



**HAL**  
open science

## Ingénierie de la connaissance pour la prévention des risques en santé, sécurité au travail et environnement

Jean-Marc Rallo, Thomas Audiffren, Léa Bourreau, Frédéric Juglaret,  
Guéno le Lefranc, Jonathan Vigneron

### ► To cite this version:

Jean-Marc Rallo, Thomas Audiffren, Léa Bourreau, Frédéric Juglaret, Guéno le Lefranc, et al.. Ingénierie de la connaissance pour la prévention des risques en santé, sécurité au travail et environnement. [Rapport de recherche] CRC\_WP\_2014-20, MINES ParisTech. 2014, 35 p. hal-00990829v2

**HAL Id: hal-00990829**

<https://minesparis-psl.hal.science/hal-00990829v2>

Submitted on 14 Nov 2014

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

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



PAPIERS DE RECHERCHE **CRC** WORKING PAPERS SERIES

CRC\_WP\_2014\_20

(avril 2014)

INGÉNIERIE DE LA CONNAISSANCE POUR LA PRÉVENTION DES RISQUES  
EN SANTÉ, SÉCURITÉ AU TRAVAIL ET ENVIRONNEMENT

Jean Marc Rallo, Thomas Audiffren, Léa Bourreau, Frédéric Juglaret,  
Guéno­lé Lefranc, Jonathan Vigneron



CENTRE DE RECHERCHE SUR LES RISQUES ET LES CRISES  
MINES ParisTech  
Rue Claude Daunesse CS10207  
06904 Sophia Antipolis Cedex  
[www.crc.mines-paristech.fr](http://www.crc.mines-paristech.fr)

#### PAPIERS DE RECHERCHE DU CRC

Cette collection a pour but de rendre aisément disponible un ensemble de documents de travail et autres matériaux de discussion issus des recherches menées au CRC (CENTRE DE RECHERCHE SUR LES RISQUES ET LES CRISES).

Tous les droits afférant aux textes diffusés dans cette collection appartiennent aux auteurs.

Des versions ultérieures des papiers diffusés dans cette collection sont susceptibles de faire l'objet d'une publication. Veuillez consulter la base bibliographique des travaux du CRC pour obtenir la référence exacte d'une éventuelle version publiée.

<http://hal-ensmp.archives-ouvertes.fr>

#### CRC WORKING PAPERS SERIES

The aim of this collection is to make easily available a set of working papers and other materials for discussion produced at the CRC (CENTRE DE RECHERCHE SUR LES RISQUES ET LES CRISES).

The copyright of the work made available within this series remains with the authors.

Further versions of these working papers may have been submitted for publication. Please check the bibliographic database of the CRC to obtain exact references of possible published versions.

<http://hal-ensmp.archives-ouvertes.fr>

CENTRE DE RECHERCHE SUR LES RISQUES ET LES CRISES  
MINES ParisTech  
Rue Claude Daunesse CS 10207  
06904 SOPHIA ANTIPOLIS Cedex  
[www.crc.mines-paristech.fr](http://www.crc.mines-paristech.fr)

## **Ingénierie de la connaissance pour la prévention des risques en Santé, Sécurité au travail et Environnement**

**Jean Marc Rallo, Thomas Audiffren, Léa Bourreau, Frédéric Juglaret, Guéno  
Lefranc, Jonathan Vigneron**  
(Avril 2014)

*Pour citer ce document* : Rallo J.M., Audiffren T., Bourreau L., Juglaret F., Lefranc G., Vigneron J., Ingénierie de la connaissance pour la prévention des risques en santé, sécurité au travail et environnement. Rapport de recherche du CRC de MINES ParisTech, avril 2014.

**Résumé** : Ce rapport de recherche dresse le bilan de cinq années (2009/2013) de collaboration de recherche entre la société Preventeo et le Centre de recherche sur les risques et les Crises (CRC) de MINES ParisTech. A cette fin, il présente les résultats de cinq thèses conduites sur la période. Deux d'entre elles portent sur la démarche de conception de modèles afin de caractériser la maîtrise des conformités en santé, sécurité au travail et environnement. Une troisième thèse traite du concept de culture de sécurité. Enfin, deux thèses ont permis de transformer les modèles en ingénierie, l'une sous la forme d'une ontologie, préalable indispensable à la création de bases de connaissances, l'autre sous la forme d'un tableau de bord pour le management de la santé et de la sécurité au travail.

Mots clefs : conformité, risque, culture de sécurité, tableau de bord, ontologie, base de connaissances

## Table des matières

1	Introduction.....	3
2	Contribution à la maîtrise des conformités légales en santé et sécurité au travail.....	3
2.1	La problématique .....	3
2.2	Les principaux résultats.....	4
2.3	La démarche mise en œuvre .....	5
2.4	Le bilan des expérimentations « terrain ».....	7
3	Contribution de la maîtrise légales des conformités en Environnement.....	8
3.1	La problématique .....	9
3.2	Les principaux résultats.....	10
3.3	La démarche .....	12
3.4	Le bilan des expérimentations « terrain ».....	13
4	Apports de l'analyse de la conformité réglementaire, de l'analyse des risques professionnels et de l'évaluation du climat de sécurité à la construction de la culture de sécurité.....	16
4.1	La problématique de la thèse.....	16
4.2	Les principaux résultats.....	17
4.3	La démarche mise en œuvre .....	19
4.4	Les résultats des expérimentations « terrains » .....	19
5	Contribution des ontologies à la création de bases de connaissances pour la maîtrise des conformités réglementaires en santé, sécurité au travail et environnement .....	22
5.1	La problématique de la thèse.....	22
5.2	Les principaux résultats.....	22
5.3	La démarche mise en œuvre .....	23
5.4	Les résultats des expérimentations « terrains » .....	24
6	Indicateurs et Tableaux de Bord pour la prévention des risques en Santé-Sécurité au Travail ...	26
6.1	La problématique de la thèse.....	27
6.2	Les principaux résultats.....	28
6.3	La démarche mise en œuvre .....	28
6.4	Les résultats des expérimentations « terrains » .....	29
7	Les références bibliographiques citées dans ce document.....	32
8	Les publications Preventeo .....	33

## 1 Introduction

Ce rapport de recherche dresse le bilan de cinq années (2009/2013) de collaboration de recherche entre la société Preventeo et le Centre de recherche sur les risques et les Crises (CRC) de MINES ParisTech. A cette fin, il présente les résultats de cinq thèses conduites sur la période. Deux d'entre elles portent sur la démarche de conception de modèles afin de caractériser la maîtrise des conformités en santé, sécurité au travail et environnement. Une troisième thèse traite du concept de culture de sécurité. Enfin, deux thèses ont permis de transformer les modèles en ingénierie, l'une sous la forme d'une ontologie, préalable indispensable à la création de bases de connaissances, l'autre sous la forme d'un tableau de bord pour le management de la santé et de la sécurité au travail.

## 2 Contribution à la maîtrise des conformités légales en santé et sécurité au travail

Ce travail de thèse<sup>1</sup> a eu pour objectif l'amélioration de la maîtrise des conformités légales dans le domaine de la Santé et de la Sécurité au Travail (SST) en entreprise. Il a été conduit en partenariat avec le Centre de recherche sur les Risques et les Crises de MINES Paristech et la société Preventeo. Il est également important de noter que cette thèse a pu être menée à bien grâce à un financement de la région Provence-Alpes-Côte-d'azur (PACA).

### 2.1 La problématique

Le souci du respect de la législation applicable en matière de Santé et de Sécurité au Travail (SST) est longtemps resté absent des politiques managériales des entreprises, et ce quelle que soit leur taille. Néanmoins, force est de constater qu'aujourd'hui cette situation évolue sous l'impulsion de facteurs sociaux (680 000 accidents du travail (AT) et 55 000 maladies professionnelles (MP) en 2011), économiques (coûts directs et indirects liés aux AT et MP), juridiques (obligation de sécurité de résultat de l'employeur, apparition de la notion de faute inexcusable, poursuites sur le plan pénal) ou encore managériaux (apparition de référentiels de certification en SST).

Malgré cela, il apparaît nettement que, pour une entreprise, comprendre la nécessité de déployer un dispositif de maîtrise des conformités et s'assurer d'une mise en œuvre effective et efficace de celui-ci sont deux choses totalement différentes. Les entreprises désirant maîtriser leur conformité se retrouvent en effet confrontées à un certain nombre de difficultés. La première d'entre elles touche à la nature même du droit applicable en la matière. Ce dernier est tout d'abord complexe dans la mesure où l'importance de chaque texte légal est très variable et où le périmètre légal applicable à chaque entreprise évolue en fonction de trois critères essentiels, les infrastructures (ancienneté des bâtiments, taille,...), le personnel (effectif, catégorie) et les activités (manutention manuelle, exposition aux produits chimiques, utilisation d'équipements de levage,...). Le droit en la matière est également extrêmement évolutif. A titre d'exemple, près de 600 textes ont été publiés sur la période 2007-2011 (données tirées de la plateforme Preventeo).

---

<sup>1</sup> Audiffren T., 2012, Contribution à la maîtrise des conformités légales en santé et sécurité au travail. Thèse, MINES ParisTech, décembre 2012.

Une enquête quantitative<sup>2</sup> menée dans le cadre de ce travail de thèse auprès de 820 préventeurs a permis de mettre en lumière les trois autres difficultés rencontrées par les entreprises dans la mise en œuvre d'un système de maîtrise des conformités légales SST. La deuxième difficulté touche quant à elle au système mis en œuvre pour maîtriser la conformité légale. Ce dernier s'appuie en effet sur trois processus distincts, la veille réglementaire, l'évaluation de conformité et la gestion des plans d'actions. L'enquête menée a permis de souligner que ce triptyque est très rarement mis en œuvre de façon complète et satisfaisante.

Une troisième difficulté vient s'ajouter aux deux premières. Elle touche aux outils à la disposition des entreprises. Ces derniers se composent notamment de « solutions maisons » très simplistes (utilisations d'outils informatiques bureautiques classiques) ou extrêmement coûteuses et de bases de données mises à disposition par des acteurs institutionnels ou spécialisés pas ou peu compréhensibles par des non-juristes. Certaines entreprises choisissent donc « d'externaliser » le travail d'évaluation de conformité auprès de bureaux de conseil et de contrôle en privant du même coup leurs préventeurs d'une opportunité de montée en compétence et en autonomie sur le sujet. Enfin, il est possible de se tourner vers des solutions progicielles dédiées au management de la SST. La dernière difficulté rencontrée par les entreprises concerne la mobilisation des ressources humaines internes de l'entreprise pour mener à bien le travail de maîtrise des conformités légales SST. En effet, la mise en conformité de l'entreprise s'appuie à la fois sur des personnes chargées de réaliser la veille réglementaire et les évaluations de conformité, mais également sur les services (maintenance, ressources humaines, achats, opérationnels,...) en charge de la levée d'un certain nombre de non-conformités légales dans le domaine.

En réponse aux difficultés rencontrées par les entreprises et décrites ci-dessus, le travail de thèse avait pour objectif d'apporter une réponse permettant d'améliorer leur maîtrise des conformités légales en SST. La solution ainsi proposée s'appuie sur deux axes essentiels. Le premier consiste à proposer un modèle de système permettant l'amélioration des systèmes existants et le second a pour vocation d'intégrer le modèle au sein d'une ingénierie facilitant l'expérimentation du modèle sur le terrain dans des entreprises pilotes.

## **2.2 Les principaux résultats**

Le résultat opérationnel repose sur la mise à disposition des entreprises pilotes d'un modèle de maîtrise des conformités légales SST s'appuyant sur l'utilisation d'un progiciel dédié. Cet outil propose trois modules permettant la mise en place d'une veille réglementaire, des évaluations de conformité et de plans d'actions de mise en conformité. En pratique, les expérimentations de terrain reposent essentiellement sur l'utilisation des modules et sous-modules progiciels relatifs à l'évaluation de conformité et à la gestion des plans d'actions.

Le premier sous-module permet la création de référentiels d'évaluation de la conformité thématiques. L'utilisateur du système procède dans un premier temps à un classement des textes réglementaires par thème en s'appuyant sur les principes d'applicabilité de la législation (infrastructures, personnel et activités de l'entreprise). A partir de là, une analyse du contenu des textes permet d'identifier les exigences réellement applicables et d'intégrer ces dernières au sein d'une base de connaissances particulière. En partant de ce travail, le sous-module progiciel permet la création de questionnaires d'évaluation de

---

<sup>2</sup> Cette enquête quantitative, conduite entre 2010 et 2011, est le fruit d'une collaboration entre le Centre de recherche sur les Risques et les Crises de Mines-Paristech, la société Preventeo et l'Afnor.

conformité interactifs directement utilisables par les préventeurs de l'entreprise pilote. La figure 1 présente de façon synthétique le fonctionnement du sous-module de création des référentiels d'évaluation.

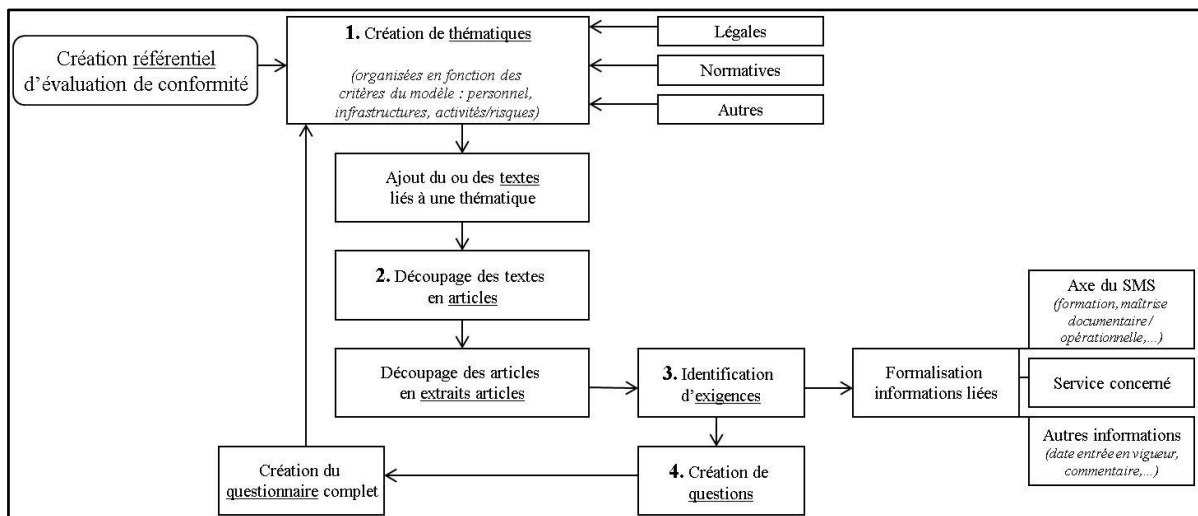


Figure 1 - Principe de fonctionnement du sous-module « création de référentiels d'évaluation »

Le second sous-module s'appuie sur le premier pour permettre la réalisation effective des évaluations de conformité. L'entreprise utilisatrice détermine le périmètre légal applicable à chacune de ses entités en sélectionnant les thématiques dans la base de connaissances. Les préventeurs réalisent ensuite le travail d'évaluation sur le terrain (visite de terrain, interview et revue documentaire). Le sous-programme permet alors de générer automatiquement un reporting précis pouvant faire l'objet d'une consolidation et un plan d'actions de mise en conformité.

### 2.3 La démarche mise en œuvre

La démarche mise en œuvre dans le cadre de la thèse s'appuie sur trois phases distinctes (figure 2).



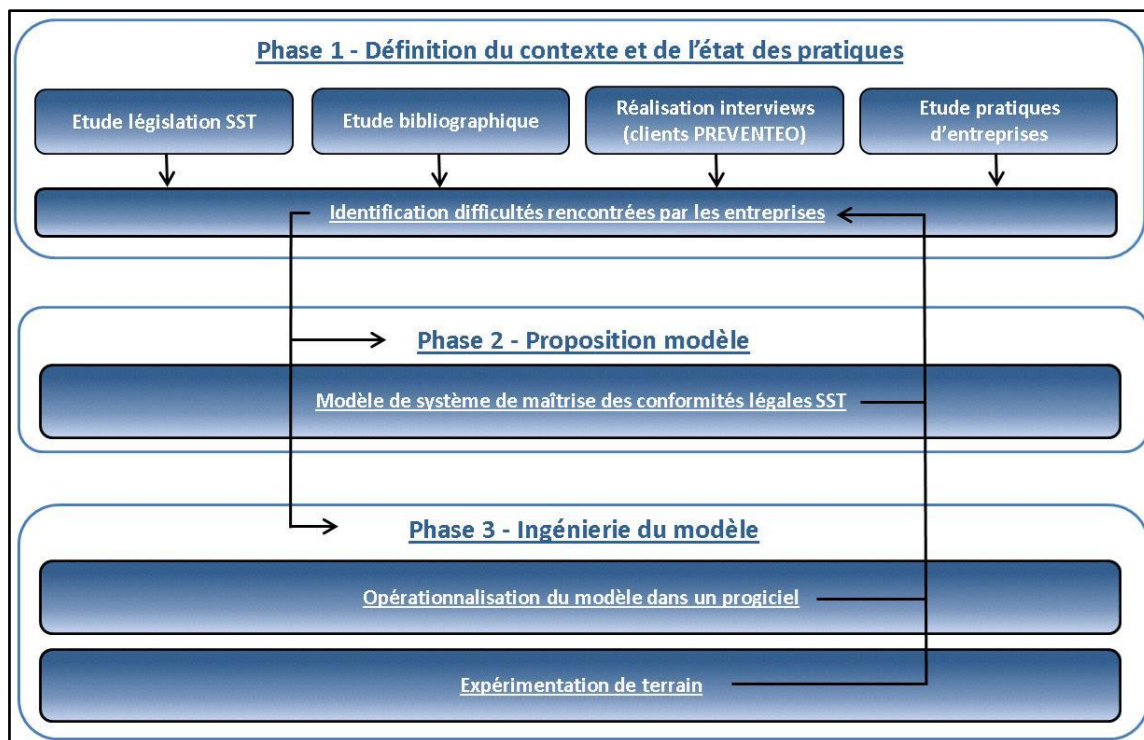


Figure 2 - Démarche de thèse

La première phase consiste à étudier le contexte et, sur la base des données recueillies à l'occasion de l'enquête quantitative mentionnée précédemment, à identifier les difficultés pratiques rencontrées par les entreprises dans la mise en œuvre d'un système de maîtrise des conformités légales dans le domaine de la SST.

La deuxième phase vise pour sa part à proposer un modèle de maîtrise des conformités de type normatif. Un tel modèle a pour objet de décrire le fonctionnement idéal d'un système à créer. Dans le cadre de ma thèse, les résultats de l'enquête quantitative ont permis d'identifier les lacunes des systèmes existants (actuellement déployés en entreprise) et le modèle a pour vocation de combler ces dernières. Le modèle proposé décrit un système basé sur la mobilisation des préventeurs de l'entreprise, le déploiement des processus « veille réglementaire », « évaluation de conformité » et « plans d'actions » ainsi que l'utilisation d'un progiciel spécifique.

La troisième et dernière phase repose enfin sur l'intégration du modèle au sein d'une ingénierie dédiée afin de l'expérimenter sur le terrain dans plusieurs entités pilotes. Cette phase s'appuie sur les outils progiciels proposés par la société Preventeo, partenaire de mon travail de thèse. La solution (modèle et ingénierie) a été déployée dans huit entités pilotes réparties sur deux activités distinctes (industrie et maintenance multi-technique).

Il est essentiel de noter que la philosophie générale de la démarche de thèse repose sur la volonté de donner de l'autonomie aux entreprises et aux préventeurs dans le déploiement et la maîtrise d'un système de maîtrise des conformités légales SST efficace.

## 2.4 Le bilan des expérimentations « terrain »

Il a été possible de réaliser une expérimentation dans deux entreprises distinctes sur un total de huit entités. Huit évaluations de conformité complètes ont donc été réalisées à cette occasion. Le mode opératoire suivi est le même pour chaque entité.

La première étape consiste à identifier les acteurs internes de l'entreprise chargés de mener l'évaluation (préventeurs de terrain) avec, au départ, le soutien d'un expert du progiciel (juriste ou ingénieur), et ceux devant être interviewés à cette occasion (chefs de services, médecine du travail,...). Les préventeurs sont ensuite formés à l'utilisation du progiciel.

La deuxième étape consiste à modéliser l'organisation de l'entreprise (ou de l'entité pilote) au sein du progiciel et à identifier, au moyen de la sélection des thématiques, le périmètre légal applicable à l'entreprise.

Vient ensuite la troisième étape dédiée à l'évaluation de conformité sur le terrain. Dans un premier temps, l'évaluation est conduite par un binôme préventeur/expert du progiciel et comprend une visite de terrain, l'interview des personnes clés ainsi qu'une revue documentaire. Le préventeur est ensuite en charge de la finalisation du travail d'évaluation de façon autonome. Une restitution des résultats est réalisée auprès de l'ensemble des participants. Cette dernière porte sur l'essentiel sur le reporting fourni automatiquement par le progiciel mis en œuvre (figure 3).

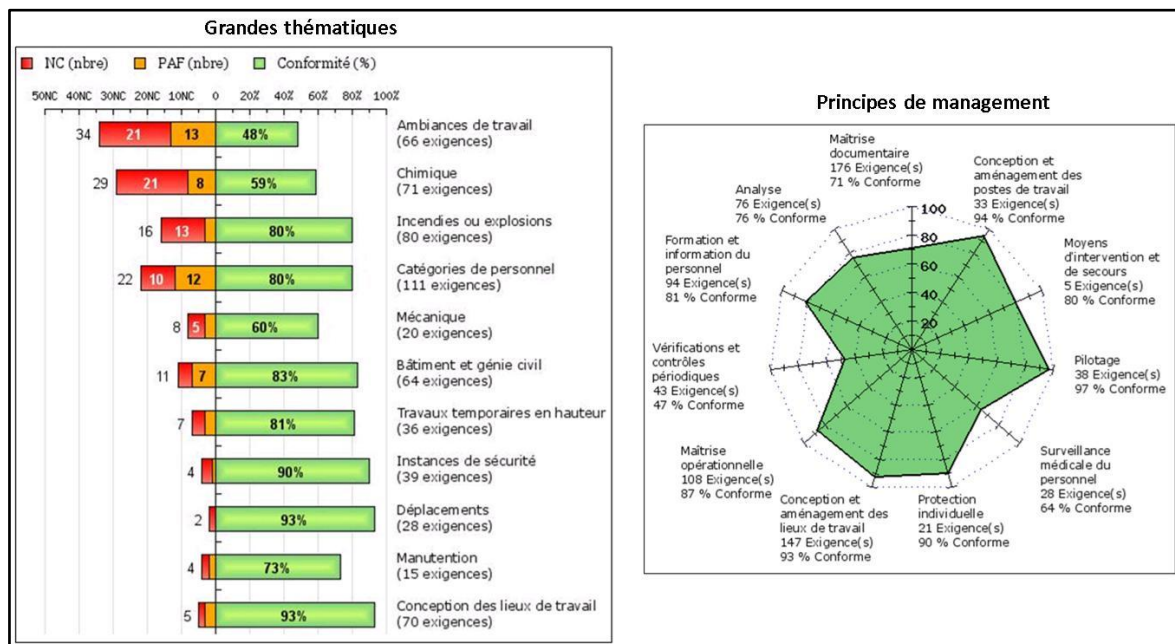


Figure 3 - Exemples de graphiques de conformité tirés de la phase d'expérimentation

L'expérimentation réalisée présente plusieurs apports directs pour chaque entreprise pilote. Chacune bénéficie notamment de la définition d'une organisation cohérente (géographique, fonctionnelle, par processus,...) et d'un diagnostic de conformité bien plus précis que ceux réalisés préalablement (évaluations internes ou externalisées auprès d'un bureau de conseil). Les préventeurs de l'entreprise, formés à l'utilisation du progiciel, se retrouvent alors en totale autonomie pour maîtriser leur conformité légale SST. Ceci est rendu possible par la mise à disposition d'outils informatiques efficaces de reporting et de suivi/gestion des plans d'actions.

Plusieurs perspectives d'amélioration restent en suspens à la fin de la rédaction du manuscrit de thèse et notamment la volonté d'amélioration de l'outil progiciel par la mise à disposition d'une base de données de fiches de jurisprudence directement liée au module d'évaluation de conformité. Aujourd'hui, une première version de ce dispositif a été mise à la disposition des entreprises pilotes. Elle comprend plus de 120 analyses de décisions de justice facilitant nettement la compréhension des enjeux liés à l'engagement de responsabilité juridique (civile et pénale) par les préventeurs et l'ensemble des managers de ces entreprises.

### **Références bibliographiques**

Audiffren, T. Rallo, JM. Guarnieri, F. Juin 2012. The contribution of case law to compliance management in Occupational Health and Safety (OHS) in France. Article présenté lors de la conférence ESREL 2012 - Helsinki. 9 p.

Bluff, L. 2003. Systematic Management of Occupational Health and Safety. National Research Centre for OHS Regulation, The National Australian University, 64 p.

Bourreau, L. Audiffren, T. Rallo, JM. Guarnieri, F. Juin 2012. The contribution of knowledge bases to compliance assessment : a case study of industrial maintenance in the gas sector. Article présenté lors de la conférence ESREL 2012 - Helsinki. 10 p.

Cambon, J. 2007. Vers une nouvelle méthodologie de mesure de la performance des systèmes de management de la santé-sécurité au travail. Thèse Mines Paristech. 289 p. Innes, J. 2009. Health and Safety auditing. Safety line Institute, Worksafe. 24 p.

Juglaret, F. Rallo, JM. Textoris, R. Guarnieri, F. Garbolino, E. 2011. The Contribution of Balanced Scorecards to the Management of Occupational Health and Safety. ESREL 2011 Annual Conference. 8 p.

Lefranc, G. Guarnieri, F. Rallo, JM. Garbolino, E. Textoris, R. Juin 2012. Does the management of regulatory compliance and occupational risk have an impact on safety culture? Article présenté à la conférence ESREL 2012 - Helsinki. 11 p.

Le Moigne, J.L. 1987. Qu'est-ce un modèle ? Publié dans "Les modèles expérimentaux et la clinique" (AMRP 1985) Confrontations Psychiatriques, numéro spécial consacré aux modèles.

## **3 Contribution de la maîtrise légales des conformités en Environnement**

Ce travail de thèse<sup>3</sup> a eu pour objectif l'amélioration de la maîtrise des conformités légales dans le domaine de l'Environnement en entreprise. Il a été conduit en partenariat avec le Centre de recherche sur les Risques et les Crises de MINES Paristech et la société Preventeo. Il est également important de noter que cette thèse a pu être menée à bien grâce à un financement du Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche.

---

<sup>3</sup> Léa Bourreau. Contribution de la dimension conformité règlementaire à la mesure de la performance des systèmes de management environnemental : Proposition d'un outil de mesure. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, Décembre 2012.

### 3.1 La problématique

Le présent travail de recherche a pour objet l'amélioration de la mesure de la performance des systèmes de management environnemental (SME) des entreprises, au travers de la proposition d'un outil de mesure innovant.

Un nombre croissant d'entreprises a recours au système de management environnemental (SME). Ce phénomène peut s'expliquer par plusieurs facteurs, et notamment, la prise en compte par l'entreprise de sa responsabilité environnementale, son souhait de légitimer sa communication relative à ses impacts environnementaux, ou encore d'être en capacité de répondre à de nouvelles contraintes économiques. Plus largement, c'est l'adhésion (sincère ou opportuniste) au concept de responsabilité sociétale des entreprises (RSE) qui est généralement avancée comme la raison principale d'adoption d'un SME. Quelles que soient leurs motivations, la mise en œuvre de SME imposent aux entreprises de repenser leur stratégie globale, et au-delà de redéfinir ce que recouvre un système de management performant.

Un SME n'a de sens que s'il est efficace et efficient, c'est-à-dire plus simplement s'il permet d'atteindre les objectifs que s'est fixée l'entreprise. En matière environnementale, la performance du SME correspond à sa capacité à gérer les incertitudes environnementales que sont :

- l'évolution de la législation et de la réglementation environnementales applicables et les investissements qu'elle induit,
- le risque d'accident écologique et ses impacts en termes de réputation de l'entreprise,
- l'évolution de la demande de comportements et produits « verts » de la part du marché (Investissement Socialement Responsable, consommateurs, banques, assurances).

La question de la performance du système appelle ainsi nécessairement celle de sa mesure.

Ainsi, parallèlement à la mise en place des SME, de nombreux outils de mesure de leur performance ont vu le jour. Ces derniers reposent classiquement sur deux processus essentiels que sont l'analyse environnementale des impacts environnementaux significatifs et l'audit de conformité environnementale (notamment réglementaire). Il peut paraître inutile d'ajouter une pierre à cet édifice relativement conséquent. Cependant, si l'étude des outils existants révèle leur variété et la richesse des solutions proposées, elle souligne tout autant leurs carences. Celles-ci tiennent notamment à la difficulté de définir la notion d'environnement (par nature particulier à la réalité géographique, temporelle, économique, etc, d'une entreprise) et à la spécificité de chaque SME (selon l'entreprise qui le définit et le met en œuvre). Chaque outil est ainsi propre au SME qu'il évalue.

La complexité, la volumétrie et l'évolution constante du droit de l'environnement imposent aux entreprises de disposer d'acteurs dotés d'une réelle compétence juridique, mais aussi de ressources suffisantes pour se consacrer à la tâche chronophage que représentent l'analyse et le suivi de la règle de droit. Or en pratique, trop peu d'entre elles possèdent ou allouent ces compétences et ressources. Le pendant de cela, est un recours fréquent des entreprises aux solutions de veille et d'audit réglementaires externalisées des cabinets de conseils, des bureaux de contrôle spécialisés. Or ces solutions couteuses favorisent la dépendance de l'entreprise, n'améliorent nullement la compétence et l'expertise environnementales des acteurs internes. En outre, bien souvent, elles ne reposent que sur des

analyses limitées d'un échantillon représentatif de l'entreprise, et n'accordent à l'audit de conformité qu'une part infime de leurs analyses<sup>4</sup>.

Au-delà, la nature des outils utilisés, bien souvent de type bureautique classique (Word, Excel), rend peu aisée la consolidation de données claires, synthétiques et fiables. Dès lors il s'avère difficile, voire impossible de comparer entre eux les indicateurs de performance des SME.

Enfin, les outils, méthodes proposés actuellement sont centrés sur l'évaluation de la performance environnementale issue de l'analyse environnementale (AE) pour mesurer la performance globale du SME. Ils sous-exploitent ainsi les résultats issus de l'audit environnemental de la conformité des pratiques de l'entreprise avec les exigences environnementales applicables (notamment les exigences légales et réglementaires), alors qu'en pratique la majeure partie des actions engagées par les entreprises en matière environnementale reposent sur des obligations édictées par le droit de l'environnement.

Le présent travail de recherche repose ainsi sur le postulat qu'il est possible d'améliorer la mesure de la performance des SME, en développant un outil de mesure qui permette des analyses de performance comparatives et qui puisse être utilisé par tout type d'entreprise, et ce, en dépassant la vision réductrice des indicateurs de performance issus de la maîtrise de la conformité. La solution retenue propose une mesure basée sur l'exploitation rééquilibrée des résultats issus de l'analyse environnementale (AE) et de l'audit de conformité.

## 3.2 Les principaux résultats

L'opérationnalisation a consisté à implémenter les progiciels Preventeo® selon les principes du modèle de mesure de la performance des SME proposé.

Ce modèle est dit « enrichi » en ce qu'il repose sur l'optimisation des processus classiques de mesure de la PSME, que sont l'analyse environnemental (AE) et l'audit de conformité, en vue de les rendre plus simple à utiliser, plus homogènes, et plus parlants. L'outil proposé repose ainsi sur l'association de processus classiques et innovants interreliés, essentiellement mis en œuvre par des acteurs internes de l'entreprise.

Les processus classiques sont la veille du périmètre environnemental de l'entreprise, l'évaluation environnementale de ses activités, la définition et le suivi d'un plan d'actions environnementales, et enfin l'extraction d'un *Reporting* environnemental. Les processus innovants consistent en :

- une schématisation de l'organisation visant à représenter les différents échelons de responsabilité managériale relatifs à l'animation du SME, les spécificités géographiques de l'organisation (sites, établissements, etc), ainsi que ses différentes activités. Ce processus préliminaire conditionne la prise en compte par l'outil de mesure des spécificités du SME, ainsi que la possibilité de réaliser une consolidation et un *benchmark* des résultats des différents niveaux de l'organisation évalués ;

---

<sup>4</sup> Une étude menée par le CRC, Preventeo et l'AFNOR en 2012, en matière de maîtrise de la conformité en santé sécurité au travail, qui révèle que moins de 10% du temps dédié à l'audit de certification est en pratique consacré par les certificateurs à l'évaluation de la conformité réglementaire.

- le traitement des bases de connaissances : c'est sur ce processus que repose le principal apport de la solution proposée. Une méthodologie originale de traitement des dispositions réglementaires permet de passer de données brutes (un texte réglementaire) à une base de connaissances intelligible par des non experts et source d'indicateurs nombreux sur la conformité réglementaire de l'organisation, mais aussi sur ses performances environnementales ;
- la mise en relation des résultats de l'analyse environnementale et de la gestion de la conformité : certaines informations rattachées aux exigences réglementaires sont également rattachées aux étapes clefs de l'analyse environnementale des impacts environnementaux significatifs. De ce fait des indicateurs croisant les résultats des deux dispositifs de mesure (AE et audit) peuvent être dégagés. Là où la plupart des outils de mesure cumulent de manière décorrélée les résultats de ces dimensions, la solution proposée permet de les envisager de manière complémentaire.

Le résultat opérationnel du présent travail de recherche consiste en la mise à disposition de l'ingénierie du modèle de mesure de la performance des SME enrichi à six entreprises pilotes. L'outil a vocation à être utilisé de manière autonome par les acteurs internes de l'entreprise. Il s'articule en six modules principaux.

Le premier module permet d'implémenter les bases de connaissances des différents modules utilisés. Cet éditeur, utilisé pour créer l'ensemble des bases proposées dans le cadre des expérimentations, peut également être mis à la disposition des acteurs internes de l'entreprise (par exemple pour créer des référentiels spécifiques à l'entreprise). L'éditeur permet de créer une classification thématique, d'y rattacher des textes, ainsi que des exigences, et d'élaborer des questionnaires d'évaluation de la conformité, selon les principes du modèle de traitement des bases de connaissances.

Le deuxième module correspond à l'outil de paramétrage de la plateforme. Il permet aux utilisateurs de réaliser un découpage organisationnel de leur entreprise (selon un mode géographique, par activités, ou mixte...). A cette étape, sont définis les niveaux d'évaluation de la conformité et d'analyse environnementale. C'est sur la base de cette arborescence organisationnelle que pourra être réalisé un *reporting* consolidé ou détaillé, au terme des évaluations.

Le troisième module permet de définir le périmètre réglementaire applicable aux différents niveaux de l'organisation. Chaque entité de l'organisation définit au sein d'une unique base réglementaire les thématiques lui étant applicables. La plateforme déduit alors automatiquement le nombre de textes et d'obligations réglementaires applicables en fonction de ce périmètre thématique. La sélection des thématiques par un acteur en interne est facilitée par l'association de fiches thématiques précisant en des termes clairs le champ d'application de chaque thématique. Ce module est associé à une alerte réglementaire informant automatiquement et périodiquement chaque acteur des nouveaux textes réglementaires le concernant, ou des mises à jour des questionnaires d'évaluation de la conformité, sur la base du périmètre réglementaire préalablement défini. Une analyse commentée des obligations de chaque texte est proposée.

Le quatrième module propose un référentiel d'évaluation de la conformité paramétré en fonction des thématiques réglementaires précédemment sélectionnées. Des questionnaires d'évaluation de la conformité interactifs permettent aux acteurs d'évaluer leur niveau de maîtrise des obligations réglementaires et d'identifier avec précision les obligations leur étant

effectivement applicables (en tenant compte des conditions d'application de chaque disposition réglementaire). Chaque obligation réglementaire est traduite en des termes clairs et donne lieu à une question. Chaque réponse est associée directement à un plan d'actions. Lors de l'évaluation d'une question, l'utilisateur peut compléter simultanément des actions non-conformes. Ainsi, au terme de l'évaluation, l'utilisateur peut générer automatiquement et quasi instantanément un plan d'actions complété de mise en conformité, ainsi qu'un *reporting* de ses résultats de conformité.

Le cinquième module permet de réaliser l'enregistrement de l'analyse environnementale (AE). Cet outil est préalablement paramétré pour tenir compte de la méthodologie d'AE propre à l'entreprise. L'ensemble des entités d'une même organisation est tenu de réaliser l'AE selon cette unique méthode. L'outil consiste essentiellement en une grille d'enregistrement décrivant les différentes étapes de la méthodologie d'AE de l'entreprise. Outre l'homogénéisation des évaluations réalisées, l'intérêt de ce module réside dans l'adjonction automatique d'informations complémentaires sur certaines étapes charnières de l'AE (par exemple, les principes de management, les milieux et domaines visés par une barrière préventive), et l'utilisation d'un progiciel permettant d'automatiser le *reporting* lié. Au terme de l'analyse, l'utilisation de l'outil permet de dégager automatiquement un plan d'actions complété, ainsi que des indicateurs détaillés et synthétiques des performances environnementales de l'entreprise. L'adjonction des informations complémentaires permet en outre de lier les résultats de l'AE et de la conformité (par exemple : identifier les écarts en terme de périmètre suivis au titre de l'audit et de l'AE, gérer des actions redondantes, etc).

Enfin, le sixième module permet de gérer le plan d'actions, qui synthétise les actions issues de l'audit de conformité et de l'AE. Si ces actions peuvent être complétées simultanément aux évaluations, il est également possible de gérer le plan d'actions dans un second temps, de manière autonome. La mise à jour des actions permet de mettre à jour l'ensemble des modules de la plateforme, et ainsi les résultats de l'évaluation de conformité et d'AE.

### 3.3 La démarche

La démarche méthodologique s'est structurée schématiquement en trois étapes.

Dans un premier temps, une étude préliminaire théorique et pratique relative à la problématique du SME et de la mesure de sa performance a permis d'établir un état de l'art relatif au système de mesure de la performance du SME. Un panorama des pratiques actuelles des entreprises pour la mesure de la performance de leur SME a permis de révéler les carences des outils et méthodes utilisés. Cette analyse générale a mis en exergue la sous-exploitation de la dimension conformité dans la mesure de la performance du SME.

Dans un deuxième temps, une étude approfondie de la bibliographie relative aux notions de conformité et de *compliance*, a permis de formuler le postulat de départ : l'amélioration de la mesure de la performance des SME est possible au travers de l'optimisation de la mesure de sa dimension conformité. Cette dernière semble en effet constituer la dimension commune à la multitude des SME adoptés par les entreprises.

Sur la base de ce postulat, un modèle de système de mesure de la performance du SME axé sur une exploitation optimale de la dimension conformité a été développé. Il repose

ainsi, sur l'identification des processus essentiels et classiques d'un système de mesure de la performance du SME, puis de processus novateurs permettant d'enrichir ce dispositif.

Ces derniers visent à améliorer le système de mesure de la conformité réglementaire et les données qui peuvent être exploitées en sortie aux niveaux du plan d'actions et du *reporting*, et à proposer un support d'enregistrement de l'analyse environnementale qui permette d'homogénéiser les méthodes, de consolider les résultats plus simplement et d'enrichir l'analyse en la croisant avec les résultats issus de la mesure de la dimension conformité. Ce modèle propose un système de mesure de la performance favorisant la gestion autonome des processus par les acteurs internes de l'entreprise grâce à l'utilisation d'un progiciel dédié.

La démarche de modélisation consiste à décrire les modèles des processus de traitement des bases de connaissances, de découpage organisationnel, de veille réglementaire, d'évaluation de la conformité réglementaire, d'analyse environnementale, de plans d'actions et de *reporting*, puis l'organisation de ces derniers au sein d'un système dynamique de mesure de la performance du SME enrichi.

La troisième étape constitue l'opérationnalisation du modèle au travers des progiciels Preventeo®, puis sa mise à l'épreuve au travers d'une expérimentation de terrain de l'outil développé.

L'opérationnalisation a également consisté à définir et construire les bases de connaissances exploitées par les modules de la plateforme Preventeo® a été réalisée. Cette implémentation a été réalisée tout au long de la durée du présent travail de recherche et a porté sur :

- la définition et le développement des bases de connaissances relatives à l'analyse environnementale,
- la définition et le développement d'une base de données réglementaire en environnement (classification thématique, liste des textes liés (plus de 26 000 textes), extraction de plus de 15 000 exigences),
- la création et l'actualisation des référentiels d'évaluation de conformité réglementaire (plus de 180 questionnaires d'audit),
- la réalisation de la veille réglementaire en environnement.

Une première année a été nécessaire à la construction de la première version des bases de données réglementaires en environnement. L'actualisation et l'amélioration de ces dernières ont ensuite été réalisées parallèlement à la conduite de l'expérimentation de l'ingénierie sur le terrain. Au terme des expérimentations de l'outil par les entreprises pilotes, une analyse critique des résultats de l'expérimentation a permis de dégager les apports, limites et perspectives d'amélioration de la solution développée.

### **3.4 Le bilan des expérimentations « terrain »**

L'expérimentation a été réalisée en deux phases principales. La première phase a consisté à valider le modèle de traitement des bases de données réglementaires, qui conditionne la majeure partie des autres processus du modèle de mesure de la performance du SME enrichi. La seconde et principale phase de l'expérimentation a consisté à vérifier la



pertinence du modèle de mesure dans son ensemble au travers de la mise à disposition de l'ingénierie aux entreprises pilotes.

L'expérimentation de la portabilité du modèle de traitement des bases de données réglementaires à l'ensemble des exigences impactant l'entreprise engagée dans un SME a révélé que le module d'édition de référentiel permet de construire un dispositif de mesure de la conformité réglementaire claire, exhaustif et structuré, tel qu'envisagé dans le cadre du modèle de traitement des bases de connaissances réglementaires. Néanmoins, il apparaît que l'utilisation du module par des juristes offre, outre des gains de temps non négligeables, plus de rigueur et de complétude au référentiel développé. Ceux-ci ont dès lors un rôle non négligeable dans le niveau d'enrichissement du système de mesure de la dimension conformité réglementaire.

La seconde phase d'expérimentation du modèle de traitement des bases de connaissances a été réalisée au travers d'une confrontation de ce dernier à des disciplines réglementaires différentes, voire plus complexe que le droit de l'environnement, afin d'en valider la généralisation à tout type de référentiel. Une expérimentation portant sur la sécurité industrielle (SI) en matière de maintenance du réseau gazier d'un acteur majeur de la distribution de gaz en France a permis de répondre positivement à l'hypothèse initiale de portabilité du modèle de traitement des bases de connaissances à d'autres dispositifs réglementaires que le droit de l'environnement.

Concernant la validation de l'opérationnalisation du modèle de système de mesure de la performance du SME enrichi au travers de modules progiciels de la plateforme Preventeo®, une expérimentation a été réalisée sur près de trois années auprès de six entreprises. Ces dernières ont pour seul point commun d'être organisées autour de différents sites géographiques (elles comptent de 2 à plus de 500 sites). Ces entreprises pilotes sont de tailles différentes (de 600 à 20 000 salariés), sont issues de secteurs d'activités variés (aéronautique, transport aérien, production d'énergie, conception et maintenance d'infrastructures liées à l'énergie, gestion d'aéroports, technologies de communication). Les modalités de déploiement de l'outil apparaissent similaires d'une entreprise à l'autre et se distinguent essentiellement selon qu'elles ont été réalisées au travers d'un accompagnement sur le terrain ou d'une assistance à distance. Chaque expérimentation représente au minimum une année d'utilisation de la plateforme par entreprise. Bien qu'une attention particulière soit portée aux évaluations périodiques de conformité réglementaire, l'expérimentation porte également sur la conduite d'analyse environnementale en continu.

Au terme de l'expérimentation de terrain, la solution de mesure de la performance du SME proposée offre une vision renouvelée de l'apport de la dimension conformité au sein de ces dispositifs de mesure. L'analyse des résultats permet de conclure à la validité :

- du traitement des bases de connaissances, notamment comme vecteur d'optimisation de la mesure de la dimension conformité ;
- de l'utilisation d'une solution progiciele, en termes de gain de temps, mais aussi pour homogénéiser les évaluations et fiabiliser les résultats qui en découlent ;
- d'une solution de mesure utilisable par le plus grand nombre et une grande variété d'acteurs ;
- de l'ingénierie développée au niveau de son contenu, et de sa forme. L'outil peut être utilisé de manière autonome par des acteurs internes de l'entreprise. Ceci tend à confirmer les choix opérés concernant les modes d'accompagnement/d'encadrement

des utilisateurs de l'outil. Enfin, l'outil apparaît cohérent avec la mise en œuvre des techniques classiques d'investigation de l'audit de conformité.

Concernant le processus principal du modèle, le traitement des bases de connaissances, l'expérimentation confirme qu'il offre de multiples possibilités d'enrichissement du système de mesure de la performance du SME, notamment :

- la construction méthodique de référentiels d'évaluation de la conformité qui soient clairs, exhaustifs, et suffisamment riches en information pour qu'un non expert puisse auto-évaluer la conformité de l'entreprise ;
- la génération de plans d'actions exhaustifs, précis, compréhensibles, et permettant de définir de manière éclairée des priorités d'actions ;
- la possibilité d'établir des interrelations entre les résultats du plan d'actions de mise en conformité et celui issu de l'analyse environnementale (AE identification des IES) ;
- la définition du périmètre réglementaire applicable obligation par obligation, et non plus thème par thème, ou au mieux texte par texte (comme fréquemment en pratique), en tenant compte de l'ensemble des conditions d'applicabilité des différentes dispositions d'un même texte ;
- la construction d'indicateurs détaillés sur la maîtrise des obligations réglementaires d'une thématique donnée, mais également pour un principe de management spécifique, ou encore relative à la maîtrise d'un document obligatoire particulier, ou relevant d'un type de service. Au-delà, ce modèle de traitement des bases de connaissances permet d'élaborer des indicateurs de synthèse de la maîtrise de la dimension conformité du SME plus riche que la seule précision du montant des amendes prononcées à l'encontre de l'entreprise sur une période donnée. En effet, le niveau de détail de l'analyse des textes conjugué aux différentes informations associées aux exigences permettent de réaliser un *benchmark* entre les différentes entités d'une même entreprise.

Enfin, l'expérimentation révèle des apports directs pour l'entreprise utilisatrice, notamment :

- l'utilisation de la solution favorise la montée en compétence des acteurs internes ;
- une formalisation du SME sous l'effet de l'utilisation de l'outil ;
- l'homogénéisation des méthodes et supports de mesure de la performance du SME du fait de l'utilisation de l'outil (ceci offrant des possibilités de *Benchmark* interne notamment).

Plusieurs perspectives d'amélioration de l'ingénierie et du modèle étaient envisagées. A l'heure actuelle, l'essentiel des recherches concerne le renforcement des interrelations entre les résultats des évaluations de la dimension « conformité » et de la dimension « analyse environnementale », l'adaptation de la forme et du contenu du *Reporting* aux modes de communication environnementale externe des entreprises, et l'enrichissement des indicateurs proposés pour le pilotage de la stratégie environnementale de l'entreprise en interne. Des projets sont actuellement en cours de développement ou d'expérimentation. Ainsi, une solution permettant de lier les analyses environnementales aux évaluations de conformité vient d'être récemment mise à la disposition d'entreprises pilotes. Cette ingénierie devrait notamment, favoriser la prise en compte réelle de la maîtrise de la conformité lors de la cotation de la significativité d'un impact environnemental, mais également souligner les écarts entre les analyses issues de la l'audit de conformité et de l'analyse environnemental.

## **Références bibliographiques utiles**

Audiffren, T. Rallo, JM. Guarnieri, F. Juin 2012. The contribution of case law to compliance management in Occupational Health and Safety (OHS) in France. Article présenté lors de la conférence ESREL 2012 - Helsinki. 9 p.

Bourreau, L. Audiffren, T. Rallo, JM. Guarnieri, F. Juin 2012. The contribution of knowledge bases to compliance assessment : a case study of industrial maintenance in the gas sector. Article présenté lors de la conférence ESREL 2012 - Helsinki. 10 p.

Dohou-Renaud A., Le système de management environnemental comme moyen de contrôle de la déclinaison et de l'émergence des stratégies environnementales, Université de Poitiers, Thèse de doctorat en sciences de gestion, soutenue en novembre 2009, p. 279-281.

## **4 Apports de l'analyse de la conformité réglementaire, de l'analyse des risques professionnels et de l'évaluation du climat de sécurité à la construction de la culture de sécurité**

Ce travail de recherche<sup>5</sup> s'est déroulé dans le cadre d'une convention CIFRE (Conventions Industrielles de Formation par la Recherche) de l'ANRT (Agence nationale de la recherche et de la technologie) entre l'entreprise Preventeo et le centre de Recherche sur les Risques et les Crises (CRC) de MINES ParisTech. Il s'agit de définir le concept de culture de sécurité et de le caractériser à l'aide de trois facteurs interreliés : la conformité, l'analyse des risques et le climat sécurité.

### **4.1 La problématique de la thèse**

Depuis plus de vingt ans la « culture de sécurité » est à l'agenda de la recherche dans le domaine des sciences du risque et du danger. Il y a moins de dix ans, elle a fait une timide entrée au sein des entreprises. Depuis, ces dernières semblent lui porter de l'intérêt et le nombre de diagnostics « culture de sécurité » ne cesse de croître même si peu de résultats témoignent des apports des dispositifs mis en œuvre.

Le terme de « culture de sécurité » s'est installé suite à la catastrophe de Tchernobyl (1986). Il a été l'élément majeur retenu pour expliquer le drame. Depuis, il a connu de très nombreux développements et les définitions ne manquent pas.

Face au maquis de définitions, nous avons repris celle, formulée en 1993, par l'Advisory Committee on the Safety of Nuclear Installation (ACSNI) qui définit la culture de sécurité comme « *le produit des valeurs individuelles et de celle du groupe, des attitudes, des perceptions, des compétences et des types de comportements qui déterminent l'engagement, le style et la maîtrise du système de management de la santé et de la sécurité au Travail de l'organisation*<sup>6</sup> ».

---

<sup>5</sup> Lefranc G., 2012, Apports de l'analyse de la conformité réglementaire, de l'analyse des risques professionnels et de l'évaluation du climat de sécurité à la construction de la culture de sécurité. Thèse MINES ParisTech, décembre 2012.

<sup>6</sup> « *The safety culture of an organisation is the product of individual and group values, attitudes, perceptions, competencies and patterns of behaviour that determine the commitment to, and the style and proficiency of, an organisation's health and safety management* » (ACSNI, 1993) Notre traduction.

Cette définition a retenu notre attention, car tout en étant simple, elle souligne l'extrême complexité du terme en mettant en avant ses principaux facteurs explicatifs. Ils sont ici au nombre de trois. Le « facteur organisationnel » qui rend compte de l'engagement, du style et de la maîtrise du système de management de la sécurité. Le facteur « comportemental » qui analyse les types de comportement dans l'entreprise. Et enfin, le facteur « psychologique » qui traduit les valeurs, les attitudes et les perceptions.

Cette définition montre que la culture de sécurité ne se limite pas à la simple étude du facteur psychologique. Aujourd'hui de nombreux travaux de recherches n'évaluent la culture de sécurité qu'à travers ce facteur (ce sont souvent des questionnaires de climat de sécurité qui sont utilisés. Il faut donc aller au-delà de la simple évaluation du climat et intégrer l'ensemble des facteurs pour évaluer la culture de sécurité.

Cette définition bien qu'elle détaille les facteurs explicatifs, ne nous éclaire pas sur le poids de chacun à la caractérisation de la culture de sécurité d'une entreprise ou mieux sur les relations qu'ils entretiennent les uns par rapport aux autres. Ainsi des questions telles que : le facteur psychologique est-il plus important que le facteur organisationnel dans la construction de la culture de sécurité ? Le facteur comportemental est-il influencé par le facteur organisationnel ? etc ... restent sans réponses.

Ce constat a donc conduit à le poser comme la problématique de ce travail de recherche. Elle vise donc à étudier les facteurs explicatifs de la culture de sécurité et à expliciter, tant que faire se peut, le poids de chacun à l'évaluation du niveau de culture d'une entreprise en matière de sécurité. Cet effort nous conduit naturellement à tenter d'identifier des relations (interrelations) entre les facteurs qui a priori ne sont pas avérées et qui dans tous les cas n'ont pas fait l'objet de questionnements significatifs de la part de la communauté scientifique.

## **4.2 Les principaux résultats**

La problématique de recherche pour trouver un écho en entreprise se doit d'être déclinée en enjeu opérationnel. Cet enjeu est celui de la conception, du développement et du déploiement d'une méthodologie originale d'évaluation de la culture de sécurité au sein d'une entreprise.

La culture de sécurité est ici limitée au champ de la santé et de la sécurité au travail (SST). Cependant, nos travaux visent à traiter le sujet d'un point de vue global tel que précisé par la norme ISO 31000 dédiée au management des risques (Motet, 2009).

Cette méthodologie s'articule selon les trois facteurs explicatifs énoncés précédemment, et très largement décrits par les travaux de Cooper (2000) repris par le Health and Safety Executive (2005).

Poser comme hypothèse la relation entre les facteurs n'est pas suffisante. L'énoncé doit être dépassé et une voie (une piste, une solution...) doit être avancée afin de démontrer la relation entre les facteurs et au final leurs apports conjoints à la culture de sécurité en SST.

Le parti a été pris de conduire un effort de « réduction ». Ainsi, chaque facteur explicatif a été relié à un processus « concret » de la gestion des risques. Le terme de

« processus » est repris d'un référentiel AFNOR<sup>7</sup> qui le définit comme un « ensemble d'activités corrélées qui transforme des éléments d'entrée en éléments de sortie ». Cet effort de réduction du facteur explicatif à un processus est un moyen de le confronter directement au terrain, d'être en mesure de collecter des données et de les relier les unes aux autres. Le choix d'association entre les facteurs explicatifs et les processus s'est établi de manière empirique largement discutable force est d'en convenir. Cela constitue néanmoins, une solution qui nous est apparue acceptable au regard des objectifs poursuivis.

Le pari de ces travaux a donc été d'associer chaque facteur à un processus clé de gestion de la sécurité. Ainsi :

- le facteur organisationnel est relié au processus d'analyse de la conformité réglementaire,
- le facteur comportemental est couplé au processus de l'analyse des risques,
- le facteur psychologique est relié au processus de « climat sécurité ».

Un travail de mise en relation a été effectué afin d'établir des interrelations entre les différents processus. Ainsi, deux ensembles homogènes de variables ont été mis en évidence à travers les « principes de management » et les « familles de risques » (Lefranc, 2012b). Malgré des finalités différentes, il est donc possible de « relier » les modèles de processus. La figure 4 représente le système de modèles d'évaluation de la culture de sécurité composé de trois processus reliés par des ensembles homogènes de variables.

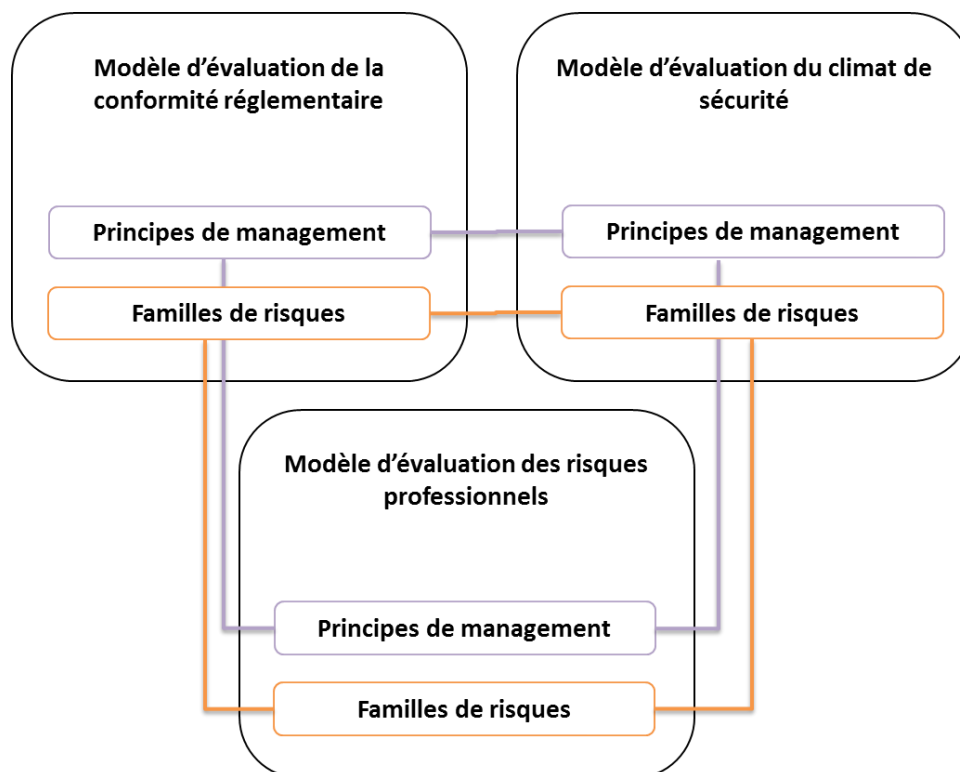


Figure 4 : Système de modèles d'évaluation de la culture de sécurité et interrelations existantes

<sup>7</sup> Référentiel NF ISO EN ISO 9000 :2005

### 4.3 La démarche mise en œuvre

L'ambition de ce travail de recherche vise à augmenter le niveau de connaissances sur les liens existants entre les différents facteurs explicatifs de la « culture de sécurité » afin de mieux caractériser et évaluer celle-ci.

Il s'agit donc au-delà de l'élaboration d'un système de modèles innovants, d'expérimenter ce système de modèles d'évaluation de la culture de sécurité afin de proposer une méthodologie d'évaluation fondée sur un système de modèles qui traduit et étudie les interrelations entre les processus retenus pour caractériser les facteurs explicatifs de la culture de sécurité.

Le projet d'expérimentation a pu se dérouler sur deux sites industriels d'une entreprise partenaire. Ce partenaire industriel est parmi les leaders des groupes cosmétiques mondiaux. L'expérimentation du système de modèles s'est déroulée de la manière suivante (figure 5) :

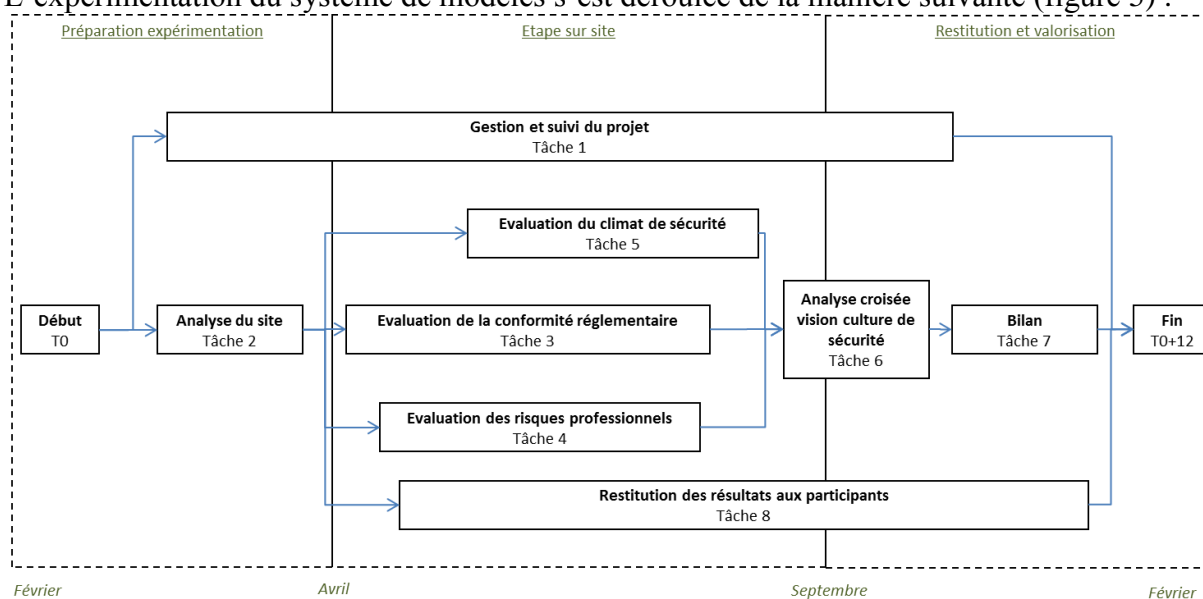


Figure 5 : Planning du projet d'expérimentation sur les sites pilotes

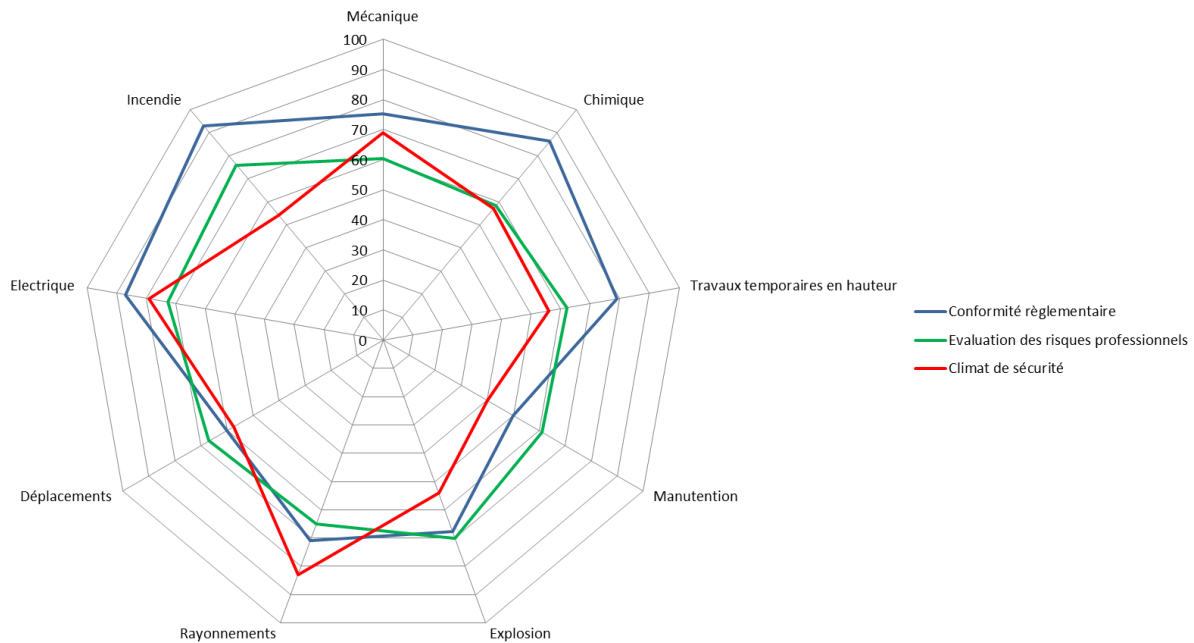
Un comité de suivi a mené le projet de l'expérimentation du début à la fin. L'expérimentation a commencé par une étude de l'existant de chacun des sites pilotes (Tâche 2). Une fois ce bilan dressé, le déploiement de l'évaluation de chacun des processus a été déployé (Tâche 3, 4 et 5). Les résultats de chacun des processus ont été croisés afin de donner une vision globale de la culture de sécurité des sites pilotes (Tâche 6). Un bilan de l'expérimentation (Tâche 7) a été fait pour chacun des sites afin de donner les résultats issus du système de modèles d'évaluation de la culture de sécurité. Tout au long de l'évaluation de chacun des processus de nombreuses restitutions des résultats partiels ont été donnés au comité de suivi et à la direction Environnement Hygiène et Sécurité du partenaire industriel (Tâche 8).

### 4.4 Les résultats des expérimentations « terrains »

L'expérimentation du système de modèles a permis de montrer l'intérêt d'étudier différents processus afin de caractériser la culture de sécurité d'une entreprise. Les résultats de l'expérimentation ont été donnés pour chacun des processus puis un travail de consolidation des données a permis de présenter les résultats par variables homogènes

(familles de risques et principes de management). Cette vision croisée à partir des interrelations entre les modèles permet de mettre en avant différents points intéressants pour l'analyse et l'amélioration de la performance des sites pilotes.

Par exemple si l'on regarde les résultats expérimentaux du site pilote 1 (Lefranc, 2012a), on peut s'apercevoir en regardant les résultats par « familles de risques » que les différents processus évalués donnent des seuils de maîtrise bien différents (figure 6).



**Figure 6 : Résultats de chacun des modèles pour l'ensemble homogène de variables « familles de risques »**

En effet, on peut remarquer par exemple que la partie « chimique » donne un résultat (à première vue) de bonne maîtrise réglementaire (près de 90%). Cependant l'analyse des autres processus montre d'autres éléments intéressants pour l'analyse. L'évaluation des risques professionnels montre un risque moyennement maîtrisé. Cela s'explique par la présence de nombreuses situations à risques élevés essentiellement dues à la présence de certains produits chimiques dangereux. Le « climat de sécurité » affiche une perception « moyenne » du risque chimique par les collaborateurs de l'entreprise. Pour comprendre cette différence de ressenti entre le « prescrit » (cadre réglementaire) et le « réel » (Évaluation des risques professionnels aux postes et évaluation du climat de sécurité des collaborateurs), une analyse sur les résultats de la conformité réglementaire a été menée. Il se trouve en effet que sur les 10% des non conformités réglementaires, certaines non conformités sont majeures comme notamment l'absence d'évaluation du risque chimique ou l'absence de fiche individuelle d'exposition. Ces non conformités majeures expliquent en partie le ressenti et les résultats moyens qui ressortent des deux autres processus. Les interviews menées par la suite auprès du service Environnement, Hygiène et Sécurité confirmeront ce résultat.

Chacune des variables ainsi analysées ont permis de déterminer différents axes d'améliorations possibles pour le site en matière de Santé, Sécurité du Travail. L'évaluation de la culture de sécurité à travers un système de modèles permet de visualiser la situation d'un site dans son ensemble et donne une vision plus globale afin de donner des axes d'améliorations mieux ciblés pour l'entreprise qu'une simple évaluation du climat de sécurité.

La méthodologie ainsi conçue est destinée à toutes les entreprises publiques ou privées (quelle que soit leur branche d'activité). Elle se propose :

- d'assister les entreprises à diagnostiquer l'état de la conformité réglementaire,
- d'assister les entreprises à diagnostiquer l'état de l'évaluation des risques professionnels,
- d'assister les entreprises à diagnostiquer l'état du « climat de sécurité »,
- d'aider à la réflexion concernant les interactions existantes entre les différents processus évalués,
- de donner une vision globale de la « culture de sécurité » à travers les relations entre les trois facteurs explicatifs,
- d'aider à la prise de décision, à la mise en œuvre et au suivi de plans d'actions afin de réduire les risques identifiés,
- de permettre aux entreprises de se réévaluer et d'intégrer cette méthodologie de façon pérenne dans leurs pratiques.

En aucun cas la méthodologie développée ne prétend donner des réponses toutes faites aux problèmes qui peuvent se poser. L'expérimentation, conduite avec une entreprise partenaire a permis d'effectuer un retour d'expérience sur la méthodologie proposée afin d'en identifier les forces et les axes de progrès.

### **Les références bibliographiques**

Advisory Committee on the safety of Nuclear Installations (ACSNI) (1993) - Study Group on Human Factors, Third report: Organising for Safety. *HSMO, London*. 100p.

Association française de normalisation (AFNOR), (2008) - Norme ISO 9001 : Systèmes de management de la qualité. *Afnor Editions*. 30 p.

Cooper, M.D (2000) - Toward a model of safety culture. *Safety science* 36, 111-136.

Health and Safety executive (2005) – A review of safety culture and safety climate literature for the development of the safety culture inspection toolkit. *Research report 367*. 38p.

Lefranc, G. (2012a) - Apports de l'analyse de la conformité réglementaire, de l'analyse des risques professionnels et de l'évaluation du climat de sécurité à la construction de la culture de sécurité. *Thèse Mines ParisTech*.

Lefranc, G., Guarnieri, F., Rallo, JM., Garbolino, E.,Textoris, R. (2012b) – Does the management of regulatory compliance and occupational risk have an impact on safety culture ?. *Proceedings of ESREL 2012 - PSAM11 & ESREL 2012, Helsinki : Finlande*.

Motet, G. (2009) – La norme ISO 31 000, 10 questions. *Les cahiers de la sécurité industrielle FonCSI*. 19 p.

Simard, M., Daniellou, F., Boissières I. (2009) - Les facteurs humains et organisationnels de la sécurité industrielle : un état de l'art. *Rapport de recherche ICSI*. 123 p.



## 5 Contribution des ontologies à la création de bases de connaissances pour la maîtrise des conformités réglementaires en santé, sécurité au travail et environnement

Le travail<sup>8</sup> de recherche mené en partenariat avec la société Preventeo et le CRC de MINES ParisTech a visé à proposer un modèle de formalisation des connaissances pour la gestion de la Santé-Sécurité au Travail. Il s'est principalement appuyé sur le recours au concept d'ontologie.

### 5.1 La problématique de la thèse

La "Santé Sécurité au Travail" (SST) est au cœur des politiques d'entreprise et la judiciarisation de la société concourt à une inflation du nombre de textes réglementaires publiés chaque année.

Les préventeurs sont donc confrontés au traitement croissant de données afin de rester en conformité. Ils se forment au droit et s'entourent de compétences interne (direction juridique) ou externe (bureaux de contrôle et de conseil) et se dotent de systèmes d'information. C'est systèmes derniers sont principalement des bases de données de "veille juridique" proposant des textes réglementaires accompagnés de commentaires. L'ensemble de ces données demeure complexe à interpréter et à exploiter en raison du nombre croissant de textes, de l'expertise nécessaire à fin de les comprendre et de la difficulté à s'assurer qu'ils concernent les activités de l'entreprise.

Ce besoin peut être satisfait par le recours aux modèles et méthodes de l'intelligence artificielle. Parmi ceux-ci, les concepts d'ontologies et de bases de connaissances ont été retenus.

Sans entrer dans les détails, on peut définir une ontologie comme un modèle d'un domaine particulier de connaissances réalisé dans un but précis (Bachimont, 2000 ; Guarino, 1998 ; Gruber, 1993). Utilisée principalement pour la formalisation des connaissances, une ontologie permet également de définir un langage commun entre un système informatique et une communauté d'acteurs (i.e. les préventeurs). Une base de connaissances est un ensemble de connaissances spécifiques à un domaine donné exploitable par l'outil Informatique.

### 5.2 Les principaux résultats

Une ontologie spécifique a été développée, celle-ci couvre les domaines de la Santé, Sécurité au Travail (SST) et Environnement (ENV), en particulier sur la gestion des conformités réglementaires. Cette ontologie se propose de définir une modélisation des connaissances de ce sous-domaine.

Couplé à cette ontologie, un outil de reconnaissance des exigences réglementaires a été développé. Utilisant les connaissances disponibles dans l'ontologie, l'outil propose de « lire » un texte et de notifier par un jeu de couleurs tous les éléments importants permettant

---

<sup>8</sup> Vignon J., 2013. Contribution des ontologies à la création de bases de connaissances pour la maîtrise des conformités réglementaires en santé, sécurité au travail et environnement. Thèse MINES ParisTech, décembre 2013.

la prise de décision sur la création d'exigences. Le principal intérêt de l'outil réside dans la vitesse d'exécution. Là où un expert est dans l'obligation de lire le texte pour vérifier la présence d'exigences réglementaires et implique donc un certain coût en ressources de temps, l'outil permet ce traitement en quelques secondes et propose donc une première lecture du texte pour faciliter le travail de l'expert.

Enfin, pour formaliser la création des connaissances du domaine, un outil de création de bases de connaissances a été développé : Cogniteo®. Cet outil, intégré au sein de la plateforme Preventeo®, formalise la création des connaissances selon le modèle proposé par M. Thomas Audiffren (Audiffren, 2012). L'outil est déployé au sein de l'équipe Preventeo mais l'outil a pu être expérimenté par une entreprise désireuse de renseigner ses propres questionnaires de conformité.

Cette expérimentation a ainsi pu démontrer le caractère opérationnel du système de création de bases de connaissances par des experts du domaine.

### **5.3 La démarche mise en œuvre**

Trois différentes phases sont retenues. En premier lieu, il a été nécessaire de réaliser un état de l'art sur le concept d'ontologies. Quels sont les bénéfices, les méthodes de construction, les travaux dans les domaines de la SST et ENV (Despres, 2007) mais aussi plus largement dans le domaine de la gestion des risques. Cette première étape pose les bases des travaux à venir en termes de construction de l'ontologie mais aussi des outils à développer pour une opérationnalisation des connaissances. Différentes études ont été menées pour définir les méthodes disponibles et sélectionner la plus adéquate pour les besoins de ce travail de recherche. Aussi, les outils ont été listés et évalués toujours en vue de sélectionner l'outil adéquate.

Dans un deuxième temps, la construction de l'ontologie a été réalisée. La création de cette ontologie est effectuée depuis une méthode développée au sein de l'université de Stanford en collaboration avec un expert du domaine à l'aide du logiciel Protégé®. Cette ontologie, proposant 9 niveaux de classification des informations, détaille et définit clairement chaque entité afin d'éviter les ambiguïtés sémantiques (7). Dans le même temps, l'outil de reconnaissances des exigences réglementaires a été réalisé.

Enfin, la troisième phase consiste à l'opérationnalisation de la méthode de création des connaissances au sein d'un système complet de gestion des risques, la plateforme Preventeo. Au travers de l'outil Cogniteo®, les utilisateurs sont alors en charge de créer les connaissances pouvant être exploités au sein d'outil d'évaluation de la conformité réglementaire (Conformiteo®) et obtenir une vision plus claire au travers d'indicateurs adéquates (Indicateo®). Cette phase a permis de mettre en avant les bénéfices d'une gestion cohérente des bases de connaissances et de la méthodologie de création des connaissances proposée.

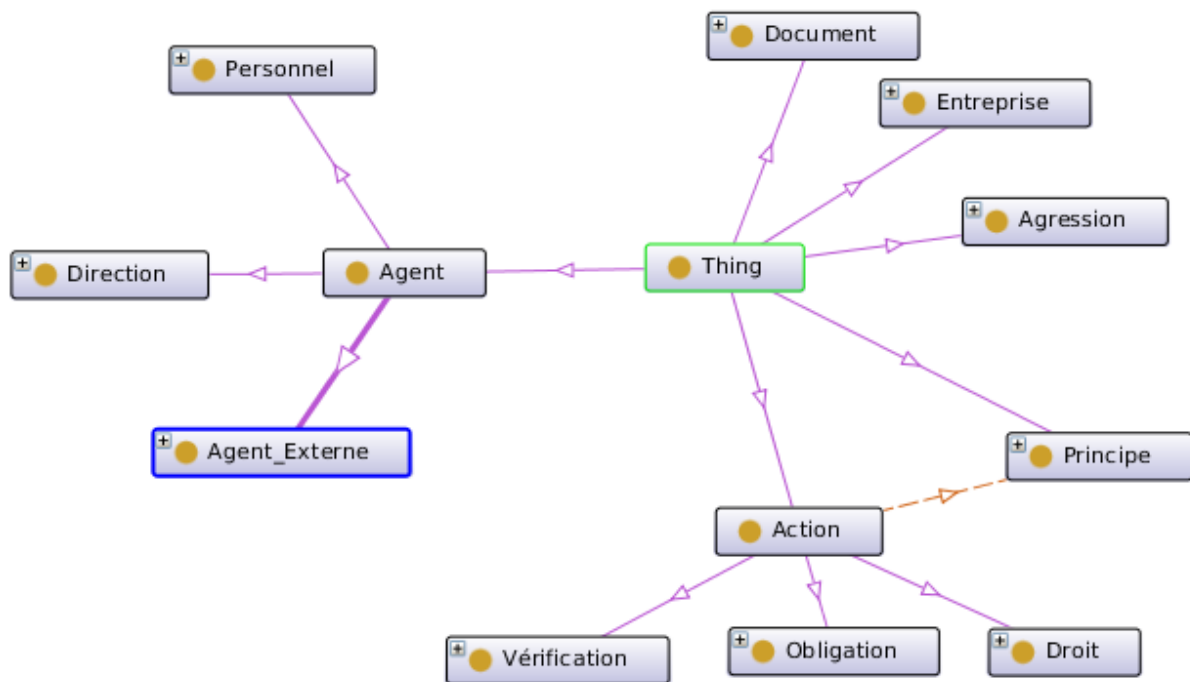


Figure 7 - Structure de l'ontologie

#### 5.4 Les résultats des expérimentations « terrains »

Une entreprise pilote, opérant dans la production d'énergies, a été sélectionnée pour opérationnaliser la proposition établie. L'entreprise est modélisée selon une organisation géographique (secteur, établissement, unités de travail, etc.). Les différents secteurs sont soumis à des arrêtés préfectoraux différents, l'expérimentation a permis de traiter la création de questionnaires par l'équipe Preventeo et le client pilote. Les textes ont été intégrés et traités sous forme de questionnaire d'évaluation de la conformité.

Différents écarts notables existent entre les travaux de l'équipe Preventeo et ceux du client pilote. Des écarts sur le nombre d'exigences décelées, mais aussi dans le découpage proposé du texte. Ces différences ont un impact sur la qualité des rapports proposés mais aussi sur la facilité de justification lors d'audit de conformité. En effet, plus le découpage est minutieux, plus il devient facile de retrouver l'origine d'une question et de son exigence réglementaire.

Ainsi, les questionnaires évalués par les collaborateurs sur les différents établissements et des résultats ont pu être identifiés au sein des différents indicateurs proposés sur la plateforme Preventeo. Ci-dessous, deux graphiques représentant le pourcentage de conformité selon une classification des exigences réglementaires (Milieu et Domaine). Le premier graphique (Figure 8) montre le biais d'une classification faible, sans prise en compte de l'information.

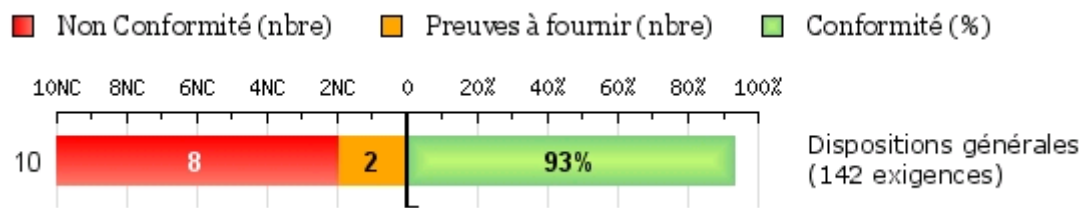


Figure 8 - Répartition de la conformité réglementaire par milieu et domaine (Client)

Le second graphique (Figure 9) montre une classification plus fine des exigences, ce détail permet de générer des graphiques permettant une meilleure aide à la décision pour l'entreprise (Juglaret, 2012).

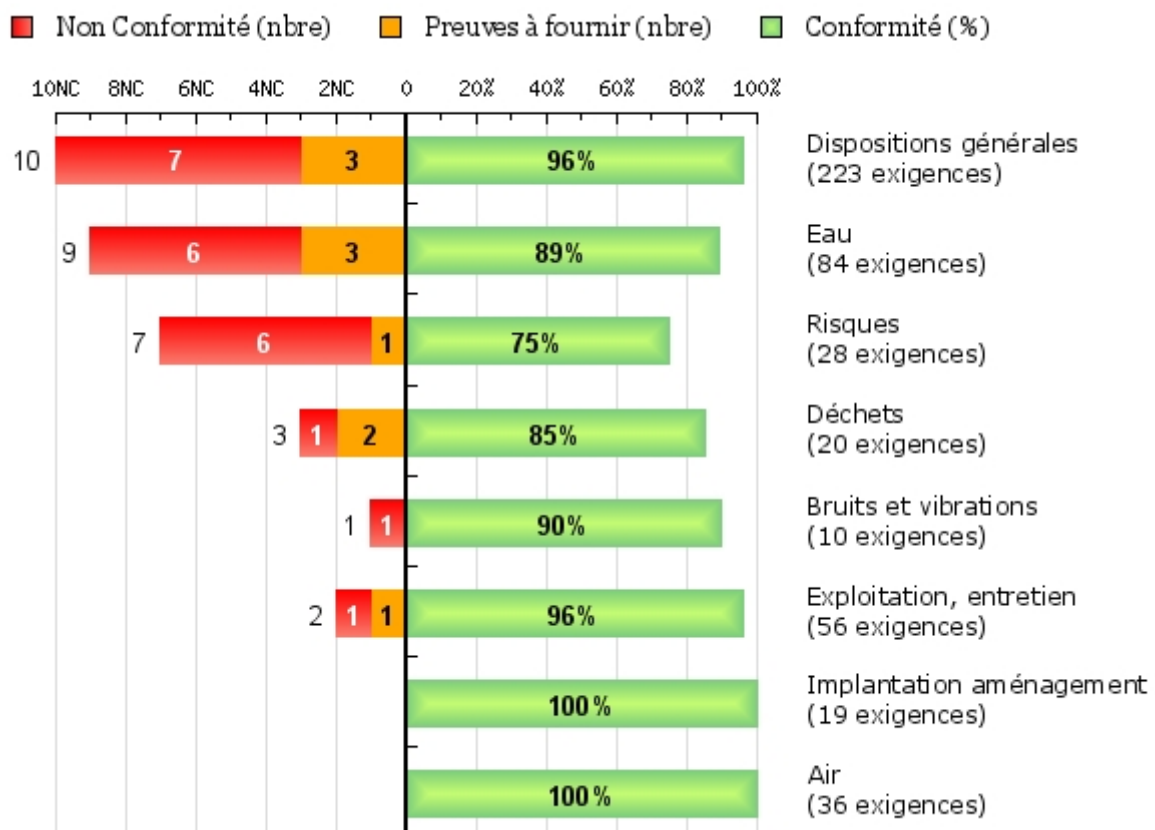


Figure 9 - Répartition de la conformité réglementaire par milieu et domaine (Preventeo)

Cette expérimentation a permis de valider le processus de création des exigences en mettant en avant l'intérêt de la gestion des connaissances. L'entreprise ayant eu affaire avec la création des connaissances à plusieurs reprises depuis cette expérimentation a ainsi pu grandement améliorer la création des connaissances au sein de la plateforme. Aussi, proposer la création des connaissances directement par le client permet une certaine responsabilisation dans le domaine. Enfin, cette expérimentation a permis de pointer les axes d'amélioration pour l'utilisation de l'outil Cogniteo® mais aussi pour l'utilisation de la plateforme en général.

Les travaux sont encore au stade de prototype, mais les premiers résultats sont encourageants. Le logiciel de repérage automatique se doit d'être encore très largement perfectionné. Ce travail est étroitement relié à l'enrichissement de l'ontologie de la SST. Il est

aussi prévu d'élargir l'usage du concept d'ontologie à d'autres domaines de la maîtrise des risques. L'éditeur de base de connaissances Cogniteo est quant à lui utilisé au quotidien par les juristes et les ingénieurs hygiène, sécurité et environnement de la société Preventeo dans le cadre de la mise à jour et de la conception de questionnaires d'audit. Dans le domaine de la SST, il permet ainsi aujourd'hui de gérer plus de 4 000 exigences réglementaires et chaque mois près de deux cents sont rajoutées.

### **Références bibliographiques**

Audiffren, T. 2012. Contribution à la maîtrise des conformités légales en Santé et Sécurité au Travail. Thèse Mines ParisTech.

Bachimont, B. 2000 Engagement sémantique et engagement ontologique : conception et réalisation d'ontologies en ingénierie des connaissances. In J. Charlet et al. (eds), Ingénierie des Connaissances ; Evolutions récentes et nouveaux défis, Eyrolles, pp. 305-323.

Despres S., Fürst F., Szulman S. 2007. Construction d'une ontologie du domaine HSE.

18es Journées Francophones d'Ingénierie des Connaissances, Grenoble : France (2007)

Juglaret F. 2012. Indicateurs et Tableaux de Bord pour la prévention des risques en Santé-Sécurité au Travail. Thèse Mines ParisTech.

Gruber T. 1993 A translation approach to portable ontologies. Knowledge Acquisition, 5(2):199-220.

Guarino N. 1998 « Formal Ontology and Information Systems. » Formal Ontology in Information Systems. IOS Press.

Vigneron, J. 2013. Contribution des ontologies à la création de bases de connaissances pour la maîtrise des conformités réglementaires en santé, sécurité au travail et environnement. Thèse Mines ParisTech.

Vigneron J, Guarneri F, Rallo JM. 2013. The contribution of ontologies to the creation of knowledge bases for the management of legal compliance in occupational health and safety. R.D.J.M. Steenbergen; P.H.A.J.M. van Gelder; S. Miraglia; A.C.W.M. Vrouwenvelder. *22nd European Safety and Reliability Conference - ESREL 2013*, Sep 2013, Amsterdam, Netherlands. CRC Press, Safety, Reliability and Risk Analysis: Beyond the Horizon, 6 p.

## **6 Indicateurs et Tableaux de Bord pour la prévention des risques en Santé-Sécurité au Travail**

Ce travail de recherche s'est déroulé dans le cadre d'une convention CIFRE (Conventions Industrielles de Formation par la Recherche) de l'ANRT (Agence nationale de la recherche et de la technologie) entre l'entreprise Preventeo et le centre de Recherche sur les Risques et les Crises (CRC) de MINES ParisTech. Les travaux<sup>9</sup> ont porté sur la conception d'un tableau de bord prospectif pour l'aide à la décision en santé et sécurité au travail.

---

<sup>9</sup> Juglaret F., Indicateurs et Tableaux de Bord pour la prévention des risques en Santé Sécurité au Travail 2012, Thèse MINES ParisTech, décembre 2012.

## 6.1 La problématique de la thèse

S'il est acquis depuis de nombreuses années que la gestion de la Santé-Sécurité au Travail (SST) s'effectue par le biais de Système de Management de la SST (SMS), la question de la mesure de la performance et du pilotage de ces derniers reste d'actualité.

Les mesures permettant la construction d'indicateurs en SST sont particulièrement importantes. Les indicateurs permettent en effet d'obtenir un *feedback* sur l'efficacité du SMS et de piloter les différents processus et activités. Les indicateurs « traditionnels » de la SST sont communément et largement utilisés par les entreprises pour évaluer leur niveau de performance et piloter les SMS. Ce sont des indicateurs qui présentent pourtant de nombreuses limites qui sont intrinsèques à la nature et à la typologie de ces indicateurs au sein des SMS.

Généralement exprimés sous forme de taux ou d'indice, ces indicateurs ont une très faible capacité cognitive. Pour la plupart des acteurs de la prévention, ces indices et taux n'ont que peu de signification et ne facilitent pas l'aide à l'action ou à la prise de décision. Les indicateurs « traditionnels » de la SST sont des résultats SST. Ils quantifient des fréquences d'apparition et des niveaux de gravité d'événements indésirables qui se sont produits. Ces indicateurs sont donc construits en « fin de chaîne » d'un SMS. Ils traduisent les manquements et les échecs du SMS « a posteriori ». Ces types de mesures sont donc orientés vers le passé et ils suggèrent la mise en place d'actions correctives uniquement après l'occurrence de l'accident (Baker, 2007). Ils ne permettent donc pas une gestion proactive de la SST. De plus, lorsque la maturité des SMS est élevée, le faible nombre ou l'absence d'événements indésirables n'offre plus de terrain d'études satisfaisant. Les indicateurs de résultats SST ne sont plus statistiquement significatifs et ne reflètent que l'effet du hasard (O'Brien, 2000). Enfin, ces indicateurs « traditionnels » de résultats peuvent ne pas refléter le niveau de performance réel d'une entreprise. En effet, les comptabilisations d'événements indésirables peuvent être faussées du fait de sous-déclaration. Selon certains spécialistes, plus d'un accident sur cinq ne serait pas déclaré (Abord de Châtillon, 2004).

Si les indicateurs « traditionnels » de la SST permettent de valider une stratégie de gestion sur le long terme, l'utilisation seule de ces derniers pose de nombreux problèmes pour une évaluation pertinente de la performance des SMS.

Face aux limites rencontrées, le concept de Tableau de Bord semble intéressant. Ce concept a pour vocation de mieux évaluer, contrôler et améliorer le niveau de performance d'une organisation. Il permet de regrouper de façon synthétique plusieurs indicateurs pertinents. Il a pour but la mise en œuvre d'une stratégie globale selon les différents niveaux hiérarchiques d'une organisation et une évaluation du niveau de performance obtenue selon plusieurs dimensions et éléments précurseurs. Ainsi, cet outil permet de surveiller le bon niveau de fonctionnement des activités intrinsèques à un système et il doit permettre aussi aux gestionnaires et décideurs d'anticiper l'apparition de situations déviantes.

L'utilisation de cet outil semble donc particulièrement intéressante dans le cadre d'une meilleure évaluation du niveau de performance des SMS et de leurs pilotages. Un Tableau de Bord, intégrant un système d'indicateurs avancés et orienté sur les activités intrinsèques à un SMS, devrait permettre d'offrir un meilleur contrôle de la variabilité de la performance globale des SMS. Pour l'établissement et la construction d'un modèle pertinent de Tableau de Bord en SST, le système d'indicateur avancé doit être construit et orienté sur les différentes

activités des SMS. Pour cette raison, il apparaît pertinent de construire des modèles de gestion sur ces différentes activités. Ces modèles permettent ainsi d'identifier les entités en interaction, la nature des différentes associations les inter-reliant et les structures de données manipulées.

## 6.2 Les principaux résultats

Les résultats obtenus dans ce travail de recherche sont multiples. Tout d'abord, «l'état de l'art» réalisé a permis d'étudier les différences conceptuelles entre le concept de Tableau de Bord dit « classique » et le concept de Tableau de Bord « prospectif ». Ainsi, les points forts et faibles de ces deux concepts ont été étudiés et synthétisés. Ensuite, des modèles de processus ont été réalisés à l'aide du langage UML (*Unified Modelling Language*). Ce langage de modélisation graphique permet de mieux représenter et identifier les activités « clés » des entités intervenantes dans la réalisation d'une activité.

Les différentes structures de données, associations et cardinalités entre les entités logiques ont ainsi été modélisées pour les processus de maîtrise des conformités réglementaires et des risques professionnels. La construction de ces modèles a permis d'identifier les « déterminants » de la performance pour chacun des processus et ainsi de proposer un modèle de système d'indicateurs avancés regroupés sous la forme d'un Tableau de Bord. Ce modèle de Tableau de Bord a pu ensuite être expérimenté à l'aide d'un prototype logiciel avancé et la participation d'une entreprise pilote.

Cette expérimentation a ainsi pu démontrer le caractère opérationnel du système d'indicateurs.

## 6.3 La démarche mise en œuvre

La démarche mise en œuvre a été réalisée en trois phases (voir figure 10). Tout d'abord, la première phase a consisté à réaliser un état de l'art sur le concept d'indicateur SST et de Tableau de Bord SST. Ainsi, le concept d'indicateur (au sens le plus large) a été défini et les indicateurs SST ont été présentés. Les méthodes de construction de ces derniers ont été présentées et leurs intérêts et limites ont été discutés. La deuxième partie de l'état de l'art a porté sur le concept de Tableau de Bord SST. Le concept de Tableau de Bord dit « classique » et le concept beaucoup plus récent de tableau de Bord dit « prospectif » de Norton & Kaplan (1996) ont tout d'abord été présentés. Ensuite les différents Tableaux de Bord SST identifiés dans la littérature ont été présentés. Ces derniers ont pu être classés selon trois catégories : Les Tableaux de Bord avec une vision « macro » des résultats SST, les guides et recommandations sur les bonnes pratiques en matière de mesure de la performance SST sous forme de Tableaux de Bord et enfin les Tableaux de Bord SST implémentés en entreprise.

La seconde phase de mon travail de recherche a été consacrée à la réalisation de modèle. Une étude bibliographique m'a permis d'identifier une typologie de modèle. Suite à cette étude, des modèles cognitifs et décisionnels ont été réalisés sur deux processus de SMS particulièrement intéressants dans le cadre de la prévention des risques professionnels : la maîtrise des conformités réglementaires et des risques professionnels. Ces modèles de processus ont permis par la suite d'établir des modèles de systèmes d'indicateurs avancés regroupés sous forme de Tableau de Bord.

Enfin, la dernière phase a consisté à opérationnaliser le modèle établi. A cette fin, des protocoles d'évaluations de la conformité réglementaire et des risques professionnels ont été définis et un prototype logiciel a été construit et intégré dans la plateforme logicielle Preventeo. L'expérimentation du modèle a ainsi nécessité le développement d'ingénierie logicielle pour le développement de plusieurs modules (évaluation, reporting, plan d'actions, etc.).

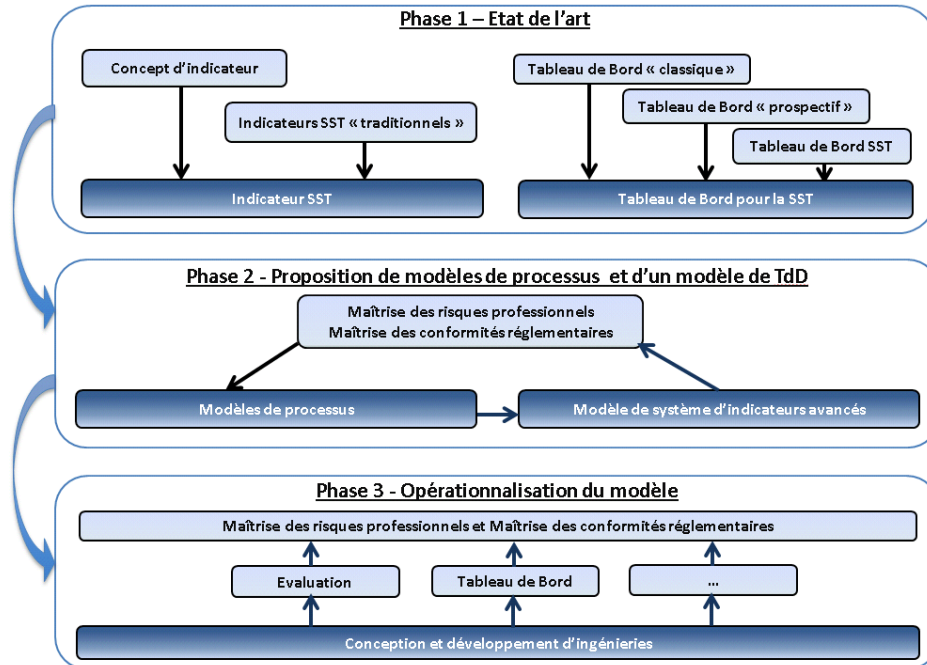


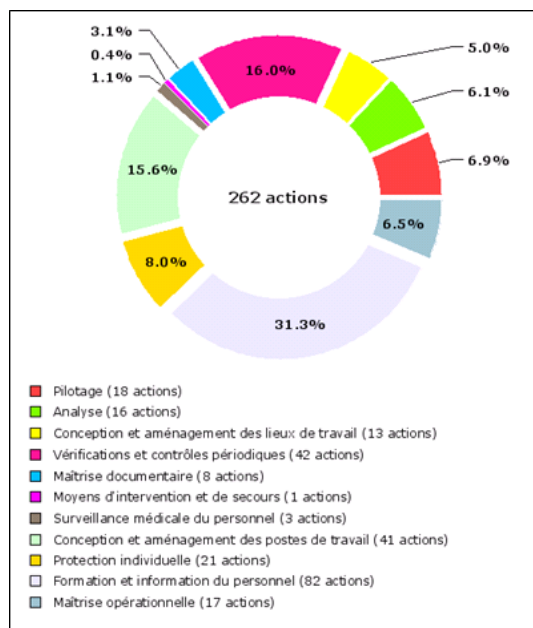
Figure 10 : Démarche méthodologique mise en œuvre

## 6.4 Les résultats des expérimentations « terrains »

L'expérimentation a été réalisée en partenariat avec une entreprise pilote, opérant dans le domaine de la construction et la maintenance d'aéronefs, a été sélectionnée pour opérationnaliser le modèle établi. Cette entreprise a tout d'abord été modélisée selon différents niveaux géographiques (secteurs, bâtiments, unités de travail, etc.).

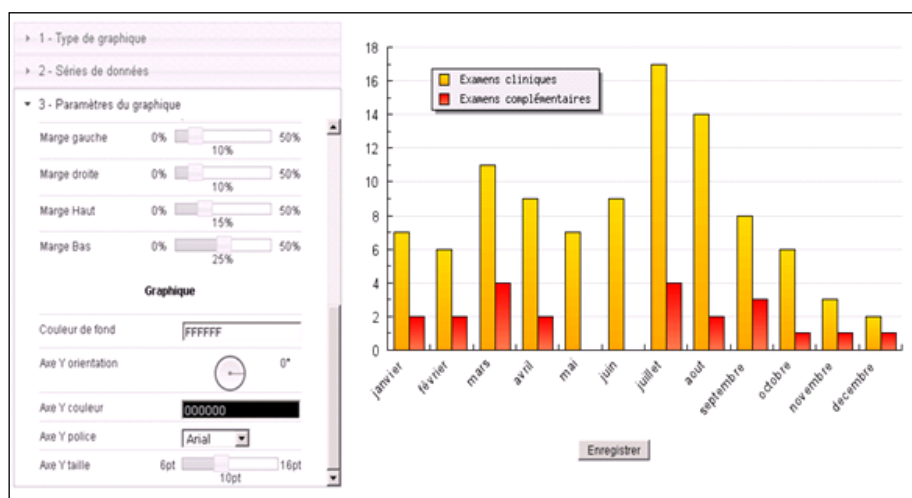
A partir du modèle d'organisation retenu des évaluations de la conformité réglementaire et de la maîtrise des risques professionnels ont été réalisées. L'agrégation des résultats de ces évaluations ont permis la construction d'indicateurs regroupés sous forme d'un Tableau de Bord et ainsi de valider l'opérationnalisation du modèle créé. Les indicateurs ainsi créés ont permis à l'entreprise pilote d'identifier les points forts et les différents axes d'amélioration pour la gestion de la SST. Les plans d'actions établis sont mieux structurés et les indicateurs associés permettent de mieux identifier les besoins dans l'allocation de ressources (voir figure 11 ).





**Figure 11 : Répartition des actions de mise en conformité et réduction des risques professionnels selon de grands principes de management**

L'expérimentation a aussi permis de développer un prototype logiciel avancé pour la construction d'indicateurs autres que de maîtrise des conformité réglementaires et des risques professionnels (voir figure 12). Ce premier prototype permet à chaque « préventeur » de construire et de faire « vivre » ses propres indicateurs.



**Figure 12 : Interface de paramétrage des indicateurs graphiques**

La conduite d'une expérimentation sur un établissement industriel lié au secteur de l'aéronautique a permis de montrer que l'utilisation d'indicateurs avancés intégrés sous forme de balanced scorecard offre des perspectives intéressantes pour la mesure de la performance et le pilotage des systèmes de management de la SST. Les indicateurs traditionnels SST, bien d'indispensables pour valider une stratégie SST sur du long terme et pour favoriser l'apprentissage organisationnel, sont insuffisants pour répondre aux exigences d'une sécurité proactive. La construction d'indicateurs avancés sur deux des sous processus de gestion SST (maîtrise des conformités réglementaires et maîtrise des risques professionnels) permet de mieux identifier les leviers d'actions. Ce travail de recherche a permis d'améliorer la mesure

de la performance des Systèmes de management de la SST et aussi de mieux contrôler la variabilité de cette performance. Afin d'améliorer encore ce contrôle, il serait intéressant d'identifier et de construire d'autres indicateurs avancés sur d'autres sous processus de gestion SST (maîtrise opérationnelle, pilotage, analyse, etc.) et sur des éléments permettant de mesurer et d'améliorer la culture de sécurité, afin de renforcer cette dernière.

### **Références bibliographiques**

Abord de Châtillon, E. 2004. Management de la santé et de la sécurité au travail : un problème de mesure ? Congrès AGRH 2004, 01-04 septembre 2004, Montréal.

Baker, J. 2007. The Report of the BP US Refineries Independent Safety Review Panel.

Lorino, P. 1997, 2001. Méthodes et pratiques de la performance, Editions d'Organisation

O'Brien, D.P. 2000. Business Measurements for Safety Performance. Lewis Publishers, Washington, 118 p.

Hollnagel, E. 2006. Achieving system safety by resilience engineering. International Conference on System Safety, Savoy Place, London. 6-8th June 2006.

Hopkins, A. 2009. Thinking about process safety indicators. Safety Science 47, 460–465.

Juglaret, F. Rallo, J.M. Textoris, R. Guarnieri, F. Garbolino, E. 2011a. The Contribution of Balanced Scorecards to the Management of Occupational Health and Safety – ESREL Troyes 2012.

Juglaret, F. 2012. Indicateurs et Tableaux de Bord pour la prévention des risques en Santé-Sécurité au Travail. Thèse Mines ParisTech.

Textoris, R. 2010. Taux de fréquence et taux de gravité sont les vrais faux amis de la mesure de la performance SSE. Revue Risque Sécurité Environnement (RSE). n°2.

## 7 Les références bibliographiques citées dans ce document

- Abord de Châtillon, E. 2004. Management de la santé et de la sécurité au travail : un problème de mesure ? Congrès AGRH 2004, 01-04 septembre 2004, Montréal.
- Advisory Committee on the safety of Nuclear Installations (ACSNI) (1993) - Study Group on Human Factors, Third report: Organising for Safety. *HSMO, London*. 100p.
- Association française de normalisation (AFNOR), (2008) - Norme ISO 9001 : Systèmes de management de la qualité. *Afnor Editions*. 30 p.
- Audiffren, T. Rallo, JM. Guarnieri, F. Juin 2012. The contribution of case law to compliance management in Occupational Health and Safety (OHS) in France. Article présenté lors de la conférence ESREL 2012 - Helsinki. 9 p.
- Audiffren, T. 2012. Contribution à la maîtrise des conformités légales en Santé et Sécurité au Travail. Thèse Mines ParisTech.
- Bachimont, B. 2000 Engagement sémantique et engagement ontologique : conception et réalisation d'ontologies en ingénierie des connaissances. In J. Charlet et al. (eds), *Ingénierie des Connaissances ; Evolutions récentes et nouveaux défis*, Eyrolles, pp. 305-323.
- Baker, J. 2007. The Report of the BP US Refineries Independent Safety Review Panel.
- Bluff, L. 2003. Systematic Management of Occupational Health and Safety. National Research Centre for OHS Regulation, The National Australian University, 64 p.
- Bourreau, L. Audiffren, T. Rallo, JM. Guarnieri, F. Juin 2012. The contribution of knowledge bases to compliance assessment : a case study of industrial maintenance in the gas sector. Article présenté lors de la conférence ESREL 2012 - Helsinki. 10 p.
- Cambon, J. 2007. Vers une nouvelle méthodologie de mesure de la performance des systèmes de management de la santé-sécurité au travail. Thèse Mines Paristech. 289 p.
- Innes, J. 2009. Health and Safety auditing. Safety line Institute, Worksafe. 24 p.
- Cooper, M.D (2000) - Toward a model of safety culture. *Safety science* 36, 111-136.
- Health and Safety executive (2005) – A review of safety culture and safety climate literature for the development of the safety culture inspection toolkit. *Research report* 367. 38p.
- Despres S., Fürst F., Szulman S. 2007. Construction d'une ontologie du domaine HSE. 18es Journées Francophones d'Ingénierie des Connaissances, Grenoble : France (2007)
- Dohou-Renaud A., Le système de management environnemental comme moyen de contrôle de la déclinaison et de l'émergence des stratégies environnementales, Université de Poitiers, Thèse de doctorat en sciences de gestion, soutenue en novembre 2009, p. 279-281.
- Gruber T. 1993 A translation approach to portable ontologies. *Knowledge Acquisition*, 5(2):199-220.
- Guarino N. 1998 « Formal Ontology and Information Systems.» Formal Ontology in Information Systems. IOS Press.
- Hollnagel, E. 2006. Achieving system safety by resilience engineering. International Conference on System Safety, Savoy Place, London. 6-8th June 2006.
- Hopkins, A. 2009. Thinking about process safety indicators. *Safety Science* 47, 460-465.
- Juglaret, F. Rallo, JM. Textoris, R. Guarnieri, F. Garbolino, E. 2011. The Contribution of Balanced Scorecards to the Management of Occupational Health and Safety. ESREL 2011 Annual Conference. 8 p.
- Juglaret F. 2012. Indicateurs et Tableaux de Bord pour la prévention des risques en Santé-Sécurité au Travail. Thèse Mines ParisTech.
- Lefranc, G. Guarnieri, F. Rallo, JM. Garbolino, E. Textoris, R. Juin 2012. Does the management of regulatory compliance and occupational risk have an impact on safety culture? Article présenté à la conférence ESREL 2012 - Helsinki. 11 p.

Lefranc, G. (2012a) - Apports de l'analyse de la conformité réglementaire, de l'analyse des risques professionnels et de l'évaluation du climat de sécurité à la construction de la culture de sécurité. *Thèse Mines ParisTech*.

Le Moigne, J.L. 1987. Qu'est-ce un modèle ? Publié dans "Les modèles expérimentaux et la clinique" (AMRP 1985) Confrontations Psychiatriques, numéro spécial consacré aux modèles.

Lorino, P. 1997, 2001. Méthodes et pratiques de la performance, Editions d'Organisation

Motet, G. (2009) – La norme ISO 31 000, 10 questions. *Les cahiers de la sécurité industrielle FonCSI*. 19 p.

O'Brien, D.P. 2000. Business Measurements for Safety Performance. Lewis Publishers, Washington, 118 p.

Simard, M., Daniellou, F., Boissières I. (2009) - Les facteurs humains et organisationnels de la sécurité industrielle : un état de l'art. *Rapport de recherche ICSI*. 123 p.

Textoris, R. 2010. Taux de fréquence et taux de gravité sont les vrais faux amis de la mesure de la performance SSE. *Revue Risque Sécurité Environnement (RSE)*. n°2.

Vigeneron, J. 2013. Contribution des ontologies à la création de bases de connaissances pour la maîtrise des conformités réglementaires en santé, sécurité au travail et environnement. *Thèse Mines ParisTech*.

Vigeneron J, Guarnieri F, Rallo JM. 2013. The contribution of ontologies to the creation of knowledge bases for the management of legal compliance in occupational health and safety. R.D.J.M. Steenbergen; P.H.A.J.M. van Gelder; S. Miraglia; A.C.W.M. Vrouwenvelder. *22nd European Safety and Reliability Conference - ESREL 2013*, Sep 2013, Amsterdam, Netherlands. CRC Press, Safety, Reliability and Risk Analysis: Beyond the Horizon, 6 p.

## 8 Les publications Preventeo

### 2014

#### Ouvrages scientifiques

Franck Guarnieri, Jean-Marc Rallo. Préventeurs. sous la direction de Philippe Zawieja et Franck Guarnieri. Dictionnaire des risques psychosociaux, Le Seuil, Pages 580-583, Février 2014

#### Rapport de recherche

Franck Guarnieri, Thomas Audiffren, Hakima Miotti, Jean-Marc Rallo, Didier Lagarde. Conformité réglementaire et certification en santé et sécurité au travail. [Rapport], 2014. CRC\_WP\_2014\_17

### 2013

#### Communications avec actes

Thomas Audiffren, Jean-Marc Rallo, Franck Guarnieri, Christophe Martin. A quantitative analysis of health, safety and environment policy in France. R.D.J.M. Steenbergen; P.H.A.J.M. van Gelder; S. Miraglia; A.C.W.M. Vrouwenvelder. *22nd European Safety and Reliability Conference - ESREL 2013*, Sep 2013, Amsterdam, Netherlands. CRC

Press, Safety, Reliability and Risk Analysis: Beyond the Horizon, 8 p. - ISBN 9781138001237

Thomas Audiffren, Jean-Marc Rallo, Franck Guarnieri. OHS certification and legal compliance management in France: a quantitative survey. R.D.J.M. Steenbergen; P.H.A.J.M. van Gelder; S. Miraglia; A.C.W.M. Vrouwenvelder. 22nd European Safety and Reliability Conference - ESREL 2013, Sep 2013, Amsterdam, Netherlands. CRC Press, Safety, Reliability and Risk Analysis: Beyond the Horizon, 8 p. - ISBN 9781138001237

Jonathan Vigneron, Franck Guarnieri, Jean-Marc Rallo. The contribution of ontologies to the creation of knowledge bases for the management of legal compliance in occupational health and safety. R.D.J.M. Steenbergen; P.H.A.J.M. van Gelder; S. Miraglia; A.C.W.M. Vrouwenvelder. 22nd European Safety and Reliability Conference - ESREL 2013, Sep 2013, Amsterdam, Netherlands. CRC Press, Safety, Reliability and Risk Analysis: Beyond the Horizon, 6 p. - ISBN 9781138001237

### Thèses

Jonathan Vigneron. Contribution des ontologies à la création de bases de connaissances pour la maîtrise des conformités réglementaires en santé, sécurité au travail et environnement. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, Décembre 2013.

### Rapport de recherche

Thomas Audiffren, Jean-Marc Rallo, Franck Guarnieri. Etude quantitative de la relation entre certification et maîtrise des conformités légales en santé et sécurité au travail (SST) en France. [Rapport], 2013. CRC\_WP\_2013\_14

Thomas Audiffren, Jean-Marc Rallo, Franck Guarnieri, Christophe Martin. Mieux connaître les "préventeurs" français : enquête nationale et analyse quantitative des données. [Rapport], 2013. CRC\_WP\_2013\_13

Thomas Audiffren, Jean-Marc Rallo, Franck Guarnieri. Contribution de la jurisprudence à la maîtrise des conformités en santé et sécurité au travail (SST) en France. [Rapport], 2013. CRC\_WP\_2013\_8

Léa Bourreau, Thomas Audiffren, Jean-Marc Rallo, Franck Guarnieri. Contribution des bases de connaissances au diagnostic de la conformité dans le domaine de la maintenance industrielle dans le secteur du gaz. [Rapport], 2013. CRC\_WP\_2013\_9

Frédéric Juglaret, Franck Guarnieri, Jean-Marc Rallo, Emmanuel Garbolino. Contribution des tableaux de bord (Balanced Scorecards) au management de la santé et de la sécurité au travail. [Rapport], 2013. CRC\_WP\_2013\_10

Guénolé Lefranc, Franck Guarnieri, Jean-Marc Rallo, Emmanuel Garbolino, Raoul Textoris. Apports de l'analyse de la conformité légale, de l'analyse des risques et du climat de sécurité à la construction de la culture de sécurité. [Rapport], 2013. CRC\_WP\_2013\_11

## **2012**

### Communications avec actes

Guénolé Lefranc, Franck Guarnieri, Jean-Marc Rallo, Emmanuel Garbolino, Raoul Textoris. Does the management of regulatory compliance and occupational risk have an impact on safety culture?. PSAM11 & ESREL 2012, Jun 2012, Helsinki, Finland. 11th International Probabilistic Safety Assessment and Management Conference and the Annual

European Safety and Reliability Conference 2012, PSAM11 ESREL 2012, 8, Pages 6514-6523 - ISBN: 978-162276436-5

Léa Bourreau, Thomas Audiffren, Jean-Marc Rallo, Franck Guarnieri. The contribution of knowledge bases to compliance assessment : a case study of industrial maintenance in the gas sector. PSAM11 & ESREL 2012, Jun 2012, Helsinki, Finland. Proceedings of ESREL 2012, 10 p.

Thomas Audiffren, Jean-Marc Rallo, Franck Guarnieri. The contribution of case law to compliance management in Occupational Health and Safety (OHS) in France. PSAM11 & ESREL 2012, Jun 2012, Helsinki, Finland. 11th International Probabilistic Safety Assessment and Management Conference and the Annual European Safety and Reliability Conference 2012, PSAM11 ESREL 2012, 2, Pages 1320-1328 - ISBN: 978-162276436-5

### Thèses

Guénolé Lefranc. Apports de l'analyse de la conformité réglementaire, de l'analyse des risques professionnels et de l'évaluation du climat de sécurité à la construction de la culture de sécurité. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, Décembre 2012.

Léa Bourreau. Contribution de la dimension conformité règlementaire à la mesure de la performance des systèmes de management environnemental : Proposition d'un outil de mesure. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, Décembre 2012.

Frédéric Juglaret. Indicateurs et tableaux de bord pour la prévention des risques en santé-sécurité au travail. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, Décembre 2012.

Thomas Audiffren. Contribution à la maîtrise des conformités légales en santé et sécurité au travail. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, Décembre. 2012.

## **2011**

### Communications avec actes

Frédéric Juglaret, Jean-Marc Rallo, Raoul Textoris, Franck Guarnieri, Emmanuel Garbolino. New Balanced Scorecard leading indicators to monitor performance variability in OHS management systems. Erik Hollnagel, Eric Rigaud, Denis Besnard. Fourth resilience engineering symposium, Jun 2011, Sophia Antipolis, France. Presses des Mines, Proceedings of the fourth resilience engineering symposium, Pages 121-127

Frédéric Juglaret, Jean-Marc Rallo, Raoul Textoris, Franck Guarnieri, Emmanuel Garbolino. The Contribution of Balanced Scorecards to the Management of Occupational Health and Safety. Christophe Berenguer, Antoine Grall, Carlos Guedes Soares, Editors. European Safety and Reliability Conference: Advances in Safety, Reliability and Risk Management, ESREL 2011, Sep 2011, Troyes, France. CRC Press, Advances in Safety, Reliability and Risk Management - Proceedings of the European Safety and Reliability Conference, ESREL 2011, Pages 1223-1231- ISBN: 9780415683791



## INGÉNIERIE DE LA CONNAISSANCE POUR LA PRÉVENTION DES RISQUES EN SANTÉ, SÉCURITÉ AU TRAVAIL ET ENVIRONNEMENT

Mots-clés : conformité, risque, culture de sécurité, tableau de bord, ontologie, base de connaissances

### Résumé

Ce rapport de recherche dresse le bilan de cinq années (2009/2013) de collaboration de recherche entre la société Preventeo et le Centre de recherche sur les risques et les Crises (CRC) de MINES ParisTech. A cette fin, il présente les résultats de cinq thèses conduites sur la période. Deux d'entre elles portent sur la démarche de conception de modèles afin de caractériser la maîtrise des conformités en santé, sécurité au travail et environnement. Une troisième thèse traite du concept de culture de sécurité.

Enfin, deux thèses ont permis de transformer les modèles en ingénierie, l'une sous la forme d'une ontologie, préalable indispensable à la création de bases de connaissances, l'autre sous la forme d'un tableau de bord pour le management de la santé et de la sécurité au travail.

Jean-Marc RALLO  
PREVENTEO

Thomas AUDIFFREN  
MINES ParisTech - PREVENTEO

Léa BOURREAU  
MINES ParisTech - PREVENTEO

Frédéric JUGLARET  
MINES ParisTech - PREVENTEO

Guénoilé LEFRANC  
MINES ParisTech - PREVENTEO

Jonathan VIGNERON  
MINES ParisTech - PREVENTEO

PREVENTEO  
6 rue de l'Abreuvement  
06110 Le Cannet, France

MINES ParisTech  
CRC - Centre de recherche sur les Risques et les Crises  
rue Claude Daunesse, CS 10207  
06904 Sophia Antipolis Cedex, France

