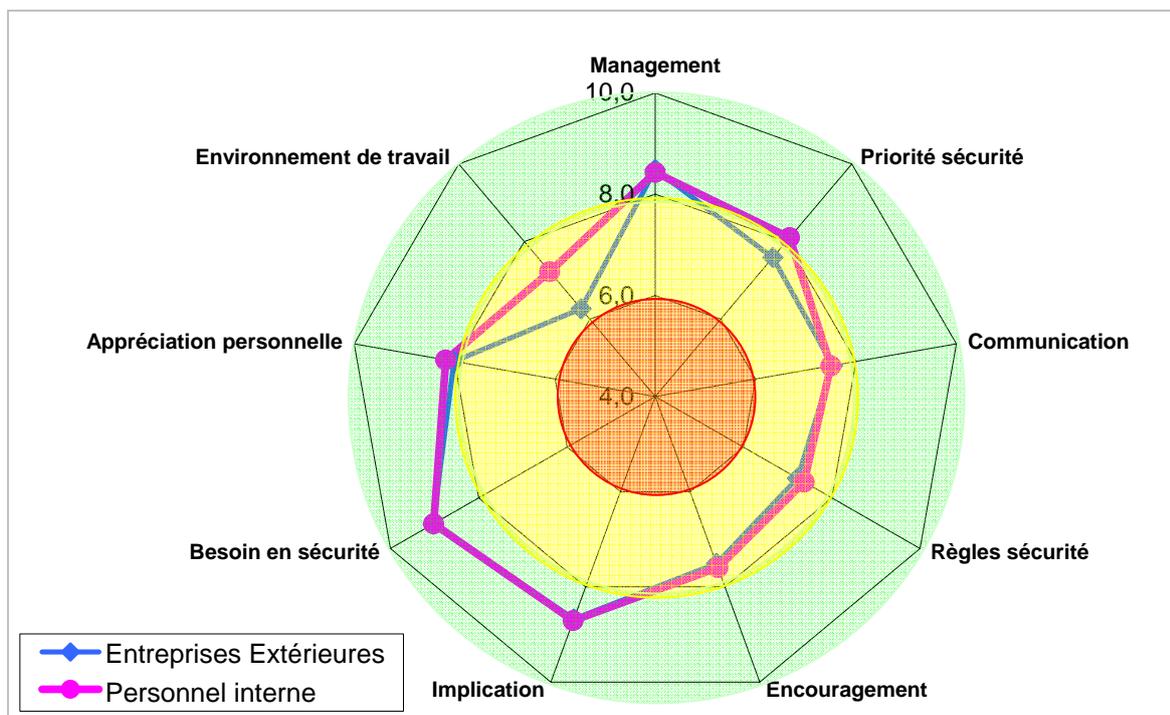


Figure 32 : Résultats selon les 9 dimensions du questionnaire

a) Remarques générales

Au-delà d'une moyenne relativement comparable, des différences significatives sont tout de même à noter :

- l'environnement de travail est considéré par les entreprises extérieures comme plus hostile pour travailler en sécurité (score 6.3/10).
- la priorité de la sécurité reste supérieure chez le donneur d'ordres (score personnel interne 8.1/10 externe 7.6/10).

b) Les dimensions maîtrisées

Les dimensions maîtrisées sont celles pour lesquelles les notes sont supérieures à 8/10 et peuvent donc être considérées comme des points forts en termes de culture de sécurité.

Les personnes interrogées semblent avoir une bonne vision sur leur santé, leur propre prise en compte de la sécurité dans leur travail et leurs besoins en sécurité.

Ces personnes portent une attention particulière, se sentent impliquées et s'engagent sur la sécurité.

Enfin, les personnes interrogées ont le sentiment que le management s'engage et manifeste son implication sur les questions de santé sécurité.

c) Les dimensions à surveiller

Certaines dimensions sont à surveiller (score inférieur à 8/10) et les personnes interrogées ont une mauvaise perception sur ces questions.

Les personnes interrogées, en particulier le personnel des entreprises extérieures, ont une mauvaise perception sur leur environnement de travail. Elles trouvent que celui-ci n'est pas favorable à un travail en sécurité. Rappelons que le travail est effectué dans une installation pétrochimique en cours de modernisation.

Dans une moindre mesure, la communication sur les questions de sécurité est également à surveiller. Les personnes interrogées trouvent que la nature et l'efficacité de la communication sur les questions de santé sécurité dans ce système sont à améliorer.

Concernant les règles et procédures des efforts sont, selon le personnel interne et externe, à réaliser sur l'efficacité et la pertinence de celles-ci.

Enfin, l'environnement social pourrait plus encourager le personnel interne et externe à travailler en sécurité.

IV.1.5.4 Zoom sur les dimensions à surveiller

Afin de faire une analyse plus fine de ces résultats, nous proposons de nous focaliser sur les dimensions à surveiller, c'est-à-dire l'environnement de travail, l'encouragement, la communication et les règles et procédures (Cf. Figure 34).

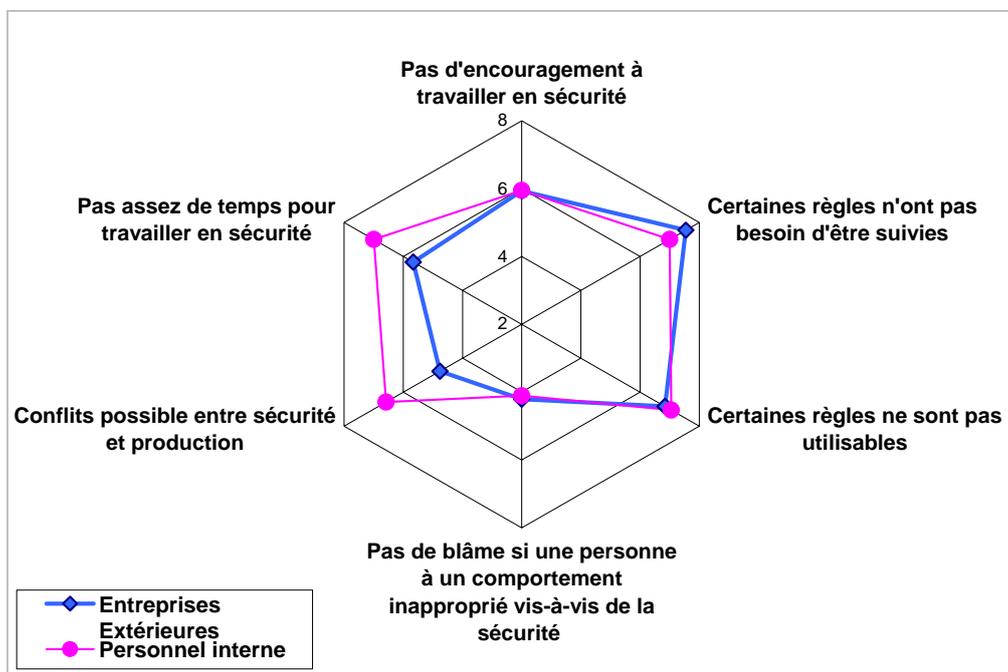


Figure 33 : Zoom sur les dimensions à surveiller

a) La dimension Environnement de travail

Le zoom sur la dimension environnement de travail, confirme tout d'abord que cet environnement, semble plus difficile pour le personnel d'entreprises extérieures que pour le personnel interne.

Les réponses aux questions 1 et 2 de cette dimension sont les plus parlantes « *Les objectifs de production sont souvent en conflit avec les mesures de sécurité* » ($X^2=14.5$, $p=0.0001$, $ddl=1$) et « *Des fois, on ne me laisse pas assez de temps pour faire le travail en sécurité* » ($X^2=5.6$, $p=0.018$ $ddl=1$.)

Les personnes interrogées et en particulier le personnel externe, trouvent donc que les objectifs de production c'est-à-dire les demandes d'intervention ne sont pas toujours en adéquation avec toutes les mesures de sécurité (score personnel interne 6.6/10 externe 4.7/10). Les contraintes de temps étant selon eux la principale cause de ce conflit (score personnel interne 7.0/10 externe 5.6/10).

b) Les dimensions Communication et Encouragement

Le zoom sur les questions relatives à la communication montre que c'est particulièrement la 4^{ème} question de la communication qui pose problème : « *Je ne reçois pas d'encouragements pour avoir travaillé en sécurité* ». Cette question peut être reliée à la question 5 de la dimension encouragement « *Pour persuader les personnes qui n'agissent pas en sécurité, que leur attitude est inappropriée, on ne les blâme pas* »

Ainsi, pour le personnel interne et externe, l'organisation ne les encourage pas assez à travailler en sécurité (score personnel interne 5.9/10 externe 5.9/10) ($X^2= 0.065$, $p=0.8$, $ddl=1$), et lorsqu'ils commettent une erreur ou ont un comportement inapproprié vis-à-vis de

la sécurité, on les blâme ou on les punit (score personnel interne 4.1/10 externe 4.2/10) ($X^2=0.15$, $p=0.7$, $ddl=1$).

c) La dimension Règles et procédures

Dans une moindre mesure, le zoom sur la dimension règles et procédures montre que celles-ci sont des fois considérées comme non nécessaires ou qu'elles sont inutilisables.

La question Règles1 « *Certaines procédures et règles de sécurité n'ont pas besoin d'être suivies pour que le travail soit fait en sécurité* », illustre ce propos. Ainsi pour le personnel interne en particulier, certaines règles ne sont pas pertinentes et le fait de ne pas les appliquer ne met pas en cause la sécurité (score personnel interne 7.0/10).

Dans le même registre les réponses à la question Règle2 « *Certaines règles de santé sécurité ne sont pas vraiment utilisables* » montrent que certaines règles ne sont pas en adéquation avec les conditions d'intervention et sont de ce fait inutilisables (score personnel interne 7.1/10 externe 6.8/10).

IV.1.5.5 Résultats des entreprises extérieures selon leur métier

Analysons maintenant, les résultats de ce questionnaire selon le métier du personnel des entreprises extérieures.

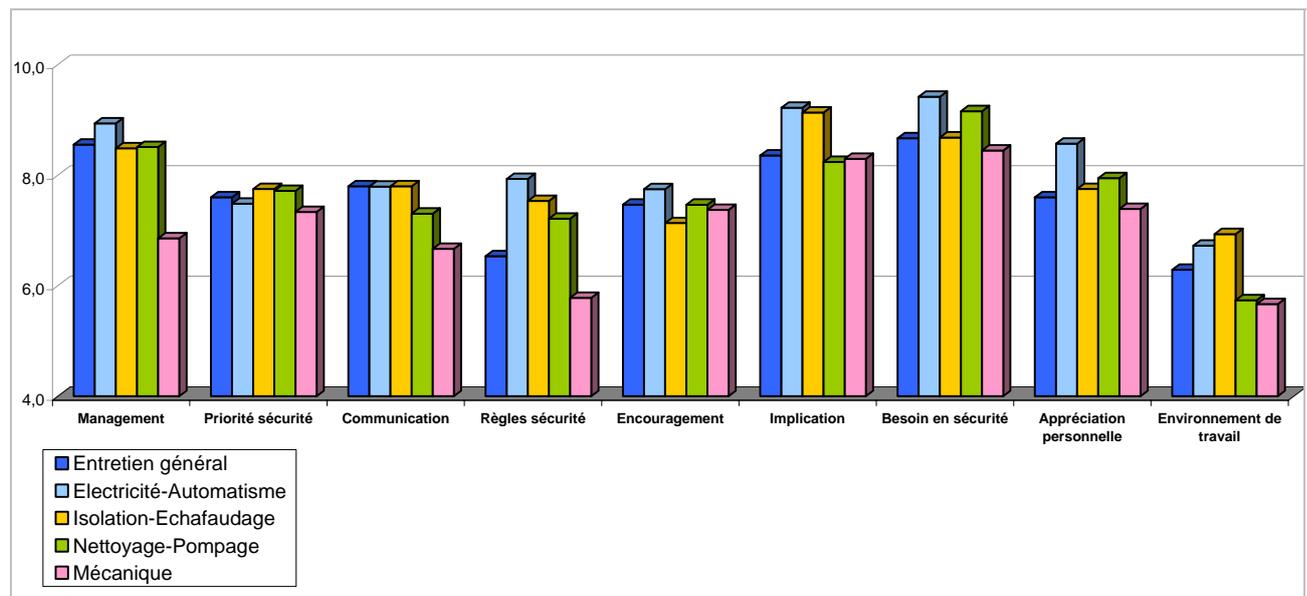


Figure 34 : Résultats des entreprises extérieures selon leur métier

Le métier mécanique semble être en recul sur quasiment toutes les dimensions : score management 6.9/10, communication 6.7/10 et règles de sécurité 5.8/10.

L'environnement de travail semble le plus hostile pour travailler en sécurité pour la mécanique 5.7/10 et le nettoyage pompage 5.7/10.

IV.1.6 Discussion sur le questionnaire de climat de sécurité

a) Un questionnaire commun personnel interne et personnel d'entreprises extérieures, une première

Nous l'avons dit, c'est la première fois qu'un même questionnaire est proposé à différentes entreprises qui ont en commun une activité : la maintenance courante, et que sont combinés les résultats du personnel interne à l'installation et ceux du personnel des entreprises extérieures.

L'intérêt d'une telle démarche est d'avoir une vision complète de la culture de sécurité de tous les acteurs qui interviennent dans les travaux de maintenance. Nous avons pris en compte non seulement les acteurs de la maintenance⁸¹, mais également tous les acteurs qui gravitent autour de cette activité ; que ce soit le personnel qui exploite les équipements à maintenir ou les correspondants sécurité qui vont conseiller et surveiller les interventions de maintenance.

b) Une même culture globale de sécurité

L'analyse des réponses au questionnaire de climat de sécurité montre que la sécurité est un facteur important dans le travail du personnel interne et externe.

La culture de sécurité du personnel interne et externe est globalement similaire. Rappelons que le personnel des entreprises extérieures sollicitées, travaille de manière quasi continue pour l'installation, dans le cadre d'interventions de maintenance courante. De plus, ces entreprises sont en contrat avec la raffinerie depuis plusieurs années et le sont restées entre 2004⁸² et 2008. Ce sont donc des personnes qui sont habituées à travailler dans l'installation et sont rompues aux règles et mode de fonctionnement de celle-ci. Ceci explique donc la similarité entre les deux cultures.

c) Un management impliqué dans les questions de santé sécurité

De l'avis global des personnes interrogées⁸³, le management s'engage sur les questions de sécurité et celle-ci est une priorité. L'implication du management est une condition sine qua none du développement d'une culture de sécurité, il faut le rappeler et saluer cet engagement.

d) Un besoin important en sécurité et une implication personnelle sur ces questions

L'industrie pétrolière est une industrie à risques et les personnes qui y travaillent qu'ils soient interne ou externe en ont conscience. Une expression souvent utilisée dans cette installation est : « *ici on ne travaille pas dans une chocolaterie* ». Sans polémiquer sur les risques d'une chocolaterie, l'objectif est de montrer que les personnes ont conscience que leurs actions ont un impact sur la sécurité. Ces personnes ont un besoin de sécurité par ce qu'elles savent qu'elles travaillent dans un environnement à risques.

e) Un environnement de travail hostile pour travailler en sécurité ?

La dimension environnement de travail est celle qui obtient les scores les plus faibles et révèlent des conflits potentiels entre impératifs de production et de sécurité. La cause principale de cette inadéquation est selon les personnes interrogées, et en particulier le personnel extérieur, la contrainte de temps.

⁸¹ Qu'ils soient internes ou externes.

⁸² Date de début de l'étude.

⁸³ À part le personnel de la mécanique, Cf. *Les résultats inattendus de l'entreprise mécanique et limites d'un questionnaire de perception.*

On peut mettre en relation ce résultat avec le nombre important de travaux en urgence à effectuer. Même si des efforts ont été demandés aux services exploitation pour diminuer le nombre d'interventions à faire en urgence⁸⁴, ils ne semblent pas encore avoir portés leurs fruits. Le personnel extérieur attend de plus importantes améliorations sur ce point là.

L'hypothèse d'une « mauvaise »⁸⁵ gestion par les entreprises extérieures de cette contrainte de temps ne peut pas être proposée ; car le sentiment sur le conflit entre contrainte de temps et sécurité est généralisé.

Il est également à noter que c'est le personnel extérieur de la maintenance qui réalise les interventions. C'est donc eux qui font face au conflit possible entre contrainte de temps et sécurité et explique leurs réponses sur cette dimension.

Nous reviendrons sur les conflits potentiels entre impératifs de production et sécurité lors de la deuxième expérimentation.

f) Peu d'encouragements, 'trop' de blâme ?

Un sentiment également généralisé est que le management interne et externe est peu prompt à encourager les actions et les comportements qui vont dans le sens de la sécurité.

Certains expliquent cette impression comme une caractéristique culturelle des Français qui trouvent toujours à redire sur tout et qui diront toujours « peut mieux faire » ; oubliant ainsi de dire que « c'est bien ».

Les comportements et attitudes non appropriés au regard de la sécurité sont, selon les personnes interrogées, blâmés. Cette critique est à relier à la « politique zéro accident » mise en place dans l'installation, et la multiplication des audits non anonymes et à la surveillance accrue de l'application des règles et procédures.

Nous l'avons vu, si un intervenant extérieur ne suit pas les règles de sécurité, il peut perdre son habilitation à travailler sur le site pendant plusieurs jours voire plusieurs mois.

g) Des règles parfois peu pertinentes ou inutilisables

Certaines règles, nous l'avons vu, semblent peu pertinentes ou non utilisables dans les conditions d'interventions. Ceci peut être mis en relation avec le fait, que les règles et procédures des travaux de maintenance sont écrites pour un cas nominal. Les intervenants sont censés respecter à la lettre les procédures.

Si les conditions de l'intervention ne correspondent pas exactement aux règles et procédures, les intervenants doivent arrêter l'intervention.

Pourtant dans les conditions réelles d'interventions, les intervenants sont parfois confrontés à des situations qui ne sont pas conformes avec l'ensemble des règles et procédures.

Faut-il pour autant toujours arrêter l'intervention, ou faut-il s'adapter à cette situation sans pour autant remettre en cause toutes les règles et procédures de sécurité ?

Nous verrons leurs décisions et réactions dans la deuxième expérimentation.

⁸⁴ C'est-à-dire immédiatement ou sous 24 heures.

⁸⁵ Ou en tout cas améliorable.

IV.1.7 Les limites potentielles du questionnaire

a) Les résultats inattendus de l'entreprise de mécanique et limites d'un questionnaire de perception

Les résultats du personnel de l'entreprise de mécanique étaient totalement inattendus.

Ce personnel est très largement reconnu pour son professionnalisme, son savoir-faire et sa culture de sécurité. Leur culture de sécurité est, selon les propos du personnel et du management interne, meilleure que celle présente au sein de l'installation. Le personnel qui travaille dans cette entreprise extérieure connaît très bien l'installation et les interventions à faire puisque l'entreprise est en contrat depuis plus de 30 ans.

Aux dires de tous, cette entreprise représente ce qui se fait de mieux, en termes de qualité de travail et de culture de sécurité.

Et pourtant, les résultats obtenus sont nettement en retrait par rapport aux résultats des autres entreprises.

Comment expliquer ces résultats ?

Nous pouvons poser plusieurs hypothèses :

- L'entreprise bien que très professionnelle et faisant du travail de bonne qualité n'a pas de culture de sécurité développée.
- Le personnel qui a répondu au questionnaire n'est pas représentatif de l'esprit et de la culture de sécurité de cette entreprise.
- Un évènement récent, a été mal géré, les impératifs de sécurité non respectés, et le personnel avait envie d'envoyer un message fort à son management.
- Les limites du questionnaire ont été atteintes. le personnel ne perçoit pas ou ne perçoit plus les efforts et résultats de l'entreprise ; et trouve que ce n'est pas assez.

Les résultats sécurité de cette entreprise et la perception générale envers cette entreprise infirme la 1^{ère} hypothèse.

Les deux hypothèses suivantes ont également été invalidées, selon le management de cette entreprise les personnes qui ont répondu sont représentatives de cette entreprise et aucun évènement majeur n'est survenu récemment.

Une analyse approfondie des réponses de cette entreprise montre que, la différence la plus flagrante par rapport aux autres entreprises, est le score lié à la dimension management.

La perception qu'à le personnel est que le management n'agit pas assez rapidement pour régler les problèmes de sécurité et qu'il n'agit qu'après un accident ; Questions 1 et 6 de la dimension management (Cf. Tableau 8). Ils envoient ainsi des messages forts à leur management sur leur besoin que plus de choses soient faites sur les questions de sécurité.

Ils relèvent également que certaines règles et procédures ne sont pas pertinentes et n'ont pas besoin d'être suivies pour faire le travail en sécurité.

Par contre, ils sont en moyenne moins nombreux que les autres répondants, à trouver qu'une politique de blâme est utilisée pour expliquer qu'un comportement n'est pas approprié au regard de la sécurité.

Nous pensons donc que la 4^{ème} hypothèse est la plus plausible et que le questionnaire trouve ses limites, lorsque « l'escalade à la sécurité » est amorcée.

Le questionnaire reflétant la perception des gens et non les résultats ou efforts tangibles qui sont réalisés sur la sécurité, ce type de méthode atteint ici ses limites.

On peut se poser la question sur les liens entre perception du risque et sensibilisation aux risques. Est-ce que les personnes qui sont les plus sensibilisées aux risques et à son pendant la sécurité, ne sont elles pas aussi les personnes qui ont la perception la plus élevée des risques ?

Ces personnes ne vont-elles pas considérer que les risques résiduels sont inacceptables ?

Ne vont-elles pas du coup être les plus exigeantes sur les questions de sécurité et trouver que les efforts et investissements ne sont jamais suffisants et qu'il faut toujours en faire plus ? D'ailleurs les entreprises les plus sûres sont celles qui investissent le plus dans la sécurité ; la sécurité appelant la sécurité.

b) Une image à un instant donné de la culture de sécurité qui peut changer

Le questionnaire permet de mesurer l'état de la culture de sécurité d'un système à un instant donné.

Ce climat de sécurité est susceptible de changer selon les caractéristiques de l'environnement, les résultats ne sont donc pas figés. Si le contexte économique, social ou organisationnel est stable les changements sont faibles.

Nous n'avons pas noté de différences remarquables entre les résultats de la 1^{ère} vague d'enquête réalisé en 2007 et celle de 2008.

c) Une méthode qui ne peut être utilisée à l'infini

Les personnes interrogées peuvent s'habituer à ce type de méthode et un apprentissage peut être fait. Il est assez facile de comprendre comment avoir un « bon » ou « mauvais » score. La culture de sécurité peut ainsi être sur ou sous-évaluée. Il faut donc que les personnes interrogées répondent de manière sincère et qu'aucune pression ne soit faite pour répondre dans tel ou tel sens.

IV.2 REACTIONS DES ACTEURS EXTERIEURS DE LA MAINTENANCE FACE A UNE SITUATION DEGRADEE – CAPACITES D'ADAPTATION ET D'APPRENTISSAGE

IV.2.1 Introduction

Ce chapitre présente une expérimentation conduite auprès du personnel d'entreprises extérieures de maintenance qui travaille de façon continue et quasi exclusive dans l'installation étudiée.

Cette expérimentation porte sur les facteurs de prise de décision et les réactions de ces acteurs lorsqu'ils sont placés dans des situations simulées de conflit entre sécurité et demande d'intervention du donneur d'ordres⁸⁶.

Nous allons voir si les barrières de sécurité de la « politique zéro accident » (Cf. Partie III *Analyse du système*) permettent de circonscrire les activités de maintenance courante dans l'espace de fonctionnement prescrit.

IV.2.2 Objectifs, Hypothèses et Méthode

IV.2.2.1 Objectifs

Cette phase expérimentale a quatre objectifs principaux :

- Identifier les facteurs de prises de décisions des acteurs extérieurs de la maintenance en situation normale et dégradée.
- Evaluer l'impact de la pression exercée par le donneur d'ordres sur les décisions des acteurs extérieurs de la maintenance.
- Caractériser les capacités d'adaptation des acteurs à une situation dégradée.
- Caractériser les modes d'apprentissage et le retour d'expérience qui sont réalisés après la confrontation avec une situation d'intervention dégradée.

IV.2.2.2 Hypothèses

Nous avons vu que le système de sous-traitance mis en place est basé sur le respect strict des règles et procédures :

- Si le système reste dans l'espace de fonctionnement prescrit, considéré comme sûr par définition, on s'attend à ce que les décisions des intervenants aillent dans le sens d'un respect minutieux des règles (Cf. Partie III *Analyse du système*). Ce respect peut se traduire par un refus d'intervention dans des situations dites dégradées, c'est-à-dire non strictement conformes au mode opératoire, à l'Autorisation de Travail et à toutes les règles et procédures relatives à ce type d'intervention. La reprise du travail n'étant effective que si la situation est en conformité avec l'ensemble des règles et procédures.
- Si le système est résilient et adaptatif, on s'attend à ce que les décisions des intervenants soient adaptées à la situation dégradée.

⁸⁶ Donneur d'ordres: dans toute cette expérimentation le donneur d'ordres pourra être indifféremment un technicien de maintenance ou un chef de quart exploitation.

IV.2.2.3 Méthode

Afin de tester ces hypothèses nous avons développé un simulateur de scénarios basé sur un protocole d'information à la demande ou simulation statique.

Il s'agit de reconstituer des scénarios vrais ou plausibles qui sont déroulés étape par étape.

A chaque étape le sujet doit donner sa compréhension de la situation. Selon les consignes il peut demander de l'information complémentaire (information à la demande qui lui sera donnée si elle est disponible), ou dire ce qu'il ferait, ou prédire l'évolution de la situation (Amalberti, 2001a).

Ce type de méthode évolue comme un simulateur d'activité, mais avec un coût considérablement plus faible.

André Bisseret (1995) ainsi que Spérandio (1993) ont utilisé cette méthode dans leurs études sur les activités de gestion de conflits des contrôleurs de la navigation aérienne. Noizet & Amalberti (2000) y ont également fait appel pour étudier les activités routinières des agents de terrain en centrale nucléaire. Plus récemment, Morel, Amalberti et Chauvin (2008) l'ont utilisé pour la simulation de campagne de pêche avec des patrons pêcheurs.

Nous avons opté pour cette méthode car elle permet de proposer à des acteurs de différentes entreprises extérieures et de différents métiers de réaliser une intervention dans des conditions réalistes, tout en gardant le contrôle sur différents facteurs tels que la météo, la disponibilité des outils ou du matériel de sécurité, les délais de réalisation, etc. De plus, cette méthode nous permet de créer des scénarios appropriés aux différents métiers de la maintenance que nous étudions, c'est-à-dire : mécanique, électricité-automatismes, nettoyage-pompage et entretien général.

IV.2.3 Le simulateur

IV.2.3.1 Développement du simulateur

Le simulateur à développer devait permettre aux acteurs extérieurs de la maintenance de se retrouver dans la situation la plus réaliste possible au regard de leurs activités au sein de l'installation.

L'interface graphique développée sur Excel® est très conviviale et simple, de manière à être accessible à toutes les personnes sollicitées quelle que soit leur maîtrise de l'outil informatique. Elle permet d'enregistrer tous les facteurs consultés, toutes les informations données au sujet ainsi que l'ordre dans lequel cela a été fait.

a) Quelques définitions

- *Une intervention* est l'opération qui doit être réalisée. Par exemple : changer un transmetteur électronique.
- *Un facteur de prise de décision* est le type d'information qui est important pour un acteur de la maintenance lors de l'exécution de ces activités. Par exemple : l'Autorisation de Travail ou la météo, etc. (Cf. Tableau 9).
- *Une information* permet d'avoir des précisions sur les conditions spécifiques de l'intervention. Elle est une configuration d'un facteur de prise de décision. Par exemple pour le facteur de prise de décision Météo, l'information peut être Temps clair (Cf. Tableau 11).
- *Un scénario* est la combinaison des informations, c'est-à-dire des conditions spécifiques de l'intervention. Par exemple : réaliser une intervention dans un délai de 24h, avec une équipe complète, des conditions météo temps clair, etc.

b) Données utilisées

Les interventions et scénarios proposés dans la simulation ont été définis à partir de plusieurs types de données :

- *Les données recueillies lors de l'observation des activités de maintenance*

Une analyse de l'activité des acteurs de la maintenance a été réalisée pendant six mois en immersion complète dans les activités de maintenance réalisées au sein de l'installation, que ce soit par le personnel interne ou par le personnel d'entreprises extérieures (Tazi, 2005a) (Tazi, 2005b). Cette analyse de l'activité a été complétée par des observations réalisées tout au long des trois années de la thèse.

Cette analyse a permis d'identifier les principaux facteurs jugés importants par les acteurs afin de mener leurs activités.

- *Les données recueillies auprès des acteurs de la maintenance*

Plus d'une centaine d'échanges et interviews auprès des acteurs de la maintenance, qu'ils soient interne ou externe, ont permis d'ajuster ces données afin d'utiliser celles qui sont les plus pertinentes et rendre la simulation la plus réaliste possible. Dans la simulation, nous utilisons le même jargon technique que lors d'interventions réelles.

Ce travail a permis d'identifier et de caractériser les facteurs qui à priori sont importants pour les acteurs extérieurs de la maintenance lors de l'exécution de leurs activités au sein de l'installation.

Tableau 9 : Facteurs de décisions à priori importants pour réaliser une intervention de maintenance

Documents	<i>Autorisation de Travail</i>	Informations relatives à l'intervention (intitulé de l'opération, emplacement, environnement produit, outils utilisés, mesures de sécurité à mettre en œuvre par l'entreprise donneuse d'ordres et par l'entreprise extérieure etc.) et qui autorise l'entreprise extérieure à intervenir (Cf. Annexe <i>Documents utilisés lors de la simulation</i>)
	<i>Mode opératoire</i>	Description pas à pas de l'intervention à réaliser (Cf. Annexe <i>Documents utilisés lors de la simulation</i>)
Organisation	<i>Délai</i>	Délai de l'intervention
	<i>Equipe</i>	Description de l'équipe d'intervention
Moyens mis en œuvre	<i>Outils</i>	Informations sur la disponibilité des outils de travail
	<i>Matériel de sécurité</i>	Informations sur la disponibilité du matériel de sécurité
Personnes à contacter	<i>Responsable hiérarchique</i>	Le responsable hiérarchique est généralement le chef d'équipe car il est l'interface privilégiée avec le donneur d'ordres, sinon c'est le responsable du contrat
	<i>Donneur d'ordres</i>	Dans la simulation le donneur d'ordres peut être un technicien maintenance ou le chef de quart exploitation
Autres informations	<i>Météo</i>	Conditions météo lors de l'intervention
	<i>Fatigue</i>	Etat de fatigue de l'intervenant
	<i>Compensation des heures supplémentaires</i>	Mode de compensation des heures supplémentaires

c) Les interventions

Nous avons fait le choix de proposer des interventions dites classiques, c'est-à-dire des interventions que quasiment tout intervenant dans ce métier est censé savoir réaliser. L'objectif est que tout intervenant dans un métier donné soit familier avec ce type d'intervention.

Pour chaque métier étudié nous avons proposé une intervention :

- *Mécanique* : Réfection de la garniture d'une pompe.
- *Electricité-Automatismes* : Changement d'un transmetteur électronique.
- *Nettoyage-Pompage* : Pompage de caniveaux.
- *Entretien général* : Remplacement d'une soupape.

d) Les scénarios développés

Un scénario comporte toujours 4 étapes.

Tableau 10 : Les 4 étapes d'un scénario

Etape	Objectifs
Identification	Collecter des données sur le métier et la fonction du sujet
Préparation de l'intervention	Identifier les facteurs de prise de décision avant l'intervention
En cours de chantier dégradation de la situation	Identifier les facteurs de prise de décision en situation dégradée
	Evaluer l'impact de la pression exercée par le donneur d'ordres
	Caractériser les capacités d'adaptation du sujet
Fin d'intervention	Caractériser le retour d'expérience et les capacités d'apprentissage du sujet

Le tableau 11 suivant présente les différentes informations possibles pour chaque facteur de prise de décision.

Quelque soit l'intervention, le métier concerné, ou la fonction de la personne sollicitée, les facteurs de prise de décision sont les mêmes. Seules les informations changent les conditions spécifiques de l'intervention de façon à proposer des simulations différentes.

Les 16 scénarios développés sont une combinaison de ces informations (Cf. Annexe. *Documents utilisés lors de la simulation*).

Tableau 11 : Informations proposées lorsqu'on consulte un facteur

	Facteurs de prise de décision	Informations
Documents	<i>Autorisation de Travail</i>	Lien vers l'Autorisation de Travail
	<i>Mode opératoire</i>	Lien vers le mode opératoire
Organisation	<i>Délai</i>	Priorité 1 : à réaliser immédiatement
		Priorité 2 : à réaliser sous 24h
		Priorité 3 : à réaliser sous une semaine
	<i>Equipe</i>	L'équipe intervenante est complète
L'équipe intervenante est complète, une personne est là depuis moins d'un mois		
Une personne de l'équipe d'intervention ne se sent pas bien		
Moyens mis en œuvre	<i>Disponibilité du matériel de sécurité</i>	Le matériel de sécurité est disponible
	<i>Disponibilité des outils</i>	Tous les outils nécessaires à l'intervention sont disponibles
		Tous les outils ne sont pas disponibles
Personnes à contacter	<i>Donneur d'ordres</i>	Il faut que l'intervention se fasse, je ne veux rien entendre
	<i>Responsable hiérarchique</i>	Le responsable hiérarchique ne répond pas, répondeur
		Je ne peux pas passer de suite, essaie de te démerder et si tu n'y arrives vraiment pas rappelles-moi
Autres informations	<i>Météo</i>	Temps clair
		Le temps se dégrade (pluie)
		Le temps vire à la tempête (pluie et vent fort)
	<i>Fatigue</i>	Vous revenez de vacances
		Il est 17H et le travail n'est pas commencé
		Vous êtes épuisé
<i>Compensation des heures supplémentaires</i>	Les heures sup sont compensées en repos	
	Les heures sup sont compensées en salaire	

○ *Commentaires sur les scénarios*

Les documents qui ont été utilisés dans la simulation, sont les documents qu'utilisent les intervenants lors de leurs activités. Nous avons utilisés de « vrais » autorisations de travail et modes opératoires dans la simulation afin de mettre le sujet en situation (Cf. Annexe. *Documents utilisés lors de la simulation*).

A chaque intervention, sont liés une Autorisation de Travail et un mode opératoire spécifiques.

Le matériel de sécurité est toujours disponible dans les scénarios développés de manière à proposer des situations réalistes.

Le donneur d'ordres insiste toujours pour que l'intervention se fasse quelles que soient les conditions.

Le responsable hiérarchique est toujours absent ou ne propose pas de solution. L'objectif est que ce soit le sujet qui prenne des décisions et non un tiers.

e) Déroulement d'un scénario

Un scénario se déroule en quatre étapes.

1. Identification

Chaque simulation est enregistrée sous un identifiant, ce qui permet de garantir l'anonymat des personnes sollicitées.

Sont également enregistrés, la fonction du sujet (intervenant, chef d'équipe, correspondant Hygiène Sécurité Environnement, ou responsable du contrat), ainsi que le métier du sujet (mécanique, électricité-automatismes, nettoyage-pompage ou entretien général).

Figure 35 : Interface graphique Identification

2. Préparation de l'intervention

L'objectif de cette étape est identifier les facteurs de prises de décisions des acteurs extérieurs de la maintenance en situation normale, lors de la préparation de l'intervention.

Nous proposons au sujet de réaliser une intervention en relation avec son métier. Par exemple pour un électricien automaticien, nous lui proposons de changer un transmetteur électronique.

Figure 36 : Interface graphique Préparation de l'intervention

Le sujet a des directives à suivre :

- Il doit cliquer sur les différents facteurs proposés pour avoir des informations relatives à l'intervention qu'il doit réaliser.
- Il doit chercher les informations selon l'ordre d'importance qu'il leur accorde personnellement.
- Il n'est pas obligé de consulter toutes les informations disponibles.

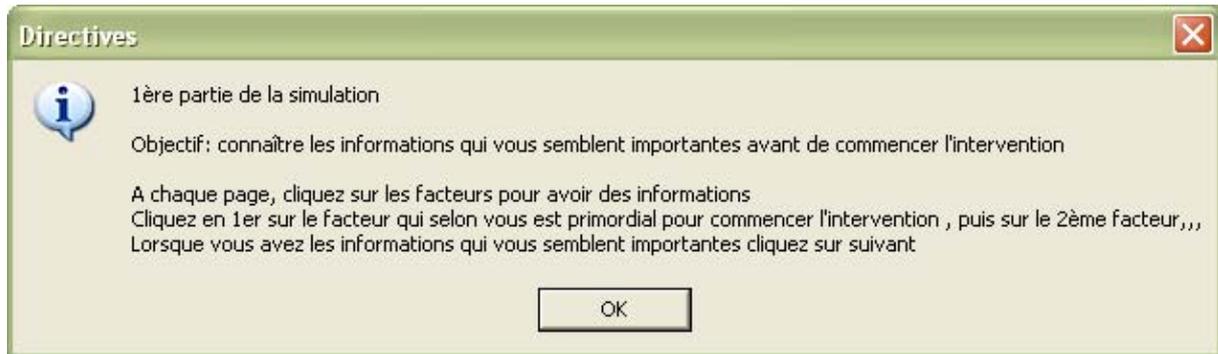


Figure 37 : Interface graphique Directives pour la préparation de l'intervention

A chaque fois que le sujet clique sur un facteur, par exemple : *délai de réalisation*, il aura l'information relative.

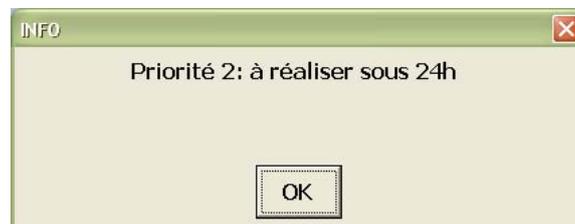


Figure 38 : Interface graphique Exemple de délai de réalisation

Lorsque le sujet a toutes les informations qui lui semblent importantes avant de commencer l'intervention, il passe à la partie suivante.

3. *En cours de chantier*

En cours de chantier, la situation se dégrade toujours, lors de l'ouverture d'un équipement, l'intervenant se rend compte qu'il y a une fuite par exemple.

La situation n'est plus conforme à l'ensemble des règles et procédures et le donneur d'ordres insiste pour que l'intervention se fasse.

L'objectif de cette étape est d'identifier les facteurs de prises de décisions des acteurs extérieurs de la maintenance et de caractériser leurs capacités d'adaptation en situation dégradée.

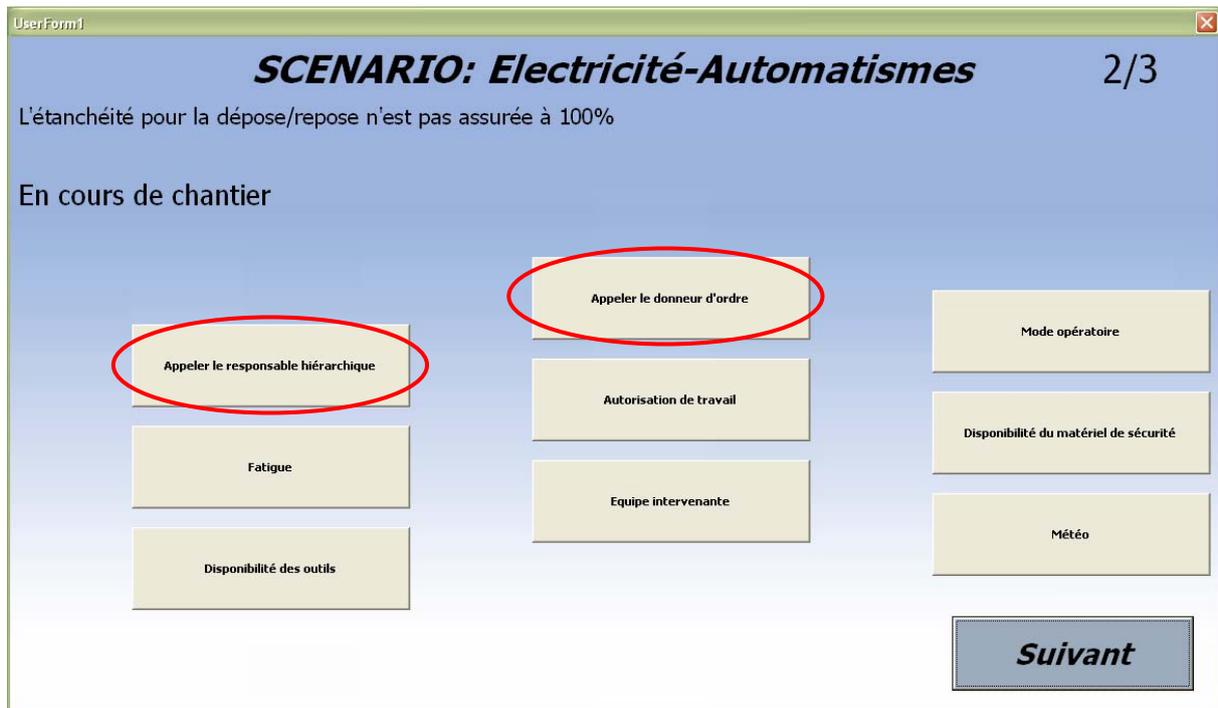


Figure 39 : Interface graphique En cours de chantier la situation se dégrade

Deux facteurs ont disparus : *le délai de réalisation et la compensation des heures supplémentaires* car les informations qui y sont relatives ne changent pas lors du déroulement du scénario.

Deux facteurs sont apparus : *appeler le donneur d'ordres et appeler le responsable hiérarchique*, qui sont deux actions que le sujet peut effectuer et pour lesquelles il aura une réponse.

Le sujet a des directives à suivre :

- Il doit cliquer sur les différents facteurs proposés selon l'ordre d'importance qu'il leur accorde personnellement pour avoir des informations, en prenant en compte la dégradation des conditions d'intervention.
- Les informations que le sujet a pu avoir dans l'étape *préparation de l'intervention* ne sont plus valides ; ainsi, les conditions météo ont pu changer, de même que son état de fatigue etc. ; de plus l'Autorisation de Travail et le mode opératoire ne sont plus applicables tels quel.
- Oralement, je demande au sujet ce qu'il fait, s'il réalise l'intervention et dans quelles conditions. Je lui rappelle que le donneur d'ordres lui met une pression importante pour qu'il réalise l'intervention.

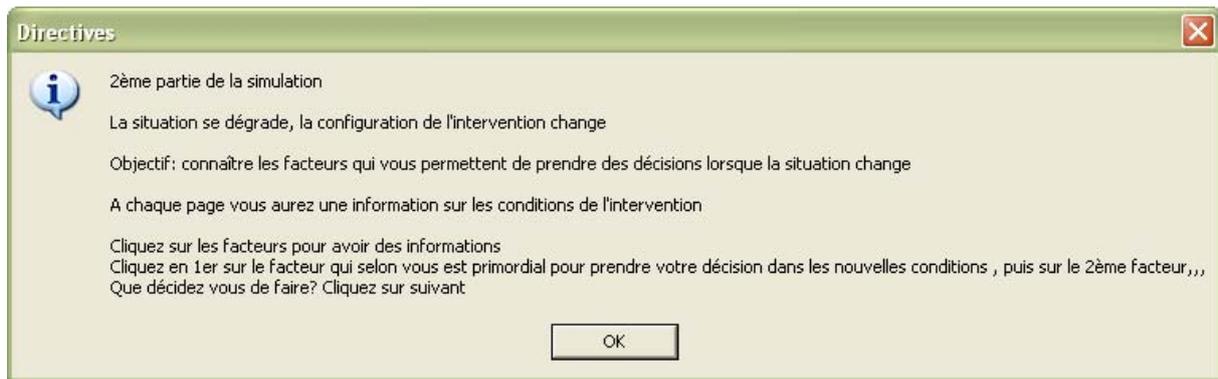


Figure 40 : Interface graphique Directives en cours de chantier lorsque la situation se dégrade

4. Fin de l'intervention

L'objectif de cette dernière étape est de caractériser le retour d'expérience réalisé suite à une intervention dont les conditions étaient dégradées.

Quelques soient les facteurs consultés et les décisions prises par le sujet, l'intervention se termine bien. Le but est de ne pas mettre en échec le sujet et de ne pas porter de jugement sur ses actions.

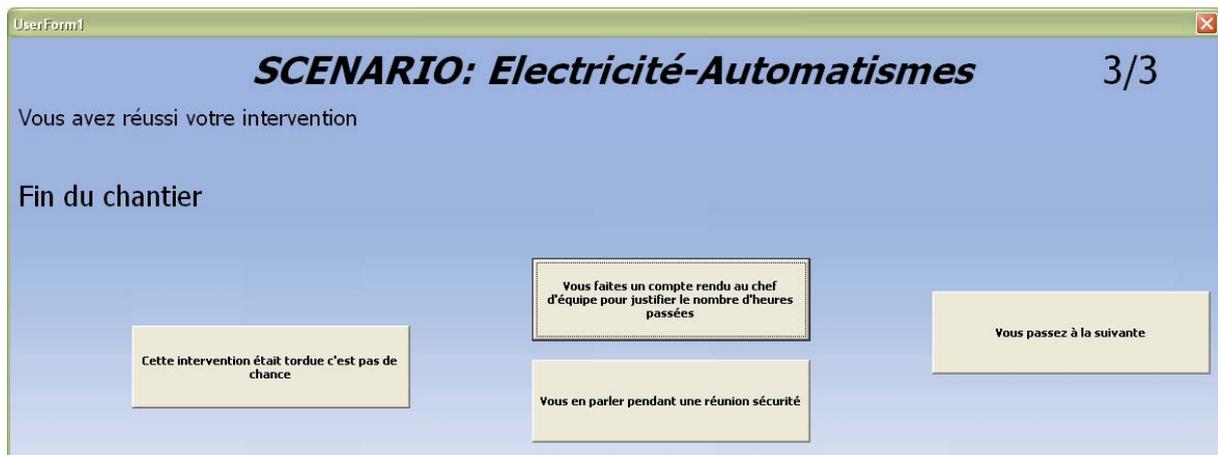


Figure 41 : Interface graphique Fin de l'intervention Retour d'expérience

Directives : le sujet doit cliquer sur l'action qu'il réalise pour rendre compte ou non des conditions spécifiques de réalisation de l'intervention.

Lorsque le sujet a choisi son action, la simulation se termine.



Figure 42 : Interface graphique Fin de la simulation

○ *Commentaires sur la génération des scénarios*

– ***Position aléatoire des facteurs à chaque étape et à chaque simulation***

Pour les étapes *préparation de l'intervention, en cours de chantier et fin de l'intervention*, les facteurs sur lesquels on peut cliquer changent de position de manière aléatoire à chaque nouvelle étape et à chaque nouvelle simulation. L'objectif est qu'il n'y ait pas d'apprentissage sur la position des facteurs et que les personnes sollicitées cherchent réellement les informations qui leurs semblent nécessaires.

– ***Choix aléatoire du scénario proposé***

Le scénario proposé à chaque personne est également aléatoire.

Le simulateur choisit de manière aléatoire un des 16 scénarios disponibles, l'objectif est que d'un sujet à l'autre, les conditions spécifiques de l'intervention changent et que le sujet ne les connaisse pas à l'avance (en comparaison par exemple avec la simulation précédente effectuée par un collègue).

Ainsi, même si l'intervention est la même – par exemple *changer un transmetteur électronique*-, à chaque simulation nous pouvons avoir des conditions spécifiques différentes (limitées à 16 scénarios possibles) (Cf. Annexe. *Documents utilisés lors de la simulation*).

f) Protocole expérimental

Cette partie a pour objectif de présenter pas à pas le protocole expérimental qui a été suivi lors de l'utilisation du simulateur.

○ *Présentation du simulateur*

Pour chaque entreprise sollicitée, une présentation du simulateur a été faite au responsable contrat. Ceci a été l'occasion de les faire également participer à l'étude lorsqu'ils le souhaitaient.

Le responsable contrat devait ensuite me présenter les personnes volontaires pour passer sur le simulateur.

Une présentation du contexte global de l'étude est faite à chaque personne volontaire.

L'anonymat de l'étude est garanti et j'explique qu'il n'y a pas de bonne ou mauvaise réponse.

Je me présente en tant que novice, qui ne connaît ni le métier ni l'intervention simulés, et que je ne peux donc pas juger de la pertinence de leurs réponses : le sujet est le professionnel. Je suis là comme support pour lui expliquer comment fonctionne le simulateur et non pour prendre des décisions.

Je demande au sujet que ses réponses soient personnelles, et qu'elles doivent refléter ce qu'il ferait dans la réalité et non ce qu'il doit faire.

○ *La simulation*

La simulation à proprement dite, débute.

a) Identification : enregistrement de l'identifiant, la fonction et le métier du sujet.

b) Etape Préparation de l'intervention :

– Je lis à voix haute les directives et laisse la main au sujet.

– Le sujet trouve des précisions sur les conditions spécifiques de l'intervention en cliquant sur les différents facteurs à sa disposition.

– Lorsque le sujet a les renseignements qui lui semblent utiles il clique sur suivant.

c) Etape En cours de chantier :

- Je lis à voix haute les directives, indique au sujet que le donneur d'ordres insiste fortement pour que l'intervention se fasse.
- Je lui demande ce qu'il fait concrètement sur le terrain, puis lui laisse la main.
- Le sujet consulte les facteurs qui lui semblent utiles.
- Je décris au sujet une situation :
 - ✓ Fortement dégradée (ex : lors de l'ouverture de l'équipement, l'intervenant se rend compte qu'il y a une grosse fuite) et lui demande s'il accepte de réaliser l'intervention. Si le sujet accepte, son avis est enregistré dans le niveau de dégradation FORT.
 - ✓ S'il refuse, je lui explique que suite à des efforts du donneur d'ordres, la situation est moyennement dégradée, la fuite par exemple est maintenant un filet. Si le sujet accepte de réaliser l'intervention, son avis est enregistré dans le niveau de dégradation MOYEN.
 - ✓ S'il refuse, je lui explique que la situation est finalement faiblement dégradée, la fuite par exemple est maintenant un goutte à goutte. Si le sujet accepte de réaliser l'intervention, son avis est enregistré dans le niveau de dégradation FAIBLE.
 - ✓ S'il refuse toujours de réaliser l'intervention, son avis est enregistré dans le niveau de dégradation AUCUN.

Une désescalade de la dégradation de la situation est donc proposée pour identifier à quel niveau de risques les personnes acceptent de réaliser l'intervention en dérogeant aux règles.

Outre l'accès aux informations en cliquant sur les facteurs, cette phase est l'occasion de discuter des conditions de l'intervention, identifier pourquoi le sujet décide d'intervenir ou non, ce qui influe sur sa décision et quels seraient ses besoins pour accepter de réaliser l'intervention.

Les données collectées à ce stade ne sont pas enregistrées automatiquement par le simulateur, ces données sont retranscrites en notes. Ces notes doivent faire apparaître :

- ses premières actions suite à la présentation d'une situation dégradée ;
- le degré de dégradation pour lequel le sujet accepte de réaliser l'intervention : FORT (ex une grosse fuite), MOYEN (ex un filet), FAIBLE (ex un goutte à goutte), AUCUN ;
- les conditions d'opération qui, selon le sujet, influent sur sa décision ;
- ce que le sujet demande pour accepter de réaliser l'intervention.

d) Etape Fin de l'intervention :

- Je lis à voix haute les directives et laisse la main au sujet.
- Le sujet choisit ce qu'il ferait pour rendre compte ou non des conditions de cette intervention.
- A la fin de la simulation, je remercie la personne sollicitée pour sa participation.

Une simulation y compris la discussion qui la complète dure approximativement une heure.

○ *Deux vagues de simulation*

Une 1^{ère} vague de simulation a eu lieu en Mai 2007, 32 personnes y ont participé et les métiers représentés étaient : mécanique, électricité-automatismes, nettoyage-pompage et entretien général.

Une 2^{ème} vague à laquelle 27 nouvelles personnes ont participé a eu lieu en Février 2008. Les métiers mécanique, électricité-automatismes et nettoyage-pompage ont été privilégiés lors de cette 2^{ème} vague, afin de prendre en compte l'éventail des pratiques et métiers de la maintenance (Cf. Figure 27).

IV.2.4 Les résultats

L'enregistrement automatisé permet de connaître les facteurs les plus consultés, ainsi que l'ordre de cette consultation pour les différentes étapes de la simulation et ce pour tous les métiers et toutes les fonctions.

58 personnes d'entreprises extérieures qui travaillent dans la maintenance courante ont participé à la simulation.

IV.2.4.1 Typologie des personnes qui ont participé à la simulation

4 métiers et 7 entreprises de maintenance ont accepté que leur personnel passe sur le simulateur⁸⁷.

Tableau 12 : Nombre de personnes qui ont participé à la simulation selon leur métier

Mécanique	Entretien général	Electricité Automatismes	Nettoyage Pompage
16	7	18	17

5 fonctions sont représentées dans cette expérimentation.

Tableau 13 : Nombre de personnes qui ont participé à la simulation selon leur fonction

Intervenant	Chef d'équipe	Préparateur	HSE	Responsable contrat
26	20	4	3	5

Les chefs d'équipe sont surreprésentés par rapport au ratio nombre d'intervenant/nombre chef d'équipe.

La participation des chefs d'équipe est facilitée par le fait qu'ils travaillent généralement au forfait journée et peuvent participer à la simulation en dehors des heures de travail.

Les intervenants quant à eux, ont des horaires fixes et leur temps de travail ne pouvait être réduit afin de participer à la simulation.

⁸⁷ Le métier entretien général est peu représenté car il n'a pas été sollicité dans la 2^{ème} vague de simulation .

IV.2.4.2 Résultats lors de la préparation de l'intervention

L'objectif de cette étape de la simulation est d'identifier les facteurs qui sont importants pour le personnel extérieur de la maintenance lors de la préparation de leur intervention.

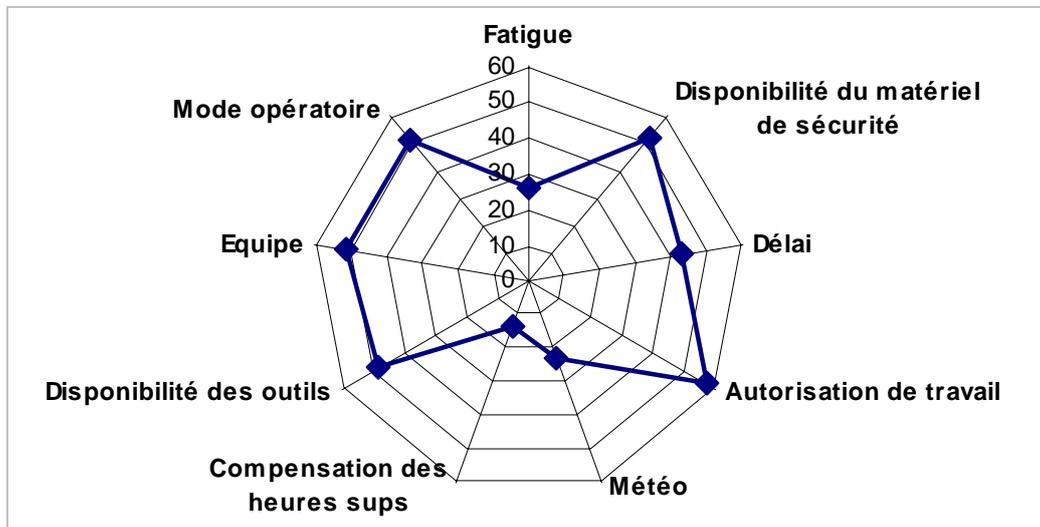


Figure 43 : Les facteurs consultés lors de la préparation de l'intervention

Les facteurs les plus consultés sont : l'Autorisation de Travail (57 fois), la disponibilité du matériel de sécurité (52 fois), le mode opératoire (51 fois) et la composition de l'équipe (51 fois).

Les facteurs les moins consultés sont : le mode de compensation des heures supplémentaires (13 fois), la météo (23 fois) et la fatigue du sujet (26 fois).

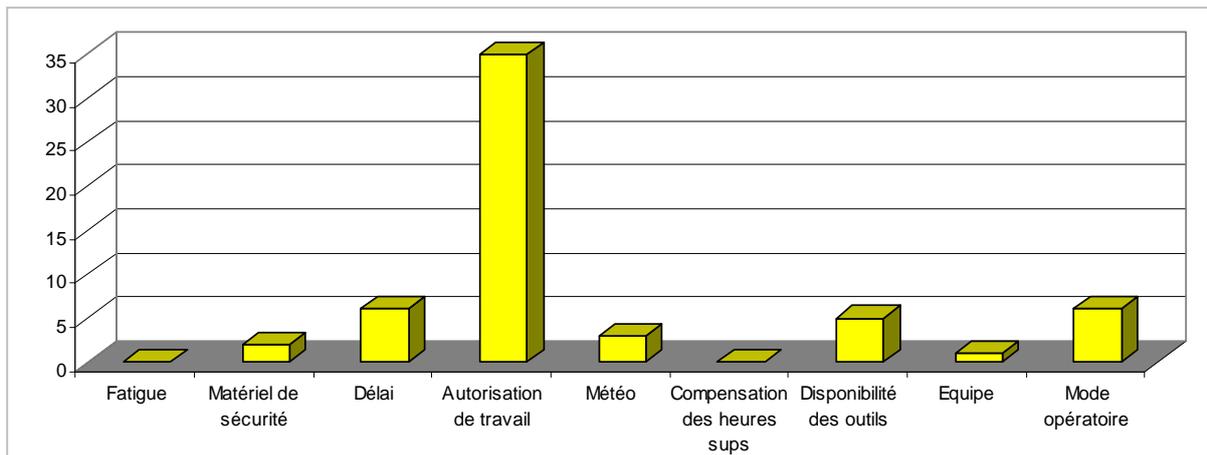


Figure 44 : 1^{er} facteur consulté lors de la préparation de l'intervention

Il apparaît clairement que l'Autorisation de Travail est largement le 1^{er} facteur consulté lors de la préparation d'une intervention.

Nous retrouvons ce même résultat pour tous les métiers et fonctions.

IV.2.4.3 Résultats en cours de chantier lorsque la situation se dégrade

En cours de chantier, la situation se dégrade toujours et n'est plus conforme à l'ensemble des règles et procédures (lors de l'ouverture d'un équipement, il y a une fuite par exemple).

Les objectifs de cette étape de la simulation, sont :

- d'identifier les facteurs qui sont importants pour le personnel extérieur de la maintenance lorsque la situation se dégrade ;
- d'évaluer l'impact de la pression exercée par le donneur d'ordres ;
- de caractériser les capacités d'adaptation des participants à cette nouvelle configuration.

a) Réaction après avoir présenté une situation dégradée

Lorsque les participants ont eu connaissance que la configuration de l'intervention avait changé et que la situation était dégradée (fuite par exemple), la 1^{ère} réaction de tous les participants sans exception a été d'interrompre l'intervention et de mettre en sécurité le chantier.

b) Facteurs consultés

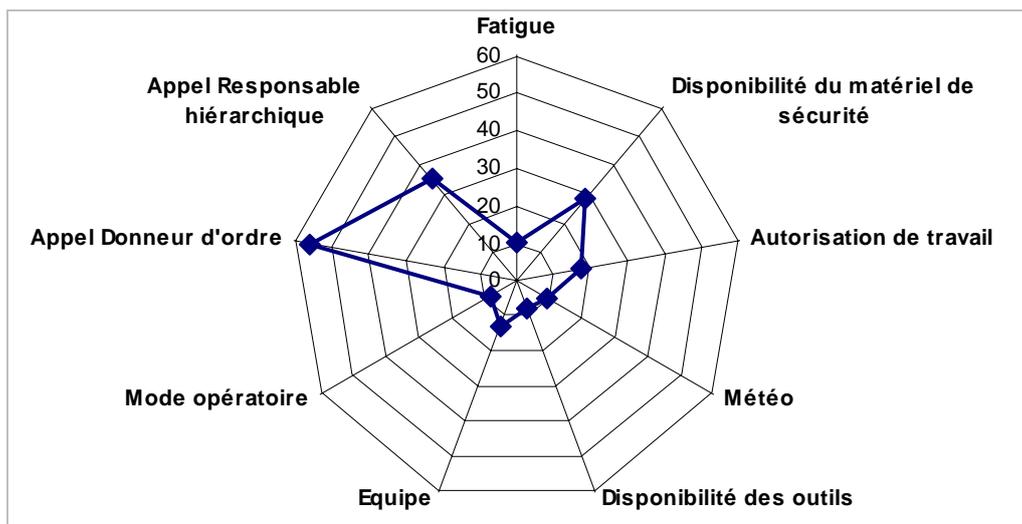


Figure 45 : Les facteurs consultés en cours de chantier lorsque la situation se dégrade

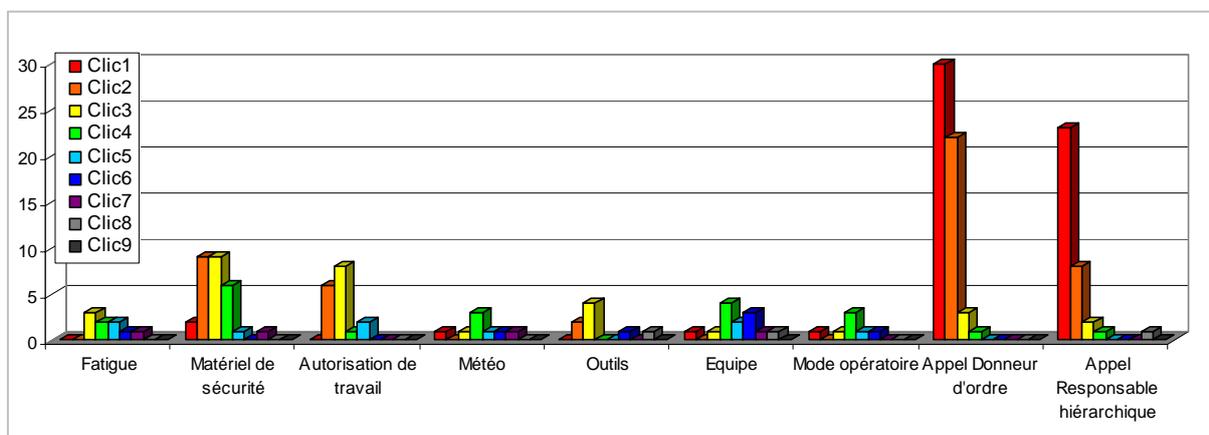


Figure 46 : Ordre dans lequel les facteurs ont été consultés en cours de chantier

Après avoir interrompu l'intervention et mis en sécurité le chantier, le premier réflexe des sujets est d'appeler le donneur d'ordres ou leur responsable hiérarchique.

Les sujets vont ensuite vérifier si le matériel de sécurité dans cette nouvelle configuration est disponible.

Nous retrouvons ce résultat quelque soit le métier ou la fonction du sujet.

c) Réactions et décisions face à la dégradation de la situation

Les résultats présentés ci-dessous sont issus de l'analyse des notes que nous avons prises pendant les simulations suite aux discussions que nous avons eues avec chacun des participants (Cf. *Protocole expérimental*).

- Niveau de dégradation de la situation pour lequel les participants acceptent d'intervenir

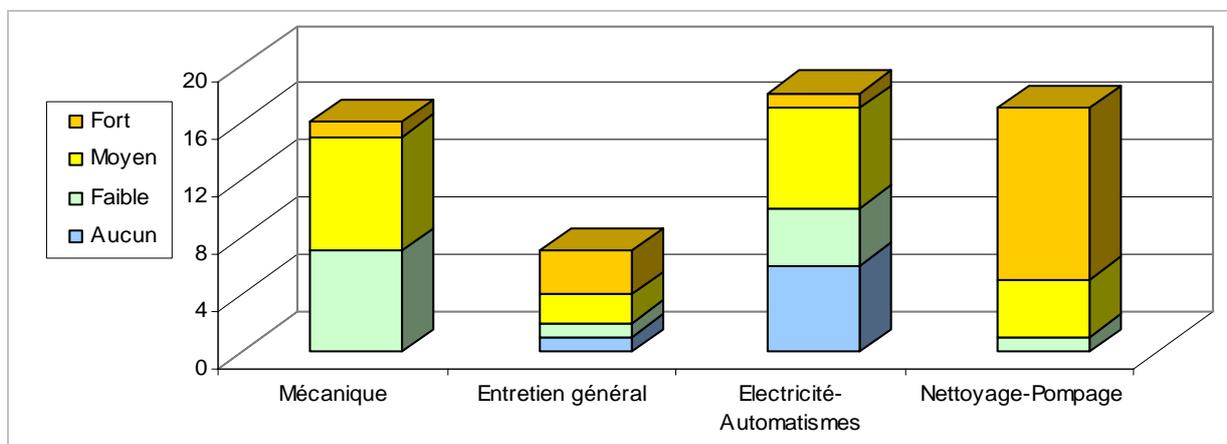


Figure 47 : Niveau de dégradation de la situation pour lequel le sujet accepte d'intervenir

Dans cette phase de la simulation, nous proposons aux sujets différents niveaux de dégradation de la situation et enregistrons celui pour lequel il accepte d'intervenir.

7/58 soit 12% des personnes refusent de réaliser l'intervention même pour une dégradation faible de la situation. Si la situation n'est pas strictement conforme aux règles et procédures, ils refusent d'intervenir.

12/17 soit 70% des personnes dont le métier est le nettoyage-pompage acceptent de réaliser l'intervention même à un niveau de dégradation élevé.

○ *Données qui influencent la décision des participants d'intervenir ou non*

Lors des discussions avec chacun des participants, il leur a été demandé d'explicitier les données qui ont influencé leur décision d'intervenir ou non.

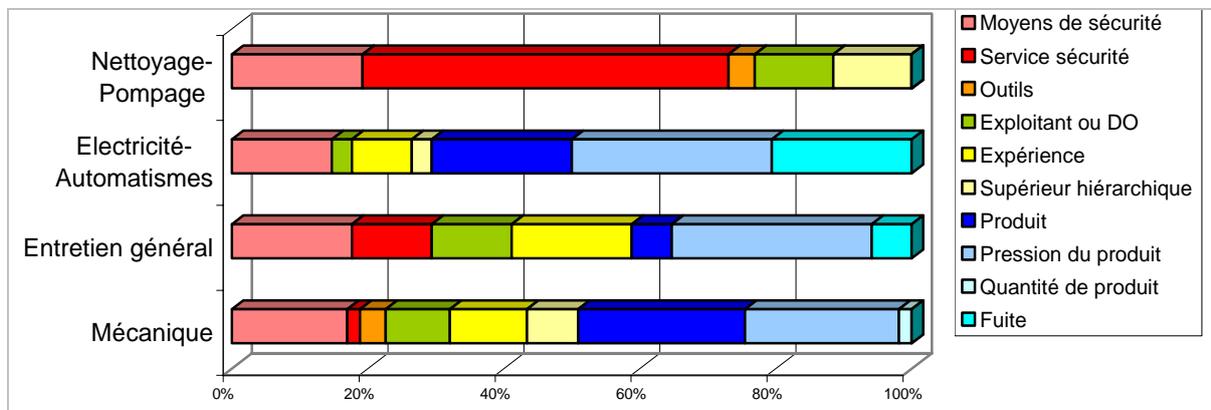


Figure 48 : Données qui influent sur le choix d'intervenir ou non selon le métier du sujet

L'avis du service sécurité de la raffinerie apparaît comme prépondérant dans la décision des opérateurs du nettoyage-pompage.

Pour les autres métiers, la décision se prend en fonction de l'analyse qu'ils font de la situation (nature du produit qui fuit, expérience sur ce type d'intervention, disponibilité du matériel). On peut noter que l'avis du service de sécurité de la raffinerie est dans ce cas très peu influent, en particulier pour les métiers de l'électricité-automatismes et la mécanique.

○ *Besoins des participants pour accepter d'intervenir*

Il a également été demandé aux participants de décrire ce dont ils auraient besoin, pour accepter de réaliser l'intervention dans les conditions proposées.

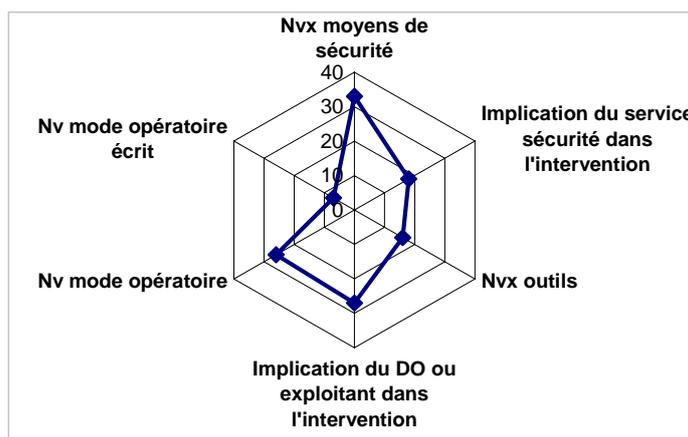


Figure 49 : Ce que le sujet demande pour accepter de réaliser l'intervention

Globalement, pour accepter de réaliser l'intervention, les sujets vont demander plus de matériels de sécurité.

Parmi ceux qui ont accepté d'intervenir 7/51 soit 14% demandent un nouveau mode opératoire écrit.

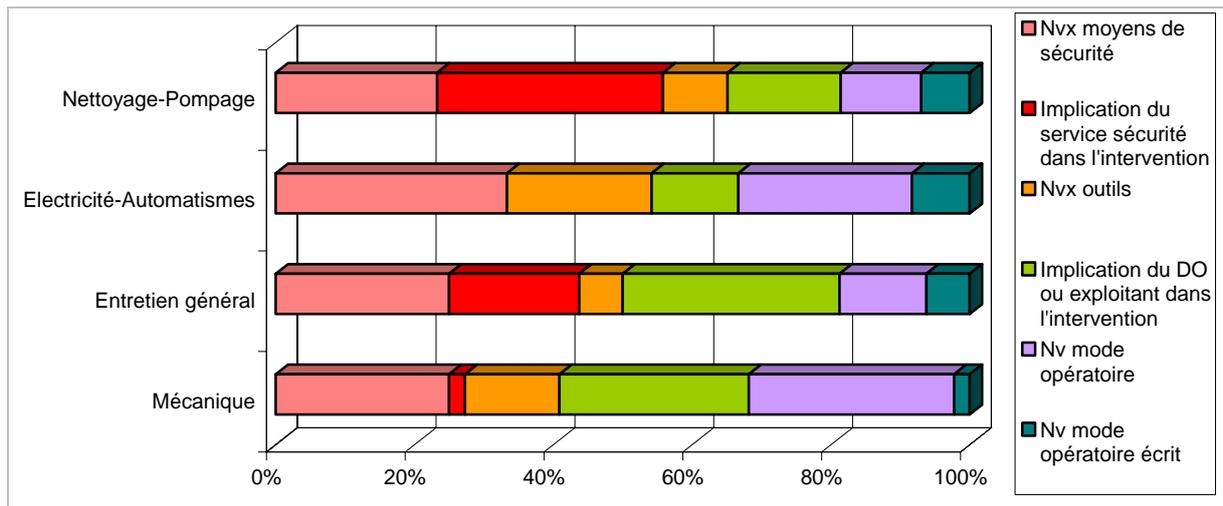


Figure 50 : Ce que le sujet demande pour accepter de réaliser l'intervention selon son métier

Si l'on regarde la répartition des besoins selon le métier des participants, l'implication du service sécurité dans l'intervention apparaît comme un facteur prépondérant pour le personnel du nettoyage-pompage.

Un nouveau mode opératoire est réclamé principalement par les prestataires de la mécanique et d'électricité-automatismes.

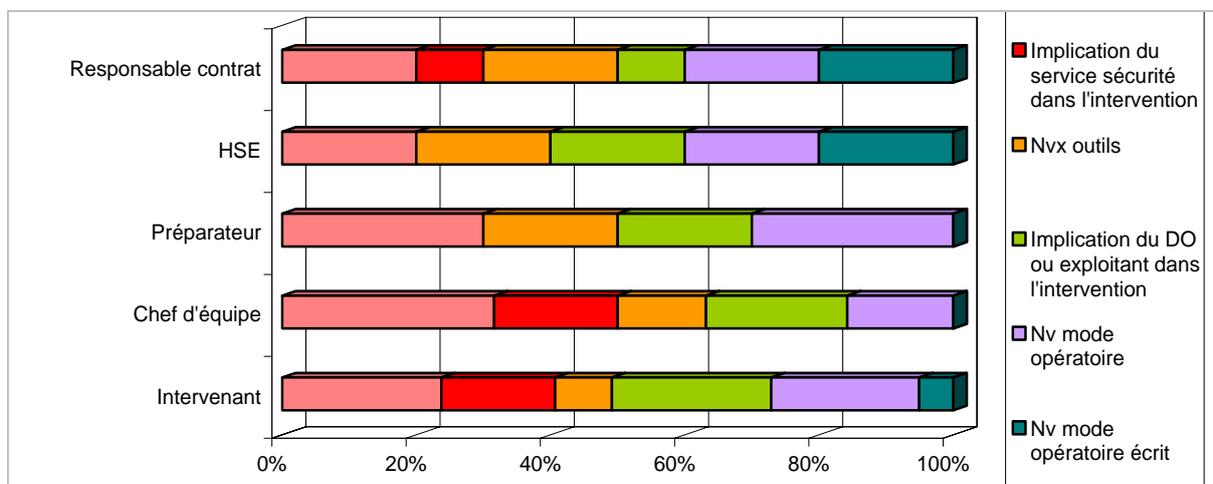


Figure 51 : Ce que le sujet demande pour accepter de réaliser l'intervention selon sa fonction

Si l'on regarde cette même répartition des besoins selon la fonction des participants, il apparaît que l'exigence d'un nouveau mode opératoire écrit, est formulée principalement par les responsables contrat et les correspondants HSE.

3/26 soit 12% des intervenants en demande un et aucun chef d'équipe ne le demande.

IV.2.4.4 Résultats en fin d'intervention et retour d'expérience

L'objectif de cette étape de la simulation est de caractériser l'apprentissage réalisé par les participants après avoir été confrontés à des conditions d'intervention dégradées.

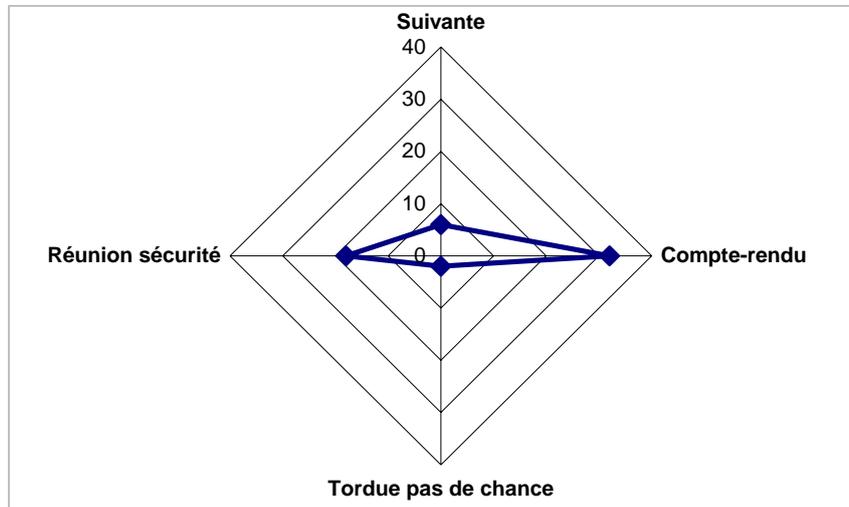


Figure 52 : Réaction à la fin de l'intervention

La majorité des personnes sollicitées 32/58 soit 55% proposent de faire un compte-rendu pour justifier le nombre d'heures passées dans l'intervention.

18/58 soit 30% proposent d'en parler lors d'une prochaine réunion de sécurité pour partager leur expérience.

2/58 soit moins de 4% considèrent que ces situations dégradées sont dues à la fatalité, un coup de « pas chance ».

IV.2.5 Discussion sur la simulation

a) Se conformer aux règles et procédures dans les premières étapes de la simulation

Les résultats révèlent que les principaux facteurs de prise de décision des acteurs extérieurs de la maintenance lors de la préparation de leur intervention, sont des informations directement liées à la sécurité et à la mise en œuvre des opérations qu'ils ont à mener. Il s'agit de l'Autorisation de Travail, du mode opératoire et de la disponibilité du matériel de sécurité.

Ceci est dans la droite ligne des différentes préconisations, règles et procédures relatives à l'exécution de travaux par des entreprises extérieures dans la raffinerie.

En cours de chantier, lorsque la configuration de l'intervention change et que la situation se dégrade, la première réaction de tous les participants est d'interrompre l'intervention, de mettre en sécurité le chantier, puis de prévenir le donneur d'ordres et/ou leur responsable hiérarchique. Là aussi nous sommes en conformité avec les règles et procédures relatives à ce type de travaux.

b) Accepter de réaliser l'intervention dans des situations dégradées et sous la pression du donneur d'ordres

Tout au long de la simulation, et quelques soient les conditions spécifiques de l'intervention, même les plus dégradées, le donneur d'ordres insiste pour que l'intervention soit réalisée. Cela permet d'évaluer l'impact de la pression du donneur d'ordres sur les décisions prises par les acteurs extérieurs de la maintenance.

Les résultats montrent que près de 88% des participants vont accepter de réaliser l'intervention à différents niveaux de dégradation de la situation et 76% vont accepter de déroger aux règles.

Ceci n'est pas accord avec les règles et procédures qui incitent à l'arrêt complet de l'intervention jusqu'à ce que les conditions d'intervention redeviennent conformes aux conditions spécifiées lors de la préparation de l'intervention (conditions que l'on retrouve dans les documents Autorisation de Travail et mode opératoire).

L'impact de la pression du donneur d'ordres apparaît donc comme significatif dans la décision des participants à intervenir.

c) S'adapter aux conditions d'intervention dégradées : 2 stratégies

Les participants, en acceptant de réaliser l'intervention vont donc essayer de s'adapter à la nouvelle configuration de la situation dans des conditions dégradées.

Deux stratégies d'adaptation bien différentes apparaissent.

o Déléguer sa décision au service sécurité de la raffinerie

Les résultats montrent que pour les acteurs du nettoyage-pompage, l'implication du service sécurité de la raffinerie est le facteur prépondérant dans leur décision.

Ces acteurs vont en quelque sorte déléguer leur décision au service sécurité, et ne vont pas avoir à gérer la pression exercée par le donneur d'ordres.

Ainsi, ce ne sont pas eux qui prennent la décision d'intervenir ou non, mais le service sécurité. Ils vont toujours suivre son avis quel que soit le niveau de dégradation des conditions d'intervention.

Ces acteurs ne vont donc pas développer des capacités d'adaptation particulières pour gérer des situations dégradées, c'est le service sécurité qui le fait à leur place.

○ *Analyser la situation et agir en conséquence*

Les facteurs influents sur les décisions des acteurs de l'électricité-automatismes et de la mécanique sont tout autres.

Ces acteurs essaient d'analyser la situation et d'agir en conséquence. Ainsi, les facteurs qui ont une influence dans le cas d'une fuite par exemple, seront : la nature du produit, la pression de la fuite, la température, etc.

L'influence du service sécurité est quasi nulle, et ce sont les acteurs qui gèrent en direct (ou via un responsable hiérarchique) la pression exercée par le donneur d'ordres.

La décision d'intervenir ou non sera prise suite à cette analyse, et nous avons vu que dans certains cas, les participants vont refuser d'intervenir, ce qu'ils devront justifier directement et sans l'intermédiaire du service sécurité au donneur d'ordres.

d) S'adapter à des conditions dégradées en prenant un risque mesuré mais sans suivre toutes les règles

Si la grande majorité des participants, acceptent de réaliser l'intervention dans des conditions dégradées, ils considèrent qu'ils prennent un risque mesuré et énoncent des besoins.

Si tous demandent de nouveaux moyens de sécurité, ces besoins sont là aussi multiples.

L'implication du service sécurité pour les acteurs du nettoyage-pompage apparaît comme incontournable.

Les acteurs de la mécanique et de l'électricité-automatismes réclament quant à eux un nouveau mode opératoire qui explicite les opérations à réaliser dans la nouvelle configuration de l'intervention.

Cependant, seuls 7/51 soit 14% des participants demandent un nouveau mode opératoire écrit lorsqu'ils ont décidé d'intervenir, ce qui est pourtant une exigence selon la « politique zéro accident ». Il est explicité dans cette politique qu'une modification des conditions d'intervention implique la rédaction d'un nouveau mode opératoire écrit correspondant à cette nouvelle configuration. De même, une nouvelle Autorisation de Travail spécifique doit être éditée.

La répartition des besoins selon la fonction des participants, montre que ce sont principalement des non opérationnels (les responsables contrat et les correspondants HSE) qui demandent un nouveau mode opératoire écrit. Les personnes qui réalisent réellement les interventions (les intervenants et les chefs d'équipes) ne s'embarrassent pas de cette exigence⁸⁸.

e) Retour d'expérience et capacités à apprendre

Faire un compte-rendu pour justifier le nombre d'heures passées est l'action qu'entreprend la majorité des personnes à la fin d'une intervention. Ceci ne permet pas de partager les connaissances acquises avec ses collègues.

30% des participants proposent de faire un retour d'expérience et d'en parler lors d'une prochaine réunion de sécurité. Ce chiffre, bien qu'encourageant, ne permet pas encore un apprentissage et un partage de pratiques adaptées à des situations dégradées.

⁸⁸ 3 intervenants sur 26 demandent un nouveau mode opératoire écrit et aucun chef d'équipe ne le demande.

IV.2.6 Discussion autour des hypothèses

Le système d'exécution des travaux de maintenance par des entreprises extérieures, semble rester dans l'espace de fonctionnement prescrit, de la préparation de l'intervention jusqu'à la découverte de la situation dégradée.

Ce système dépasse cependant les limites de cet espace lorsque la décision effective de réaliser l'intervention dans des conditions dégradées est prise.

Les règles et procédures liées à l'établissement de manière écrite et formalisée de nouveaux documents, en accord avec les nouvelles conditions d'intervention, ne sont pas respectées.

Les acteurs extérieurs de la maintenance développent des capacités d'adaptation pour réaliser les interventions suivant les nouvelles configurations de l'intervention même si cela se fait au dépend du respect des règles.

IV.2.7 Limites potentielles de l'expérimentation

Les limites de cette expérimentation peuvent être de deux ordres, soit directement liées au type de méthode utilisé, soit liées à la validité et à la sincérité des réponses données.

IV.2.7.1 Précautions prises pour éviter les effets des limites potentielles de la méthode

Les principales limites de la méthode de simulation statique tiennent à l'absence de dynamique temporelle réaliste (Amalberti, 2001a). Le participant a tout le temps qu'il souhaite pour consulter les facteurs et prendre sa décision.

De plus, ce type de méthode contraint le sujet à adopter les solutions proposées par le scénario (Amalberti, 2001a). Bisseret (1995) considère qu'il s'agit d'un biais mineur dans une situation très professionnelle, où les actions proposées dans les scénarios ne surprennent jamais totalement les sujets.

Dans notre simulation, tous les participants ont trouvé que les scénarios étaient réalistes et qu'ils correspondaient aux situations rencontrées au jour le jour dans leur travail. A aucun moment ils n'ont été surpris par les propositions et informations données.

De façon générale, ces biais réservent l'usage de ces techniques à l'étude des diagnostics de situations anormales (Amalberti, 2001a), ce qui est notre cas.

Nous pouvons également nous interroger sur la validité des réponses données et des décisions prises. En effet, de nombreux travaux, notamment dans la conduite automobile, montrent que les comportements des sujets ne sont pas les mêmes dans des situations simulées et en situations réelles (Tornros, 1998) (Godley, Triggs & Fildes, 2002). Les sujets ont tendance à prendre plus de risques dans une situation simulée que dans une situation réelle.

Dans notre simulation, les participants n'étaient pas sur le terrain et n'avaient pas d'informations visuelles en particulier et sensorielles en générales sur la dégradation de la situation. Ils ne pouvaient donc pas avoir pleinement conscience de l'importance de la fuite par exemple. Par conséquent, il est possible que leur appréciation du risque ait été altérée et que cela ait influencé leurs décisions. Cependant, la simulation a été construite à partir d'observations in situ, d'interviews avec tous les acteurs de la maintenance ; et surtout de documents de travail que les participants utilisent tous les jours dans leurs activités réelles. Ceci limite considérablement ce biais.

IV.2.7.2 Limites éventuelles des résultats

Une limite à cette étude peut être liée à la sincérité des réponses données par les participants. Il faut rappeler que les personnes sollicitées font partie du personnel d'entreprises extérieures de la maintenance. Ces entreprises étant pour certaines en concurrence et toutes liées contractuellement à la raffinerie.

Ceci implique le respect de l'ensemble des règles et procédures édictées par la raffinerie. On peut donc s'interroger sur la sincérité des réponses et sur une éventuelle pression de leur hiérarchie pour « bien répondre » afin de mettre pas être mis en porte à faux.

Cependant, rappelons que notre relation avec ces entreprises à été construite sur plusieurs années, une confiance mutuelle s'est peu à peu installée. La participation à la simulation est basée sur le volontariat et nous avons garanti l'anonymat des participants. De plus, une charte de déontologie a été présentée à chacune des entreprises dès le début de notre relation afin d'explicitier notre recherche et de définir la manière dont les informations seront divulguées.

Enfin, les observations in situ des interventions confirment les résultats obtenus lors de cette simulation.

PARTIE V – DISCUSSION GENERALE-CONCLUSION

Le cadrage théorique des trois concepts : Maintenance, Sous-traitance et Sécurité, présenté dans la première partie a permis de dégager la problématique de cette thèse axée autour de la sécurisation des travaux de maintenance externalisés dans les industries de procédés.

Nous nous appuyons sur une recherche de terrain effectuée sur une grande raffinerie française dont les caractéristiques sont représentatives des pratiques dans cette industrie. Cette étude de cas du système d'externalisation des travaux de maintenance est un exemple parfait des modèles de sécurité dominants dans l'industrie avec leurs avantages et inconvénients.

V.1 RAPPEL DES RESULTATS

V.1.1 Le contexte : une politique pour sécuriser les travaux de maintenance externalisés

Dans la partie III nous avons présenté la politique mise en place par un site pétrolier pour sécuriser ses travaux de maintenance externalisés.

Ce site pétrolier sous-traite 50% de son activité. Le taux d'accidents de travail du site et en particulier celui des prestataires extérieurs est considéré comme inacceptable. La direction générale du groupe met sous pression le site pour améliorer ces résultats.

Le diagnostic effectué par le site montre que les problèmes sont générés par la non-conformité chronique du personnel externe aux règles et procédures. Les causes identifiées de cette non-conformité sont une combinaison de trois principaux facteurs :

- une méconnaissance du site et de ses risques due notamment à un turn-over excessif du personnel extérieur ;
- des procédures et règles de sécurité à améliorer pour mieux décrire les travaux à réaliser et le contexte dans lequel ils ont lieu ;
- une supervision et une coordination des travaux à renforcer.

La « politique zéro accident » menée suit logiquement les conclusions de ce diagnostic :

- une fidélisation des entreprises contractantes et une demande de stabilisation du personnel intervenant ;
- un durcissement des règles et procédures de sécurité à suivre ;
- une supervision et une coordination renforcées.

V.1.2 Les impacts de cette politique dépassent l'amélioration d'un indicateur

Pour mieux comprendre le système dans lequel l'externalisation des travaux de maintenance a lieu nous avons procédé à une analyse sociotechnique telle que proposée par Rasmussen (1997).

Cette approche globale et systémique permet d'identifier l'ensemble des acteurs internes et externes de l'externalisation de la maintenance sur ce site, de caractériser leurs objectifs, leurs contraintes et leurs activités.

Cette analyse nous a également permis d'avoir une vision globale et de mettre en exergue l'ensemble des impacts de la « politique zéro accident » sur les acteurs internes et externes, en allant au-delà de la mesure du seul taux d'accident des prestataires extérieurs.

V.1.2.1 Un système sous pression

Le système où a lieu l'externalisation des travaux de maintenance est fortement contraint par des exigences économiques et financières qui poussent vers une optimisation maximale de la production ; et par des obligations réglementaires fortes, le site étant classé Seveso seuil haut.

V.1.2.2 La « politique zéro accident » une réponse spécifique, centrée sur les accidents de travail des prestataires

Les pressions de la direction générale du groupe et des autorités de tutelles sont nombreuses pour améliorer la sécurité du personnel prestataire. La « politique zéro accident » mise en place répond spécifiquement à ce problème et se focalise sur cet aspect de la sécurité. Le succès de cette politique est mesuré par un seul indicateur : le TRIR (*Total Recordable Incident Rate*) un taux de fréquence des accidents et incidents de travail.

V.1.2.3 Une politique qui touche de nombreux acteurs

Cette politique a grandement accru et durci les procédures liées aux travaux de maintenance et a eu de nombreux impacts :

- création en interne de dix postes de préventeurs sécurité travaux ;
- création en interne de dix postes de techniciens d'exploitation à l'interface entre le personnel d'exploitation en quart, la maintenance, la sécurité et les entreprises extérieures ;
- augmentation significative du temps de préparation et d'exécution des interventions de maintenance ;
- transfert de certaines activités vers les entreprises extérieures (création des autorisations de travail).

Le site a mieux formalisé ses relations avec les entreprises prestataires et a durci l'encadrement des interventions. De nombreuses barrières de sécurité ont été renforcées pour éviter que les interventions de maintenance sortent du cadre prescrit. Le site a accepté de payer les coûts supplémentaires engendrés.

V.1.2.4 Les résultats de cette politique

Les résultats ont été très rapidement excellents. En deux ans le site a spectaculairement amélioré le taux d'accident du personnel extérieur, et se rapprochait des résultats sécurité des autres sites du groupe.

La troisième année, cet indicateur a recommencé à se dégrader⁸⁹.

V.1.3 Ressenti des acteurs concernant la sécurité

Afin d'évaluer les impacts de cette réorganisation sur la perception des acteurs de la maintenance concernant la sécurité, nous avons utilisé un questionnaire de climat de sécurité largement validé (Cox & Cheyne, 2000).

⁸⁹ Les résultats restent cependant meilleurs qu'au début de la mise en place de cette politique.

Le questionnaire de climat de sécurité

Dans cette 1^{ère} expérimentation nous avons demandé à un échantillon de 128 acteurs internes et externes de la maintenance de répondre à un questionnaire de climat de sécurité.

Les résultats si ils révèlent une grande implication du management et des intervenants internes et externes sur les questions de sécurité ; mettent également à jour des conflits potentiels entre production et sécurité, dus principalement à des contraintes de temps.

De plus, le personnel interne et externe affirment que certaines règles sont peu pertinentes ou inutilisables dans les conditions réelles d'intervention et qu'une politique de blâme est en place pour sanctionner les personnes qui n'ont pas un comportement approprié au regard de la sécurité. Le personnel interne et externe mettent à jour leurs difficultés à évoquer les compromis, dérogations ou contournement des règles qu'ils effectuent pour que le travail se fasse.

V.1.4 Adaptation des prestataires de maintenance à des conditions d'intervention dégradées ; et apprentissage et partage des pratiques

La « politique zéro accident » mise en place a durci le cadre des travaux de maintenance externalisés et a engendré des effets secondaires en augmentant les temps de préparation et d'exécution des interventions.

Dans la deuxième expérimentation, notre objectif était d'explicitier les réactions du personnel prestataire lorsqu'il se retrouve confronté à des conditions d'intervention dégradées et que les règles prescrites par la « politique zéro accident » sont difficiles à appliquer. Nous voulions ainsi caractériser les capacités d'adaptation et d'apprentissage des prestataires extérieurs lorsqu'ils se retrouvent dans des conditions d'intervention non nominales.

Le simulateur d'intervention de maintenance

La deuxième expérimentation repose sur des simulations d'intervention de maintenance. 58 prestataires de maintenance y ont pris part. Nous simulons des interventions de maintenance classiques dont les conditions se dégradent. Les conditions d'intervention sortent ainsi des conditions nominales décrites par la « politique zéro accident ». Ces conditions dégradées proposées sont représentatives des conditions de travail réelles et des imprévus que les intervenants rencontrent régulièrement.

Les résultats révèlent que les prestataires se conforment aux procédures lorsque les conditions de travail sont nominales et répondent strictement au cadre défini par la « politique zéro accident ».

Lorsqu'on leur impose une pression de production et qu'on les oblige à prendre personnellement les décisions ; 88% des prestataires acceptent de réaliser l'intervention à différents niveaux de dégradation et transgressent ainsi les règles imposées par la « politique zéro accident ».

Ces transgressions ne sont pas aveugles, les prestataires s'assurent qu'ils prennent un risque mesuré, mais ne s'embarrassent pas à mettre à jour les documents écrits (mode opératoire par exemple).

Ainsi, ils s'adaptent aux conditions d'intervention dégradées sans se conformer strictement à l'ensemble des règles et procédures.

Quant au débriefing, bien qu'encourageant il reste insuffisant pour un apprentissage et un partage des pratiques adaptées à des situations dégradées.

V.2 QUE MANQUE-T-IL DANS CETTE APPROCHE ?

Comme mentionné auparavant, la volonté pour améliorer la sécurité du personnel extérieur est bien là. Cette volonté est partagée par tous et renforcée par les demandes du groupe. Le lancement de notre recherche et le soutien que nous avons eu tout au long de cette thèse en est la preuve.

Alors, pourquoi les résultats de ce modèle de sécurité ne sont pas durables et quels sont les problèmes qui subsistent ?

V.2.1 Les limites des modèles prescriptifs relayées par la littérature

Cette situation est typique des approches classiques de la sécurité basée sur la prescription. La littérature a d'ailleurs identifié plusieurs limites à ces approches.

V.2.1.1 La ségrégation en silos de spécialité

La tendance naturelle pour améliorer la sécurité d'un système est de le décomposer en sous-parties ou silos distincts puis de confier chacun de ses silos aux experts de cette spécialité. Chaque expert va essayer de lever les incertitudes de son silo et proposer des règles qui visent à supprimer l'imprévu et couvrir tous les cas possibles. L'objectif est l'optimisation de chacun des silos.



Figure 53 : Les limites d'une optimisation par spécialité

Cette analyse segmentée a deux principales limites : elle ignore la combinaison des risques et se limite à une optimisation locale souvent monocritère. Or l'optimisation ségréguée de chaque silo pris individuellement n'aboutit pas forcément à l'optimisation globale du système (Dekker, 2004). Cette limite est d'autant plus importante que le système est complexe, ouvert, avec de multiples objectifs parfois en conflit (Magne & Vasseur, 2006).

V.2.1.2 Un modèle écrit qui s'éloigne de la réalité terrain

Les ergonomes ont montré grâce à de nombreuses études que l'homme ne se contente pas d'appliquer strictement les procédures ; son activité ne peut être réduite à celle d'un simple exécutant auquel on décrit les tâches (Leplat, 1980) (Daniellou, 1986) (Faverge, 1980). Le travail réel est plus complexe et variable et ne peut être couvert exhaustivement par les règles et procédures. L'ajustement des règles fait partie intégrante du travail réel, le réfuter c'est s'éloigner du travail réel.

Or dans les modèles fortement prescriptifs tout écart à un suivi idéal des procédures est vu à posteriori comme une erreur ou une violation alors que ces écarts ont une justification dans la réalité du contexte (Amalberti, à paraître). Selon Dekker (2004), ce qui peut ressembler à une violation vu de l'extérieur, correspond souvent à des actions qui ont un sens au regard des pressions et des compromis qui existent dans le travail réel. Pour les opérationnels, certaines procédures écrites contrecarrent l'utilisation du bon sens, l'expérience et les connaissances professionnelles (Knudsen, in press).

Ainsi, il apparaît que la multiplication des procédures à respecter rend ses modèles de sécurité principalement basés sur l'écrit qui risquent alors de s'éloigner de la réalité du terrain (de Terssac, 1992).

V.2.1.3 Les opérateurs de terrain, première cause des accidents

Les modèles prescriptifs ont tendance à sur-réglementer le travail, ce qui augmente mécaniquement le nombre de violations et de déviations (Nyssen, 2008) (Amalberti, 2001b) (Walker & al, 1991).

De plus, les modèles qui visent à un comportement conformiste des acteurs ont tendance à attribuer de manière excessive la cause des accidents aux opérateurs de première ligne (McDonald & al, 2002).

C'est d'ailleurs l'une des principales critiques aux approches comportementales qui orientent le blâme vers les employés lors d'un accident (Atkinson, 2000) (Roy, Bergeron & Fortier, 2004). Les facteurs systémiques et la complexité globale du système disparaissent (Amalberti, à paraître) (Garand, Roy & Desmarais, 2005).

Les nouvelles théories sur la sécurité des systèmes complexes reposent sur d'autres hypothèses. Le concept de la variabilité des performances (Hollnagel, 2004) repose sur l'hypothèse que les systèmes peuvent être en échec alors que les comportements de toutes les fonctions sont dans la normalité. C'est la variabilité des performances qui est en cause, la variabilité de chaque fonction du système peut entrer en résonance et provoquer une combinaison inattendue, source d'échecs, à partir de comportements individuellement normaux.

V.2.1.4 Un modèle qui ne favorise pas l'apprentissage et diabolise toute erreur

Une autre limite des modèles prescriptifs est qu'ils ne favorisent pas l'apprentissage car ils donnent très peu de marges de manœuvre et de degrés de liberté aux acteurs (Argyris, 2003) (Senge, 2006).

L'obéissance hiérarchique supplante l'apprentissage et ne laisse que très peu d'initiatives aux opérateurs de terrain. Or l'émergence d'une culture apprenante ne peut se réaliser que dans un contexte de responsabilisation et de liberté d'action. Il ne peut y avoir d'apprentissage sans autonomie de décision (Belet, 2003).

En outre, les modèles prescriptifs ont tendance à diaboliser toute erreur en la considérant comme principale cause des accidents. Ils oublient le rôle structurant de celle-ci dans la compréhension des situations complexes et dans la production de nouvelles solutions (Duncker, 1945) (Amalberti, à paraître).

V.2.1.5 Un modèle qui ne favorise pas l'adaptation

Enfin, une dernière limite relayée par la littérature est que les modèles prescriptifs ne favorisent pas les capacités adaptatives.

Si les procédures ne correspondent pas au travail à réaliser, les intervenants sont censés arrêter l'intervention (Westrum, 2004) (Bourrier, 1999) (Merton, 1997) (De Coninck, 1995). Or un respect scrupuleux de l'ensemble des procédures rendrait le travail impossible (Dekker, 2004) (Bourrier, 1999) (de Terssac, 1992).

De plus, les prescriptions ne sont qu'une mince aide lors de la gestion de crises : « la procédure est infirme face à l'urgence » (De Coninck, 1995), car leur champ d'application est par nature restreint, elles ne permettent donc pas de faire face aux imprévus.

V.2.2 Pourquoi les résultats de la « politique zéro accident » ne sont pas durables ?

Qu'en est il pour notre étude de cas, pourquoi les résultats de la « politique zéro accident » ne sont pas durables. Nous avons identifié trois raisons principales.

V.2.2.1 La santé sécurité au travail des prestataires ségréguée des autres facettes de la sécurité

Le déploiement de la stratégie mise en place est piloté par la direction opérationnelle des travaux concernés, c'est-à-dire la maintenance.

Plusieurs raisons ont poussé la direction à confier la mise en œuvre au département maintenance : c'est le donneur d'ordres désigné pour gérer les travaux externalisés, il est en lien permanent avec les entreprises extérieures, il est complètement impliqué dans le processus et ne peut l'écarter.

Cependant, la sécurité au travail du personnel extérieur n'est qu'une des facettes de la sécurité, la sécurité industrielle en est une autre facette, de même que la stratégie globale d'externalisation (Tazi, 2008). Chacune de ces facettes est gérée par les experts de chaque spécialité : la sécurité des procédés pour la gestion des risques industriels, les achats pour la stratégie d'externalisation etc.

Cette approche en silo est principalement le résultat de la ségrégation même des autorités de tutelles (DRIRE pour la sécurité industrielle, CRAM pour la prévention des risques professionnels, etc.).

Elle est de plus accentuée par l'utilisation d'un indicateur unique rétrospectif pour la mesure des résultats sécurité : le TRIR (*Total Recordable Accident Rate*).

V.2.2.2 Décalage entre le travail réel et le travail prescrit

La simulation dévoile que 88% des prestataires de maintenance sont prêts à déroger aux standards en prenant un risque mesuré, et s'adaptent en direct à des situations dégradées pour que le travail soit fait.

Le questionnaire de climat de sécurité révèle quant à lui que les intervenants considèrent que certaines règles et procédures de sécurité ne sont pas utilisables en l'état ou ne sont pas pertinentes.

Les expérimentations mettent à jour un décalage entre le travail prescrit défini par l'ensemble des règles et procédures et par la « politique sécurité travaux » ; et le travail réel qui obéit à d'autres règles et sort des frontières de l'espace de fonctionnement prescrit mais dans des limites considérées comme raisonnables par les intervenants.

V.2.2.3 Difficulté de débriefing sur le contournement des règles

Les résultats expérimentaux indiquent également que les prestataires trouvent que l'environnement de travail ne les encourage pas à évoquer leurs difficultés, et encore moins lorsqu'il s'agit d'évoquer les dérogations ou contournements des règles qu'ils effectuent pour que les interventions se fassent.

Le site ne semble pas avoir abandonné la culture du blâme selon le personnel externe (Rasmussen & al, 2001). Ses déviations sont considérées comme illégales, le débriefing de telles situations devient quasi-impossible. L'installation d'une culture générative et apprenante est par là même freinée (Westrum, 2004).

V.2.3 Les limites à plus long terme de ce modèle

Au-delà des raisons directes que nous venons d'invoquer, nous avons identifié des limites à plus long terme de ce modèle de sécurité.

V.2.3.1 La prescription contractuelle, un risque d'aveuglement ?

La simulation a montré que le retour d'expérience suite à une intervention en situation dégradée était relativement difficile dans les entreprises extérieures.

Il est d'autant plus difficile de remonter les informations vers le donneur d'ordres, puisque de manière contractuelle les entreprises extérieures sont tenues de respecter l'ensemble des règles et procédures, en particulier celles de sécurité. Avouer que son personnel ne suit pas toujours les règles est pour une entreprise contractante, avouer qu'elle ne remplit pas toutes les conditions du contrat qui la lie au site.

Le site par ce manque d'informations, devient petit à petit aveugle aux ajustements et dérogations aux règles que les prestataires de maintenance réalisent pour que le travail se fasse même en situation dégradée. Il devient donc petit à petit aveugle au travail réel de maintenance.

V.2.3.2 La dilution de la conformité aux règles et des contrôles

La dilution de la conformité aux règles et la baisse des contrôles après une première période de grande vigilance sont très souvent constatées.

D'autres priorités et d'autres plans d'actions prescriptifs vont suivre, le focus sera mis sur un autre indicateur à améliorer, ce qui va baisser la vigilance sur le taux d'accident/incidents des prestataires extérieurs, c'est le biais du lampadaire : *«on ne voit que ce que l'on éclaire»*.

On retrouve également les biais induits par l'utilisation d'un indicateur rétrospectif de sécurité. La sécurité ne devient une priorité que lorsque le taux de fréquence toléré par les gestionnaires a atteint sa limite. Un plan d'action est alors mis en place, lorsque l'indicateur est redescendu à un niveau jugé acceptable, l'attention des gestionnaires baisse car ils croient à tort que la situation est sous contrôle. Peu de temps après le taux remonte et le même scénario recommence (Shaw & Blewett, 1995).

C'est finalement ce qui s'est passé sur le site, après deux ans de baisse spectaculaire du taux d'accidents des prestataires extérieurs, ce taux a recommencé à monter (Cf. Figure 29).

V.2.3.3 Une résilience et des capacités d'apprentissage et d'adaptations réduites ?

Le site entre parfaitement dans la classe des systèmes sûrs défini par Amalberti (2006). Dans ces systèmes l'objectif est de diminuer l'occurrence des perturbations, ici les accidents des prestataires extérieurs.

Pour arriver à un haut niveau de sécurité, l'organisation opte pour l'augmentation des règles et procédures, qui se fait souvent au détriment de la résilience c'est-à-dire des capacités de l'organisation à s'adapter et à absorber efficacement les changements internes et externes (Woods, Hollnagel & Leveson, 2006).

En augmentant les règles et procédures, on diminue petit à petit les marges de manœuvre des acteurs et leurs opportunités d'apprentissage.

Ces systèmes ont de bons niveaux de sécurité en fonctionnement nominal mais éprouvent des difficultés à s'adapter face aux imprévus.

Le problème le plus important soulevé par un tel système est donc la perte de résilience (Amalberti, 2006) (Morel Amalberti & Chauvin, 2008). Plus le système est encapsulé dans une stratégie prescriptive et moins il a d'opportunités pour apprendre de ses défaillances et s'adapter aux situations futures.

Dans cet exemple particulier, il est intéressant de voir que les interventions de maintenance sont considérées comme répondant systématiquement aux conditions opératoires préétablies (les marges d'interventions sont très limitées). Il y a très peu de place pour la discussion et le débriefing sur les adaptations du personnel extérieur, puisque toute adaptation est considérée comme illégale.

Pourtant nous l'avons vu, les résultats de la simulation montrent clairement que ces adaptations existent et qu'elles sont nécessaires pour atteindre les objectifs de production.

Ces adaptations sont issues d'un apprentissage collectif qui se fait à la marge des règles écrites. Or cet apprentissage collectif devient de plus en plus difficile car la discussion et le débriefing sur le contournement des règles sont devenus quasi-impossible.

Le risque est donc bien là que les intervenants extérieurs de la maintenance ne sachent plus s'adapter à des situations nouvelles, urgentes ou dégradées, ce qui risque par là même de remettre en cause leur expertise.

D'ailleurs ce phénomène est déjà en route, puisqu'il n'est pas rare d'entendre dire par les opérationnels internes que les prestataires habituels sont « moins bons », car ils ne savent plus faire ou n'osent plus faire des opérations délicates qu'ils réalisaient quelques années plus tôt.

V.3 QUELLES PISTES D'AMELIORATION ?

Quelles améliorations peuvent être proposées pour ce site en particulier et pour ce type d'industrie en général ? Les gestionnaires de cette installation ont été convaincus par notre analyse et ont montré leur volonté d'amener de nouvelles améliorations.

V.3.1 Vers une vision plus transverse de la sécurité

Le management des différents départements et services doivent coordonner leurs efforts pour éviter l'approche ségréguée en silo et favoriser une approche transversale et systémique de la sécurité dans l'installation.

Dans le même sens, toute réorganisation profonde de la sécurité ne devrait pas se focaliser sur un seul indicateur aussi important soit il.

V.3.2 Favoriser l'apprentissage collectif à travers le Retour d'Expérience formel ET informel

V.3.2.1 Fortement encourager le REX en particulier des contournements des règles et éviter le blâme

Nous l'avons vu, le retour d'expérience d'interventions en situation dégradée est difficile puisque les ajustements réalisés sont illégaux.

Pourtant, pour avoir une meilleure connaissance de la réalité terrain, initier des apprentissages et favoriser l'émergence d'une organisation apprenante ; ces retours d'expérience sont indispensables (Westrum, 2004) (Senge, 2006). Ils sont nécessaires au sein des équipes d'intervention pour la formation de collectifs de travail basés sur l'entraide qui vont favoriser les apprentissages collectifs et les consensus sur les bonnes pratiques (Simard & al, 1999). Ils sont également nécessaires entre l'entreprise prestataire et l'entreprise donneuse d'ordres pour mieux comprendre les compromis qui sont réalisés sur le terrain pour satisfaire à l'ensemble des objectifs contractuels.

Ainsi, il faut favoriser la remontée d'information, en particulier lors d'interventions en situation dégradée, à tous les niveaux et pour ceci une approche par le blâme est à proscrire.

Blâmer les personnes par ce qu'elles confessent qu'elles n'ont pas suivies les règles ne sert à rien, sinon à ce qu'elles ne remontent pas l'information la fois d'après. Il est difficile d'avouer que des règles ne sont pas respectées, si les travailleurs remontent cette information, c'est qu'ils ont besoin que cela change et qu'il y ait une meilleure adéquation entre les règles à respecter et le travail à réaliser.

Si l'on est en possession de cette information, il est alors intéressant de se pencher sur les raisons qui ont poussées à la non-conformité en évitant soigneusement de rejeter la faute sur l'intervenant en rétorquant qu'il a été maladroit ou qu'il ne respecte pas les règles, mais plutôt d'essayer de comprendre quels sont les facteurs contextuels qui l'on poussé à déroger aux règles : contraintes de temps, manque de ressources, conditions de travail inadaptées, règles inapplicables sur le terrain, etc.

V.3.2.2 Favoriser les modes d'apprentissage collectif à travers le REX informel

Au-delà des retours d'expérience formalisés, il est intéressant de favoriser l'émergence d'un référentiel contextuel partagé, constitué de règles non écrites, informelles, non prescrites mais qui jouent un rôle fondamental dans la réalisation des activités (Salembier & Pavard, 2004).

De nombreux écrits montrent l'importance du REX informel, des récits qui matérialisent les pratiques concrètes du travail. De ce REX informel émerge de nouvelles règles informelles qui complètent les règles formelles et permettent de les améliorer ou permettent d'exécuter plus facilement les interventions. Des compromis peuvent alors être trouvés entre ces nouvelles règles informelles ou « régulation autonome » et les règles formelles ou « régulation de contrôle » pour conduire à une « régulation conjointe » (Reynaud, 1989).

V.3.3 Impliquer fortement les prestataires de maintenance dans la définition, le test et les modifications des règles et procédures

Les décisions collégiales pour modifier des règles rapidement seront à favoriser (Bourrier, 1999) de manière à apporter de la réactivité.

Les démarches bureaucratiques et longues sont à proscrire car elles ne favoriseront pas l'adaptation encadrée et poussera les personnes à déroger aux règles sans demande préalable.

Dans son étude de quatre centrales nucléaires en France et aux Etats-Unis, Bourrier (1999) montre que dans une des centrales, même si l'urgence est omniprésente et le nombre de procédures très important ; il y a une très forte conformité aux règles et pas d'improvisation isolée sur les chantiers de maintenance.

Les raisons de cette grande conformité sont que les intervenants de la maintenance ont leur mot à dire, ils sont consultés dès la création de nouvelles procédures et ils les testent avant qu'elles ne soient définitivement mises en service.

Les procédures leurs sont plutôt proposées qu'imposées.

Lorsqu'une procédure est inapplicable, les contremaîtres sont habilités à initier tous les changements nécessaires pour permettre aux intervenants de s'y conformer, ils sont explicitement responsables de la mise en œuvre de ces modifications.

Ces changements sont toutefois contrôlés par une instance interne qui se réunissait quotidiennement lors des travaux d'arrêt de tranche de cette centrale.

Ainsi les hommes de terrain ont la possibilité de changer de manière rapide et légale les règles et procédures inapplicables, cette implication dans la définition, le test et la modification des règles, les conduits à une grande conformité, l'improvisation isolée n'est pas de mise.

V.3.4 Favoriser et Récompenser les initiatives sécuritaires

Le questionnaire de climat de sécurité a révélé que le personnel interne et externe n'avait pas le sentiment que les comportements sûrs étaient encouragés et récompensés. En fait, au-delà de la satisfaction personnelle d'avoir travaillé en sécurité, le personnel interne et externe ne voit pas de gratification hiérarchique, du terrain et par les pairs pour la sécurité.

La sécurité en général et la sécurité du personnel extérieur en particulier sont, nous l'avons vu tout au long de cette étude, très importante sur le site, pourtant travailler en sécurité n'est pas valorisé selon le personnel.

Simard & al (1999) montre que la propension des travailleurs à prendre des initiatives sécuritaires est le résultat d'un contexte relationnel dans lequel le travailleur trouve des appuis et des suivis appropriés.

Une piste d'amélioration serait par exemple de plus valoriser et promouvoir les personnes qui ont des comportements et mènent des actions sûres en interne et en externe. Suivre et appuyer les initiatives sécuritaires, faciliter l'élargissement d'initiatives individuelles vers l'ensemble du site et valoriser les personnes initiatrices. Une communication forte vers le management des entreprises extérieures peut être entreprise afin qu'elles la transfèrent à leur tour vers les intervenants.

V.3.5 Définir un plan B pour éviter les improvisations isolées

Nous l'avons vu, les prestataires s'adaptent aux situations parfois dégradées d'intervention et dérogent aux règles si nécessaire.

Ses adaptations sont considérées comme illégales, pourtant elles sont représentatives du travail réel et il serait grave de ne pas en tenir compte.

Un plan B pourrait être envisagé dans les situations où les dérogations aux règles sont usuelles, pour éviter les improvisations isolées qui peuvent être très dangereuses.

Il serait très constructif de cartographier les interventions de maintenance exécutées par les prestataires qui présentent le plus de risques et qui sont réalisées fréquemment.

Puis de décrire les modes dégradés de ces interventions, d'évaluer leur probabilité d'occurrence. Il serait opportun de réfléchir de manière collégiale, avec la participation active du personnel intervenant qui est le plus à même de décrire ses contraintes et rendre compte du travail réel, des modes opératoires qui prennent en compte ces risques⁹⁰ sans pour autant rendre le travail impossible ou trop contraint.

Il faudra ensuite s'atteler à définir les modes dégradés tolérables pour lesquels des adaptations seront jugées possibles et seront encadrées, et les modes intolérables pour lesquels un arrêt immédiat de l'intervention est nécessaire.

Ce travail doit absolument coller à la réalité du terrain sinon il serait complètement inefficace.

Réfléchir à un plan B lorsque les règles ne sont pas strictement applicables apparaît comme primordial pour ne pas être aveugle aux ajustements et compromis nécessaires dans le travail réel lors d'interventions de maintenance.

Le site a d'ailleurs eu cette approche pour la sécurité industrielle liée aux procédés qui est le cœur de métier d'une raffinerie. Des protocoles de marche en mode dégradé sont identifiés, des plans B sont définis.

Il serait intéressant d'élargir cette démarche aux travaux de maintenance externalisés.

⁹⁰ La diminution des risques à la source est bien sûr la première initiative à prendre.

V.4 PRESSION PUBLIQUE ET DIALOGUE DIFFICILE AVEC LES AUTORITES DE TUTELLES SUR LES AJUSTEMENTS ET COMPROMIS NECESSAIRES DANS LE TRAVAIL REEL

S'il est déjà très difficile pour les entreprises extérieures de remonter les dérogations aux règles, le dialogue sur ce sujet est complètement tabou avec les autorités de tutelles.

Il paraît aujourd'hui impensable d'avouer au public et aux autorités de tutelles que le travail réel est fait de compromis y compris vis-à-vis de la sécurité et que sans des ajustements le site ne fonctionnerait pas.

Pourtant toutes les industries de tous types et tous métiers (nucléaire, aviation, industries pharmaceutique, chimique etc.) avouent en privé que les ajustements sont nécessaires. De même, toutes les études faites sur le sujet le révèlent (Leplat & de Terssac, 1990) (Bourrier, 2001) (Magne & Vasseur, 2006) (Amalberti, 1996) (Vaughan, 2001) (Dekker, 2004) (Nyssen, 2008).

La prévention des risques relève d'abord de la responsabilité des exploitants. Dans le cas de travaux externalisés, le chef de l'entreprise utilisatrice assure la coordination de l'ensemble des mesures de prévention (Décret 92-152 du 20 février 1992). L'entreprise donneuse d'ordres est ainsi directement impliquée dans la sécurité des travaux externalisés et des personnes qui réalisent ces interventions.

Les industriels doivent démontrer leur maîtrise des risques et rassurer le public dans une société où le risque devient intolérable⁹¹ et où l'acceptabilité de l'industrie est très discutée, en particulier depuis la catastrophe d'AZF en 2001. L'entreprise donneuse d'ordres a la responsabilité de maîtriser les risques inhérents à ses activités à tout moment. Cette responsabilité est d'autant plus lourde dans une société qui ne supporte plus le risque, et où l'atteinte à la santé et sécurité des personnes devient inacceptable, intolérable.

Les poursuites judiciaires de directeurs de sites donneurs d'ordres suite à des accidents lors de travaux externalisés se sont multipliées ces dernières années. La pression publique et médiatique répercutée par les autorités de tutelles est fortement ressentie au sein de la direction générale du groupe et des gestionnaires du site.

Dialoguer sur des modes opératoires en conditions dégradées est impossible car l'existence même d'un plan B ne paraît pas envisageable dans un monde où les industriels doivent par obligation maîtriser tous leurs risques et respecter et faire respecter toutes les règles.

Finalement, il y a un silence sur la réalité des compromis et ajustements, qui aujourd'hui sont inaudibles par les autorités de tutelles, les législateurs, et le public.

Il est donc très difficile pour les industriels de mettre en place des solutions transparentes et pragmatiques sur les questions du travail réel et des ajustements et compromis nécessaires.

⁹¹ La communication sur les incidents dans le nucléaire, comme ceux à l'usine du Tricastin en juillet 2008, est selon les industriels un gage de transparence et montre leur volonté d'informer le public ; pour des associations comme Green Peace ces incidents mettent à jour la dangerosité d'une technologie mal maîtrisée (Dépêche AFP).

V.5 PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Plusieurs questions de recherche restent ouvertes.

La première concerne la compatibilité de démarches qui prennent en compte les ajustements et compromis nécessaires dans le travail réel et l'acceptabilité de plus en plus difficile de l'industrie par la société civile qui se traduit par une réglementation toujours plus stricte.

La réglementation est bien sûre nécessaire et a encouragé les industriels à investir pour améliorer la sécurité (dans toutes ses facettes) mais n'est-elle pas aujourd'hui entrain de créer un fossé entre l'industrie à risques et la société ?

Une autre question est liée à la résilience des systèmes. Comment arriver à l'amélioration ultime de la sécurité et voir l'émergence de la classe des systèmes ultra sûrs définit par Amalberti (2006) ? Comment maintenir l'expertise des acteurs et leurs capacités d'apprentissage et d'adaptations dans un système fortement régulé ?

Les outils opérationnels manquent aujourd'hui pour donner une nouvelle impulsion à l'ingénierie de la résilience.

ACRONYMES

ACSNI	Advisory Committee on the Safety of Nuclear Installations	EPI	Equipe ment de Protection Individuelle
AFIM	Association Française des Ingénieurs et responsables de Maintenance	FRAM	Functional Resonance Accident Model
AFNOR	Agence Française de NORmalisation	H ₂ S	Sulfure d'hydrogène
AMDEC	Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité	HRO	High Reliability Organizations
ARI	Appareil Respiratoire Isolant	HAZOP	HAZard Operability
AT	Autorisation de Travail	HSE	Hygiène Sécurité Environnement
ATI	Autorisation de Travail Informatisée	ICPE	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
BBS	Behaviour Based Safety	INSAG	International Nuclear Safety Advisory Group
BTP	Bâtiments et Travaux Publics	ICSI	Institut pour une Culture de la Sécurité Industrielle
CA	Chiffre d'Affaire	INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité
CBS	Culture Based Safety	ISO	International Organization for Standardization
CNAM	Caisse National d'Assurance Maladie	LCC	Life Cycle Cost
CRAM	Caisse Régionale d'Assurance Maladie	LGC	Laboratoire de Génie Chimique
DATR	Directement Affectés à des Travaux sous Rayonnements	MASE	Manuel d'Amélioration de la Sécurité des Entreprises
DCRI	Direction Centrale du Renseignement Intérieur	MBF	Maintenance Basée sur la Fiabilité
DNV	Det Norske Veritas	Mode op	Mode opératoire
DO	Donneur d'ordres	NASA	National Aeronautics and Space Administration
DRIRE	Direction Régionale de l'Industrie de la Recherche et de l'Environnement	OMF	Optimisation de la Maintenance par la Fiabilité
EDF	Electricité De France	OSHA	Occupational Safety and Health Act
EE	Entreprise Extérieure	PBS	People Based Safety
		QHSE	Qualité Hygiène Sécurité Environnement

RCM	Reliability Centered Maintenance	TG	Taux de Gravité
SAP	Systems, Applications, and Products for data processing	THERP	Technique for Human Error Rate Prediction
SESSI	Service des Etudes et des Statistiques Industrielles	TPM	Total Productive Maintenance
SHI	Sécurité Hygiène Industrielle	TRIR	Total Recordable Incident Rate
SIES	Système International d'Évaluation de la Sécurité	TMS	Troubles Musculo-Squelettiques
SMS	Système de Management de la Sécurité	UNICE	Union des Industries de la Communauté Européenne
SRK	Skill Rules Knowledge	UIC	Union des Industries Chimiques
SST	Santé Sécurité au Travail	USNRC	United States Nuclear Regulatory Commission
STOP	Sécurité au Travail par l'Observation Préventive		
TF	Taux de Fréquence		

BIBLIOGRAPHIE

- ACSNI Advisory Committee on the Safety of Nuclear Installations Human Factors Study Group, 1993, *Third Report: Organising for Safety*, Health and Safety Commission
- AFIM, Association Française des Ingénieurs de Maintenance, 2003, *Etude « Hygiène et sécurité : les métiers de la maintenance en première ligne »*, AFIM, Paris
- AFIM, 2007, *Guide national de la maintenance*, AFIM, Paris
- AFNOR, 2002a, Norme *FD X 60-000 Maintenance industrielle, Fonction maintenance*, AFNOR, Paris
- AFNOR, 2002b, Norme *FD X 60-008 Projet d'externalisation de la maintenance- démarche précontractuelle*, AFNOR, Paris
- AFNOR, 1996, Norme *XP X60-105 Maintenance Relations contractuelles Guide de rédaction des clauses du contrat*, AFNOR, Paris
- AFNOR, 1987, Norme *X50-300 Organisation et gestion de la production industrielle. Sous-traitance industrielle*, AFNOR, Paris
- Altersohn C, 1992, *De la sous-traitance au partenariat industriel*, L'Harmattan, Paris
- Amalberti R, à paraître, *Piloter la sécurité*,
- Amalberti R, 2006, *Optimum system safety and optimum system resilience: agonist or antagonists concepts?* In Wood D, Hollnagel E, Leveson N, 2006, *Resilience Engineering, Concepts and precepts* Ashgate publishing company, Hampshire
- Amalberti R, 2001a, *Introduction à la psychologie ergonomique*, cours de deug de psychologie, CNED- Editions électroniques Dunod, Paris
- Amalberti, R., 2001b, *The paradoxes of almost totally safe transportation systems*, Safety Science, 37, 109-126
- Amalberti R, Barriquault C, 1999, *Fondements et limites du retour d'expérience*, Annales des Ponts et Chaussées, numéro spécial Incidents, accidents, catastrophes
- Amalberti R, 1996, *La conduite des systèmes à risques*, PUF, collection le travail humain, Paris
- Argyris, C, 2003, *Savoir pour agir : Surmonter les obstacles à l'apprentissage organisationnel*, Dunod, Paris
- Arksey, H., & Knight, P, 1999, *Interviewing for Social Scientists*, Sage Publications Ltd London, UK
- Arrêté du 10 mai 2000, *relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation*, Légifrance
- Arrêté du 19 mars 1993, *fixant la liste des travaux dangereux pour lesquels il est établi par écrit un plan de prévention*, Légifrance
- Arrêté du 4 septembre 1967, *relatif aux règles d'aménagement et d'exploitation des usines de traitement de pétrole brut, de ses dérivés et résidus*, Légifrance
- Atkinson W, 2000, *Behaviour based safety*. Management review, 89(2), 41-45.
- Barthélemy J, 2007, *Stratégies d'externalisation : préparer, décider et mettre en œuvre l'externalisation d'activités stratégiques*, 3^{ème} édition, Dunod, Paris
- Belet, D, 2003, *Devenir une entreprise apprenante les meilleures pratiques*, Editions d'organisation, Paris

- Benbrahim H, Michelin S, 2006, *Sécurité et sous-traitance, d'une logique de confrontation à une logique de partenariat*. La gazette de la société et des techniques, 35, janvier 2006, 4p
- Benbrahim H et Michelin S, 2005, *Sécurité et sous-traitance*, Ecole des Mines de Paris, Paris
- Bickford J, 2000, *Sharing lessons learned in the Department of Energy*, AAAI-00 Intelligent Lessons Learned Systems Workshop, Austin, Texas, USA
- Bird F, 1974, *Management guide to loss control*. Atlanta Institute Press
- Bisseret A, 1995, *Représentation et décision experte, Psychologie cognitive de la décision chez les aiguilleurs du ciel*, Octarès (réédition de textes anciens), Toulouse
- Blanchet A, Ghilione R, Massonat J, Trogon A, 2005, *Les techniques d'enquête en sciences sociales : Observer, interviewer, questionner*, Dunod, Paris
- Booth, R. T, 1993, *Monitoring Health and Safety Performance – an Overview*, Journal of Health and Safety, 9, 5-16.
- Bourdeaux I, Gilbert C, 1999, *Procédures de retour d'expérience, d'apprentissage et de vigilance organisationnels*, Opération structurante de recherché, Rapport de fin d'opération, Programme Risques Collectifs et Situations de Crises, CNRS, MSH-Alpes, Grenoble
- Bourges P, 1995, *Maintenance et maîtrise des risques*, Revue annuelle de l'union des élèves de l'ENSAM, Paris
- Bourrier M, 2002, *Bridging research and practice: the challenge of « normal operations »*, Journal of Contingencies and Crisis Management, 10(4):173–180. 54
- Bourrier M, 2001, *Organiser la fiabilité*, L'harmattan, risques collectifs et situations de crise, Paris
- Bourrier M, 1999, *Le nucléaire à l'épreuve de l'organisation*, PUF, Paris
- Bravard JL, Morgan, R, 2006, *Smarter Outsourcing: an Executive Guide to Understanding, Planning, and Exploiting Successful Outsourcing Relationships*, Financial Times/Prentice Hall, London
- Brown D, Wilson S, 2005, *The black book of outsourcing: how to manage the changes, challenges and opportunities*, Wiley & sons Inc, New Jersey
- Budworth, N, 1996, *Indicators of safety performance in safety management*. The Safety &Health Practitioner, 14(11), 23-29.
- Bufferne J, 2006, *Le guide de la TPM : Total Productive Maintenance*, Editions organisation, Paris
- Cambon J, 2007, *Vers une nouvelle méthodologie de la mesure de la performance des systèmes de management de la santé sécurité au travail*, Thèse, Mines de Paris ParisTech, Sophia Antipolis
- Canadian union auto-workers, 2003, *Behaviour based safety programs*, <http://www.caw.ca/whatwedo/health&safety/factsheet/hfsissueno14.asp>
- Carder B, 1994, *Quality Theory and the Measurement of safety Systems*. Professional Safety February 1994, 23-28.
- Chaillou B, 1977, *Définition et typologie de la sous-traitance*, Revue économique, Vol. 28, No. 2, (Mar., 1977), pp. 262-285 publié par Sciences Po University Press, Paris
- Code du travail, article L125-1 et L125-3, Légifrance
- Code du travail, article L230-2, Légifrance
- Conley M, 2000, *How do you spell effectiveness? Measuring your safety program*, Safety & health, 161
- Corbett M F, 2004, *The outsourcing revolution: why it makes sense and how to do it right*, Kaplan business, USA

- Costigan A, Gardner D, 2000, *Measuring Performance in OHS: an Investigation into the use of Positive Performance Indicators*. Journal of Occupational Health & Safety
- Cox S.J, Cheyne A.J.T, 2000, *Assessing safety culture in offshore environments*, Safety Science 34 (2000) p111-129.
- Cox S.J et Cheyne A.J.T., 1999, *Assessing Safety Culture in offshore Environments. HSE Offshore Research Report*, Loughborough University, UK. <http://www.lboro.ac.uk/departments/bs/safety/document.pdf>
- CTT Coastal Training Technologies, 2005, *People-Based Safety*, <http://www.people-based-safety.com>
- Daniellou F, 1986, *L'opérateur, la vanne et l'écran, l'ergonomie des salles de contrôles*, Collection Outils et méthodes, Editions de l'ANACT, Paris
- Dauphiné A, 2001, *Risques et catastrophes*, Armand Colin, Paris
- Dauty F, Larré F, 2004, *Proximité de coordination des réseaux de sous-traitance dans l'industrie aéronautique*, Université des sciences sociales, Toulouse
- Décret 93-41 du 11 janvier 1993, *relatif aux mesures d'organisation, aux conditions de mise en œuvre et d'utilisation applicables aux équipements de travail et moyens de protection*, Légifrance
- Décret 92-158 du 20 février 1992, *relatif à l'exécution de travaux par des entreprises extérieures*, Légifrance
- Décret du 10 juillet 1913, *mesures générales de protection et de salubrité applicables à tous les établissements assujettis*, Légifrance
- De Coninck F, 1995, *Travail intégré, société éclatée*, Presses universitaires de France, Paris
- De Groote M.P, 1993, *Maintenance : au cœur de l'activité industrielle*. Dossier maintenance. Industrial systems
- Dekker S.W.A, 2004, *Ten questions about human error: A new view of human factors and system safety, chap 7 Why don't they follow the procedures ?*, Lawrence Erlbaum association, Mahwah, NJ
- Dell'Isola A, Kirk SJ, 2003, *Life Cycle Costing for Facilities*, Reed Construction Data, Kingston
- Desrioux F, 2001, *Sous-traitants, maltraités*. Santé et travail, 37, octobre 2001
- Dhillon B.S, 1989, *Life Cycle Costing: Techniques, Models, and Applications*, Gordon & Breach Science pub, Amsterdam
- Doniol-Shaw G, 2001, *Travail en sous-traitance, un risque d'exclusion sanitaire et social*. Travail et santé, 37 oct 01
- Doniol-Shaw G, 1993, *Sous-traitance et maintenance des centrales nucléaires*, Travail, 28, printemps, 1993 53-54
- Duclos D, 1991, *L'homme face au risque technique*, L'Harmattan, Paris
- Duhamel C, 2001, *Sous-traitance en bout de piste*. Santé et Travail, 37, octobre 2001, 20-22
- Duncker K, 1945, *On problem solving*, American Psychological Association, California
- Dupuis B, 1993. *Le décolletage dans la vallée de l'Arve*. Travail, 28, Printemps 1993, 45-51
- DuPont de Nemours, 1997, *Introduction du système STOP (Sécurité au travail par l'observation préventive)*, module 1. Delaware : E.I. DuPont de Nemours and Company.
- EN 292-1, norme européenne sur la sécurité des machines – notions fondamentales, principes généraux de conception, transcription française ISO 12100-1 Janvier 2004
- Energy Institute, 2002, *Hearts & Minds programme*, <http://www.energyinst.org.uk/heartsandminds/>

- Fabre M, 1994, *Les accidents du travail et les maladies professionnelles, analyse et prévention*, avis adopté par le Conseil économique et social le 23 février 1994
- Faucher J, 2004, *Pratique de l'AMDEC : Assurez la qualité et la sûreté de fonctionnement de vos produits, équipements et procédés*, Usine nouvelle, Dunod, Paris
- Faverge J.M, 1980, *Le travail en tant qu'activité de récupération*. Bulletin de psychologie, 33
- Faverge J.M, 1970, *L'homme agent de fiabilité et d'infiabilité*, Ergonomics, 13, 3, p301-327
- Fern B, 1999, *How and why Behavioural safety needs to change*. Occupational health & safety, 68(9), 62-63.
- Fernandez A, Jean R, 1995, *L'amélioration de la sécurité dans les grands arrêts d'entretien*, Cidecos conseil
- Flin R, Burns C, Mearns K, Yule S, Robertson E.M, 2006, *Measuring safety climate in health care*, Quality and safety in health care, 2006; 15, 109-115
- Flin R, Mearns K, O'Connor P, Bryden R, 2000, *Measuring safety climate: identifying the common features*, safety science, n°34, 2000, p 177-192
- Francastel J.C, 2005, *Externalisation de la maintenance stratégie – méthodes – contrats*, 2^{ème} édition, Dunod, Paris
- Francastel J.C et Véret D, 2001, *Formaliser un contrat de sous-traitance*, AFNOR, Paris
- Frery F, Bravard J.L, Morgan R, 2007, *Réussir une externalisation*, management & organisation Village mondial, Paris
- Garand P, Roy M, Desmarais L, 2005, *L'observation des comportements sécuritaires par les pairs dans une usine d'assemblage : le cas Paccar*, Pistes vol 7, n°1, fév 2005
- Gauthey, 2005, *Retour d'Expérience, les pratiques industrielles*, Les cahiers de sécurité industrielle de l'ICSI, Toulouse
- Gauthey O, Gibeault G, 2005, *Développer une culture de sécurité au travail, Comment obtenir l'adhésion de tous*, DP2I et AFNOR
- Geiben B, Nasset J.J, 1998, *Sécurité-Sûreté : la gestion intégrée des risques dans les organisations*, Editions Organisation, Paris
- Geller E.S, 2005, *People-Based Safety: The Source*, Coastal Training
- Geller E.S, 2001a, *Keys to Behavior-based Safety*, ABS Consulting, Maryland
- Geller E.S, 2001b, *Behavior-based safety in industry: realizing a large scale potential of psychology to promote human welfare*, Applied & Preventive psychology 10:87-105, Cambridge University Press
- Gemignani M, 2002, *La sous-traitance industrielle dans les Bouches du Rhône : état des lieux, enjeux et perspectives, préconisations*, Maison de l'industrie
- Genthon V, 2000, *La sous-traitance industrielle : un phénomène en croissance*. Les 4 pages des statistiques industrielles, SESSI, 131, juin 2000, 4p
- Godley S.T, Triggs T.J, Fildes B.N, 2002, *Driving simulator validation for speed research*, Accident Analysis & Prevention (34) 589-600
- Gorgeu A, Mathieu R, 1993, *dix ans de relations de sous-traitance dans l'industrie française*, Travail, 28, Printemps 1993, 23-24
- Grusenmeyer C, 2007, *Sous-traitance et accidents, exploitation de la base de données Epicéa*, INRS, Paris
- Grusenmeyer C, 2005a, *Les accidents du travail liés à la maintenance, importance et caractérisation*, Cahiers de notes documentaires, 4^{ème} trim 2005, INRS, Paris
- Grusenmeyer C, 2005b, *Les accidents de travail liés à la maintenance, Etude bibliographique*, les notes

scientifiques et techniques de l'INRS, 2005, 248, Vandoeuvre, 68p, Paris

Guarnieri F, 2006, *Erreurs humaines et défaillances organisationnelles : résultats de la mise en œuvre de la méthode Tripod delta*. Revue technique de l'Apave, n°316-oct-nov-déc 2006

Guldenmund F.W, 2000, *The nature of safety culture: a review of theory and research*, Safety science 2000 n°34, p215-257

Hale A.R, Heming B.H.J, 1998, *Evaluating safety in the management of maintenance activities in chemical process industry*, Safety science, vol 28, I, pp21-44

Hale A.R, Swuste P, 1998, *Safety rules: procedural freedom or action constraint?*, Safety science vol 29, issue 3, august 1998, 163-177

Halpern J.J, 1989, *Cognitive factors influencing decision making in a highly reliable organization*, Organization & Environment, Vol. 3, No. 2, 143-158

Heinrich H.W, 1931, *Industrial accident prevention*, Mc Graw-Hill, New-York

Heinrich H.W, Petersen D, Ross N, 1980, *Industrial accident prevention*, 5th edition, Mc Graw-Hill, New-York

Herbert D.A, 1995, *Sizing up safety: how to measure where your organization has been, where it's at and where it's going*. Occupational health & safety Canada, 11(2), 54-60

Hery M, 2002, *Besoins de recherches en santé sécurité du travail pour les salariés de la sous-traitance interne*. Pistes, 4, 1, mai 2002

Hollnagel E, 2004, *Barriers and Accident Prevention or how to improve safety by understanding the nature of accidents rather than, their causes*, Ashgate, Hampshire

HSE Health and Safety Executive, 1999, *Reducing error and influencing behaviour*, HSG 48, 2nd edition, HSE Books Suffolk

HSE Health and Safety Executive, 1992, *Successful Health and Safety Management*, HS (G) 65, HSE Books.

HSE Health & Safety Executive, 1985, *Deadly maintenance. Plant and machinery. A study of fatal accidents at work*, Report of Her Majesty's Stationery Office, Health & Safety Executive, London

IAEA International Atomic Energy Agency, 1997, *Examples of safety cultures practices*, safety report n°1, IAEA Vienna

ICSI, 2006, *À quoi faut-il penser, vis-à-vis de la sécurité, avant la décision éventuelle de contracter pour maîtriser les risques identifiés ?*, Institut pour une Culture de la Sécurité Industrielle, Toulouse

Iddir O, 2008, *Le nœud papillon : une méthode de quantification du risque majeur*, Techniques de l'ingénieur, Base documentaire techniques et scientifiques

INERIS Institut National de l'Environnement industriel et des risques, 2006, *Etude comparative des référentiels relatifs au management de la santé et de la sécurité au travail applicables aux entreprises extérieures*, Ineris, Paris

Ingalls, T.S. Jr, 1999, *Using scorecards to measure safety performance*, Professional Safety, 44(12), 23-28.

INRS, 2007a *Dossier Introduction à la prévention des risques professionnels*, INRS, Paris

INRS, 2007b, *Dossier Le travail en hauteur, Réglementation*, INRS, Paris

INRS, 2007c, *Les systèmes de management de la santé et de la sécurité au travail*, Dossier en ligne, INRS.

INRS, 2005, *Statistiques nationales des accidents de travail et des maladies professionnelles*, INRS, Paris

INRS, 2004a, *Intervention d'entreprises extérieures. Aide-mémoire pour la prévention des risques*. INRS, Paris ED 941, 75p

- INRS, 2004b, *Ventilation des espaces confinés*, INRS, Paris, ED 703
- INRS, 1999, *Face aux accidents, analyser, agir*, INRS, Paris
- INSAG, International Nuclear Safety Advisory Group, 1991, *Safety Culture*, Safety, Series No. 75-INSAG-4, IAEA, Vienne
- ISO, 2002, ISO/IEC Guide 73 :2002, *Management du risque — Vocabulaire—Principes directeurs pour l'utilisation dans les normes*, organisation internationale de normalisation
- Journé B, 2001, *La prise de décision dans les organisations à haute fiabilité : entre risque d'accident et risque bureaucratique*, cahiers de l'Artémis, Organisation et stratégies industrielles, n°3, 2001, p101-126
- Juy MG, 1993, *la réglementation des entreprises intervenantes sur site*. Travail, 28, printemps 1993, 83-95
- Keyser, V.de, 1982, *Les activités mentales dans le processus de production fortement informatisé*, le Travail Humain, 45, 2 p208-219
- Kirwan B, 1998, Human error identification techniques for risks assessment of high risks systems, Part 1 : review and evaluation of techniques, Applied ergonomics, vol 29, n°3, pp157-177
- Knudsen F, in press, *Paperwork at the service of safety? Workers' reluctance against written procedures exemplified by the concept of 'seamanship'*, Safety science, in press, preview available on web <http://www.sciencedirect.com/science>
- Krause T.R, 1997, *The Behavior-Based Safety Process*. John Wiley & Sons, 356 pages.
- La Porte T.R, & Consolini P, 1991, *Working in practice but not in theory: theoretical challenges of « High Reliability Organizations»*, Journal of public administration research and theory, 1, 19-47
- La Porte T.R, & Thomas C, 1995, *Regulatory compliance and the ethos of quality enhancement: surprises in nuclear plant operations*. Journal of public administration research and theory, 5, 109-137
- Laigle L, 1995, *Sous-traitance classique et co-développement dans l'industrie automobile*, actes du gerpisa N°14 LATTIS-EN Ponts et Chaussée
- Laurent A, 2003, *Sécurité des procédés chimiques*, Editions Tec & Doc, Lavoisier, Paris
- Laprie JC, 1996, *Guide de la sûreté de fonctionnement*, 2nde édition, éditions Cépadués, Toulouse
- Lavina Y et Loubère JM, 1994, *Maintenance et travaux neufs, les règles de la sous-traitance*, Editions d'organisation, Paris
- Levine S.P, Dyjack D.T, 1997, *Critical Features of an auditable management system for an ISO 9000-compatible occupational health and safety standard*. American Industrial Hygiene Association Journal, 58, 291-298.
- Lebart L, Piron M, Morineau A, 2006, *Statistique exploratoire multidimensionnelle visualisation et inférence de données*, 4^{ème} édition, Dunod, Paris
- Leplat, J, 1980, *La psychologie ergonomique*, PUF, Paris
- Leplat J et de Terssac G, 1990, *les facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes*, éditions Octarès, Marseille
- Leroy A, Signoret J.P, 1992, *Le risque technologique*, collection Que sais-je ? PUF, Paris.
- Loi 82-1097 du 23 décembre 1982, *relative aux comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail*, Légifrance
- Loi 76-1106 du 6 décembre 1976, *relative au développement de la prévention des accidents de travail*, Légifrance
- Loi 75-1134 du 31 décembre 1975, *relative à la sous-traitance*, Légifrance
- Loughborough, 1999, *Safety Climate Measurement User guide and Toolkit*, university of Loughborough,

<http://www.lboro.ac.uk/departments/bs/safety/document.pdf>

Magne L, Vasseur D, 2006, *Risques industriels complexité, incertitude et décision : une approche interdisciplinaire*, éditions tec et doc, Lavoisier, Paris

Manzella J.C, 1999, *Measuring safety performance to achieve long-term improvement*, Professional Safety, vol. 44, no 9, p. 33-36.

MASE, 2004, *Manuel d'amélioration de la Sécurité des Entreprises*, www.mase.com.fr

Mayhew C, 1997, *The effects of subcontracting/outsourcing on occupational health and safety: survey evidence from four organizational industries*, safety sciences vol 25

McDonald N, Corrigan S, & Ward M, 2002, *Well-intentioned people in dysfunctional systems*, Keynote presented at 5th workshop on human error, safety and systems development, Newcastle, Australia.

Merton R.K, 1997, *Social Theory and social structures*, Traduction française H Mendras, Eléments de théorie et de méthode sociologique, Armand Colin, Paris

Millot M, 2001, *Représentants du personnel. Un droit d'ingérence*. Santé et travail, 37, oct 2001

Ministère du travail, des relations sociales, de la famille et de la solidarité, 2007, *Dossier Santé Sécurité au sur les lieux de travail : quelques repères historiques*, http://www.travail.gouv.fr/spip.php3?page=rubrique_dossiers&id_rubrique=301, consulté en jan 2008

Mitchell R, 2000, *Measuring OHS Performance and Developing Performance Indicators*, Journal of Occupational Health & Safety, Australia/New Zealand, 16(4), 319-323.

Monchy F, Pichot C, 2003, *Maintenance Méthodes et organisations*, Dunod, Usine Nouvelle, Paris

Morel G, Amalberti R, Chauvin C, 2008, *Articulating the differences between safety and resilience: the decision-making of professional sea fishing skippers*, Human factors, 2008, 1, 1-16

Moubray J, 1997, *Reliability-Centered Maintenance*, Second edition, industrial Press, New York

Mouss N, Mouss H, Smadi H, 2003, *Maintenance et production : une approche d'intégration*, Phoebus 26. 3^{ème} trimestre, 2003, p164-167

Noizet A, Amalberti R, 2000, *Le contrôle cognitif des activités routinières des agents de terrain en centrale nucléaire : Un double système de contrôle*, Revue d'Intelligence Artificielle (1-2) 107-129.

Norman D.A, 1981, *Categorization of action slips*, Psychological review, 88, 1-15

Nyssen A.S, 2008, *Travail l'impossible respect des règles, le corps sous contrôle*, revue sciences humaines, n°195, juillet 2008,

O'Brien, D.P, 2000, *Business measurements for safety performance*, Lewis publishers, Washington, 118 p.

Patton, M.Q, 2002, *Qualitative research and evaluation method.*, Thousand Oaks, USA: Sage Publications Inc.

Pereira V, Remoiville A, Trinquet P, 1999, *Sous-traitance sur sites industriels : évaluation des risques professionnels*, APRIT et ARESI-BTP, Marseille

Pellegrin C, 1997, *Fondements de la décision de maintenance*, Economica, Paris

Peretti-Watel P, 2001, *La société du risque*, La découverte, collection repères, Paris

Pérusse M, 1995, *Le coffre à outils de la prévention des accidents en milieu de travail*, Le groupe de communication Sansectra Inc.

Perrow C, 1984, *Normal Accidents, Living with High-Risks Technologies*, NJ Basic Books, New York

Petersen D, 2000, *Safety management: Our strengths & weaknesses*, Professional Safety.45 (1), 16-19.

- Plant Maintenance Resource Center, 2001, *Maintenance Outsourcing Survey Results – 2001*, Plant Maintenance Resource Center
- Power M.J, Desouza K, Bonifazi C, 2006, *The outsourcing Handbook: How to implement a successful outsourcing process*, Kogan Page, London UK
- Poyet C, 1990, *L'homme agent de fiabilité dans les systèmes informatisés*, dans Leplat & de Terssac, Les facteurs humains de la fiabilité, 1990, Octarès Toulouse
- Rasmussen J.T, Carthey J, de Leval M.R., 2001, *Diagnosing vulnerable system syndrome: an essential prerequisite to effective risk management*, Quality and safety in health care, 2000, 10 (suppl II) ii21-ii25
- Rasmussen J, 1997, *Risk management in a dynamic society: a modelling problem*, Safety Science 27, 2-3, 183-214
- Rasmussen J, 1986, *Information processing and Human-Machine Interaction*, Amsterdam, North Holland
- Rasmussen J, 1983, *Skill, Rules, Knowledge: signals, signs and symbols and other distinctions in human performance models*, IEE Transactions: Systems, Man & Cybernetics , SMC-13, 257-267
- Ray P.S, Batson R.G, Weems W.H, Wan Q, Sorock G.S, Matz S, Cotnam J, 2000, *Impact of maintenance function on plant safety*, Professional safety, august 2000
- Redinger C.F, Levine S, 1998, *Development and evaluation of the Michigan Occupational Health and Safety Management System Assessment Instrument: A Universal OHSMS Performance Measurement Tool*, American Industrial Hygiene Association Journal, vol. 59, no 8, p. 572-581.
- Reason J, 1997, *Managing the risks of organizational accidents*, Ashgate, Hampshire
- Reason J, 1990, *Human error*, Cambridge University Press
- Reason J, 1987, *The Chernobyl errors*, Bulletin of the British Psychological society, 40, 201-206
- Renard I, 2005, *L'externalisation en pratique*, Editions Organisations, Paris
- Rettenbach B, 1978, *Droit du travail et restructuration productives des nouveaux contrats de travail*, la documentation française, Paris
- Reynaud J.D, 1989, *Les règles du jeu*, Armand Colin, Paris
- Roberts K.H, 1993, *New challenges to understanding organizations*, New York, NJ, Macmillan Publishing Co
- Rochlin G, 1993, *Defining « High Reliability » Organizations in practice: a Taxonomy prologue*. In Roberts, New challenges to understanding organizations (pp.11-32), New York, NJ, Macmillan Publishing Co
- Rook L.W, 1962, *Reduction of human error in industrial production*, Report SCTM 93.62 Scandia Corporation
- Roy M, Bergeron S, Fortier L, 2004, *Développement d'instruments de mesure des performance en santé et sécurité du travail à l'intention des entreprises manufacturières organisées en équipes semi-autonomes de travail*, rapport R-357, Montréal, IRSST, 56p
- Salembier P, Pavard B, 2004, *Analyse et modélisation des activités coopératives situées. Evolutions d'un questionnement et apports à la conception*, revue @CTIVITES, Vol. 1 N. 1, 2004.
- Sandret N, 2001, *Enquête STED. Salariés sous-traités, santé maltraités*, Santé et Travail, 37, Oct 2001
- Schulman P, 1993, *Negotiated order of organizational reliability*, Administration and society, 25, 353-373
- Seillan H, Morvan J, 2005, *Risques de la sous-traitance*, Les cahiers de la prévention, 4, 2^{ème} édition, Bordeaux, 135p
- Senge, P, 2006, *The Fifth Discipline: The Art & Practice of The Learning Organization*, Doubleday Business, USA
- Service des études et statistiques industrielles SESSI, 2005, *Réseaux d'entreprises et sous-traitance industrielle*,

Midest, Ministère de l'industrie, Paris, nov 2005

SESSI, 2004, *La sous-traitance en chiffres*, Production industrielle Hors série, Ministère de l'industrie <http://www.energie.minefi.gouv.fr/biblioth/docu/dossiers/sect/pdf/midest2004.pdf>

Shannon H.S, Lowe G.S, 2002, *How many injured workers do not file claims for workers' compensation benefits?* American journal of industrial medicine, 42, 467-473

Sharif M, Zakaria N, Ching L, Fung L, 2005, *Facilitating knowledge sharing through lessons learned system* (electronic version). Journal of Knowledge Management Practice, 12. 149

Shaw A, Blewett V, 1995, *Measuring Performance in OHS: Using Positive Performance Indicators*, Journal of Occupational Health and Safety (Australia/New Zealand), 11 (4), 353-358.

Simard M, Carpentier-Roy MC, Marchand A, Ouellet F, 1999, *Processus organisationnels et psychosociaux, favorisant la participation des travailleurs en santé et en sécurité au travail*, Etudes et recherches, IRSST Montréal

Simard M, 1997, *Safety culture and management*, International Encyclopaedia of occupational health and safety, 59.4-59.10, Bureau International du Travail, Genève

Simpson I, Gardner D, 2001, *Using OHS Positive Performance Indicators to Monitor Corporate OHS Strategies*. Journal of Occupational Health and Safety (Australia/New Zealand), 17(2), 125-134.

Smith D, 2006, *Fiabilité, maintenance et risque*, Dunod, Usine Nouvelle, Paris

Souris JP, 1993, *La maintenance source de profit*, Editions d'organisation, Paris

Spérandio J.C, 1993, *Compléments à l'étude de la mémoire opérationnelle : deux expériences sur les contrôleurs de navigation aérienne*, In J. Leplat, L'analyse du travail en psychologie ergonomique, tome 2, pp237-262, Octarès (réédition de textes anciens), Toulouse

Stricoff S.R, 2000, *Safety performance measurement: Identifying prospective indicators with high validity*. Professional Safety, 45(1), 36-40.

Suzuki T, 1994, *TPM in Process Industries: Step-By-Step Approach to TPM Implementation*, Productivity Press

Swain A.D, 1964, *THERP*, Sandia National Laboratories Albuquerque, New Mexico, report SC.R.64.1338

Sznaider B, 2000, *Six-sigma safety*, Manufacturing Engineering, vol. 125, no 3

Tazi D, 2008, *Safety and management of the subcontracting of maintenance work in a petrochemical plant*, 3rd CISAP, Chemical Engineering Transactions, volume 13, p 413-420.

Tazi D, Amalberti R, 2007, *Sécurité et organisation de la sous-traitance des travaux de maintenance dans une industrie pétrochimique*, communication Congrès International de Génie Industriel, CIGI 2007, Trois Rivières

Tazi D, Amalberti R, 2006, *Resilience of maintenance organization in a refining plant*, 2nd resilience engineering symposium, p 313-322, Mines de Paris Les presses, collection sciences économiques et sociales.

Tazi D, 2005a, *Processus Sécurité Travaux à la raffinerie de Normandie*, stage de mastère spécialisé GRIT, ICSI Toulouse

Tazi D, 2005b, *1^{er} état des lieux du Processus Sécurité Travaux à la raffinerie de Normandie*, projet d'étude mastère spécialisé GRIT, ICSI, Toulouse

Terrier, 2002, *La maintenance*, DESS Quassi, département qualité

Terssac (de), G, 1992, *Autonomie dans le travail*, PUF, Paris

Thébaud-Mony A, 2007, *Le travail peut nuire gravement à votre santé*, éditions la découverte, Paris

Thébaud-Mony A, 2001a, *L'impact de la précarité et de la flexibilité sur la santé des travailleurs, contrats de travail atypiques, sous-traitance, flexibilité, santé*, BTS newsletter N°15-16 fev 2001

- Thébaud-Mony A, 2001b, *Les nouveaux serfs de l'industrie nucléaire*, Politis, 23 jan 2001
- Thébaud-Mony A, 2000, *L'industrie nucléaire : sous-traitance et servitude*, INSERM, Paris
- Thébaud-Mony A, 1993, *Sous-traitance, rapports sociaux, citoyenneté, santé*. Travail, 28, Printemps 1993
- Thevenot N, Valentin J, 2003, *Sous-traitance et précarité de l'emploi-une analyse empirique*, Forum de la régulation, 9-10 oct 2003
- Tixier J, Dusserre G, Salvi O, Gaston D, 2002, *Review of 62 risk analysis methodologies of industrial plants*, Journal of Loss Prevention, Process Industries, 15: 291-303, July 2002
- Toellner J, 2001, *Improving safety and health performance: Identifying & measuring leading indicators*. Professional Safety, 46(9), 42-47.
- Tornros J, 1998, *Driving behaviour in a real and a simulated road tunnel- a validation study*, Accident Analysis & Prevention, 30(4), 497-503
- Total, 2007, *Environnement et société - Nos responsabilités d'entreprises*, document téléchargeable sur www.total.com, consulté en sept 2008
- Townsend A, 1992, *Maintenance of process plant*, Institution of chemical engineers Rugby, Warwickshire, UK
- Turner B.A, 1978, *Man-made Disasters*, Wykeham Publications, London
- USRNC, United States Nuclear Regulatory Commission, 2004, *Three Mile Island Accident*, USRNC
- Van de Kerchove J, 2003, *La sécurité comme culture d'entreprise : l'exemple par DuPont de Nemours*, les Carnets du Préventeur n°19, mai 2003
- Vandervyver B, 1984, *Risque d'accident liés à l'intervention d'entreprises extérieures*, les cahiers de notes documentaires de l'INRS, 115, 4^{ème} trimestre 194, 209-221
- Van Steen J, 1996, *Safety performance measurement*, European Process Safety Centre, 135p
- Vaughan D, 2001, *la normalisation de la déviance : une approche d'action située*, dans Bourrier M, 2001, Organiser la fiabilité, L'Harmattan
- Veltz P, 2001, *Une vague de fond qui fragilise les parcours professionnels*. Santé et travail, 37, Oct 01
- Véret D, 2003, *100 questions pour comprendre et agir L'externalisation de la maintenance*, AFNOR, Paris
- Vérot Y, 2000, *Retour d'expérience dans les industries de procédé*. Techniques de l'ingénieur, AG4610
- Vicente K.J. 1999, *Cognitive Work Analysis, Toward safe, productive and healthy computer – based work*, Mahwah, NJ Lawrence Erlbaum Associates
- Villemeur A, 1988, *Sûreté de fonctionnement des systèmes industriels*, Eyrolles, Paris
- Visintini G, 1987, *Comment augmenter sa productivité par la maintenance*, éditions du moniteur, Usine Nouvelle, Paris
- Voyer P, Pérusse, M, 2002, *Les tableaux de bord : des outils de gestion indispensables*. Travail et Santé, 18(2), 42-47
- Walker E, Philpot JW, Clement J, 1991, *False Signal Rates for the Shewhart Control Chart with Supplementary Runs Tests*, Journal of Quality Technology, 1991, 23: 247-252
- Westrum R, 2004, *A typology of organisational cultures*. Quality and safety in health care, 2004, 13, 22-27p
- Wildavsky A, 1988, *Searching for Safety*, The social philosophy and policy center, Transaction books, New Brunswick
- Wierdsma A, Swieringa J, 1992, *Becoming a learning organization*, Addison Wesley

Woods D.D, Hollnagel E, Leveson N,2006, *Resilience engineering*, Ashgate, Hampshire

Zohar D, 1980, *Safety Climate in industrial organizations: theoretical and applied implications*, J Appl Psychol 1980; 65; 96-102

Zwinglestein, 1996, *La maintenance basée sur la fiabilité – guide pratique d’application de la RCM*, Hermes, Paris

A

Abstraction hiérarchique · 83, 84, 100
 Hiérarchie d'abstraction · 83
 Hiérarchie de raffinement · 83, 85
 Accident de travail · 1, 11, 28, 48, 50, 51, 62, 63, 65, 67, 68, 69, 70, 77, 90, 105, 108, 148, 149
 Taux de fréquence · 2, 50, 51, 59, 60, 63, 65, 66, 67, 70, 71, 97, 149, 154
 Taux de gravité · 2, 50, 51, 66, 70
 TRIR Total Recordable Accident Rate · 78, 82, 97, 105, 106, 107, 149, 153
 Accident normal · 39, 40
 Achats · 85, 89, 90, 95
 Adaptation · 2, 3, 30, 42, 44, 46, 66, 71, 72, 108, 125, 129, 132, 139, 144, 146, 150, 152, 155, 157
 Aléa · 23
 Analyse sociotechnique · 3, 73, 82, 83, 148
 Apprentissage · 2, 3, 4, 22, 42, 43, 44, 46, 71, 72, 108, 124, 125, 129, 135, 143, 145, 150, 152, 153, 154, 155, 156, 160
 Approche comportementale · 34, 36, 54, 55

B

Bird pyramide · 38, 51

C

Classification hiérarchique · 99
 Climat de sécurité · 3, 35, 37, 66, 72, 108, 109, 114, 121, 124, 149, 150, 153, 157
 CNAM Caisse Nationale d'Assurance Maladie · 48, 50, 59, 67
 Conditions
 Dégradées · 144, 145, 146, 150, 159
 Conditions de travail · 4, 22, 47, 49, 62, 64, 65, 67, 68, 89, 150, 156
 Conformité · 11, 28, 32, 34, 53, 54, 61, 66, 81, 105, 125, 144, 148, 154, 156, 157
 Contraintes · 100, 101, 102, 105, 146, 149, 158
 Economiques · 100
 Environnementales · 100
 Financières · 100
 Réglementaires · 100
 Sociales · 100
 Techniques · 100
 CRAM Caisse Régionale d'Assurance Maladie · 22, 48, 49, 51, 66, 77, 79, 80, 105, 106, 153
 Culture · 1, 36, 56
 Apprenante · 44, 152
 Sécurité · 3, 22, 31, 35, 36, 37, 42, 53, 55, 56, 66, 109, 110, 115, 116, 117, 118, 121, 123, 124

D

Danger · 19, 20, 23, 24, 47, 61
 Défaillance · 53
 Dépendance
 économique · 76
 technique · 76
 Déviation · 31, 54, 83
 DRIRE Direction Régionale de l'Industrie de la Recherche et de l'Environnement · 22, 77, 79, 105, 153

E

Echafaudage · 71, 75, 96, 98, 113, 115, - 45 -
 Effet domino · 38
 Electricité-automatismes · 71, 89, 96, 98, 113, 116, 126, 131, 137, 141, 142, 145
 Entreprises extérieures · 3, 13, 15, 20, 62, 65, 68, 74, 78, 80, 81, 82, 85, 86, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 113, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 125, 126, 127, 137, 144, 146, 147, 149, 153, 154, 157, 159
 Expérimentation · 104, 108
 Expert · 19, 45, 46, 54, 55, 76, 89, 97, 155, 160
 Externalisation · 12, 74
 Stratégie · 74

F

Fiabilité · 4, 10, 41, 89
 humaine · 22, 26, 66
 technique · 26
 FRAM Functional Resonance Accident Model · 40, 41

H

HRO High Reliability Organisation · 41

I

ICPE Installations Classée pour la Protection de l'Environnement · 2, 87, 88, 102
 Indicateur · 2, 4, 22, 25, 28, 37, 47, 50, 51, 52, 53, 66, 70, 73, 77, 78, 82, 89, 105, 106, 107, 148, 149, 153, 154, 156
 proactif · 52
 réactif · 50, 53, 66
 Inspection du travail · 22, 48, 77, 105
 Intervenant · 8, 11, 59, 79, 95, 104, 105, 115, 122, 125, 130, 137, 142, 145, 150, 152, 153, 155, 157

M

Maintenabilité · 9, 25
Maintenance · 3, 4, 6, 7, 10, 17, 57, 59, 60, 67, 89, 91, 92, 94, 100, 148
 Corrective · 4, 7, 8, 94
 Courante · 2, 3, 67, 68, 74, 75, 79, 80, 85, 90, 92, 94, 96, 97, 98, 109, 121, 125, 137
 Préventive · 4, 6, 8, 9, 10, 59, 88, 89, 94, 96
 Stratégie · 10
Mécanique · 128, 137
Médecin du travail · 49
Modèle séquentiel · 38

N

Nettoyage-pompage · 71, 96, 113, 115, 116, 126, 131, 137, 140, 141, 142, 144, 145
Nœud papillon · 25, 39
Normalisation de la déviance · 32

P

Perception · 110
Politique zéro accident · 78, 91
Prescription · 20, 28, 30, 32, 61, 106, 108, 152, 155
Procédure · 8, 9, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 42, 44, 46, 54, 66, 79, 80, 81, 83, 86, 88, 91, 92, 94, 100, 101, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 118, 119, 120, 122, 123, 125, 132, 139, 140, 144, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 157

Q

Questionnaire de climat de sécurité · 109, 111

R

Règle · 8, 9, 22, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 43, 45, 46, 54, 66, 79, 80, 81, 83, 86, 87, 91, 92, 94, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 118,

119, 120, 121, 122, 123, 125, 132, 136, 139, 140, 144, 145, 146, 147, 148, 150, 151, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159

Réglementation · 73, 87, 88, 102

Régulation

 Autonome · 157

 Conjointe · 157

Résilience · 22, 42, 44, 45, 46, 108, 125, 154, 155, 160

Retour d'expérience · 42, 43, 44, 46, 134, 145, 156, 157

Risque · 1, 2, 4, 5, 8, 11, 13, 15, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 30, 31, 32, 34, 36, 37, 47, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 76, 78, 79, 80, 87, 88, 90, 93, 94, 95, 96, 100, 101, 103, 104, 105, 109, 110, 121, 124, 136, 146, 148, 151, 153, 158, 159, 160

S

Sécurité · 1, 3, 4, 22, 27, 28, 34, 47, 48, 49, 53, 54, 57, 59, 66, 70, 86, 88, 89, 91, 92, 97, 100, 105, 131, 148

 Santé sécurité au travail · 22, 25, 34, 36, 37, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56

SEVESO · 2, 49, 73, 87, 149

Simulation · 126, 127, 128, 130, 131, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 143, 144, 146, 147, 153, 154, 155

SMS Système de Management de la Sécurité · 42, 53, 54, 88, 89, 97

 SIES Système d'évaluation de la sécurité · 53, 88, 89, 105

Sous-traitance · 3, 4, 12, 14, 15, 16, 57, 62, 67, 74, 79, 88, 90, 105, 106, 148

 En cascade · 16, 17, 66, 75

Sûreté de fonctionnement · 9, 22, 25, 57, 59, 66, 89

Swiss cheese model · 40

Système complexe · 1, 3, 25, 26, 27, 28, 40, 66, 83, 152

T

Typologie des entreprises · 96

V

Vulnérabilité · 23

ANNEXES

**INSTANCES EN SANTE SECURITE DU
TRAVAIL**

Il existe différentes instances en Santé Sécurité du Travail nous en présentons ici quatre :

- l'inspection du travail,
- la CRAM,
- la médecine du travail,
- le CHSCT.

L'inspection du travail

Créé en 1892, l'inspection du travail a pour mission de contrôler l'application de l'ensemble de la réglementation du travail, en ce qui concerne les contrats de travail, la durée du travail, la représentation du personnel, la santé et la sécurité. Elle a également pour mission d'informer les employeurs, les salariés et les représentants du personnel sur leurs droits et obligations.

o Ses missions :

- contrôler l'application du droit du travail (code du travail, conventions et accords collectifs) dans tous ses aspects : hygiène et sécurité, fonctionnement des institutions représentatives du personnel (comité d'entreprise, délégués du personnel, etc.), durée du travail, contrat de travail, travail clandestin etc.
- conseiller et informer les employeurs, les salariés et les représentants du personnel sur leurs droits et obligations.
- faciliter la conciliation amiable entre les parties, notamment lors des conflits collectifs.

o Moyens d'action :

- L'inspecteur du travail possède un pouvoir de décision : l'employeur doit, dans certaines situations prévues par le code du travail, obtenir son autorisation avant d'agir (licenciement des représentants du personnel, des médecins du travail, etc.)
- L'inspecteur du travail dispose d'un pouvoir d'investigation qui l'autorise à : pénétrer dans l'entreprise et à la visiter, sans avertissement préalable, mener une enquête, notamment en interrogeant les salariés, en demandant communication de documents.
- Il peut faire appel à des organismes agréés pour vérifier l'état des locaux et des matériels, prélever des produits, des matières,...

Les constats de l'inspecteur du travail peuvent donner lieu à :

- des observations rappelant les règles en vigueur,
- des mises en demeure de se conformer à la réglementation,
- des procès-verbaux pour les infractions pénales,
- la saisine du juge des référés pour obtenir la suspension d'une activité particulièrement dangereuse.

La CRAM, Organisme pour la prévention des risques professionnels

La CRAM, Caisse Régionale d'Assurance Maladie est un organisme de prévention, de droit privé mais chargé d'un service public. Sans avoir une véritable autorité sur les entreprises, la CRAM a un pouvoir d'incitation et de sanction.

La CRAM a également un service de prévention, ses inspecteurs ont droit à l'entrée et la visite sur place ainsi qu'à l'investigation et à l'enquête.

o Ses missions :

- Elles consistent en actions de conseil, d'information et formation, d'étude auprès d'entreprises et d'incitations financières.
- Elle adopte des dispositions générales de prévention relatives à des domaines d'activité.

- Elle peut, par l'intermédiaire des CNAM, généraliser des recommandations. Ces recommandations constituant des « règles de l'art », applicables sur le plan régional.
 - o *Ses moyens d'action :*
- L'action de persuasion et d'encouragement : la CRAM accorde des récompenses et/ou des avances aux entreprises dans le cadre d'améliorations et minore les cotisations accordées aux employeurs.
- L'action d'injonction ou sanctions : majore les cotisations en cas de non-observation des règles.

La médecine du travail

La médecine du travail est une médecine exclusivement préventive : elle a pour objet d'éviter toute altération de la santé des salariés, du fait de leur travail, notamment en surveillant leur état de santé, les conditions d'hygiène du travail et les risques de contagion.

- o *Ses missions :*
 - Elles consistent en actions de conseil du chef d'entreprise, des salariés, des représentants du personnel notamment pour l'amélioration des conditions de travail, l'adaptation des postes, l'hygiène, la prévention etc.
- o *Ses moyens d'action :*
 - Adaptation des postes, des techniques et des rythmes de travail à la physiologie humaine.
 - Protection des salariés contre l'ensemble des nuisances.
 - Surveillance des conditions d'hygiène au travail et d'hygiène en général qui règnent dans l'entreprise (entretien des lieux de travail, aménagement des locaux sanitaires...).
 - Promotion de la prévention, etc.

Le CHSCT Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail

Constitué dans tous les établissements occupant au moins 50 salariés, le CHSCT a pour mission de contribuer à la protection de la santé et de la sécurité des salariés ainsi qu'à l'amélioration des conditions de travail.

- o *Ses missions :*
 - Il analyse les conditions de travail et des risques professionnels auxquels peuvent être exposés les salariés et, en particulier, les femmes enceintes.
 - Il vérifie par des inspections et des enquêtes, le respect des prescriptions législatives et réglementaires et de la mise en œuvre des mesures de prévention préconisées.
 - Il mène des actions de sensibilisation et d'information.
 - Il analyse les circonstances et les causes des accidents du travail ou des maladies professionnelles.

Le CHSCT est notamment consulté avant toute décision d'aménagement important modifiant les conditions d'hygiène et de sécurité ou les conditions de travail.

Dans les entreprises comportant une ou des installations particulières à haut risque industriel – entreprises classées « Seveso seuil haut » et celles de stockage souterrain de gaz naturel, hydrocarbures ou produits chimiques – le CHSCT est consulté sur :

- la sous-traitance nouvelle d'une activité à une entreprise extérieure appelée à réaliser une intervention pouvant présenter des risques particuliers ;
- la liste établie par l'employeur des postes de travail liés à la sécurité de l'installation.

Le CHSCT peut recourir, aux frais de l'entreprise, à un expert agréé en cas de risque grave constaté ou de projet important modifiant les conditions d'hygiène et de sécurité ou les conditions de travail.

LA REGLEMENTATION APPLICABLE AU SITE

La législation concernant les installations classées et les sites SEVESO forme un ensemble de texte complexe et évolutif. Notre ambition n'est pas de faire un panorama des textes législatifs, mais de ne pas omettre cet aspect important dans l'exploitation d'une raffinerie en l'occurrence.

Dans la législation française, la prévention des risques relève d'abord de la responsabilité des exploitants.

Les principales réglementations applicables au site sont :

La réglementation ICPE Installations Classées pour la Protection de l'Environnement. Selon l'article 511-1 du Code de l'Environnement, les installations classées sont les installations exploitées pouvant présenter des dangers ou des inconvénients pour la commodité, la santé, la sécurité, la salubrité publique, l'agriculture, l'environnement, la conservation des sites, des monuments et du patrimoine archéologique.

Le régime des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) est issu d'une loi du 19 juillet 1976 (aujourd'hui codifiée aux articles L 511-1 et suivants du Code de l'Environnement) et de son décret d'application du 21 septembre 1977. Ces installations et activités doivent obtenir une autorisation préfectorale, ou être déclarées avant leur mise en service, suivant la gravité des dangers ou inconvénients qu'elles peuvent présenter.

Il existe plusieurs types d'installations classées :

- les installations soumises à déclaration (D) ;
- les installations soumises à déclaration avec contrôle périodique (DC) ;
- les installations soumises à autorisation préfectorale d'exploiter (A) ;
- les installations soumises à autorisation préfectorale d'exploiter avec servitude d'utilité publique (AS).

Le site suivi est une ICPE AS c'est-à-dire que la nature de ces activités ou des substances présentent des dangers graves pour l'environnement, l'installation doit donc être éloignée des populations.

Dans le cas des installations AS, de nombreuses contraintes s'appliquent parmi lesquelles : des études d'impact et de dangers doivent être réalisées, des mesures préventives sont obligatoires, un Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) doit être établi et un Comité Local d'Information et de Concertation (CLIC) doit être créé (Loi 2003-699 du 30 juillet 2003).

La directive Seveso II : L'accident de SEVESO⁹² en Italie le 10 juillet 1976 a entraîné une prise de conscience des pays industrialisés sur le risque technologique majeur. Si bien que le 24 juin 1982 était adoptée la directive européenne 82/501/CEE relative aux risques d'accidents industriels majeurs. Plus connue sous le nom de directive SEVESO, elle a conduit à une prise en compte plus attentive et méthodique des accidents potentiels, tant par les exploitants que par les pouvoirs publics, et à la mise en place d'un dispositif global de prévention des risques.

Depuis le 3 février 1999, elle est remplacée par la directive 96/82/CE du 9 décembre 1996, baptisée SEVESO II. La nouvelle directive, avec un champ d'application simplifié et étendu, reprend les exigences de sécurité de la directive de 1982 et renforce les dispositions relatives à la prévention des accidents majeurs. Les entreprises mettant en œuvre les plus grandes quantités de substances dangereuses, dites "SEVESO 2 seuils hauts", ce qui est le cas de l'installation suivie, font l'objet d'une attention particulière de l'Etat :

- les dangers doivent être clairement identifiés (y compris les effets dominos) et une analyse des risques doit être réalisée;

⁹² Emballément réactionnel dans une unité de chlorophénols et rejets dans l'atmosphère de dioxines.

- l'exploitant doit définir une politique de prévention des accidents majeurs et mettre en place un système de gestion de la sécurité pour son application;
- des mesures techniques de prévention, élaborées par les inspecteurs des installations classées sur la base d'études de dangers, sont imposées par arrêtés préfectoraux dans le cadre d'une procédure d'autorisation;
- un programme d'inspection est planifié par l'inspection des installations classées;
- des plans d'urgence sont élaborés pour faire face à un accident : POI (Plan d'Opération Interne) mis en œuvre par les exploitants, et PPI (Plan Particulier d'Intervention) mis en œuvre par le Préfet en cas d'accident débordant les limites de l'établissement;
- une information préventive des populations concernées doit être organisée;
- enfin, à l'intérieur des zones de risques définies par l'Etat, les communes sont tenues de prendre en compte l'existence de ces risques pour leur urbanisation future.

En France, les obligations créées par les directives SEVESO ont été introduites par des adaptations de la réglementation sur les installations classées.

Loi du 30 juillet 2003 sur la prévention des risques technologiques vise à compléter les dispositifs législatifs existants. Cette loi est directement inspirée des retours d'expérience qui ont suivi les catastrophes technologiques et naturelles récentes, explosion de l'usine AZF de Toulouse, défaillance de Metaleurop Nord à Noyelles Godault, inondations de la Somme, du Gard et de l'Hérault.

La priorité est donnée à la réduction des risques à la source et à l'amélioration de la sécurité impliquant plus largement les salariés et sous-traitants, l'information du public, la maîtrise de l'urbanisation, la participation des salariés, l'indemnisation des salariés, et l'anticipation des fins de vie des sites industriels.

Ces dispositions visent principalement les établissements industriels relevant de la directive SEVESO 2, qui sont tenus de réaliser et de mettre à jour régulièrement une étude de dangers.

Arrêté du 4 septembre 1967 relatif aux règles d'aménagement et d'exploitation des usines de traitement de pétrole brut, de ses dérivés et résidus.

A ces réglementations s'ajoute le **code du travail** et les réglementations relatives à la **sous-traitance** (Loi, 75-1134 du 31 décembre 1975) ainsi que les réglementations liées aux activités de **maintenance** sous-traités. Ainsi est applicable la réglementation liée au travail en hauteur tel que de l'arrêté du 21 décembre 2004 relatif aux vérifications des échafaudages, ou encore la réglementation liée à la maintenance des machines tournantes etc.

LES APPROCHES COMPORTEMENTALES EN SST

L'approche comportementale Behaviour Based Safety

L'approche comportementale BBS⁹³ vise la modification du comportement à risque d'un individu en un comportement sécuritaire.

O'Brien (2000) considère que ce sont les comportements qui sont à la source des incidents et accidents. En ce sens, la mesure des comportements sécuritaires devrait être révélatrice de la performance en santé sécurité d'une entreprise.

Petersen, (2000) pense que les gestionnaires devraient mettre l'accent sur la modification des comportements de façon à contrôler les accidents.

Fern (1999) mentionne l'importance de cibler les comportements à risques les plus fréquemment adoptés par les employés afin d'améliorer la SST.

○ *La méthode*

L'implantation de BBS passe par les quatre étapes suivantes :

- Identifier les comportements liés à la sécurité qui sont importants pour une organisation.
- Former les travailleurs pour qu'ils mettent en pratique les comportements désirés.
- Utiliser des observateurs formés pour mesurer la conformité des comportements.
- Donner du feedback pour renforcer la performance de ces comportements.

L'observation peut être effectuée par les superviseurs ou par les employés.

○ *Les résultats de BBS*

Selon Geller (2001b), un des fervents promoteurs de l'approche BBS à ses débuts⁹⁴, l'examen de la littérature met en évidence le succès de cette méthode.

Une étude de 2005 (Garand, Roy & Desmarais, 2005), montre qu'une approche comportementale peut avoir des effets très positifs du point de vue des employés lorsqu'elle est utilisée de façon complémentaire avec d'autres stratégies de SST.

Ray et al (2000) présentent des résultats qui appuient l'hypothèse selon laquelle la fréquence d'adoption de comportements sécuritaires est inversement associée au nombre d'accidents.

○ *Les limites de BBS*

Les opposants à ces approches comportementales les trouvent trop simplistes en « accusant » le dernier maillon de la chaîne de tous les maux.

Les approches qui favorisent la modification des comportements des employés peuvent avoir pour effet que les gestionnaires se dégagent de leurs responsabilités face à la sécurité en orientant le blâme vers les employés lors d'un accident (Atkinson, 2000).

Cette approche ne se préoccupe pas de l'environnement de travail et de l'organisation du poste de travail qui peuvent favoriser l'occurrence d'un accident. Par exemple un employé dont le comportement est sécuritaire peut se blesser s'il travaille sur un poste dont l'aménagement ergonomique est déficient (Garand, Roy & Desmarais, 2005).

L'union des travailleurs Canadiens considère que ce programme cherche à identifier les comportements non sécuritaires et à punir les auteurs de ces actes (Canadian union auto-workers, 2003). Selon elle, cette approche propose que les travailleurs choisissent délibérément des actes non sûrs et sont conscients qu'ils risquent d'avoir un accident. Elle montre que dans la réalité, les employés ont très peu de marges de manœuvres et ne font pas délibérément le choix d'actes non sûrs. Les seules préconisations que donne une telle approche est de mettre encore plus d'EPI Equipement de Protection individuelle.

⁹³ BBS: Behavior Based Safety process

⁹⁴ Nous verrons qu'il propose une nouvelle approche *People Based Safety* qui est un prolongement de BBS

L'approche comportementale STOP de DuPont de Nemours

L'approche STOP va un peu plus loin que l'approche BBS en mettant l'accent sur l'exemplarité et en particulier celle de la direction.

L'approche STOP Sécurité au Travail par l'Observation Préventive, a été développée par la multinationale de l'industrie chimique DuPont de Nemours. La popularité de l'approche vient du fait que DuPont de Nemours se démarque dans le monde de la SST grâce à des résultats exceptionnels en cette matière.

La sécurité est pour son management la valeur fondamentale et l'objectif zéro s'impose à toutes ses filiales dans le monde : zéro maladie professionnelle, zéro accident du travail, zéro sinistre aux biens matériels, zéro dégât à l'environnement.

Dans l'ensemble du groupe, la gestion de la sécurité se focalise avant tout sur le facteur humain. L'objectif est d'obtenir de tous les membres du personnel un comportement approprié en les amenant à être responsables non seulement de leur propre sécurité, mais également de celle de leurs collègues de travail et des biens de l'entreprise. Cela suppose l'adhésion individuelle de chacun, d'où l'importance accordée à l'engagement visible de la direction qui doit être un exemple pour tout le personnel.

Dans le manuel d'encadrement de STOP (DuPont de Nemours, 1997), les auteurs font état des résultats d'une recherche sur dix ans réalisée par DuPont qui indique que 96% des accidents de travail nécessitant un arrêt de travail ou un poste adapté sont causés par des actes dangereux.

o La méthode

Le programme STOP comporte un cycle d'observation en 5 étapes : **décider** d'observer, **s'arrêter** pour le faire, **observer**, **agir** en apportant les correctifs nécessaires et **rendre compte** aux autres afin d'éviter la répétition des comportements non sécuritaires (DuPont de Nemours, 1997) (Roy, Bergeron & Fortier, 2004).

Les observations sont réalisées par les superviseurs.

Quelques éléments sont à retenir pour que l'implantation de ce genre de programmes fonctionne bien. Tout d'abord, il est nécessaire de bien faire connaître aux employés les intentions du programme. Ensuite, il faut accorder une attention particulière à la manière dont les résultats des observations seront communiqués aux travailleurs de façon à renforcer les comportements positifs. La communication est au cœur du programme et, sans une bonne communication entre l'observateur (superviseur, collègue...) et l'observé, le feedback sera mal reçu et les résultats escomptés n'auront pas lieu (Roy, Bergeron & Fortier, 2004).

L'anonymat doit être respecté c'est-à-dire que le nom de l'employé observé ne doit pas apparaître sur les rapports et il faut maintenir une cloison étanche entre le programme et le système disciplinaire (DuPont de Nemours, 1997).

o Les résultats de STOP

Selon DuPont le programme STOP permet aux organisations une réduction des accidents et des incidents de 50 à 60 %, une diminution des frais d'indemnisation des employés, une prise de conscience accrue des employés en matière de SST, une amélioration de la communication, des techniques de surveillance et de gestion (DuPont de Nemours, 1997).

Les objectifs zéro maladie professionnelle, zéro accident du travail, zéro sinistre aux biens matériels, zéro dégât à l'environnement, auraient été atteints chez DuPont en 1999 dans 27 sites industriels du groupe en Europe et 14 autres sites n'auraient enregistré aucun accident avec arrêt de travail (Van de Kerchove, 2003).

o Les limites de STOP

Dans l'ensemble l'approche STOP est considérée comme très contraignante, elle ne laisse qu'une faible marge de manœuvre au management local. Peut-être même trop contraignante relèvent certains observateurs : ils font remarquer que les moyens mis en œuvre chez DuPont

seraient contraires à certaines valeurs éthiques et portent parfois atteinte à certaines libertés individuelles. Quoi qu'il en soit, tout le monde s'accorde pour dire que l'efficacité est bien démontrée (Van de Kerchove, 2003).

De façon générale, les approches comportementales permettent aux travailleurs de participer en mettant à profit leur expertise. Le feedback permet l'amélioration continue puisque les travailleurs sont davantage conscients des attentes de l'employeur à leur égard. Il faut cependant veiller à ce que ce genre d'approche ne déresponsabilise pas l'employeur (Roy, Bergeron & Fortier, 2004).

Fern (1999) souligne que, pour que les bénéfices associés à l'approche comportementale demeurent, il faut que des changements soient apportés en introduisant des éléments clés tels :

- démontrer davantage de leadership de la part des gestionnaires,
- porter l'attention sur les comportements liés à des tâches critiques plutôt qu'à de grandes catégories de comportements.

De son côté, Gregory (1996) soutient que la modification des comportements est un outil valable pour prévenir les accidents, mais qu'il ne s'agit pas de la panacée.

Les approches comportementales misent sur l'amélioration des résultats en SST non seulement parce que l'adoption de comportements préventifs réduit les risques, mais aussi parce que l'intervention sur les comportements permettrait d'instaurer une culture de santé sécurité au travail (Garand, Roy & Desmarais, 2005).

Ainsi pour Geller (2001a), l'observation des comportements et le processus de feedback ne sont pas seulement des moyens efficaces de réduire les blessures en milieu de travail ; ils peuvent servir de moyens pour initier les changements vers une culture de sécurité organisationnelle. Selon Petersen (2000), l'atteinte de l'excellence en SST nécessite l'existence d'une culture d'entreprise qui s'appuie sur la SST, culture à laquelle peu d'entreprises s'attardent selon lui.

Une des principales limites de cette approche est qu'elle considère que la cause première des accidents est le comportement des employés, notamment celui de la victime, à l'opposé, l'approche systémique prône que les accidents n'ont pas une cause unique.

LES APPROCHES BASEES SUR LA CULTURE DE SECURITE EN SST

Implication des employés et développement de la culture de sécurité

Gauthey & Gibeault (2005), proposent une nouvelle approche pour le développement de la culture de sécurité basée sur l'implication des employés.

○ *Les dix dimensions de la culture de sécurité*

Selon eux la culture de sécurité peut être développée selon dix dimensions.

Tableau -1a- : Les dimensions de la culture de sécurité d'après Gauthey et Gibeault (2005)

Dimension	Définition	Antonyme
Transparence	« être transparent c'est dire le vrai et être clair sur ses intentions ». L'employeur doit dire clairement aux employés les risques présents dans leurs installations et les mesures aptes à bien les maîtriser. La transparence est l'argument maître pour solliciter la contribution des gens sur les questions de SST	Rétention d'information
Implication	Impliquer l'ensemble des collaborateurs sur les questions de SST permet une acceptation des décisions et une amélioration de la qualité des décisions prises.	Concentration du pouvoir
Imputabilité	Mener l'ensemble du personnel vers la certitude qu'il détient et doit assumer pleinement une responsabilité en matière de sécurité et que c'est une condition d'emploi. Tout manager peut situer ainsi la sécurité au cœur de ses priorités.	Défensive
Perspicacité	Cette valeur amène les employés à chercher les causes profondes dans toute chose. Cette profondeur dans la résolution de problèmes prend appui sur des méthodes éprouvées et généralisées. La sécurité devient un avantage concurrentiel.	Court terme
L'exemple	La direction peut émettre un message vraiment fort quand ses paroles et ses actes sont en cohérence. La force de l'exemple dépasse largement le strict port des équipements de protection individuelle et s'inscrit dans une adéquation beaucoup plus large des décisions et actes sur la planification du travail, la gestion des entreprises contractantes, la conduite des projets, les critères de performances...	Double message

Tableau -1b- : Les dimensions de la culture de sécurité d'après Gauthey et Gibeault (2005) suite

Dimension	Définition	Antonyme
Management	Le management doit montrer avec force son engagement sur les questions de SST. L'encadrement doit concevoir et mettre en œuvre des mesures qui se traduisent dans la vie de tous les jours des employés et montrent l'importance de la sécurité. Ce défi dépasse largement l'utilisation du taux de fréquence et taux de gravité.	Fatalité
Accompagnement	C'est la détermination à bien encadrer les employés pour qu'ils connaissent leur rôle, soient formés en temps utile, aient une supervision adéquate, voient que leur performances, y compris de sécurité, sont évaluées, soient moteurs et force de suggestion en SST. Les enjeux de sécurité laissent ainsi peu d'espace à l'improvisation et l'organisation devient apprenante.	Débrouillardise
Prévention	La prévention est basée sur l'anticipation et la nécessité que tous les employés se posent la question « qu'est ce qui peut aller mal dans le travail que je dois commencer ? » Bien maîtriser toutes les nuances de cette question requiert des formations et méthodologies pour identifier les dangers et évaluer les risques.	Réparation
Maîtrise des risques	La maîtrise des risques requiert un ensemble de politiques, procédures et méthodologies pour gérer les risques. Une entreprise centrée sur la gestion des conséquences risque de mettre en œuvre des mesures correctrices uniquement sur les symptômes, laissant sans suite les causes plus profondes des accidents.	Gestion des conséquences
Résolution des problèmes	L'utilisation de processus de résolution des problèmes évite que les décisions des managers soient guidées par l'émotion, notamment suite à un accident. Cette démarche permet de connaître les raisons d'être des activités de prévention et surtout de les harmoniser avec les autres objectifs de l'entreprise. Si un tel processus n'est pas adopté, les décisions sont prises par à-coups souvent à la suite d'un accident et sans aucune cohérence. Les managers cherchent à trouver un coupable plutôt qu'une solution.	Réagir par à-coups

○ *Comment impliquer les employés*

Les 10 dimensions de la culture de sécurité doivent ensuite être ancrées dans le quotidien de l'entreprise, et il faudra veiller à l'implication de tous.

Pour cela, selon Gauthey et Gibeault (2005), il faut développer chez les employés quatre sentiments :

- donner à l'employé le sentiment qu'il peut faire la différence,
- mandater officiellement l'employé de façon à ce qu'il se sente investi dans une mission,
- donner à l'employé les outils pour qu'il soit compétent dans sa mission,
- avoir une approche gratifiante.

L'employé doit être convaincu que sa contribution est significative, et qu'elle s'insère dans un plan d'ensemble plus global.

L'employé doit être officiellement mandaté d'une mission de sécurité, pour qu'il se sente investi et que ses faits et gestes afférents à cette mission soient acceptés par les autres.

L'employé doit avoir une bonne compréhension de son rôle, de celui des autres acteurs et de comment ils s'insèrent dans les objectifs de l'entreprise ; ce qui peut être réalisé par des formations. Le partage d'une référence notamment sur « la bonne façon de faire », permet d'intervenir avec cohérence et donner l'assurance nécessaire à l'employé. Cette référence unanimement adoptée, ne peut pas être mise en cause à tout bout de champ par des individualités, ce qui évite les confusions et les conflits à propos de ce qu'il faut faire ou ne faut pas faire. Les employés doivent s'approprier les méthodologies retenues en termes de sécurité, des formations à ces outils doivent être délivrées.

La dernière condition de succès est de manifester sa satisfaction envers les personnes qui se sont impliquées dans la prévention. La gratification peut avoir trois origines différentes, celle offerte par l'entreprise, celle de la réalité terrain et celle des pairs.

La gratification offerte par l'entreprise peut prendre deux formes, sous forme matérielle à travers une récompense, ou sous forme d'une marque de reconnaissance. La gratification offerte par le terrain passe par l'amélioration de l'environnement de travail, et donne la satisfaction à la personne initiatrice d'avoir fait une différence. L'entreprise devra promouvoir ces initiatives et communiquer pour faire connaître la personne initiatrice et ses résultats pour féliciter, encourager et convaincre ceux qui restent réticents. Enfin, la gratification des pairs accorde à l'employé un statut social de leader sur les questions de sécurité. Ces leaders vont par la suite appuyer la démarche globale de sécurité et accentuer au jour le jour l'importance accordée aux dimensions de la sécurité.

Selon Gauthey et Gibeault (2005), l'implication des employés dans les activités de prévention demeure la formule qui offre à l'entreprise le plus grand potentiel de retombées positives. Cette approche fait appel au sentiment de pouvoir faire la différence et le sentiment d'être utile.

Concernant l'accompagnement des employés et la prévention en matière de SST, la prise en compte des situations dégradées ou anormales est primordiale. La direction, de concert avec les spécialistes de sécurité, doit convenir des actions à entreprendre en cas de dérive sensible du système. Ces actions peuvent être résumées sous forme d'arbres de décisions (Cf. Figure 19).

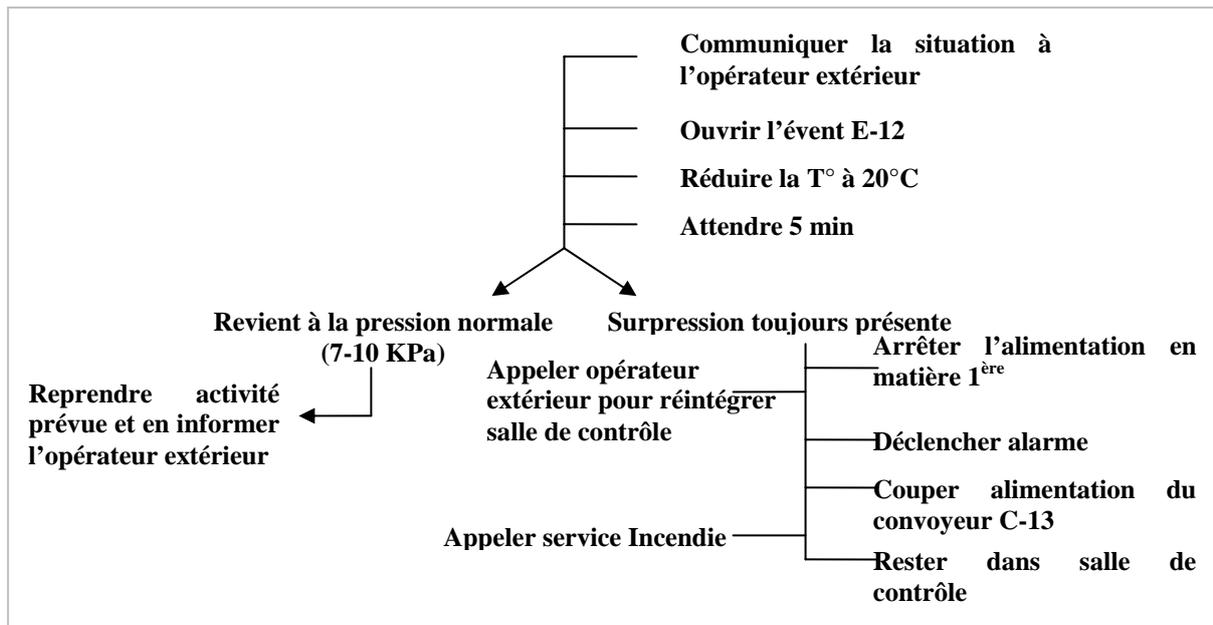


Figure -1- : Actions à entreprendre en cas de dérives, arbre de décisions d'après Gauthey et Gibeault (2005)

People Based Safety™

L'approche *People Based Safety™* PBS (CTT, 2005) (Geller, 2005), a été développée par Costal Training Technologies et E. Scott Geller. Selon Geller, cette approche va plus loin que de l'approche Behaviour Based Safety présentée précédemment, car elle met l'accent sur les réflexions et attitudes des personnes pour promouvoir un comportement sûr. PBS combine l'approche comportementale basée sur l'observation, à une approche qui amène les personnes à réfléchir sur ce qu'elles font et pourquoi elles le font.

○ *La méthode*

PBS repose sur quatre points : ACTS Acting ou agir, Coaching ou coacher, Thinking ou réfléchir et Seeing ou voir.

○ Acting

Les employés apprennent à identifier les tâches critiques, les risques associés à leur travail et comment aider et prendre soin de leurs collègues. Cet apprentissage a lieu avant même qu'ils ne soient formés au travail qu'ils vont réaliser.

○ Coaching

Les employés apprennent à coacher leurs collègues pour travailler en sécurité par l'observation et l'analyse de leurs comportements, puis à faire un retour. La communication est essentielle puisque l'observateur apprend à discuter avec ses collègues dans un environnement de confiance, sans menace aucune, afin de les amener à avoir un comportement sûr.

○ Thinking ou Réfléchir

Les employés apprennent comment leur processus de réflexion motive leurs comportements et influence leur sécurité. Ils apprennent à développer un esprit sécurité, et à préparer une check-list d'actions sûres pour activer des réflexions et actions sûres.

○ Seeing ou Voir

Les employés apprennent à éviter les pièges qui les empêchent de reconnaître les dangers. Ils apprennent à bien identifier les dangers auxquels ils sont confrontés.

Culture Based Safety

L'approche Culture Based Safety ou CBS est développée par Simard (1997) (Simard & al, 1999). Selon lui, la culture d'entreprise, y compris la culture de sécurité se construit par les rapports sociaux entre les acteurs clés de l'organisation. Cette approche est complémentaire à l'approche systémique, basée sur les Systèmes de Management de la Sécurité SMS.

Dans cette approche, il y a deux acteurs clés : le management et les salariés ; la culture de sécurité étant une résultante des rapports entre ces deux acteurs clés.

Le management (direction et encadrement) est l'acteur clé le plus puissant dans ce jeu relationnel puisqu'il occupe les postes d'autorité et de pouvoir, a un droit de gérance et une vision d'ensemble.

Pour être influent et susciter l'adhésion des collaborateurs, le management doit :

- être crédible, c'est-à-dire mettre en pratique les principes préconisés
- être inclusif, c'est-à-dire qu'il doit promouvoir la participation des collaborateurs.

L'autre facteur clé est représenté par les salariés et leurs représentants puisqu'ils ont les savoirs opérationnels, le pouvoir de coopérer ou de résister, et sont des collectifs exerçant une certaine autorégulation plus ou moins bénéfique pour l'entreprise.

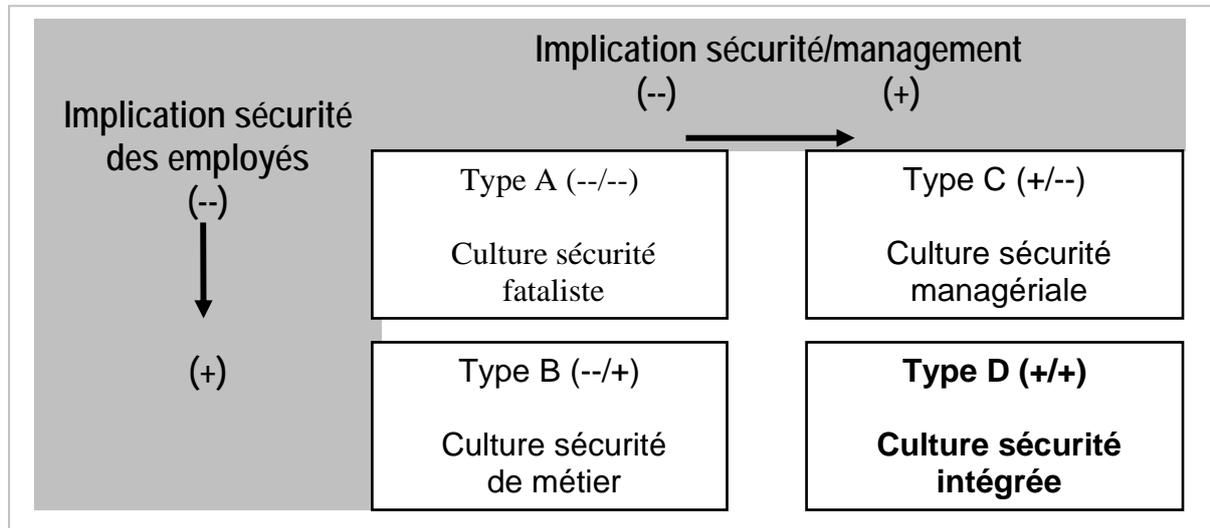


Figure -2- : Typologie des cultures de sécurité selon Simard (1997)

La culture de sécurité intégrée combine une implication élevée du management et des employés sur les questions de sécurité (Cf. Figure 20). Ainsi, la santé sécurité au travail est intégrée dans la culture organisationnelle comme une valeur clé et dans le comportement de tous les acteurs du top management aux employés. L'hypothèse faite est qu'une telle culture de sécurité intégrée, conduit à des sites à hautes performance en sécurité, comparée à d'autres types de culture de sécurité.

o La méthode

La méthode CBS est basée sur cinq points :

- l'engagement durable de la direction et la désignation d'un comité de pilotage
- la réalisation d'un diagnostic du site
- la proposition d'un plan d'action
- le déploiement du plan d'action et la gestion du changement
- l'évaluation

- L'engagement durable de la direction et la désignation d'un comité de pilotage
La démarche CBS doit être mise en place comme un projet à long terme. La mise en place d'une telle démarche prend environ trois ans. La direction doit donc montrer un engagement fort et durable tout au long de cette démarche. Un comité de pilotage doit être désigné et un support par la fonction sécurité doit être assuré.

- Diagnostic du site
L'objectif principal de ce diagnostic est de faire un portrait des forces et faiblesses de la culture sécurité de l'entité.

Des données de perception sont collectées à travers un questionnaire de culture de sécurité cadres-employés, des entrevues de groupes et l'évaluation de certains éléments du SMS.

Des données objectives et documentaires sont également réunies telles que les statistiques accidents/incidents/1ers soins, analyse des accidents, SMS et certifications...

Une analyse unidimensionnelle et multidimensionnelle permet de faire la synthèse des forces et faiblesses de l'entité selon un modèle logique d'interrelations entre les dimensions.

- La proposition d'un plan d'actions

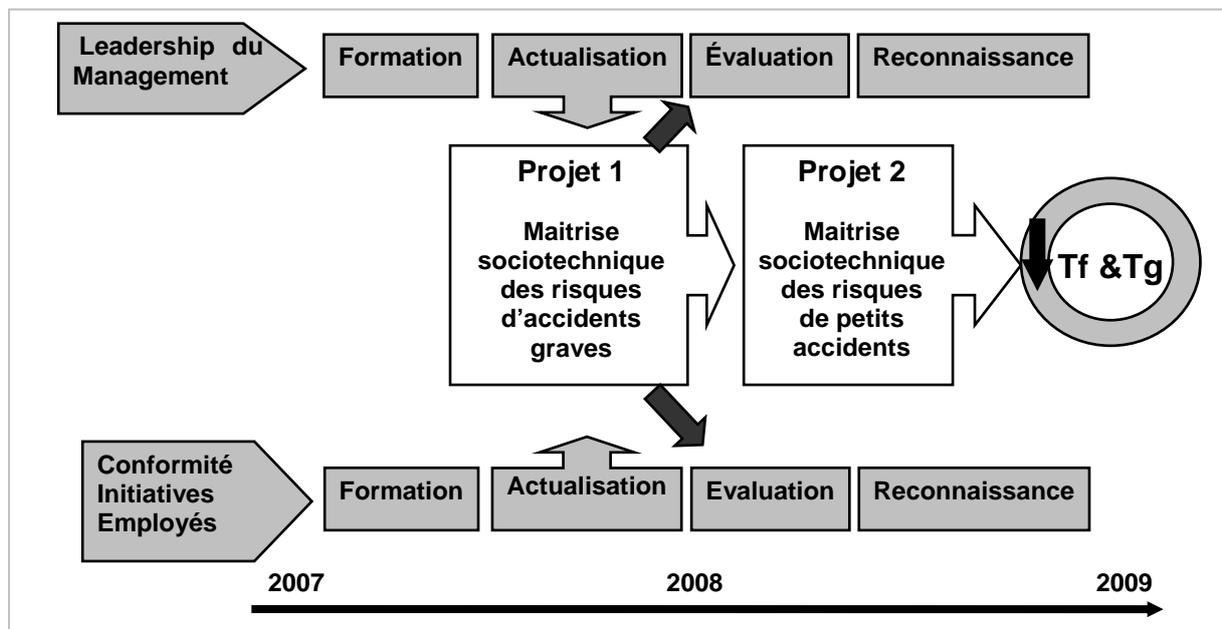


Figure -3- : Exemple de plan d'actions CBS (Simard, 2007)

CBS propose un plan d'actions sous forme de projets à mettre en œuvre, qui se base sur le SMS. Par exemple, un premier projet peut avoir comme objectif la maîtrise sociotechnique des risques d'accidents graves (Cf. Figure 21).

- Le déploiement du plan d'action et la gestion du changement
Une analyse des tâches critiques est alors amorcée, basée sur une révision participative, la formation des acteurs, l'observation pour voir l'applicabilité de la procédure participative puis la validation par les équipes et enfin la normalisation de ces nouvelles pratiques.

Lors du déploiement du plan d'action, la direction doit gérer le changement, elle doit s'impliquer fortement, en mettant à disposition les ressources et les formations nécessaires.

Elle doit prévenir et traiter les blocages et résistances, et favoriser l'appropriation de cette démarche par tous.

La formation des acteurs terrain est un facteur clé de succès. En effet, l'évolution vers une culture de sécurité intégrée nécessite des compétences nouvelles pour les acteurs-terrain :

- pour l'encadrement : des connaissances sur les facteurs humains et organisationnels de la sécurité, les techniques de management participatif
- pour les employés : des connaissances sur les facteurs humains et organisationnels de la sécurité, les techniques de participation au management de la sécurité.

- Evaluation

Lors de l'actualisation des tâches critiques, le rôle du leadership est de prendre du temps pour communiquer et convaincre les employés d'une telle démarche, puis d'évaluer régulièrement les progrès, gérer les écarts et valoriser les performances (Cf. Figure 21).

Le renforcement positif et la reconnaissance du travail accompli est un point clé de succès. En cas d'équipes non performantes, la direction doit mettre en place une assistance avec par exemple des séances de coaching.

CBS propose toujours de commencer à travailler sur les risques d'accidents graves plutôt que sur la « bobologie » et la conformité du comportement aux règles qui viennent dans un deuxième temps. La justification est que les risques d'accidents graves sont toujours plus fédérateurs car les conséquences peuvent être désastreuses, le travail participatif sera alors facilité.

D'autres approches basées sur la culture de sécurité existent, généralement développées par ou pour des industriels telles que la Hearts & Minds de Shell et l'Energy Institute (2002).

**DONNEES UTILISEES POUR LA TYPOLOGIE
DES ENTREPRISES EXTERIEURES**

Pour réaliser une typologie des entreprises extérieures, nous avons choisi les facteurs qui, à partir de l'analyse du système effectuée, sont apparus les plus pertinents pour révéler la variété des pratiques de ses entreprises.

Chaque entreprise, est notée de 1 à 3 pour chacun des facteurs.

Tableau -2-: Modalités des facteurs

Facteur \ Modalité	1	2	3
EE Dépendance	CA Installation >50% CA agence	CA Installation de 20-50% CA agence	CA Installation <20% CA agence
DO Dépendance	plus de 3 EE pour le métier	2-3 EE pour le métier	1 seule EE pour le métier
Capacité d'innovation	0 ou 1 innovation	2 ou 3 innovations	Plus de 3 innovations
Formation initiale	Aucune	CAP/ Bac Pro	BTS Licence pro
% intérimaire	15-25%	5-10%	<5%
%N2	<30%	30-60%	>60%
Travail en urgence/ astreinte	>50%	20-50%	<20%
Résultats sécurité sur le site 2003-2007	TRIR >25	10<TRIR <25	TRIR <10
Nombres d'heures sur le site entre 2003-2007	<400 000 heures	400 000 <heures< 550 000	> 550 000 heures
Evaluation jugement des performances	C ou D	B	A

Chaque facteur peut avoir 3 modalités qui vont de 1 à 3. Ci-dessus nous décrivons les modalités de chaque facteur.

A partir des entretiens semi-directifs et les modalités de chaque facteur, nous attribuons aux entreprises les notes pour chacun des facteurs étudiés.

Tableau -3-: Notes attribuées suite aux entretiens semi-directifs

Code		Mec1	Ent1	Ent2	Ele1	Ele2	Net1	Net2	Net3	Ech1	Ech2
Stratégie	EE Dépendance	3	2	2	2	3	1	3	1	2	1
	DO Dépendance	3	3	3	2	2	3	1	1	1	2
Innovation	Capacité d'innovation	3	2	3	3	1	3	1	1	1	2
Personnel	Formation initiale	3	3	3	2	1	2	1	1	1	1
	% intérimaire	3	2	2	2	2	3	1	1	1	1
Organisation	%N1 %N2	2	3	3	2	3	3	2	1	1	2
	Travail en urgence/ astreinte	3	2	2	2	1	2	1	1	1	1
Sécurité	Résultats sécurité sur RN 2003-2007	3	1	3	2	2	3	3	1	2	1
Contrat	Nombre d'heures entre 2003- 2007	3	1	2	2	2	2	1	3	1	1
	Evaluation jugement des performances	3	2	3	3	3	3	2	1	3	2

A partir de ces données, nous avons réalisé une classification hiérarchique⁹⁵ afin de caractériser l'éventail des pratiques en maintenance externalisée.

⁹⁵ L'analyse des correspondances multiples a été envisagée mais le nombre de facteurs que l'on souhaitait étudier rendait l'interprétation des résultats très hasardeuse

DOCUMENTS UTILISES LORS DE LA SIMULATION

Autorisations de Travail utilisées lors de la simulation

Complément indissociable du Plan de Prévention Décret 92-158 du 20/02/1992

AUTORISATION DE TRAVAIL N° 24-06-00001			
 Ce document N°AUTORISE PAS l'exécution du travail			
VALIDITE : du 10/10/07 à 8h00 au 11/11/07 à 17h00 UNITE C66-ETBE PDP N°op-02/07 N°OI/O.T: 503621 EQUIPEMENT : J522	Produits Equipement: HC-Butane Produits Environnement: Environnement zone 2 (ATEX)		
Service demandeur: Entretien Donneur d'Ordre: TSE Entreprise Extérieure: Responsable: chef d'Eq	Moyens utilisés : Outillage à main		S
Entreprise Exécutante: Responsable: chef d'Eq			
Interv Type : M-Interv sur machine à l'arrêt avec moteur elec et ouv ligne Nature précise du travail : Dépose pompe pour réfection GM repose	Phases Activités : 1-travaux en raffinerie 9- trx non électriques sur machines tournantes 11 bridage/débridage /isolement - dep /repose équipement-choc méca	Documents annexes : Condamnation/ consignation électrique N° Mode opératoire Mise à disposition hydraulique CPST 1060	
Risques potentiels principaux	Mesures à prendre		
	Par l'Entreprise Utilisatrice	Par l'Exécutant	
-Projection fluide sous pression -Remise en mouvement machine -Lésions -Brûlures cryogéniques (gelure) -Produit inflammable -Zone d'explosivité type2	- Vérifier mise à disposition hydr. CPST1060 -Faire condamnation électrique -Faire condamnation hydr. (chaîne cadenas) - Indiquer empl. douche lave-œil ou extinc med -Interdire chargement/déchargement <15m -Interdire travaux à feu à proximité - Inerte la pompe -Vérifier le platinage	-Appliquer CPST1060 -Porter écran facial à l'ouverture de ligne -Porter EPI spécifique métier -Essayer BP M/A -Proscrire vêtements flottants - Vérifier mise en place carter -Porter gants spécifiques -Tester douche/lave œil ou avoir ext.medical -Utiliser outillage anti-étincelles -Repérer ou prévoir extincteur à proximité -Arrêter trx /engin si fuite/odeur susp /alarme	
FEU			
PENETRER			
FOUILLE			
	NOM	VISA	Constat de fin de travaux Continuation des travaux sur AT N°
Exploitation			Propreté du chantier lors de la réception : OUI NON
Préventeur sécurité			Date : Heure :
Donneur d'ordre			Responsable Exploitation
Entreprise Extérieure			Exécutant
Entreprise Exécutante			

Figure -4- : Autorisation de Travail Mécanique

Complément indissociable du Plan de Prévention Décret 92-158 du 20/02/1992

AUTORISATION DE TRAVAIL N° 24-06-00004



Ce document N'AUTORISE PAS l'exécution du travail

VALIDITE : du 10/10/08 à 8h00 au 11/11/08 à 17h00		Produits Equipement: HC-GPL + H2S
UNITE C51-craqueur 4 PDP N°op-02/08 N°OI/OT: 503621		Produits Environnement: Environnement zone 2 (ATEX), H2S
EQUIPEMENT: FT2382/C2 vers F301		
Service demandeur: <u>Autom</u>	Donneur d'Ordre: <u>TSA</u>	C
Entreprise Extérieure:	Responsable: <u>chef d'Eq</u>	
Entreprise Exécutante:	Responsable: <u>chef d'Eq</u>	
Moyens utilisés : Outillage à main, Mat <u>elec</u> non ATEX		
Interv. Type : Au-Dépose/repose vanne auto/trans avec ouv ligne >15min Nature précise du travail : Remplacement FT2382 + contrôle zéro +purge		Phases Activités : 1-travaux en raffinerie 2-accès/circulation/utilisation de véhicule et engins 10-trvx d'ordre <u>elec</u> ou sur instruments 11 bridage/débridage /isolement -dep/repose équipement-choc <u>méca</u>
		Documents annexes : Mode opératoire Mise à disposition hydraulique CPST 1060 Condamnation/consignation automatisme

+

	Risques potentiels principaux	Mesures à prendre	
		Par l'Entreprise Utilisatrice	Par l'Exécutant
	<ul style="list-style-type: none"> -Electrisation -Projection fluide sous-pression -Lésions -Intoxication par environnement H2S -Brûlures cryogéniques (gelure) -Produit inflammable -Zone d'explosivité type2 -Intoxication H2S 	<ul style="list-style-type: none"> -Appliquer mise à disposition hydr CPST1060 -Déboucler régulation ou mesure -Informé EE sur risque produit - Indiquer empl. douche lave-œil ou <u>extinc med</u> -Interdire chargement/déchargement <15m -Interdire travaux à feu à proximité 	<ul style="list-style-type: none"> -Appliquer CPST1060 -Utiliser outillage isolant -Porter EPI spécifique métier -Prévenir exploitant avant intervention -Utiliser matériel de communication autorisé -Porter ARI (2pers) -Porter gants spécifiques -Tester douche/lave œil ou avoir <u>ext.medical</u> -Utiliser outillage anti-étincelles -Repérer ou prévoir extincteur à proximité -Arrêter <u>trvx</u>/engin si fuite/odeur <u>susp</u> /alarme -Avoir maque d'évacuation -Utiliser un détecteur H2S par intervention -Baliser la zone de travail
FEU			
PENETRER			
FOUILLE			

	NOM	VISA	
Exploitation			Constat de fin de travaux
Préventeur sécurité			Continuation des travaux sur AT N°
Donneur d'ordre			Propreté du chantier lors de la réception : OUI NON
Entreprise Extérieure			Date : Heure :
Entreprise Exécutante			Responsable Exploitation Exécutant

Figure- -5 : Autorisation de Travail Electricité-Automatismes

Complément indissociable du Plan de Prévention Décret 92-158 du 20/02/1992

AUTORISATION DE TRAVAIL N° 24-06-00001								
								
Ce document N'AUTORISE PAS l'exécution du travail								
VALIDITE : du 10/10/07 à 8h00 au 11/11/07 à 17h00 UNITE C51-craqueur 4 PDP N°op-02/07 N°OI/OT: 503621 EQUIPEMENT: E501A	Produits Equipement: HC-Butane, HC-GPL + H2S, soude Produits Environnement: Environnement zone 2 (ATEX), H2S							
Service demandeur: Entretien Donneur d'Ordre: TSE Entreprise Extérieure: Responsable: chef d'Eq	Moyens utilisés : Outils à main, Infrastructure en hauteur							
Entreprise Exécutante: Responsable: chef d'Eq	S							
Interv. Type : C-Dépose/repose élément robinetterie (vanne, LG, clapet, PSV) Nature précise du travail : Dépose/repose de la PSV76 Travaux au masque	Phases Activités : 1-travaux en raffinerie 4-travaux en hauteur/ superposés et échafaudage 11 bridage/débridage /isolement - dep/repose équipement-choc méca	Documents annexes : Mode opératoire Mise à disposition hydraulique CPST 1060						
	Risques potentiels principaux	Mesures à prendre						
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: yellow;"> <th style="width: 50%; text-align: left;">Par l'Entreprise Utilisatrice</th> <th style="width: 50%; text-align: left;">Par l'Exécutant</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;"> -Projection fluide sous-pression -Lésions -Chute de pièce ou de matériel -Intoxication par environnement H2S -Produit corrosif -Produit dangereux pour l'environnement -Brûlures cryogéniques (gelure) -Produit inflammable -Zone d'explosivité type2 -Intoxication H2S </td> <td style="padding: 5px;"> -Appliquer mise à disposition hydr. CPST 1060 -Informé EE sur risque produit - Indiquer empl. douche lave-œil ou <u>extinc. méd</u> -Interdire chargement/déchargement <15m -Interdire travaux à feu à proximité -Vérifier le platinage -Avoir présence sécurité début des travaux -Avertir service sécurité </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> -Appliquer CPST1060 -Porter EPI spécifique métier -Arrimer et/ou caler les pièces -Attacher outillage manuel -Porter tenue <u>anti-acide</u> -Porter ARI (2pers) -Etre habilité ARI -Porter gants en PVC -Tester douche/lave œil ou avoir <u>ext.medical</u> -Utiliser outillage anti-étincelles -Repérer ou prévoir extincteur à proximité -Arrêter <u>trx/engin</u> si fuite/odeur <u>susp /alarme</u> -Canaliser et neutraliser les effluents -récupérer et trier les déchets -avoir maque d'évacuation -Utiliser un détecteur H2S par intervention -Baliser la zone de travail </td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Par l'Entreprise Utilisatrice	Par l'Exécutant	-Projection fluide sous-pression -Lésions -Chute de pièce ou de matériel -Intoxication par environnement H2S -Produit corrosif -Produit dangereux pour l'environnement -Brûlures cryogéniques (gelure) -Produit inflammable -Zone d'explosivité type2 -Intoxication H2S	-Appliquer mise à disposition hydr. CPST 1060 -Informé EE sur risque produit - Indiquer empl. douche lave-œil ou <u>extinc. méd</u> -Interdire chargement/déchargement <15m -Interdire travaux à feu à proximité -Vérifier le platinage -Avoir présence sécurité début des travaux -Avertir service sécurité	-Appliquer CPST1060 -Porter EPI spécifique métier -Arrimer et/ou caler les pièces -Attacher outillage manuel -Porter tenue <u>anti-acide</u> -Porter ARI (2pers) -Etre habilité ARI -Porter gants en PVC -Tester douche/lave œil ou avoir <u>ext.medical</u> -Utiliser outillage anti-étincelles -Repérer ou prévoir extincteur à proximité -Arrêter <u>trx/engin</u> si fuite/odeur <u>susp /alarme</u> -Canaliser et neutraliser les effluents -récupérer et trier les déchets -avoir maque d'évacuation -Utiliser un détecteur H2S par intervention -Baliser la zone de travail	
Par l'Entreprise Utilisatrice	Par l'Exécutant							
-Projection fluide sous-pression -Lésions -Chute de pièce ou de matériel -Intoxication par environnement H2S -Produit corrosif -Produit dangereux pour l'environnement -Brûlures cryogéniques (gelure) -Produit inflammable -Zone d'explosivité type2 -Intoxication H2S	-Appliquer mise à disposition hydr. CPST 1060 -Informé EE sur risque produit - Indiquer empl. douche lave-œil ou <u>extinc. méd</u> -Interdire chargement/déchargement <15m -Interdire travaux à feu à proximité -Vérifier le platinage -Avoir présence sécurité début des travaux -Avertir service sécurité							
-Appliquer CPST1060 -Porter EPI spécifique métier -Arrimer et/ou caler les pièces -Attacher outillage manuel -Porter tenue <u>anti-acide</u> -Porter ARI (2pers) -Etre habilité ARI -Porter gants en PVC -Tester douche/lave œil ou avoir <u>ext.medical</u> -Utiliser outillage anti-étincelles -Repérer ou prévoir extincteur à proximité -Arrêter <u>trx/engin</u> si fuite/odeur <u>susp /alarme</u> -Canaliser et neutraliser les effluents -récupérer et trier les déchets -avoir maque d'évacuation -Utiliser un détecteur H2S par intervention -Baliser la zone de travail								
FEU								
PENEIRER								
FOUILLE								
	NOM	VISA						
Exploitation		Constat de fin de travaux						
Préventeur sécurisé		Continuation des travaux sur AT N°						
Donneur d'ordre		Propreté du chantier lors de la réception :						
Entreprise Extérieure		OUI NON						
Entreprise Exécutante		Date : Heure :						
		Responsable Exploitation						
		Exécutant						

Figure -6- : Autorisation de Travail Entretien Général

Complément indissociable du Plan de Prévention Décret 92-158 du 20/02/1992

AUTORISATION DE TRAVAIL N° 24-06-00005			
Ce document N'AUTORISE PAS l'exécution du travail			
VALIDITE : du 10/10/08 à 8h00 au 11/11/08 à 17h00 UNITE C51-craqueur4 PDP N°op-02/08 N°OI/OT: 503621 EQUIPEMENT: Caniveaux	Produits Equipement: eau, HC diluant, LCO, HCO, Slurry Produits Environnement: Environnement zone 2 (ATEX)		
Service demandeur: Entretien Donneur d'Ordre: TSE Entreprise Extérieure: Responsable: chef d'Eq	Moyens utilisés : Hydrocureur, Outillage à main		
Entreprise Exécutante: Responsable: chef d'Eq	C		
Interv. Type : N-Pompage produit /Nettoyage sans pénétration Nature précise du travail : Pompage des caniveaux au sud du CR4 près du C204	Phases Activités : 1-travaux en raffinerie 2-accès/circulation/utilisation de véhicule et engins 13-nettoyage haute pression /THP/UHP	Documents annexes : Mode opératoire	
	Risques potentiels principaux	Mesures à prendre	
		Par l'Entreprise Utilisatrice	Par l'Exécutant
	-Lésions -Rupture de flexible -Projection par travaux HP -Electricité statique -Intoxication CMR par contact cutané -Produit dangereux pour l'environnement -Brûlures thermiques -Intoxication par environnement H2S -Zone d'explosivité type2	-Informar EE sur risque CMR - Indiquer empl. douche lave-œil ou extinc med -Informar EE sur risque produit	-Porter EPI spécifique métier -Poser équipement anti-coup de fouet -Arrêter l'engin si fuite/odeur susp /alarme -Interposer des écrans -Porter tenue spécifique HP -Baliser la zone de travail -Porter écran facial -Travailler par équipe de 2 pers -Mettre engin/matériel à la terre -Tester douche/lave œil ou avoir ext.medical -Fermer hermétiquement tenue -Canaliser et neutraliser les effluents -Récupérer et trier les déchets -Avoir masque d'évacuation -Utiliser un détecteur H2S par intervention -Disposer de matériel conforme - Porter lunettes étanches - Porter gants PVC
FEU	-Inflammation par point chaud	-Contrôler explq avant début travaux -Interdire chargement/ déchargement <15m -Interdire ouverture de ligne<15m - Interdire purge/prise échantillon<15m	
PENETRER			
FOUILLE			

	NOM	VISA	DATE
Exploitation			
Préventeur sécurité			
Donneur d'ordre			
Entreprise Extérieure			
Entreprise Exécutante			

Constat de fin de travaux
 Continuation des travaux sur AT N°
 Propreté du chantier lors de la réception :
 OUI NON

Date : Heure :
 Responsable Exploitation
 Exécutant

Figure -7- : Autorisation de Travail Nettoyage-Pompage

Modes opératoires utilisés lors de la simulation

Ces documents sont un extrait des modes opératoires des entreprises extérieures suivies.

Mode opératoire de travail				
Libellé des travaux : REFECTION GARNITURE MECANIQUE SUR GROUPE MOTO-POMPE				
<table border="0"> <tr> <td>REFERENCES :</td> <td>CE /FL :</td> </tr> <tr> <td>OT N° :</td> <td>RESP TRD :</td> </tr> </table>	REFERENCES :	CE /FL :	OT N° :	RESP TRD :
REFERENCES :	CE /FL :			
OT N° :	RESP TRD :			

Opérations	Désignation	Matériel
1	Visite préventive du chantier	
2	Condamnation électrique	Cadenas
3	Platinage si nécessaire	Outillage manuel
4	Dépose circuits Huile/Eau de réfrig	Outillage manuel
5	Dépose circuits vapeur/Flushing	Outillage manuel
6	Dépose du boîtier de roulements	Outillage manuel
7	Dépose de la garniture	Outillage manuel
8	Nettoyage	Dégraissant/Chiffons
9	Repose nouvelle garniture	Outillage manuel
10	Repose du boîtier de roulements	Outillage manuel
11	Repose circuits vapeur/flushing	Outillage manuel
12	Repose circuits Huile/eau de réfrig	Outillage manuel
13	Déplatinage si nécessaire	Outillage manuel
14	Décondamnation électrique	Clé de cadenas
15	Essais	

NOTA: Risques encourus : se reporter à l'AT

Figure -8- : Mode opératoire Mécanique

Dépose Transmetteur électronique						Mode opératoire n° AI54	
<p>Pour toutes les phases d'intervention sur le chantier, nous utiliserons les EPI (Equipement de Protection Individuelle), c'est-à-dire les chaussures de sécurité, le casque, les lunettes de protection, et les protections auditives si besoin.</p> <p>Le personnel aura reçu la formation pour l'habilitation électrique UTE C18510 correspondant à son niveau de compétence et la formation sécurité pour l'habilitation N1 ou N2.</p>							
Nom du (des intervenants) :		Travaux spécifiques		10 Zone classée		Unité	
Date :		1 Ouverture de ligne/capacité		11 Zone non classée		Lieu	
Durée de l'intervention :		2 Permis de feu				N°	
N° de l'autorisation de travail :		3 Permis de fouille					
		4 ARI					
		Travaux particuliers					
		5 Nacelle					
		6 Echafaudage					
		7 Levage					
		8 Echelle/Escabeau/harnais					

N°	Désignation de l'opération	Fait	Défait	Risques prévisibles	Mesures préventives	Matériel ou moyens	EU	EE
10	Pré-visite de chantier	Oui/Non		Choix/méconnaissance des conditions de chantier	port EPI/ information sdc	cahier de présence	X	X
20	Prise en compte de l'AT et risques associés Contrôle des moyens			/	/	personnel N2		X
30	Relier sur la liste instrumentation les valeurs de réglage			/	/	SAP		X
40	Présentation de l'AT au chef de quart			/	/	Procédure CPST 1060	X	X
50	Identification des organes de sécurité et d'alarmes associées à l'appareil			/	/	LT Plan	X	
60	Inhibition de la sécurité par le chef de quart			/	/	LT Plan	X	
70	Passage de la boucle en manuel			Perturbation du process	/	/	X	
80	Mise à disposition du circuit par opérateur avec pose étiquette rouge sur vanne isolée			/	/	Procédure CPST 1060	X	
90	Signature de l'AT et renseigner le cahier de présence			/	/	SAP	X	X
100	Vérifier sur le bornier la conformité du plan (par repère de câbles)			/	/	Plan		X
110	Isoler électriquement l'appareil			Mauvaise identification	Contrôle cohérence repère capteur/plan	Plan		X
120	Contrôler sur place les étiquettes repères instruments et repère de câbles			Mauvaise identification	Contrôle cohérence AT/capteur	Plan, plaque addier		X
130	Vérification de la bonne mise à disposition de l'installation par l'opérateur extérieur			Intoxication, épandage produit, projection	Contrôle sur site avec exploitant	Procédure CPST 1060	X	X
140	Ouverture de la purge du transmetteur pour vérification de l'absence de produit			Intoxication, épandage produit, projection	Contrôle sur site avec exploitant	Procédure CPST 1060	X	X
150	Pose de l'étiquette blanche renseignée à côté de l'étiquette rouge			/	/	Procédure CPST 1060		X
160 POUR LA DEPOSE DU TRANSMETTEUR								
170	Ouverture couvercle			étincelle si (10)	Contrôle atmosphère si (10)	explosimètre si (10)		X
180	Contrôle absence de tension			étincelle si (10), blessure coupure	port des EPI	explosimètre si (10), matériel contrôlé		X
190	Déconnexion du câble signal de mesure et protection tête de câble			chocs, blessure	contrôle atmosphère si (10)	explosimètre si (10), matériel contrôlé		X
200	Desserrage et dépose boulonnerie, dépose du transmetteur			chocs, blessure, projection	port de l'écran facial + (4)	"		X
210	Nettoyage chantier			blessure, coupure	port des EPI	matériel approprié		X
220	Signature fin de travaux et renseignement cahier de présence			/	"	cahier de présence	X	X
230	Renseignements GMAO			/	/	/		X
240								
250								
260								
270								

Commentaires :

Date	Intervenant
Nom	
Visa	

Repose Transmetteur électronique						Mode opératoire n° AI55	
<p>Pour toutes les phases d'intervention sur le chantier, nous utiliserons les EPI (Equipement de Protection Individuelle), c'est-à-dire les chaussures de sécurité, le casque, les lunettes de protection, et les protections auditives si besoin.</p> <p>Le personnel aura reçu la formation pour l'habilitation électrique UTE C18510 correspondant à son niveau de compétence et la formation sécurité pour l'habilitation N1 ou N2.</p>							
Nom du (des intervenants) :		Travaux spécifiques		10 Zone classée		Unité	
Date :		1 Ouverture de ligne/capacité		11 Zone non classée		Lieu	
Durée de l'intervention :		2 Permis de feu				N°	
N° de l'autorisation de travail :		3 Permis de fouille					
		4 ARI					
		Travaux particuliers					
		5 Nacelle					
		6 Echafaudage					
		7 Levage					
		8 Echelle/Escabeau/harnais					

N°	Désignation de l'opération	Fait	Défait	Risques prévisibles	Mesures préventives	Matériel ou moyens	EU	EE
10	Pré-visite de chantier	Oui/Non		Choix/méconnaissance	port EPI/ information sdc	cahier de présence	X	X
20	Prise en compte de l'AT et risques associés			"	"	personnel N2		X
30	Relier sur la liste instrumentation les valeurs de réglage			/	Information sdc	SAP		X
40	Signer l'AT en salle de contrôle et renseigner le cahier de présence			/	/	/	X	X
50	Contrôler sur place les étiquettes repères instruments			/	Cohérence AT/capteur	Plaque addier	X	X
60	Vérification de la bonne mise à disposition de			Intoxication, épandage produit, projection	Contrôle sur site	Procédure CPST 1060	X	X
70 POUR LA REPOSE DU TRANSMETTEUR								
80	Pose transmetteur et serrage boulonnerie			blessure, coupure	port des EPI	matériel approprié		X
90	Ouverture du couvercle et raccordement câble signal de			"	"	"		X
100	Fermeture couvercle et graissage têtes de vis			"	"	"		X
110	Ouverture couvercle et raccordement câble signal de			"	"	"		X
120	Fermeture couvercle et graissage léger du filetage			"	"	matériel approprié, graisse		X
130	Faire signer la feuille de désignation			/	Information sdc	fiche de désignation	X	X
140	Synchronisation sur 3 points : 0-50-100% échelle ,			étincelle si (10), perturbations	contrôle atmosphère si (10)	explosimètre si (10), matériel adapté	X	X
150	Nettoyage chantier			blessure, coupure	port des EPI	matériel approprié		X
160	Ramasse sous produit			Projections, fuites	port de l'écran facial + (4)	Procédure CPST 1060	X	X
170	Rattrai des étiquettes rouge et blanche			/	/	/	X	X
180	Contrôle du résultat avec personnel exploitation			Projections, fuites	port de l'écran facial + (4)	/	X	X
190	Faire redéposer la boucle en automatique et faire			Perturbation du process	/	Matériel approprié	X	X
200	Signature fin de travaux et			/	/	cahier de présence	X	X
210	Renseignements GMAO			/	Information sdc	SAP		X
220								
230								
240								
250								
260								
270								

Commentaires :

Date	Intervenant
Nom	
Visa	

Figure -9- : Mode opératoire Electricité-Automatismes

MODE OPERATOIRE DES INTERVENTIONS						
N°AT	UNITE	LIEU	PLAN		COMPETENCES	
	REPERE	ACCES SITE	Echafaudage	Echelle crinoline	Passerelle	Escalier
OPERATION REPLACEMENT SOUPAPE AU MASQUE						
N°	NATURE DE LA PHASE	DETAIL DE LA PHASE	MOYENS/PRODUITS	RISQUES EVENTUELS/MILIEU	COMMENTAIRES	
1	PREPARATION AVANT TRAVAUX	Prendre connaissance des travaux avant interventions (récupérer schéma, voir sur site pour faisabilité et accès, repérage...)		Prendre connaissance sur site et avec le permis des risques liés au poste de travail, unité	Respect des consignes de sécurité, des accès, des autorisations, du PdP, du code de la route	
		Préparer J-1 l'outillage/produit à prendre pour l'opération	JOINTS CLES NECESSAIRES MASSETTE			
2	AMENEE DU MATERIEL A PIED D'OEUVRE		A pied Vélo Véhicule(sans pénétration unité)	Prendre connaissance sur site et avec le permis des risques liés au poste de travail, unité		
3	MISE EN PLACE BOUTEILLE (ARI) si nécessaire	Prendre chariot bouteilles au PCI et l'installer au poste de travail	CHARIOT ARI Total - Option	Prendre connaissance sur site et avec le permis des risques liés au poste de travail, unité	Respect des consignes de sécurité, des accès, des autorisations, du PdP, du code de la route	
4	OUVERTURE LGNE/DEPOSE DE LA SOUPAPE	Déserrer la boulonnerie à l'aide des clés et dépose de l'élément	CLES NECESSAIRES MASSETTE	Prendre connaissance sur site et avec le permis des risques liés au poste de travail, unité	Respect des consignes de sécurité, des accès, des autorisations, du PdP, du code de la route	
5	POSE DE LA SOUPAPE NEUVE ET FERMETURE DE LA LIGNE	Mise en place de la soupape et resserrage des tiges en croix (faire un nettoyage préalables des portées)	CLES NECESSAIRES MASSETTE, JOINTS ELEMENT NEUF (psv...) CHIFFON-BROSSE	Prendre connaissance sur site et avec le permis des risques liés au poste de travail, unité	Respect des consignes de sécurité, des accès, des autorisations, du PdP, du code de la route	
6	REPLI DU CHANTIER	Ranger le poste de travail et ne rien laisser sur place		Prendre connaissance sur site et avec le permis des risques liés au poste de travail, unité	Respect des consignes de sécurité, des accès, des autorisations, du PdP, du code de la route	

Figure -10- : Mode Opérateur Entretien Général

Mode Opérateur générique

Chantier : Travaux au Filin, visibilité entre les intervenants

Installation : Canalisation

- 1) Objet : ce mode opératoire a pour but de
 - identifier les risques particuliers liés à l'utilisation de filin pour le nettoyage de canalisations, de tuyauteries, de tubes d'échangeur ou d'aéroréfrigérants,
 - définir les moyens humains nécessaires à la réalisation des travaux
 - définir les protections individuelles portées par les intervenants
 - définir les protections collectives à mettre en place
 - définir la méthodologie pour réaliser les travaux.
- 2) Responsabilités : l'application de ce mode opératoire sera assurée par le responsable des opérations qui en informera le personnel exécutant
- 3) Moyens humains : les travaux sont réalisés par une équipe composée comme suit :
 - 1 technicien THP
 - 1 opérateur THP
- 4) Moyens matériels :
 - 1 groupe haute pression
 - 1 commande à distance
 - Flexibles équipés de gaines anti-coup de fouet
 - 1 filin
 - Barre métallique de 30 à 50 cm de longueur
 - Buse calibrée

5) Equipements de protections

L'opérateur THP porte :

- Un casque avec visière polycarbonate
- Une combinaison étanche forte épaisseur spéciale THP
- Des gants PVC
- Des bottes de sécurité PVC
- Des protections auditives
- Un masque d'évacuation si le port de celui-ci est obligatoire

Le technicien THP porte :

- EPI de base
- des protections auditives
- Un masque d'évacuation si le port de celui-ci est obligatoire

Protections collectives :

- Balisage de la zone de travail et pose de panneaux indiquant :
DANGER TRAVAUX HAUTE PRESSION

6) Environnement : selon l'intervention

EN PERMANENCE : Prendre connaissance des consignes clients et de l'autorisation de travail, visite préalable après réception de l'autorisation de travail signée et après intervention

7) Méthodologie :

- signature de l'autorisation de travail par le chef de quart (en raffinerie)
 - mise en place du groupe HP :THP ou de l'hydrocureur sur zone,
 - balisage de la zone de travail et du passage des flexibles
 - installation du matériel
 - a. flexibles HP :THP
 - b. gaine anti-coup de fouet
 - c. commande à distance
 - d. barre métallique de 30 à 50 cm en bout de filin
 - e. buse en bout d ebarre
 - mise en chauffe de la pompe TP :THP – de l'hydrocureur
 - contrôle du circuit HP :THP,
 - mise en route
 - Essai en basse pression
 - Introduction de la barre et du filin
 - le technicien à la THP pour assurer le bon fonctionnement du groupe et l'arrêter en cas d'urgence (bouton d'arrêt d'urgence)
 - l'opérateur sera muni de la boîte de commande à distance**
 - Opération de nettoyage et /ou débouchage
- NE PAS FORCER NI Plier le filin et la barre
- Avancer et reculer la barre pour son acheminement jusqu'à l'endroit ou la tuyauterie :canalisation est obstruée,
- à la fin du chantier veuillez retirer le balisage mis en place, nettoyer et ranger le chantier.

Figure -11- : Mode opératoire Nettoyage-Pompage

Les 16 scénarios utilisés

Lors de la simulation nous avons créé 16 scénarios choisis de manière aléatoire à chaque simulation d'intervention. Il y a deux types de scénarios : des scénarios initialement un peu dégradés et des scénarios initialement non dégradés.

Tableau -4-: Les 16 scénarios utilisés

	Texte Phase	Description (interne)	Facteurs														
			Fatigue	Sécurité	Délai	Autorisation	Météo	Heures sup	Outils	Equipe	Mode op	Appel Do	Appel Chef eq				
1																	
A1	Préparation de l'intervention	Initiale ras	-	-	-	0	-	+	-	0	-						
A2	Préparation de l'intervention	Initiale ras	-	-	0	0	-	+	-	-	-						
A3	Préparation de l'intervention	Initiale ras	-	-	-	0	0	+	-	-	-						
A4	Préparation de l'intervention	Initiale ras	-	-	0	0	0	+	-	0	-						
A5	Préparation de l'intervention	Initiale ras	-	-	-	0	-	-	-	-	-						
A6	Préparation de l'intervention	Initiale ras	-	-	0	0	-	-	-	0	-						
A7	Préparation de l'intervention	Initiale ras	-	-	-	0	0	-	-	0	-						
A8	Préparation de l'intervention	Initiale ras	-	-	0	0	0	-	-	-	-						
B1	Préparation de l'intervention	Initiale dégradée	0	-	+	0	-	+	-	+	-						
B2	Préparation de l'intervention	Initiale dégradée	-	-	+	0	+	+	-	0	-						
B3	Préparation de l'intervention	Initiale dégradée	0	-	0	0	+	-	-	0	-						
B4	Préparation de l'intervention	Initiale dégradée	-	-	0	0	+	+	-	0	-						
B5	Préparation de l'intervention	Initiale dégradée	0	-	+	0	0	-	-	0	-						
B6	Préparation de l'intervention	Initiale dégradée	-	-	+	0	0	+	-	0	-						
B7	Préparation de l'intervention	Initiale dégradée	0	-	0	0	0	+	-	+	-						
B8	Préparation de l'intervention	Initiale dégradée	-	-	0	0	0	-	-	+	-						
2																	
A1	En cours de chantier	chantier ras se dégrade	-	-		0	0		+	0	+	0	+				
A2	En cours de chantier	chantier ras se dégrade	0	-		0	0		-	+	+	0	+				
A3	En cours de chantier	chantier ras se dégrade	-	-		0	+		-	+	+	0	-				
A4	En cours de chantier	chantier ras se dégrade	0	-		0	+		-	+	+	0	-				
A5	En cours de chantier	chantier ras se dégrade	-	-		0	0		-	+	+	0	+				
A6	En cours de chantier	chantier ras se dégrade	0	-		0	0		-	+	+	0	+				
A7	En cours de chantier	chantier ras se dégrade	-	-		0	+		+	0	+	0	-				
A8	En cours de chantier	chantier ras se dégrade	0	-		0	+		-	+	+	0	-				
B1	En cours de chantier	Chantier dégradé empire	0	-		0	0		-	+	+	0	+				
B2	En cours de chantier	Chantier dégradé empire	-	-		0	+		-	0	+	0	+				
B3	En cours de chantier	Chantier dégradé empire	+	-		0	+		+	0	+	0	-				
B4	En cours de chantier	Chantier dégradé empire	0	-		0	+		-	+	+	0	-				
B5	En cours de chantier	Chantier dégradé empire	+	-		0	+		-	0	+	0	+				
B6	En cours de chantier	Chantier dégradé empire	-	-		0	0		-	+	+	0	+				
B7	En cours de chantier	Chantier dégradé empire	+	-		0	+		+	-	+	0	-				
B8	En cours de chantier	Chantier dégradé empire	0	-		0	0		-	+	+	0	-				

Tableau -5-: Les modalités des facteurs de décisions

Facteur	Texte Bouton	Modalité
Fatigue	Vous êtes épuisé	+
	Vous revenez de vacances	-
	Il est 17H et le travail n'est pas commencé	0
Disponibilité du matériel de sécurité	Le matériel de sécurité n'est pas disponible	+
	Le matériel de sécurité est disponible	-
Délai de réalisation	Priorité 1 à réaliser immédiatement	+
	Priorité 2: à réaliser sous 24h	0
	Priorité 3: à réaliser sous une semaine	-
Autorisation de Travail	Lien vers l'Autorisation de Travail	0
	L' Autorisation de Travail n'est pas applicable telle quelle	
Météo	Temps clair	-
	Le temps vire à la tempête (pluie et vent fort)	+
	Le temps se dégrade (pluie)	0
Compensation des heures sups	Les heures sup sont compensées en repos	+
	Les heures sup sont compensées en supplément de salaire	-
Disponibilité des outils	Tous les outils nécessaires à l'intervention sont disponibles	-
	Tous les outils ne sont pas disponibles	+
Equipe intervenante	L'Equipe intervenante est complète	-
	L'Equipe intervenante est complète, une personne est là depuis moins d'un mois	0
	Une personne de l'équipe d'intervention ne se sent pas bien	+
Mode opératoire	Lien vers le mode opératoire	-
	Le mode opératoire n'est pas applicable tel quel	+
Appeler le donneur d'ordre	Il faut que l'intervention se fasse, je ne veux rien entendre	0
Appeler le chef d'équipe	Le chef d'équipe ne répond pas, répondeur	+
	Je ne peux pas passer de suite, essaie de te démerder et si tu n'y arrives vraiment pas rappelle moi	-

L'utilisation de scénarios initialement dégradés ou pas n'ont pas révélé de différence dans les réponses données. Nous n'avons donc pas développé cette analyse dans le corps de la thèse.

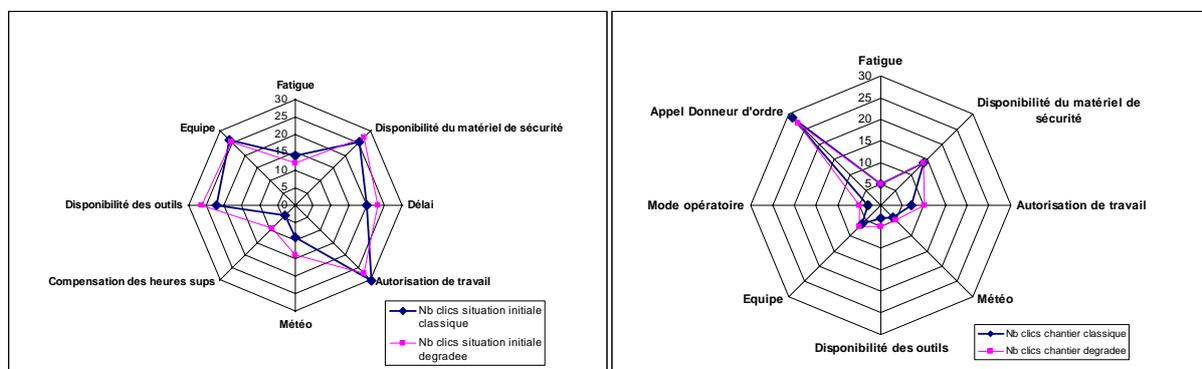


Figure -12-: Différence des résultats entre scénarios initialement dégradés ou non

**ANALYSE DU PROCESSUS SECURITE
TRAVAUX MIS EN PLACE SUR LE SITE
INDUSTRIEL EXTRAITS (Tazi, 2005b)**

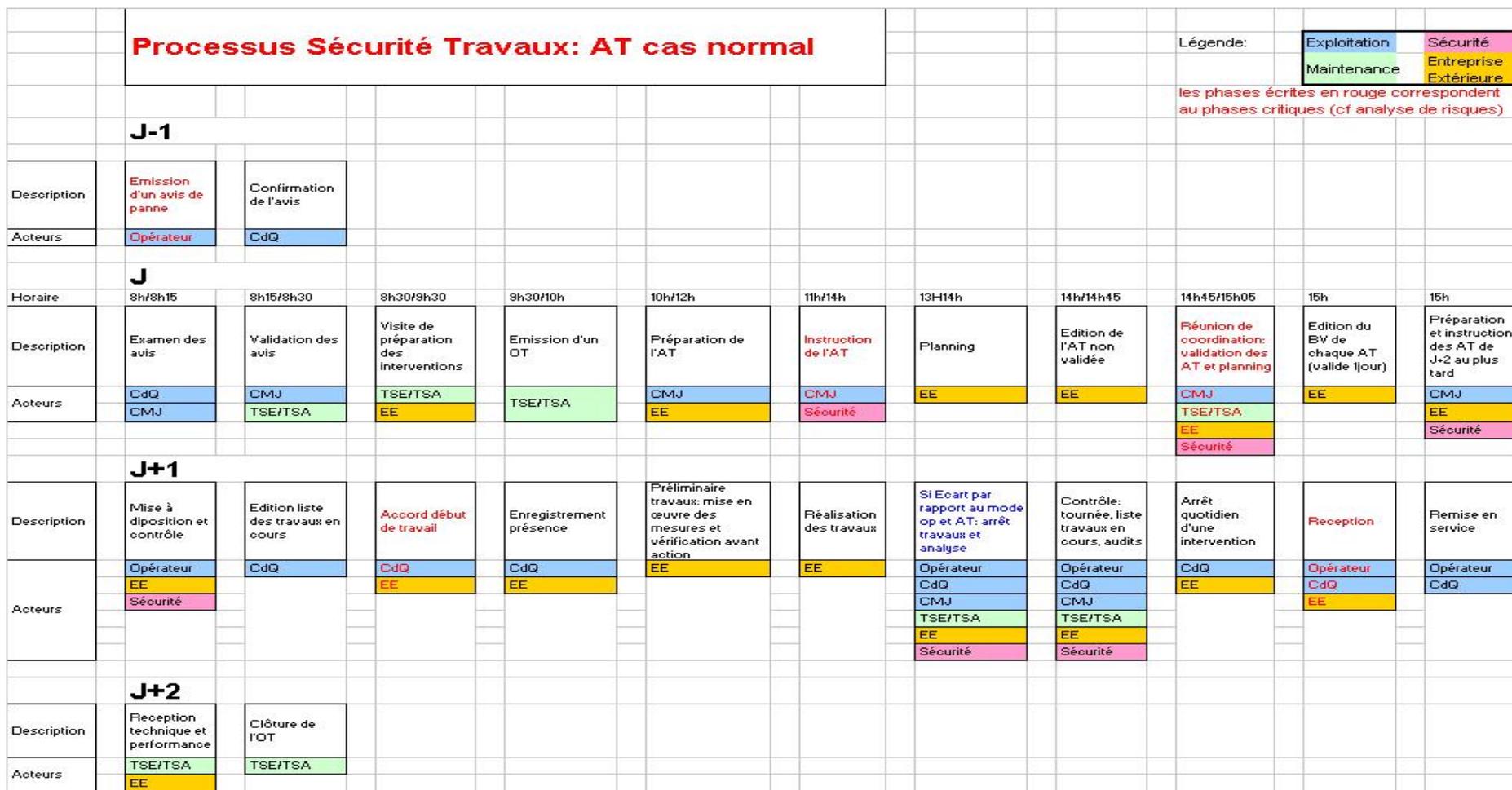


Figure -13- : Cartographie chronologique des interactions lors d'une intervention de maintenance exécutée par une Entreprise Extérieure (Tazi, 2005b)

Phase critique	Acteurs	Quand	Risques	Propositions		Remarque	
				Quand	Acteurs		
Emission d'un avis de panne	TSE/TSA	Visite de préparation des interventions	n'arrive pas à situer le matériel défectueux n'arrive pas à situer/visualiser la panne n'arrive pas à comprendre ce que l'opérateur a voulu dire mauvaise définition du destinataire de l'avis (TSE ou TSA)	Emission d'un avis de panne	Opérateur	l'avis doit être le plus précis possible: bien noter le N° du matériel à réparer décrire de manière détaillée la situation et la nature de la panne faire si nécessaire un dessin/photo bien définir le destinataire de l'avis: le TSE ou le TSA	Lors de la visite de préparation des interventions, l'opérateur qui a émit l'avis n'est pas en poste (114)
Opérateur				Confirmation de l'avis	CdQ	cette opération doit être faite conjointement avec l'opérateur qui a émit l'avis de panne elle peut permettre une meilleure description de l'avis de panne	
Visite de préparation des interventions	TSE/TSA	Visite de préparation des interventions	Visite non effectuée le diagnostic technique n'est pas confirmé l'environnement n'est pas pris en compte les visites ne sont pas tracées	Visite de préparation des interventions	TSE/TSA	Un document de synthèse très simple de chacune des visites pourrait être édité. Les visites de préparations des interventions sont obligatoires et doivent être tracées le TSE/TSA et l'EE doivent être d'accord sur les travaux à réaliser et bien prendre en compte l'environnement de travail	Un document de suivi des visites est en cours de réalisation par T.Hemery
TSE/TSA	EE				EE		
EE							
Instruction de l'AT	CMJ	Instruction de l'AT	les mesures de prévention sont contradictoires, incompatibles ou impossible à mettre en place	Instruction de l'AT	CMJ	Bien vérifier la compatibilité des mesures de prévention et les moyens de mise en place	l'instruction de l'AT ne doit pas de résumer à cocher ou décocher des cases mais doit être
CMJ	Sécurité				Sécurité		
Réunion de coordination: validation des AT et planning	CMJ	Réunion de coordination: validation des AT et planning	toutes les EE ne sont pas présentes les AT ne sont pas conformes le planning n'est pas clairement défini	Réunion de coordination: validation des AT et planning	CMJ	si une EE planifiée pour le lendemain est absente, elle est supprimée du planning si AT non conforme, discussion du problème, mais en dehors de la réunion détailler le planning heure par heure et gérer les interférences en fonction	
CMJ	TSE/TSA				TSE/TSA		
TSE/TSA	EE				EE		
EE							
Sécurité					Sécurité		
Mise à disposition et contrôle	Opérateur	Mise à disposition et contrôle	On ne sait pas si le matériel est mis à disposition quelle qualité de cette mise à	Mise à disposition et contrôle	Opérateur	Bien utiliser le système d'étiquetage de mise à disposition et veiller à la qualité de la mise à disposition	A tout moment on doit savoir l'état des matériels: en service, mis
Opérateur							
EE	EE	Mise à disposition et contrôle	l'EE travaille alors qu'elle ne connaît pas l'état du matériel	Mise à disposition et contrôle	EE	l'EE doit notifier et faire signer l'AT avant le début de travaux et à la fin, l'EE doit s'assurer que le matériel est bien mis à	
Sécurité							
Accord début de travail	CdQ	Accord début de travail	le CdQ donne l'accord de début de travail à l'EE alors que les conditions/environnement ont changé par rapport à la veille lors de la validation des AT et ne sont plus en adéquation avec les mode op et l'AT	Accord début de travail	CdQ	le CdQ doit s'assurer que l'AT et le mode op sont en adéquation avec les conditions actuelles des installations,	cette phase est critique car elle représente le dernier verrou du processus sécurité travaux
CdQ							
EE							
Préliminaire travaux: mise en œuvre des mesures et vérification avant action	EE	Vérification avant action	le chef d'équipe EE ne récapitule pas avec son équipe ce qu'il vont faire, comment (mode opératoire), quel est l'environnement, quels sont les risques et les mesures à mettre en place	Vérification avant action	EE	le travail ne doit débuter qu'après cette phase récapitulative, il faut inciter fortement les chef d'équipe EE à s'assurer que son équipe a bien compris tous ces éléments pour que le travail soit de qualité du ter coup et en sécurité	
EE							
Reception technique et performance	TSE/TSA	Reception technique et performance	personne ne peut statuer sur la conformité des travaux	Emission d'un avis de panne	Opérateur	l'avis doit être le plus précis possible: bien noter le N° du matériel à réparer décrire de manière détaillée la situation et la nature de la panne faire si nécessaire un dessin/photo	l'opérateur et el CdQ qui ont émit et validé l'avis ne sont pas les même que ceux qui réceptionnent les travaux
TSE/TSA	EE			Visite de préparation des interventions	TSE/TSA	le diagnostic technique et la nature des travaux à effectuer doivent être clairs et précis	
EE					EE		

Figure -14-; Points critiques du Processus Sécurité Travaux lors d'une intervention de maintenance par une entreprise extérieure (Tazi, 2005b)

Phases	Acteurs	Déroulement succinct	1er Etat des lieux	Les Plus	Les moins	Risques identifiés	Axes de travail	Remarques
Processus Sécurité Travaux Déploiement	DM	Déploiement du PST sur toute RN un secteur pilote: conversion 2	1.Aucun réel planning pour le déploiement général du PST 2.Pas de tableau de bord, avec des indicateurs pour ce déploiement 3.Le déploiement n'est pas complet sur la RN et n'est pas homogène 4.Il y a un planning précis du déploiement d'ATI mais qui n'est qu'une partie du PST	1.Le secteur conversion 2 pilote, permet de faire remonter les plus et moins de ce PST pour le réajuster 2.Des indicateurs liés aux visites conjointes de préparation des interventions et aux réunions de coordination sont à l'étude	1.Pas de planning de déploiement 2.Pas de tableau de bord 3.Aucun suivi tracé n'est pour l'instant possible sur le déploiement 4.Pas d'homogénéité sur RN	1.Pas de mesure du déploiement 2.Déploiement incomplet et non homogène sur RN	1.La définition des indicateurs de déploiement et du tableau de bord 2.Mesure et traçabilité du déploiement sur les secteurs	le lancement d'ATI semble être le réel point de départ pour la mesure et l'évaluation de la réorganisation qu'implique le PST
	Exploitation							
	EE							
	Sécurité							
Processus Sécurité Travaux Indicateurs	DM Exploitation EE Sécurité	1.Quels indicateurs mettre en place pour mesurer et évaluer le PST	1..Je ne connais pas les indicateurs et le tableau de bord qui seront mis en place pour le suivi de ce PST			1.Dérives possibles du PST si pas de suivi strict	1.La définition du tableau de bord de suivi du PST	
Formation à l'analyse des risques professionnels	Total	1.Formation mixte total/EE 2.Stage de 3 j					1.Participer à cette formation 2.Caractériser les acteurs 3.Bien définir les objectifs de cette formation	je n'ai pas encore eu l'occasion de participer à cette formation: programmée le 25/05/05
	CRAM	3.Objectifs: appréhender les modes opératoires ainsi que les analyses de risques et connaître les difficultés de chacun						
	EE							
Plan de prévention des opérations courantes et spécifiques	DM	1.Travail de préparation des PdP avec les EE en petits groupes: fiches d'analyse des risques et de prescriptions de sécurité 2.Visite de RN le matin 3.Réunion avec toutes les EE 4.Support cd-rom PdP RN 5.Présentation du cadre et du PdP par le chef de district 6.Présentation des installations par le chef de division 7.Présentation des risques liés aux CMR par le médecin du travail 8.Questions des EE	Tous les PdP des secteurs de production ont été réalisés				1.Quelles révisions et suites seront données aux PdP? 2.Que se passe t il quand une nouvelle EE est admise ?	Participation au PdP Entretien courant de la division DESO le 01/03/05
	Exploitation							
	Médecin du travail							
	EE							
Préventeurs Sécurité	Sécurité	1. Un préventeur sécurité par secteur + un pour les Grands arrêts sont prévus à partir du lancement d'ATI 2.Relèvent du service sécurité mais sont physiquement lié à un secteur	Pour l'instant il y a 2 agents techniques de prévention travaux et un contremaître prévention travaux pour tout RN	1.Proximité et meilleure connaissance du secteur 2.La sécurité prend sa place au niveau du PST 3.Indépendance par rapport à l'exploitation		1.Mauvaise intégration dans le secteur (pas légitimité, exclusion) 2.Dérive vers du "copinage"avec l'exploitation et moins d'indépendance	attention particulière à l'intégration des préventeurs sécurité dans les secteurs	les 1ers préventeurs sécurité seront en poste sur les secteurs conversion 1et 2 à partir de mi-mai(lancement ATI)
climat social/partenaires sociaux	Total		Apparemment apaisé mais pesant pour l'encadrement				Etre présentée et définir quelles relations je dois entretenir avec eux	
ATI	DM	Lancement du logiciel de génération des AT informatisée début mai 05	1.Projet qui a été repoussé à plusieurs reprises mais qui est maintenant approuvé et lancé début mai 2005 2.Implication des différentes parties dans la génération et instruction de l'AT (exploitation/sécurité)			Dérive du système Quel garant?	Une étude et un suivi particulier devra être porté à la mise en place de ATI	
	Exploitation							
	EE							
	Sécurité							

Figure -15a- : Etats des lieux du Processus Sécurité Travaux 1/2 extrait (Tazi, 2005b)

Phases	Acteurs	Déroulement succinct	1er Etat des lieux	Les Plus	Les moins	Risques identifiés	Axes de travail	Remarques
Processus Sécurité Travaux Déploiement	DM	Déploiement du PST sur toute RN un secteur pilote: conversion 2	1.Aucun réel planning pour le déploiement général du PST 2.Pas de tableau de bord, avec des indicateurs pour ce déploiement 3.Le déploiement n'est pas complet sur la RN et n'est pas homogène 4.Il y a un planning précis du déploiement d'ATI mais qui n'est qu'une partie du PST	1.Le secteur conversion 2 pilote, permet de faire remonter les plus et moins de ce PST pour le réajuster 2.Des indicateurs liés aux visites conjointes de préparations des interventions et aux réunions de coordination sont à l'étude	1.Pas de planning de déploiement 2.Pas de tableau de bord 3.Aucun suivi tracé n'est pour l'instant possible sur le déploiement 4.Pas d'homogénéité sur RN	1.Pas de mesure du déploiement 2.Déploiement incomplet et non homogène sur RN	1.La définition des indicateurs de déploiement et du tableau de bord 2.Mesure et traçabilité du déploiement sur les secteurs	le lancement d'ATI semble être le réel point de départ pour la mesure et l'évaluation de la réorganisation qu'implique le PST
	Exploitation							
	EE							
	Sécurité							
Processus Sécurité Travaux Indicateurs	DM Exploitation EE Sécurité	1.Quels indicateurs mettre en place pour mesurer et évaluer le PST	1.Je ne connais pas les indicateurs et le tableau de bord qui seront mis en place pour le suivi de ce PST			1.Dérives possibles du PST si pas de suivi strict	1.La définition du tableau de bord de suivi du PST	
Formation à l'analyse des risques professionnels	Total	1.Formation mixte total/EE 2.Stage de 3 j 3.Objectifs: appréhender les modes opératoires ainsi que les analyses de risques et connaître les difficultés de chacun					1.Participer à cette formation 2.Caractériser les acteurs 3.Bien définir les objectifs de cette formation	Je n'ai pas encore eu l'occasion de participer à cette formation: programmée le 25/05/05
	CRAM							
	EE							
Plan de prévention des opérations courantes et spécifiques	DM	1.Travail de préparation des PdP avec les EE en petits groupes: fiches d'analyse des risques et de prescriptions de sécurité 2.Visite de RN le matin 3.Réunion avec toutes les EE 4.Support cd-rom PdP RN 5.Présentation du cadre et du PdP par le chef de district 6.Présentation des installations par le chef de division 7.Présentation des risques liés aux CMR par le médecin du travail 8.Questions des EE	Tous les PdP des secteurs de production ont été réalisés				1.Quelles révisions et suites seront données aux PdP? 2.Que se passe t il quand une nouvelle EE est admise ?	Participation au PdP Entretien courant de la division DESO le 01/03/05
	Exploitation							
	Médecin du travail							
	EE							
Préventeurs Sécurité	Sécurité	1.Un préventeur sécurité par secteur + un pour les Grands arrêts sont prévus à partir du lancement d'ATI 2.Relèvement du service sécurité mais sont physiquement lié à un secteur	Pour l'instant il y a 2 agents techniques de prévention travaux et un contremaître prévention travaux pour tout RN	1.Proximité et meilleure connaissance du secteur 2.La sécurité prend sa place au niveau du PST 3.Indépendance par rapport à l'exploitation		1.Mauvaise intégration dans le secteur (pas légitimité, exclusion) 2.Dérive vers du "copinage"avec l'exploitation et moins d'indépendance	attention particulière à l'intégration des préventeurs sécurité dans les secteurs	les 1ers préventeurs sécurité seront en poste sur les secteurs conversion 1et 2 à partir de mi-mai(lancement ATI)
climat social/partenaires sociaux	Total		Apparemment apaisé mais pesant pour l'encadrement				Etre présentée et définir quelles relations je dois entretenir avec eux	
ATI	DM	Lancement du logiciel de génération des AT informatisée début mai 05	1.Projet qui a été repoussé à plusieurs reprises mais qui est maintenant approuvé et lancé début mai 2005 2.Implication des différentes parties dans la génération et instruction de l'AT (exploitation/sécurité)			Dérive du système Quel garant?	Une étude et un suivi particulier devra être porté à la mise en place de ATI	
	Exploitation							
	EE							
	Sécurité							

Figure -15b- : Etats des lieux du Processus Sécurité Travaux 2/2 extrait (Tazi, 2005b)

<p>La Direction : initiatrice du Processus Sécurité Travaux</p> <p>Dans un contexte de juridisation croissante et surtout pour la sécurité et la santé des personnes travaillant sur le site ce PST permet une réorganisation des travaux afin d'assurer une meilleure sécurité et éviter les accidents.</p> <p>Ce PST est fondamental dans la stratégie du site.</p>
<p>Le Département Maintenance : moteur du PST</p> <p>Le Département Maintenance est le moteur du PST dont le but est d'éviter les accidents et d'accompagner les Entreprises Extérieures vers plus de sécurité.</p> <p>Le service sécurité est très efficace dans l'intervention d'urgence mais doit accentuer son rôle dans le domaine de la prévention</p>
<p>La Division d'Exploitation Conversion : lieu de la production</p> <p>Le PST intègre l'exploitation qui ne se cantonne plus à faire une demande d'intervention mais doit instruire l'Autorisation de Travail.</p> <p>Relation maintenance/exploitation : un même objectif : avoir un matériel fiable, sécurisé qui puisse être utilisé à capacité maximale ; mais chacun a ses contraintes.</p> <p>Relation avec les Entreprises Extérieures : l'exemplarité est très importante, il ne faut pas être laxiste. Il existe une différence entre les Entreprises Extérieures à gros contrats qui connaissent bien le site et dont les employés sont très bien intégrés et les contrats exceptionnels où les employés des Entreprises Extérieures connaissent mal les installations.</p>
<p>Le Département Qualité Sécurité Environnement</p> <p>En 2005, le service sécurité n'a pas été directement impliqué dans l'élaboration du PST, mais a participé à l'élaboration des fiches de postes des nouveaux préventeurs sécurité par secteur.</p> <p>10 postes de préventeurs sécurité ont été créés dans le cadre du PST (1 pour chaque secteur et 1 pour les grands arrêts), ils sont physiquement sur les secteurs d'exploitation et sont hiérarchiquement dépendant du service sécurité. Le service sécurité et le DQSE s'approprièrent réellement le PST quand ces nouveaux préventeurs seront en poste (début mai 2005)</p>

Figure -16- : Extraits d'entretiens avec l'encadrement du site industriel extrait (Tazi, 2005b)

**SYNTHESE SUR LE TRANSFERT
D'INFORMATION ENTRE DONNEUR
D'ORDRES ET SOUS-TRAITANTS (Tazi, 2007)**

Cette synthèse fait suite à l'analyse des réponses au questionnaire distribué lors de la conférence sur la sécurité industrielle et la sous-traitance organisée par l'ICSI en collaboration avec la CRAM Midi-Pyrénées lors du salon Préventica sud ouest du 18 octobre 2006

Ce questionnaire porte sur trois aspects différents de l'échange d'information :

- Les règles générales de sécurité
- Le plan de prévention
- L'évaluation des performances HSE des sous-traitants et l'analyse des incidents et accidents.

L'analyse complète que questionnaire est à consulter sur (Tazi, 2007)

Tableau -6- : Questionnaire sur le transfert d'informations entre donneurs d'ordres et sous-traitants

Intitulé de la question	Propositions
1) Lorsque vous réalisez un projet, vous joignez (ou recevez) les règles générales de sécurité du lieu d'intervention	Avec l'appel d'offre
	Avec la commande
	Lors de la réalisation du plan de prévention
	Non indiqué
2) Les règles générales de sécurité du lieu d'intervention représentent couramment	Un dossier de 20 pages
	Un dossier de 50 pages
	Un dossier de plus de 100 pages
	Non indiqué
3) Lorsque vous avez la commande et les règles de sécurité du lieu d'intervention, vous disposez pour informer votre personnel sur ces règles, en moyenne de :	Deux jours ou moins
	Une semaine
	Plus de deux semaines
	Non indiqué
4) La durée nécessaire pour informer votre personnel sur les règles générales de sécurité du lieu d'intervention est en moyenne de :	Une heure
	Deux heures
	Plus d'une demi-journée
	Non indiqué
5) La durée du plan de prévention pour chaque opération (y compris la visite chantier) est en moyenne de :	Une heure
	Deux heures
	Une demi-journée
	Une journée
	Non indiqué
6) Le plan de prévention consiste à cocher des cases d'une liste préétablie des risques de chaque métier :	Très souvent
	Souvent
	Quelquefois
	Rarement
	Non indiqué

7) Le plan de prévention prend-il en compte la co-activité potentielle ?	Non
	Oui, seulement la co-activité avec les activités du donneur d'ordres
	Oui, seulement la co-activité avec les activités des autres entreprises sous-traitantes ?
	Oui, la co-activité avec les activités du donneur d'ordres et des autres entreprises sous-traitantes
	Non indiqué
8) Les plans de prévention amènent-ils une meilleure connaissance de l'intervention ?	Très souvent
	Souvent
	Quelquefois
	Rarement
	Non indiqué
9) Le plan de prévention apporte-t-il des modifications aux modalités d'intervention initialement prévues ?	Très souvent
	Souvent
	Quelquefois
	Rarement
	Non indiqué
10) Lors de la réalisation de l'intervention le Plan de prévention est-il connu du personnel de terrain ?	Très souvent
	Souvent
	Quelquefois
	Rarement
	Non indiqué
11) Le système d'appréciation des performances des sous-traitants intègre-t-il les aspects HSE ?	Oui tout à fait
	Oui, partiellement
	Non, ou si peu
	Non pas du tout
	Non indiqué
12) L'évaluation des performances HSE est-elle réalisée :	Mensuellement
	Trimestriellement
	Semestriellement
	Annuellement
	Aléatoirement
	Non indiqué
13) L'analyse des accidents et incidents qui ont lieu sur le site de l'intervention :	Est faite systématiquement et en commun avec le donneur d'ordres
	Est faite systématiquement par l'entreprise sous-traitante qui envoie systématiquement l'analyse au donneur d'ordres
	Est faite systématiquement par l'entreprise sous-traitante qui envoie à la demande l'analyse au donneur d'ordres
	N'est faite que pour les accidents significatifs
	Non indiqué

Cette synthèse résulte de l'analyse de 23 questionnaires remplis lors de la conférence. Bien entendu la méthode utilisée, sondage sur un faible échantillon, ne peut révéler que des tendances.

Aspects relatifs aux règles générales de sécurité :

Principaux résultats

Près de la moitié des entreprises répondent à (ou lancent) un appel d'offre sans avoir (ou joint) les règles générales de sécurité.

40% des entreprises ont moins de 2 jours pour informer leur personnel de ces règles.

Recommandations

Eclairer au plus haut niveau en échangeant systématiquement les règles de sécurité générales dès l'appel d'offre.

S'assurer que les sous-traitants ont suffisamment de temps pour informer l'ensemble de leur personnel des règles de sécurité.

Aspects relatifs aux plans de prévention :

Principaux résultats

Globalement les plans de préventions prennent en compte la co-activité et amènent une meilleure connaissance de l'intervention.

¾ des plans de préventions consistent souvent à cocher des check-lists et dure moins de 2 heures.

Moins de 40% du personnel de terrain connaît le plan de prévention.

Recommandations

Redonner au plan de prévention son sens premier, c'est-à-dire l'analyse entre partenaires des risques liés à la co-activité et aux spécificités de l'intervention ; les check-lists seraient à insérer en annexe.

S'assurer que le personnel de terrain a une connaissance suffisante des préconisations principales du plan de prévention de l'intervention, en faisant par exemple un contrôle aléatoire/audit.

Aspects relatifs à l'évaluation des performances HSE des sous-traitants et à l'analyse des accidents et incidents :

Principaux résultats

L'évaluation des performances des sous-traitants intègre les aspects HSE dans 75% des cas, et est réalisée mensuellement pour 1/3 des réponses.

40% des analyses des accidents et incidents sont réalisées en commun avec le donneur d'ordres.

Recommandations

Évaluer systématiquement et périodiquement les performances HSE des sous-traitants.

Poursuivre le partenariat avec les sous-traitants en analysant en commun et systématiquement les accidents et incidents.

LES MOYENS D'ACCES ET DE SECOURS

Réglementation relative aux moyens d'accès et de secours au poste de travail

« Les moyens d'accès au poste de travail sont choisis en fonction de la fréquence de circulation, de la hauteur, de la durée d'utilisation et de leur ergonomie. Ils doivent en outre permettre une intervention rapide des secours et l'évacuation en cas de danger imminent » (article R. 233-13-24 du Code du travail)

La circulation en hauteur doit s'effectuer en sécurité sans créer de risque de chute lors du passage entre un moyen d'accès et des plateformes, planchers ou passerelles.

Les escaliers doivent être dégagés et correctement maintenus, ils ne doivent pas être encombrés ou glissants afin d'éviter toute chute, et une rampe doit être installée pour chaque escalier.

Un garde corps doit être installé pour éviter tout risque de chute⁹⁶ (Circulaire DRT 2005-08 du 27 Juin 2005).

Concernant les échafaudages, la nouvelle réglementation suite à l'accident du Queen Mary 2⁹⁷ en 2003 est très stricte. Le montage, le démontage ou la modification sensible d'un échafaudage doivent être effectués sous la direction d'une personne compétente par des travailleurs ayant reçus une formation à la sécurité adéquate et spécifique, détaillée aux articles R. 233-13-31, R. 233-35 et R. 233-36 du Code du travail et renouvelée pour tenir compte de l'évolution des équipements (article R. 233-3).

Le personnel chargé du montage, du démontage ou de la transformation d'un échafaudage doit disposer de la notice ou du plan de montage et de démontage du fabricant et s'appuyer sur la note de calcul prévue par la notice lorsque le montage envisagé correspond à celui prévu par le fabricant. Dans le cas contraire, ou lorsque n'existe pas de note calcul, une personne compétente devra réaliser un calcul de résistance et de stabilité. Lorsque la configuration envisagée n'est pas prévue par la notice, une personne compétente devra établir un plan de montage, d'utilisation et de démontage de l'échafaudage. Tous ces documents sont conservés sur le lieu de travail. Pendant ces opérations, une protection contre les risques de chute de hauteur et de chute d'objet doit être assurée avant l'accès à un niveau d'un échafaudage.

Les vérifications avant mise ou remise en service d'un échafaudage, ainsi que les vérifications journalières et trimestrielles, devront être conformes aux dispositions de l'arrêté du 21 décembre 2004, commentées par la circulaire du 27 juin 2005.

L'installation des échafaudages doit respecter certaines règles visant leur stabilité, la visibilité de la charge admissible, les garde-corps, les planchers, les moyens d'accès, les zones d'accès limités (articles R. 233-13-34 à R. 233-36) (Arrêté du 21 Décembre 2004) (Circulaire DRT 2005-08 du 27 Juin 2005) (INRS, 2007b).

⁹⁶ Les travaux temporaires en hauteur doivent être réalisés à partir d'un plan de travail conçu, installé ou équipé de manière à garantir la sécurité des travailleurs et à préserver leur santé. La prévention des chutes de hauteur est assurée par des garde-corps, intégrés ou fixés de manière sûre, rigides et d'une résistance appropriée, placés à une hauteur comprise entre 1 mètre et 1,10 mètre (Circulaire, 2005).

⁹⁷ L'effondrement d'une passerelle de type échafaudage a provoqué la mort de 16 personnes et fait 33 blessés

**VALORISATION DES COMPETENCES
ACQUISES LORS DE LA THESE**

Compétences scientifiques et techniques acquises

Cette thèse m'a permis d'approfondir des disciplines sur la gestion des risques que je maîtrisais peu telles que l'approche facteurs humains et organisationnels, la maintenance des outils de production ou encore les aspects réglementaires liés à la sous-traitance.

Ce projet a également été l'occasion d'étudier et de mettre en pratique différentes méthodes d'analyse des risques ; des plus connues, telles que l'arbre des causes, le nœud papillon ou l'AMDEC⁹⁸, au plus pointues, telles que la Culture Based Safety, les High Reliability Organisations ou encore l'ingénierie de la résilience.

La mise en pratique de mes connaissances en gestion de projet, m'a permis d'identifier les produits de cette thèse, les risques d'échec de ce projet et d'en définir le mode de suivi. J'ai ainsi pu proposer une planification réaliste, avec différents jalons ou deadlines, qui permettaient de réaliser un suivi, et de réaliser ce projet au plus près des attentes industrielles et académiques.

La lecture d'articles et livres en anglais, la participation à des congrès internationaux ...a été l'occasion d'améliorer ma maîtrise de l'anglais.

Enfin, j'ai utilisé des logiciels spécifiques tels que Visual stat® pour faire des analyses statistiques ainsi que le logiciel MS-Project® pour la planification et le suivi de ma thèse.

Qualités professionnelles développées

Au-delà des compétences acquises, ce projet m'a permis de développer des qualités professionnelles.

Capacité d'adaptation à des publics et collaborateurs divers:

La diversité des personnes impliquées dans ce projet, quels que soient leurs statuts (donneur d'ordre, sous-traitant, académique) ou leur niveau hiérarchique (du directeur de l'installation à l'opérateur) m'a amenée à m'adapter à ces différents acteurs. Ainsi, dans une même journée, je pouvais être en bleu de travail, casque et chaussures de sécurité accompagnant un opérateur mécanique pour le changement d'une pompe, et être l'après-midi avec le directeur de la raffinerie pour l'interviewer sur la stratégie de sous-traitance à moyen et long terme.

Il fallait donc, ajuster mon discours et mon comportement, afin d'être comprise par eux et être considérée comme faisant partie du même groupe.

Confidentialité anonymat et neutralité:

La sensibilité de cette étude avec l'implication d'entreprises contractantes en concurrence directe et par définition en contrat avec l'installation suivie m'ont conduite à rester neutre et ne pas dévoiler l'anonymat des personnes. Une charte de déontologie a été présentée dès le début sur la manière dont les informations qui m'ont été communiquées vont être diffusées, pour installer un climat de confiance.

Force de persuasion, une approche gagnant-gagnant :

La participation à ce projet des entreprises sous-traitantes était basée sur le volontariat, encore fallait-il les persuader de l'intérêt de participer à une telle étude, sans que le donneur d'ordre ne les y pousse de manière à ne pas fausser les résultats. Il a fallu que je démontre aux entreprises sous-traitantes qu'elles pouvaient retirer un bénéfice, notamment car je leur réalisais un diagnostic personnalisé de culture de sécurité de l'organisation qu'ils ont mis en place pour remplir leur contrat, envers leur donneur d'ordre. Avec cette approche gagnant-gagnant, chacune des parties y a trouvé son compte.

⁹⁸ AMDEC : Analyses des modes de défaillances de leurs effets et criticité

Ténacité et persévérance :

Les personnes avec qui j'étais en contact direct dans ce projet sont principalement, des opérationnels de la maintenance qu'ils soient internes ou externes très pris par leur travail au jour le jour et peu disponibles. Il fallait donc que je sois présente et persévérante de manière à toujours les intéresser pour qu'ils consacrent du temps à mon projet. Surtout que le projet a une durée de 3 ans c'est-à-dire pour des opérationnels, à long terme. Leur emploi du temps, pouvant être chamboulé à tout moment par une urgence. J'étais très disponible, pour profiter des moments d'accalmie et relançais systématiquement les personnes.

Créativité et innovation :

Ma thèse a apporté de nouvelles connaissances et une caractérisation précise du système de sous-traitance.

J'ai diffusé et analysé les résultats d'un questionnaire de culture de sécurité commun au personnel interne et sous-traitant, ce qui est une première. Aucune étude n'a jusqu'à présent pris en compte les caractéristiques de ces deux types d'acteurs. Ce questionnaire m'a permis d'avoir des informations précieuses sur les spécificités de ces deux grandes familles d'acteurs en ce qui concerne la culture de sécurité.

L'outil que j'ai développé est novateur, car tout en étant très convivial pour l'utilisateur, il permet de simuler des interventions de tout type de métier dans des conditions spécifiques. Il permet de connaître les capacités d'adaptation et d'apprentissage des différents acteurs, selon leurs corps de métiers par exemple.

Communication, relationnel et réseaux développés :

J'ai diffusé sous différentes formes, les travaux que j'ai effectués lors de cette thèse.

Tout d'abord en interne à l'installation, j'ai un fait retour systématique sur les résultats obtenus aux différents acteurs qui ont participé à cette étude, sous forme de réunion débat. Cela m'a permis de développer des qualités de synthèse, de présentation orale, et de conduite de réunion.

J'ai présenté les résultats du questionnaire de culture de sécurité lors de la réunion annuelle sur la sécurité du groupe industriel. Il fallait présenter, de manière très opérationnelle, les résultats de ce questionnaire et montrer quelles sont concrètement les actions à mener pour améliorer la culture de sécurité.

J'ai également présenté mes travaux lors de conférences et colloques internationaux tels que le symposium en ingénierie de la résilience en 2006, le congrès international de génie industriel en 2007 ou le congrès international de sécurité des procédés en 2008. J'ai ainsi présenté mes travaux au sein de différentes communautés scientifiques, quelles soient facteurs humains et organisationnels ou purement liés à la sécurité technique des procédés. Au-delà des résultats obtenus, il fallait montrer la pertinence des hypothèses posées et outils et méthodes utilisés.

J'ai également développé mes réseaux de connaissance. Ces réseaux sont de type industriel, à travers la collaboration de l'installation et des dix entreprises contractantes, la présentation de mes travaux au sein du groupe industriel, ou de formations effectuées avec d'autres industriels.

Ces réseaux sont également de type académique, liés au monde de la recherche, développés lors de différents colloques et conférences, lors de mes recherches bibliographiques ou lors de travaux effectués avec d'autres chercheurs. J'ai par exemple écrit un papier en commun avec un autre chercheur qui a travaillé sur un simulateur d'activité, que je vais présenter lors du prochain symposium international sur l'ingénierie de la résilience.

L'ICSI, qui est un véritable lieu de partage et d'échange m'a permis de tisser des liens avec des personnes du monde industriel, académique, ou encore syndical qui partagent l'envie de développer des connaissances sur les questions de sécurité.

Enseignement :

En outre, je suis enseignante au sein de l'ICSI dans le cadre du mastère spécialisé en gestion globale des risques industriels. Je donne des cours sur les questions de sécurité et sous-traitance en lien avec les contrats de maintenance. J'encadre des travaux pratiques de MS-Project® où j'apprends aux étudiants à se servir de ce logiciel pour la planification et le suivi de projet.

BIBLIOGRAPHIE ANNEXES⁹⁹

Arrêté du 21 décembre 2004, *relatif aux vérifications des échafaudages et modifiant l'annexe de l'arrêté du 22 décembre 2000 relatif aux conditions et modalités d'agrément des organismes pour la vérification de conformité des équipements de travail*, Légifrance

Circulaire DRT no 2005-08 du 27 juin 2005, *relative à la mise en œuvre du décret no 2004-924 du 1^{er} septembre 2004 relatif à l'utilisation des équipements de travail mis à disposition pour des travaux temporaires en hauteur et de l'arrêté du 21 décembre 2004 relatif aux vérifications des échafaudages et modifiant l'annexe de l'arrêté du 22 décembre 2000 relatif aux conditions et modalités d'agrément des organismes pour la vérification de conformité des équipements de travail*, Légifrance

Directive 96/82 CEE du 9 décembre 1996, *concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses*, (JOCE n° L 10 du 14 janvier 1997), Légifrance

Directive européenne 82-501 CEE du 24 juin 1982, *concernant les risques d'accidents majeurs de certaines activités industrielles*, (JOCE du 5 août 1982), Légifrance

Gregory E.D, 1996, *Building an environment that promotes safe behaviour*. Professional Safety, 40(10), 20-27.

Loi 2003-699 du 30 juillet 2003, *relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages*, Légifrance

Tazi, 2007, *Sécurité et Sous-traitance, Analyse du questionnaire Transferts d'informations entre donneurs d'ordres et sous-traitants*, ICSI, Toulouse

⁹⁹ Cette bibliographie ne présente que les références qui ne sont pas répertoriées dans la bibliographie générale p163

EXTERNALISATION DE LA MAINTENANCE ET SES IMPACTS SUR LA SECURITE DANS LES INDUSTRIES DE PROCÉDES

Cette thèse s'inscrit dans le cadre théorique des systèmes complexes. Le terrain d'application est un site industriel dont les caractéristiques sont représentatives des pratiques dans l'industrie des procédés. L'objectif est de confronter les modèles de sécurité développés dans la littérature avec les pratiques industrielles. Après une analyse du système dans lequel s'inscrit cette externalisation, nous présentons deux actions de recherche que nous avons menées pour apprécier les impacts sur le terrain de la mise en place d'une politique prescriptive de sécurisation des travaux de maintenance. La 1^{ère} expérimentation est un questionnaire de climat de sécurité pour obtenir des indications sur la perception des personnes sur l'importance et le management de la sécurité, 128 acteurs internes et externes de la maintenance y ont pris part. La deuxième expérimentation repose sur des simulations d'interventions de maintenance, 58 prestataires de maintenance y ont pris part. Elle nous a permis d'identifier les facteurs de décisions des prestataires en situation normale et dégradée et de caractériser leurs capacités d'adaptation et d'apprentissage. Les résultats sont de trois ordres. L'analyse initiale montre que la sécurité du personnel extérieur est ségréguée des autres facettes de la sécurité et reflète ainsi la ségrégation qui existe entre les autorités de tutelles. Le questionnaire de climat de sécurité montre que le milieu de travail est perçu comme difficile, ne récompensant pas les comportements sûrs des acteurs. La simulation montre que 76% des travailleurs sont prêts à s'écarter des règles pour s'adapter en temps réel au travail à réaliser. Ces écarts illégaux n'ont alors pas d'espace pour être discutés, ils restent souterrains et informels. La conclusion discute du caractère incomplet de ce type de modèle de sécurité, basé sur une approche procédurière des problèmes de sécurité qui risque de devenir aveugle aux adaptations et compromis du travail réel. L'amélioration à court terme d'indicateurs de sécurité n'est pas une garantie d'une amélioration globale et durable de la sécurité. Nous proposons plusieurs pistes d'amélioration pour favoriser les apprentissages collectifs et renforcer les capacités de résilience du système. Un débat final suggère que les solutions qui paraissent faciles à mettre en œuvre d'un point de vue théorique, sont difficiles à mettre en pratique.

Mots clés : Sécurité au travail - Externalisation de la maintenance - Modèle prescriptif - Résilience - Apprentissage.

MAINTENANCE SUBCONTRACTING AND ITS IMPACTS ON SAFETY IN PROCESS INDUSTRIES

This thesis is situated in the framework of the theory of complex systems. The field application is an industrial plant whose characteristics are representative of the practices of the process industry at large. The aim is to contrast the safety models developed in the literature with industrial practice. We analyse the operational context of maintenance subcontracting, and present two studies we conducted to assess the field impacts of a recently implemented prescriptive safety approach. In the first study, 128 internal and external maintenance staff completed a safety climate questionnaire providing us with information on their perception of the importance of safety and safety management practices. The second experiment consists of simulated maintenance interventions. 58 maintenance subcontractors participated, allowing us to identify factors influencing decision-making during normal and degraded situations as well as to characterize their abilities to learn and adapt. The results are threefold: Initial analysis indicates that subcontractor safety is segregated from other safety areas, reflecting the segregation that exists between the regulatory authorities. Secondly, results of the safety climate questionnaire show that the workplace is perceived as difficult and does not reward safe behaviour. Thirdly, results of the simulation show that 76% of subcontractors deviate from the rules to adapt in real time in order to complete their work. There is no framework for debriefing these unauthorized violations so they remain unacknowledged and informal. In conclusion we discuss how this type of procedure-based safety model falls short and can gradually become blind to adjustments and compromises of real work practice. The short-term improvement of safety indicators does not guarantee a global, long-term improvement of safety. Several avenues for improvement are proposed to promote collective learning and enhance resilience capacities. Finally we argue that solutions which initially appear easy to implement in theory, are in fact difficult to implement in practice.

Key words: Safety at work – Maintenance subcontracting – Prescriptive model – Resilience – Learning.