



Université HADJ LAKHDAR de Batna
Institut d'Hygiène et Sécurité Industrielle
Laboratoire de Recherche en Prévention Industrielle (LRPI)



THESE

Présentée

En vue de l'obtention du diplôme de
DOCTEUR EN SCIENCES

En Hygiène et Sécurité Industrielle
Option : Gestion des Risques

Par

Mme. HARIZ Samia

Maitre assistante «A» à l'Université de Batna
Magister en Hygiène et Sécurité Industrielle de l'Université de Batna
Ingénieur d'état en Hygiène et Sécurité Industrielle de l'Université de Batna

**Contribution à l'étude de l'apport de
l'UML au management des projets
environnementaux au niveau des
entreprises Algériennes.**

Thèse soutenue le : 09 / 04 / 2015 devant le jury

<i>Mr. Boubakour Fares</i>	<i>Professeur</i>	<i>Université de Batna</i>	<i>Président</i>
<i>Mme. Bahmed Lylia</i>	<i>Professeure</i>	<i>Université de Batna</i>	<i>Rapporteur</i>
<i>Mme. Guettaf Lila</i>	<i>Professeure</i>	<i>Université de Setif</i>	<i>Examineur</i>
<i>Mr. Srairi Kamel</i>	<i>Professeur</i>	<i>Université de Biskra</i>	<i>Examineur</i>
<i>Mr. Zidani Kamel</i>	<i>Professeur</i>	<i>Université de Batna</i>	<i>Examineur</i>
<i>Mr. Belhammadi Cherif</i>	<i>Cadre Sup</i>	<i>SCIMAT Ain Touta</i>	<i>Membre (Invité)</i>

Résumé

Cette thèse de Doctorat en Sciences porte intérêt à l'apport des technologies au management des projets environnementaux des entreprises algériennes. Ainsi, l'utilisation du langage de modélisation unifié (UML) nous a permis de concevoir et de valider un logiciel d'évaluation des performances environnementales d'une entreprise algérienne (SCIMAT) sur la base de son Système de Management Environnemental et à travers un ensemble d'indicateurs de performances environnementales, ce qui nous a permis de développer une nouvelle approche d'amélioration continue du SME des entreprises algériennes certifiées ISO 14001 en général, et de la SCIMAT en particulier. Ce qui constitue une contribution intéressante dans le management des projets environnementaux par l'intelligence artificielle.

Mots clés : Système de Management Environnemental, ISO 14001, Performances Environnementales, Indicateurs de Performance, UML, SCIMAT.

Summary

This thesis PhD in Science bears interest at the contribution of technology to the management of environmental projects in Algerian companies. Thus the use of Unified Modeling Language (UML) has allowed us to develop and validate an environmental performance evaluation of an Algerian company (SCIMAT) on the basis of its EMS and through a set of indicators software performance which helped to develop a new approach for continuous improvement of the EMS Algerian companies certified ISO 14001 in general, and in particular SCIMAT. This constitutes an interesting contribution in the management of environmental projects by artificial intelligence.

Key words: Environmental Management System, ISO 14001, Environmental performance, performance indicators, UML, SCIMAT.

المخلص

إن أطروحة الدكتوراه هذه في العلوم، تبرز أهمية التكنولوجيا في إدارة المشاريع البيئية بالنسبة للشركات الجزائرية، من أجل هذا فإن استعمال لغة النمذجة الموحدة UML سمحت لنا بتصميم برمجيات والتحقق منها ميدانيا لتقييم الأداء البيئي لمؤسسة جزائرية وهي SCIMAT على أساس نظامها للإدارة البيئية و من خلال مجموعة مؤشرات الأداء البيئي ما سمح لنا بتطوير نهج جديد للتحسين المستمر لنظام الإدارة البيئي بالنسبة للمؤسسات الجزائرية الحاصلة على شهادة ISO 14001 بصفة عامة و مؤسسة SCIMAT بصفة خاصة. وهذا ما يمثل انجاز هام بالنسبة لإدخال الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع البيئية.

الكلمات الرئيسية: نظام الإدارة البيئية، ISO 14001 ، الأداء البيئي، مؤشرات الأداء ، UML ، SCIMAT .

*A ma famille et
Surtout à mon père, Omar.*

REMERCIEMENTS

Il est de coutume de dire merci autour de soi, mais je dois remercier, avant tout, ALLAH le tout puissant de m'avoir donnée la volonté, le courage et la patience pour réaliser ce travail.

J'adresse mes vifs remerciements à :

-Pr Lylia BAHMED, qui a suivi au quotidien l'évolution de ce travail. Sa grande disponibilité, sa confiance, sa gentillesse, d'une part, son intérêt scientifique, sa motivation sans faille, d'autre part, sont vraiment irremplaçables : un très grand merci !

Je présente, également, mes remerciements les plus sincères aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail en acceptant de l'expertiser à savoir :

- Pr. Boubakour Fares, Professeur à l'université Hadj lakhdar de Batna.*
- Pr. Guettaf Lila, Professeur à l'université de Setif.*
- Pr. Srairi Kamel, Professeur à l'université de Biskra.*
- Pr. Zidani Kamel, Professeur à l'université de Batna.*
- Mr Belhammadi Cherif cadre supérieur a la SCIMAT.*

J'exprime aussi mes remerciements au staff de la cimenterie de Aïn Touta, pour leur disponibilité, leurs conseils et surtout pour le temps qu'il m'on accordé, malgré leurs emploi du temps très chargé et leurs nombreuses activités, durant mon stage à la SCIMAT qui a été très bénéfique et d'un grand apport à mon travail.

- *Mr Rabeh Bouali et Melle Wafa Chaouche ont toujours su nous accueillir a la SCIMAT et nous apporter le soutien scientifique et moral dont nous avions besoin, merci.*

Je remercie Dr SMADI Hacene, directeur de l'institut Hygiène et Sécurité Industrielle, Dr BOUBAKER Leila directrice adjointe de la Post-graduation, ainsi que tous les enseignants et le personnel administratif et technique de l'Institut Hygiène et Sécurité Industrielle pour leur assistance et leurs encouragements.

Je remercie également Mohamed Seddik chebout l'ingénieur informaticien qui ma accompagné le long de ces quatre ans de recherche.

Finalement, je ne saurais clore cette liste sans avoir à remercier ma famille, qui m'a encouragée, pour que ce travail puisse voir le jour.

Sommaire

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I : Revue de littérature sur Le Système de Management Environnemental (SME)

1. Introduction	6
2. Le Système de Management Environnemental (SME).....	6
3. L'évaluation environnementale.....	20
4. Conclusion	37

Chapitre II : Revue de la littérature sur Le Langage de Modélisation Unifié UML

1. Introduction	38
2. Le Génie logiciel	38
3. L'approche Objet	47
4. UML (Unified Modeling Language).....	50
5. Conclusion	64

Chapitre III : Evaluation de la performance du Système de Management Environnemental dans les entreprises Algériennes certifiées ISO 14001

1. Introduction	65
2. Etat de l'art sur la mise en place du SME dans le monde	65
3. Méthodologie d'étude	68
4. Synthèse des résultats de l'évaluation	72
5. Discussion et interprétation des résultats	78
6. Etude comparative des résultats de notre étude par rapport à ceux dans le monde	80
7. Principales recommandations en vue d'une amélioration des performances du SME	81
8. Conclusion	82

Chapitre IV : Détermination des aspects environnementaux significatifs

1. Introduction	83
2. Présentation de la société SCIMAT	83
3. Procédure Non-conformités, action corrective et action préventive	91
4. Identification des aspects environnementaux	95
5. Principe et Etude théorique d'un logiciel d'évaluation des performances environnementales sur la base du SME (EPESME)	100
6. Conclusion.....	113

Chapitre V: Evaluation du système de management environnemental de la SCIMAT par le logiciel EPESME

1. Introduction	114
2. Système de Management Environnemental	114
3. Présentation du logiciel EPESME	116
4. Discussion et interprétation des résultats	137
5. Evaluation des différents paramètres techniques du logiciel EPESME	142
6. Recommandations	143
7. Conclusion	144
Conclusion générale	145
Annexes	148
Références bibliographiques	166

TABLE DES FIGURES

Figure I.1 : Mise en œuvre du règlement EMAS	10
Figure I.2 : Principe de la norme ISO 14001	15
Figure I.3 : Le Système de Management Environnemental	16
Figure I.4 : Deux Approches du Management Environnemental.....	24
Figure I.5 : Étapes de l'évaluation des performances environnementales Proposée par l'ISO 14031	25
Figure I.6 : Niveaux de traitement des indicateurs.....	31
Figure I.7 : Élaboration du programme d'audit interne	36
Figure II.1 : Modèle du cycle de vie en cascade	43
Figure II.2 : Modèle du cycle de vie en V.....	44
Figure II.3 : Représentation graphique de la méthode fonctionnelle	46
Figure II.4 : l'évolution de la norme UML	51
Figure II.5 : Les vues d'UML	54
Figure II.6 : Les différents diagrammes d'UML.....	55
Figure II.7 : Exemples d'éléments du modèle UML.....	63
Figure II.8 : Représentation graphique acteur du modèle UML	63
Figure III.1 : Aperçu graphique général de l'évaluation de la performance du SME des entreprises algériennes certifiées ISO 14001	73
Figure III.2 : Degré de développement des différentes sections du modèle PDCA au niveau des entreprise Algérienne certifiées ISO 14001	79
Figure IV.1 : Siège sociale SCIMAT	83
Figure IV.2 : Unité manufacturière SCIMAT	83
Figure IV.3: Schéma synoptique du processus de fabrication du ciment	85
Figure IV.4: Stratégie de la SCIMAT	86
Figure IV.5: Périmètre de l'étude.....	86
Figure IV.6: Communication a tous les niveaux de la SCIMAT	88
Figure IV.7 : Code de l'activité	100
Figure IV.8 : Le diagramme de classe UML qui modélise la relation entre les processus et les activités.	100
Figure IV.9: Code de l'aspect.	101
Figure IV.10: Le diagramme de classe UML qui modélise la relation entre les activités et les aspects	101
Figure IV.11 : Fonctionnalité du système management environnementale	102
Figure IV.12 : Cas d'utilisation associés à la gestion des processus de SME.....	104
Figure IV.13 : Diagramme de séquence du scénario (Ajouter activité)	105
Figure IV.14 : Diagramme de communication de (AjouterActivité)	106
Figure IV.15 : Diagramme de séquence du scénario (Modifier activité)	107
Figure IV.16 : Diagramme de communication de (Modifier Activité)	108
Figure IV.17 : Diagramme de séquence associé au scénario de (Supprimer activité)	109
Figure IV.18 : Diagramme de communication de (Supprimer Activité)	109

Figure IV.19 : Diagramme de séquence associé au scénario de (Authentification)	110
Figure IV.20 : Diagramme de communication de (Authentification)	111
Figure IV.21 : Diagramme de classe	112
Figure V.1 : Système de Management Environnemental selon la norme ISO 14001.....	115
Figure V.2 : Ecran Aspects environnementaux consolidés.....	118
Figure V.3 : Ecran gestion des processus, activités et aspects	120
Figure V.4 : les fenêtres du logiciel EPESME	120
Figure V.5 : Panneau d'ajout ou de modification de l'enregistrement en cours.....	121
Figure V.6 : Ecran principal d'évaluation	121
Figure V.7 : Représentation graphique des sommes des cotations des AES selon les indicateurs (« Sol », « Air », « Déchets » et « Energie »)	123
Figure V.8 : Représentation en sectoriel des statistiques des AE S	123
Figure V.9 : Statistique des AE significatifs par situation	124
Figure V.10 : Statistiques annuelles des AE significatifs	124
Figure V.11 : Ecran choix d'impression	125
Figure V.12 : Ecran prévisualisation avant impression.....	125
Figure V.13 : Simulation des prélèvements des rejets de la poussière	126
Figure V.14 : Liste des AES de l'indicateur « Air »	127
Figure V.15 : Historique de production des ciments.....	128
Figure V.16 : Evolution annuelle de la production des ciments	128
Figure V.17: Historique de consommation d'eaux.	129
Figure V.18 : consommation d'eau par apport a la production annuelle des ciments	129
Figure V.19: Evolution annuelle de la consommation d'eau	130
Figure V.20 : Evolution annuelle de la consommation du gaz naturel	130
Figure V.21 :Historique de production des déchets par nature et par type	131
Figure V.22 : Simulation des prélèvements des rejets liquides (DCO)	132
Figure V.23: Simulation des prélèvements des rejets liquides (PH)	132
Figure V.24 : Aperçu graphique général de l'évaluation de la performance du SME des entreprises algériennes certifiées ISO 14001	133
Figure V.25 : Aperçu graphique de l'évaluation de la « Politique Environnementale ».	133
Figure V.26 : Aperçu graphique de l'évaluation de la « Planification ».	134
Figure V.27 : Aperçu graphique de l'évaluation de la « Mise en œuvre et fonctionnement»	134
Figure V.28 : Aperçu graphique de l'évaluation du « Contrôle ».	135
Figure V.29 : Aperçu graphique de l'évaluation de la « Revue de Direction »	135
Figure V.30 : Aperçu graphique de l'évaluation de « l'Amélioration Continue »	136
Figure V.31 : Assistant de sauvegarde	137

TABLE DES TABLEAUX

Tableau I.1 : Correspondances entre le système de gestion traditionnel et la norme ISO 14001	13
Tableau I.2 : Catégories et sous-catégories des indicateurs significatifs	28
Tableau III.1 : Liste des entreprises algériennes étudiées	69
Tableau III.2 : Scores de marquage des éléments du SME	71
Tableau III.3 : Les différents scores et leur interprétation	72
Tableau III.4 : Moyenne des coefficients de pondération chaque élément du SME des entreprises Algériennes certifiées ISO 14001	74
Tableau III.5 : Moyenne des scores en % de différentes exigences du SME des entreprises Algériennes certifiées ISO 14001	75
Tableau III.6 : Moyenne des pourcentages des Scores des différentes exigences du SME des entreprises Algériennes étudiées et leurs découpages selon le modèle PDCA .	78
Tableau IV.1 : Le niveau d'intégration des Systèmes de management	89
Tableau IV.2 : Les non conformités réglementaires de la SCIMAT	92
Tableau IV.3 : Matrice d'évaluation des aspects environnementaux.....	98
Tableau IV.4 : Les indicateurs de performances liés à la production du ciment.	99

LISTE DES ABREVIATIONS

SME	Système de Management Environnemental
EMAS	Système Communautaire de Management Environnemental et d'Audit
ISO	International Organization for Standardization
SAGE	Strategic Advisory Group on Environment
SGE	Système de Gestion Environnementale
ACV	Analyse du Cycle de Vie
ARPE	Agence Régionale Pour l'Environnement
EPE	Evaluation de la performance environnementale
IES	Impact Environnemental Significatif
EIE	Evaluation des impacts environnementaux
TEP	Tonne équivalent pétrole
PME	Petites et moyennes entreprises
SADT	Structured Analysis Design Technique
OOD	Object-oriented Design
OMT	<i>Object Modeling Technique</i>
OOSE	Object Oriented Software Engineering
OMG	Object Management Group
AFNOR	Association Française de Normalisation
HSE	Health and Safety Executive
IANOR	Institut Algérien de normalisation
MOA	Maître d'ouvrage

MOE	Maître d'œuvre
UML	Unified Modeling Language
PDCA	Plan, Do, Check, Act
PDPC	Process Decision Program Chart
PERT	Planning Evaluation Ressources and Time
SCIMAT	La société des ciments de Ain Touta
GICA	Groupe Industriel du Ciment en Algérie
SPA	société par actions
SMI	Système de management intégré
AFAQ	Association française pour l'assurance de la qualité
AE	Aspects environnementaux
AES	Aspects environnementaux significatifs
SMQE	Système de management de la qualité et de l'environnement
EPESME	Logiciel pour l'Evaluation de la performance environnementale du
SME	Système de Management Environnemental
DCO	Demande Chimique en Oxygène
DIS	Déchets industriels spéciaux
DIB	Déchets industriels banals

Introduction Générale

Introduction générale

Le domaine du management de l'environnement est un domaine récent pour l'entreprise. Avant les années 1970, l'environnement ne constitue pas un objet de gestion pour les entreprises. Actuellement, ces dernières sont confrontées à un impératif de pérennisation semblant a priori contradictoire aux impératifs du développement durable. Mais, assurer sa pérennité contraint l'entreprise à devoir surmonter en permanence les aléas, risques et menaces peuplant son environnement [1]. Pour répondre aux nouveaux enjeux environnementaux, les entreprises ont besoin de maîtriser les effets de leurs activités ou produits sur l'environnement, et donc de les évaluer, de façon à mettre en place des plans d'action et à mesurer leur efficacité. Les Systèmes de Management de l'Environnement (SME) s'inscrivent dans ce contexte, en offrant un mode de gestion garantissant l'intégration de la préoccupation environnementale à tous les niveaux de l'entreprise.

Ces systèmes demandent à être complétés par des outils d'évaluation des performances environnementales pour améliorer le rôle et le fonctionnement du SME [2]. Ces outils peuvent, également, permettre aux entreprises de franchir la phase d'analyse environnementale accompagnant la mise en place d'un SME, ou être utilisés de façon autonome, pour être à la base d'un système de gestion environnementale adapté à l'entreprise [3]. En effet, un SME doit être évalué en permanence pour assurer une amélioration continue. Le but ultime de l'évaluation de la performance environnementale par l'utilisation des indicateurs de performances, est de s'assurer que les activités industrielles se déplacent dans une direction durable à un taux acceptable pour la société et l'environnement [4].

Contexte de l'étude

Au cœur des problématiques environnementales et industrielles, l'évaluation de performance du SME a pris un essor considérable au cours des dernières décennies. L'amélioration des performances environnementales est très importante pour la pérennisation des entreprises, ainsi que la complexité du changement, et

l'incertitude, auxquels sont confrontées les entreprises algériennes. Dans cet ordre d'idées, il est pertinent de se demander si la modélisation par l'UML (Unified Modeling Language) peut avoir un apport pour l'évaluation des Systèmes de Management Environnementaux au niveau des entreprises algériennes. La nécessité des outils informatiques permet d'atteindre les objectifs fixés dans un minimum de temps et au moindre coût, ce qui nécessite l'application de la connaissance humaine dans des domaines bien spécifiques tels que celui du management environnemental, afin de résoudre les problématiques de nos entreprises en matière de management des projets environnementaux.

Objectif de l'étude

L'évaluation de la performance environnementale devient de plus en plus complexe et l'adoption d'une nouvelle démarche pour cette évaluation environnementale est nécessaire au niveau de nos entreprises. Notre étude se propose de développer un outil informatique qui permet de gérer et d'évaluer les performances environnementales des systèmes de management environnemental, dans le cadre des outils d'aide à la décision.

L'approche d'évaluation de la performance environnementale consiste en la modélisation du SME d'une entreprise pilote (SCIMAT de Ain Touta) par le langage UML (Unified Modeling Language) ou le Langage de Modélisation Unifié qui est considéré comme le langage standard de modélisation visuelle utilisé pour spécifier, visualiser, construire et documenter les artefacts d'un système logiciel. Ainsi, l'UML est appliqué à la conception et à l'analyse des logiciels. Ce langage est essentiellement graphique, facile à lire et à comprendre. Il définit les diagrammes et les conventions à utiliser lors de la construction de modèles décrivant la structure et le comportement d'un logiciel.

Ainsi, il est primordial de commencer par le développement d'un système d'indicateurs de performances environnementales concernant l'activité de production du ciment afin d'aboutir à la réalisation de la conception de notre

logiciel EPESME qui est une application destinée à gérer et à évaluer les performances environnementales de la société des ciments.

Hypothèses de recherche

Outre la conception de l'outil en question, l'étude devrait permettre de situer, pour l'entreprise, les domaines d'intervention prioritaires pour des améliorations des performances environnementales du SME. Pour cela, deux principales hypothèses de recherche émergent :

- ✓ Les nouvelles technologies, telles que l'UML (Unified Modeling Language) peuvent-elles être adaptées aux besoins des entreprises certifiées ISO 14001 en vue de la maîtrise, du développement et de l'amélioration de leur système de management environnemental ?
- ✓ La conception d'un logiciel d'évaluation des performances environnementales des entreprises sur la base de l'UML permet-elle la construction d'une plate forme d'évaluation de la performance de leur SME ?

Structure de la thèse

Pour vérifier ces hypothèses de recherche, notre travail s'articule autour de deux parties organisées à travers 5 chapitres :

La première partie constitue le socle théorique de la thèse :

- Le premier chapitre sera consacré à une revue de la littérature sur le SME dans laquelle nous nous proposerons d'étudier les modalités de mise en place du Système de Management Environnemental, selon les deux principaux référentiels utilisés par les entreprises : le référentiel EMAS et la norme ISO14001, l'évaluation des performances environnementales, la réglementation nationale et internationale en vigueur, ainsi que les indicateurs de performances environnementales.
- Le second chapitre porte intérêt au Langage de Modélisation Unifié (UML). Ainsi, nous présenterons quelques concepts sur le génie logiciel,

le cycle de vie d'un logiciel et ses modèles, les méthodes d'analyses et de conceptions fonctionnelles et objets. Le chapitre sera couronné par une étude théorique sur le Langage de Modélisation Unifié UML.

La seconde partie, à caractère pratique, est constituée de trois chapitres, à savoir : la démarche globale d'évaluation du SME par audit et par indicateurs de performances. Au niveau de cette partie, nous nous proposerons de mettre en exergue l'apport des technologies au management environnemental. Le contenu de fond de cette partie se présente comme suit :

- Le troisième chapitre porte intérêt à l'évaluation du SME des entreprises algériennes certifiées ISO 14001, par audit. Ainsi, dans cette partie nous nous proposerons de réaliser une évaluation de base (Baseline) du Système de Management Environnemental. Une description des situations actuelles sera réalisée telles que nous les aurons perçues, durant nos visites et nos entrevues, en nous basant le plus objectivement possible sur des "FAITS" et des "DOCUMENTS" qui nous seront soumis. Cette évaluation appelée, également, analyse des écarts correspond à une partie de la phase d'évaluation du projet de certification réalisé.
- Le quatrième chapitre concerne l'étude du SME de la SCIMAT et sa modélisation par le Langage de Modélisation Unifié (UML) dans le but de procéder, par la suite, à la conception, au développement et à la mise en œuvre d'un logiciel permettant de gérer et d'évaluer les performances du Système de Management Environnemental de l'entreprise.
- Le cinquième et dernier chapitre, passe en revue les travaux effectués dans le domaine de l'évaluation du SME de la SCIMAT, par le logiciel conçu (EPESME) et sa validation sur la base d'un système d'indicateurs spécifique à l'activité de production du ciment.

En conclusion, nous nous proposerons de mettre en exergue l'aboutissement de notre démarche d'évaluation du Système de Management Environnemental et de bien montrer l'importance de l'outil informatique dans la fiabilité et l'exactitude de cette évaluation, ses limites et ses perspectives permettant une longévité de l'outil proposé.

Le cheminement logique emprunté dans le cadre de cette thèse est représenté par le schéma synoptique de la Figure suivante :

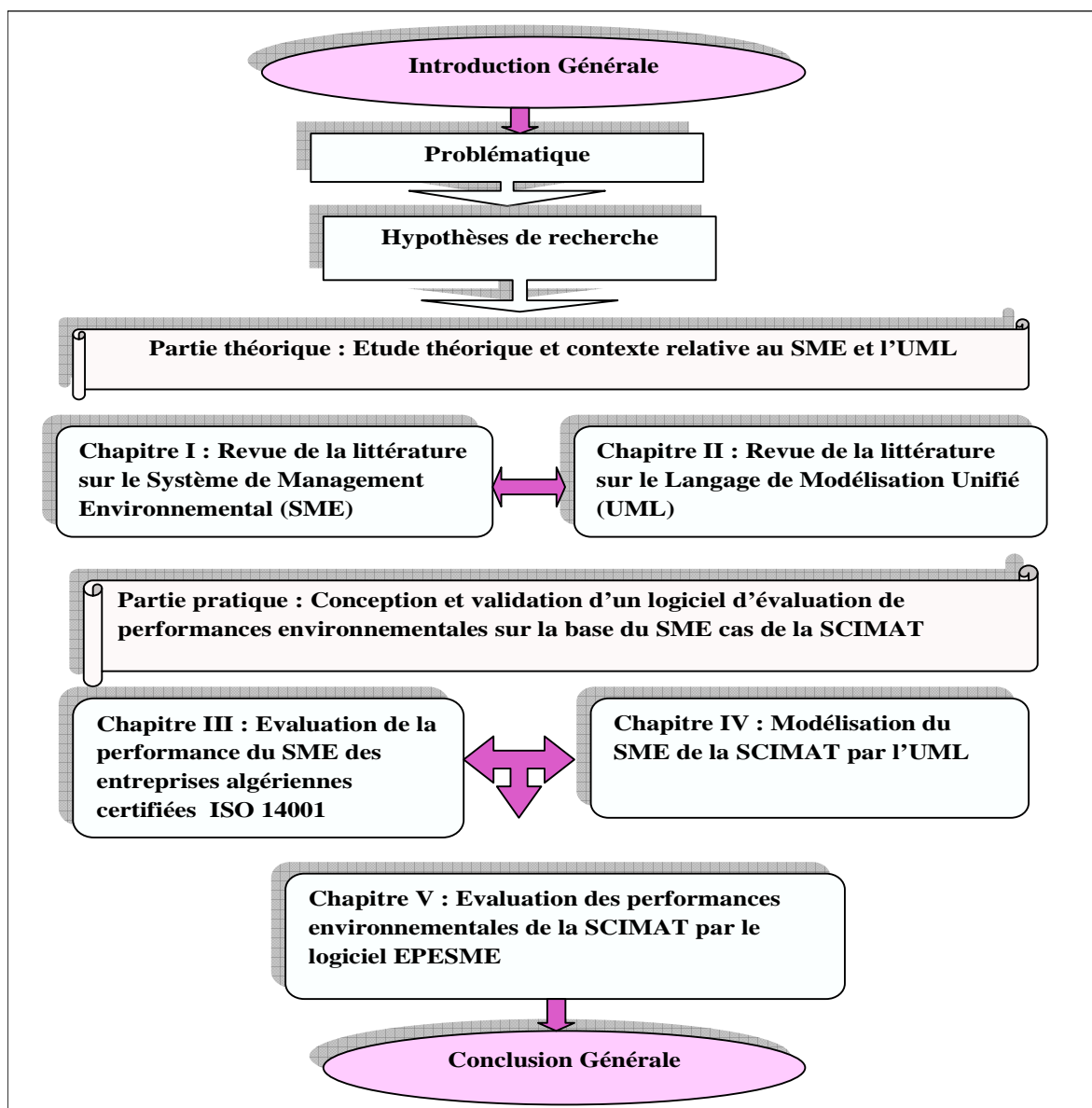


Figure 01 : Schéma synoptique de la structure de la thèse.

Chapitre I

*Revue de la littérature sur le Système de
Management Environnemental (SME)*

Chapitre I: Revue de la littérature sur le Système de Management Environnemental (SME)

1. Introduction

Depuis quelques années on assiste à l'émergence de l'environnement au titre de valeur sociétale. Cette évolution a pour conséquence d'amener progressivement les décideurs publics et privés à envisager l'intégration des exigences environnementales, non seulement, dans leur activités mais également au sein même de leur structures en y faisant participer leurs différents départements. Et comme la réduction des impacts environnementaux devient de plus en plus une responsabilité collective qui doit être assumée dans la gestion quotidienne des entreprises. Cette prise de conscience se traduit en pratique par la mise en œuvre de systèmes de management environnemental (SME) dont la norme ISO 14001 constitue un modèle de référence [5].

Dans ce contexte, nous nous proposons d'étudier au niveau de ce chapitre la mise en place du Système de Management Environnemental selon les deux principaux référentiels utilisés par les entreprises le référentiel EMAS et la norme ISO14001. Ainsi que, l'Évaluation des Performances Environnementales comme un outil qui vise à organiser la collecte et l'exploitation des données environnementales dans l'entreprise par la construction d'indicateurs environnementaux qui permis de situer les performances de l'entreprise vis-à-vis de critères de performances selon la norme ISO 14031.

2. Le Système de Management Environnemental (SME)

Le management environnemental, aussi appelé gestion environnementale désigne les méthodes de gestion d'une entité (entreprise, service...) visant à prendre en compte l'impact environnemental de ses activités, à évaluer cet impact et à le réduire. Selon la norme ISO 14001 le management environnemental s'inscrit dans une perspective de développement durable. Le SME est un ensemble de mécanismes internes qui permet de s'assurer quotidiennement que toutes les activités de l'entreprise se font en respect de la politique environnementale décidée par la direction [6].

Respecter la politique environnementale, c'est:

- ✓ Faire appliquer le programme environnemental fixé par la direction pour atteindre les objectifs fixés, en tenant compte des priorités d'ordre environnemental lors des prises de décisions.
- ✓ Assurer progressivement et durablement le respect des réglementations s'appliquant à l'entreprise en matière d'environnement.

Les Systèmes de Management de l'Environnement (SME) s'inscrivent dans ce contexte en offrant un mode de gestion permettant l'intégration de la préoccupation environnementale à tous les niveaux dans l'entreprise. L'objectif en est l'amélioration des performances environnementales définies comme "les résultats mesurables du SME. Pour la maîtrise de ses aspects environnementaux sur la base de sa politique environnementale, de ses objectifs et cibles environnementaux" la reconnaissance officielle du SME d'une entreprise passe par sa certification, autrement dit, la vérification par un auditeur qualifié que le SME mis en place dans l'entreprise respecte bien un ensemble de pratiques constituant un référentiel [7].

La construction d'un SME paraît difficile sans une phase de transition permettant la sensibilisation aux préoccupations environnementales, ainsi qu'une information sur les conséquences environnementales de l'activité et les moyens de les maîtriser. De plus, un SME tel que défini par la norme ISO 14001 ou le règlement européen est un outil de gestion, qui organise l'intégration globale de l'environnement dans l'entreprise et se situe dans le moyen et le long terme. Il demande à être complété par un outil de pilotage au quotidien organisant le prélèvement, l'exploitation et le suivi de l'information sur le terrain. Dans les entreprises où le degré de formalisation de l'information est souvent faible, la mise en place de cet outil complémentaire est indispensable.

Les deux principaux référentiels du SME sont aujourd'hui la norme ISO 14001 et le Règlement Européen EMAS ou "Eco-audit".

2.1. Le SME selon le règlement européen "Eco-audit" ou EMAS

La dénomination règlement éco-audit EMAS (Système Communautaire de Management Environnemental et d'Audit) est en fait l'appellation abrégée du " l'Eco-Management and Audit Schème", c'est un règlement européen permettant la participation volontaire des entreprises du secteur industriel à un Système Communautaire de Management Environnemental et d'Audit.

L'objectif de ce règlement est de "promouvoir des améliorations constantes des résultats en matière d'environnement" par :

- ✓ L'établissement et la mise en œuvre d'une politique environnementale et d'un programme environnemental ;
- ✓ L'évaluation systématique, objective et périodique de l'efficacité de la politique et du programme environnemental ;
- ✓ L'information du public sur les résultats obtenus par une déclaration environnementale.

Le SME est défini comme étant "la partie du système global de management qui comprend la structure organisationnelle, les responsabilités, les pratiques, les procédures, les procédés et les ressources nécessaires aux fins de la mise en œuvre de la politique environnementale"[8].

Le règlement européen impose des exigences à travers les phases suivantes [8]:

2.1.1. Phase 1 : Mise en place du SME

Adoption par la direction de l'entreprise d'une politique environnementale assurant la conformité réglementaire et engageant à une amélioration constante et raisonnable des résultats sur le plan de l'environnement. Une analyse environnementale de l'entreprise doit permettre d'identifier ses facteurs d'impact. Sur la base de ces résultats, un programme environnemental visant des objectifs précis est défini. Lorsque des documents existent déjà, tels que l'étude d'impact, l'étude des déchets ou l'étude de danger, ils peuvent constituer la base du travail de l'analyse environnementale.

2.1.2. Phase 2 : Organisation du SME

Définition des responsabilités, sensibilisation et formation du personnel de l'entreprise ou organisation de la maîtrise opérationnelle.

2.1.3. Phase 3 : Suivi du SME

La surveillance s'assure que les exigences du SME soient bien respectées. En cas de non-respect, des mesures correctives sont programmées.

2.1.4. Phase 4 : Documentation

Un registre des documents relatifs au management environnemental est maintenu.

2.1.5. Phase 5 : Evaluation

Des audits environnementaux sont périodiquement programmés. Ils vérifient le bon fonctionnement du SME.

2.1.6. Phase 6 : Communication

L'entreprise doit établir une déclaration environnementale destinée au public, présentant :

- ✓ Une description des activités de l'entreprise.
- ✓ Une évaluation des problèmes environnementaux important liés à l'activité.
- ✓ Un résumé des données chiffrées.
- ✓ Une présentation de la politique, du programme et du SME.

2.1.7. Phase 7 : Vérification

L'entreprise doit faire examiner la politique, le programme, le SME, l'analyse ou la procédure d'audit et la déclaration afin de vérifier le respect des exigences du règlement.

La mise en œuvre du règlement EMAS est représentée par la Figure I.1.

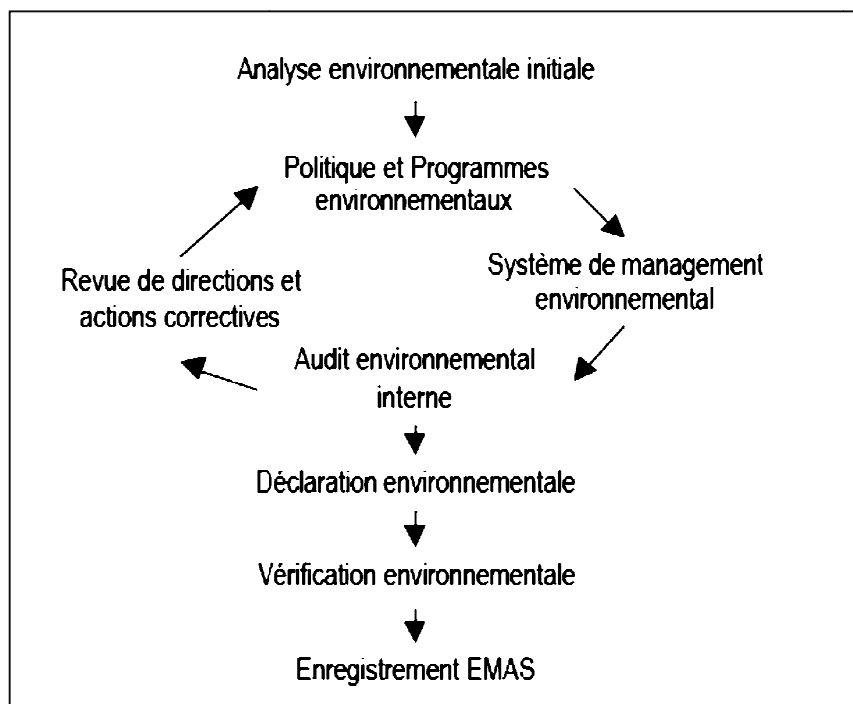


Figure I.1 : Mise en œuvre du règlement EMAS [9].

2.2. Les normes ISO 14000

A l'image de l'élaboration des normes de qualité, la multiplication de standards nationaux sur la gestion environnementale s'est rapidement traduite par un besoin de normalisation internationale. La mondialisation des économies implique, en effet, une harmonisation des normes et des règlements en vigueur dans chaque pays afin d'éviter l'érection de barrières à l'entrée de certains marchés pouvant porter atteinte au mouvement de libéralisation des échanges. L'International Standardisation Organisation (ISO), et le Strategic Advisory Group on Environment (SAGE) sont à l'origine des normes environnementales ISO 14000 [10].

L'avènement des normes internationales sur la gestion environnementale, qui sont appelées à se substituer aux normes nationales et aux autres SGE existants, traduit un mouvement de standardisation et d'uniformisation similaire à celui qui a présidé à l'élaboration des normes de qualité ISO 9000. Comme ces dernières, la série ISO 14000 est le résultat d'un consensus international et des travaux de plusieurs groupes de travail auxquels ont participé des représentants de différents pays. Au total, une vingtaine de normes sur la gestion environnementale ont été élaborées (systèmes de gestion,

vérification, étiquetage, évaluation des performances environnementales, cycle de vie des produits, ...).

Cependant, seule la norme ISO 14001 sur les systèmes de gestion environnementale (SGE) pourra être l'objet d'un processus de certification par un organisme accrédité. Ce processus a pour but de vérifier la conformité des pratiques de gestion de l'entreprise avec les prescriptions de la norme. Le système ISO 14001 exige ainsi la mise en œuvre d'une documentation détaillée et le respect par l'entreprise, des engagements et des procédures définis dans ces documents. Les propositions du SGE doivent être documentées et respectées de façon rigoureuse, par son caractère global, systémique, et la certification dont elle peut être l'objet. La norme ISO 14001 est en fait la plus importante de la série ISO 14000 et s'impose comme le modèle de référence des systèmes de gestion en environnement. Les propositions de l'ISO 14001 s'articulent autour de cinq principes classiques de management qui feront l'objet des paragraphes suivants.

2.2.1. Politique environnementale

Ce premier principe du modèle correspond sensiblement à la fonction de direction selon Fayol. Ainsi, la mise en œuvre de la norme repose d'abord sur la participation active de la haute direction à l'élaboration et à la réalisation de la politique environnementale. Cette participation active concerne les objectifs stratégiques du système de gestion environnementale : amélioration continue des performances environnementales, respect des normes réglementaires, révision régulière des objectifs, information des employés et autres. Le modèle de changement proposé est donc résolument de type *topdown*, du sommet vers la base, suivant la ligne hiérarchique traditionnelle.

2.2.2. Planification

Le second principe est identique à la fonction de prévoyance selon Fayol, autrement dit à la définition d'objectifs et de plans d'action appropriés. La structure globale de la norme s'articule en fait autour des principes généraux de la planification, soit la définition d'objectifs et de moyens pour les atteindre (plans, procédures, ...).

Dans la norme ISO 14001, la planification comprend [11]:

- l'évaluation des activités qui ont un impact considérable sur l'environnement;

- la mise en œuvre de procédures pour identifier les règlements à respecter;
- la définition d'objectifs;
- la mise en œuvre de programmes pour atteindre les objectifs.

Il convient de noter que la norme distingue les objectifs qui découlent de la politique environnementale, des « cibles » qui sont plus quantitatives et mesurables. La définition précise de cibles permet de contrôler les performances et de mettre en œuvre le principe de l'amélioration continue [12].

2.2.3. Mise en œuvre et fonctionnement

Cette étape décrit les aspects organisationnels du système de gestion environnementale. Elle correspond donc sensiblement à la fonction organisation du PODC (Planification, Organisation, Direction et Contrôle). Dans la partie « structures et responsabilités », qui permet aux entreprises de définir précisément quels sont les rôles de chaque personne, en particulier les dirigeants, dans la mise en œuvre du système [12].

2.2.4. Contrôle et mesures correctives

Comme dans tous les systèmes de gestion environnementale, le contrôle des activités relatives à la gestion des questions environnementales et des résultats dans ce domaine joue un rôle fondamental [12]. Ce contrôle se réalise d'abord par un système de documentation et de procédures qui permet de définir de façon opérationnelle les conduites à adopter en situation d'urgence et dans les activités qui ont un impact considérable sur l'environnement. Ensuite, la norme exige des organisations qu'elles mesurent de façon régulière et systématique les résultats environnementaux pour contrôler la réalisation des objectifs et des cibles fixées. Les « non-conformités » au système doivent être décelées et faire l'objet de mesures correctives. Enfin, les entreprises doivent procéder régulièrement à des audits environnementaux pour vérifier leur respect des exigences de la réglementation et des spécifications stipulées par la norme. La comparaison systématique entre, d'une part, les plans, les programmes ou les procédures et, d'autre part, les réalisations ou les résultats effectifs est un thème classique du management et constitue le principe de base de tous les systèmes de contrôle de gestion.

2.2.5. Amélioration continue

Le dernier principe de la norme est en fait le prolongement du mécanisme de contrôle et de mesures correctives précédent. Ce concept est utilisé dans le domaine de la qualité totale et implique une révision systématique du système de gestion pour améliorer de façon continue les « performances environnementales » de l'entreprise. Les points de correspondances entre le système de gestion traditionnel et la norme ISO14001 sont représentés au niveau du (Tableau I.1).

Tableau I.1 Correspondances entre le système de gestion traditionnel et la norme ISO 14001[13].

Système de gestion traditionnel (Modèle PODC)	Norme ISO 14001
Planifier	Planification
Organiser	Implantation et contrôle des activités
Diriger	Politique environnementale
Contrôler	-Mesure, contrôle des résultats et mesures correctives -Amélioration continue

2.2.6 Liste des normes du Système de Management Environnemental

La liste des normes ISO 14000 relatives aux normes de management environnemental est la suivante [6] :

- ✓ ISO 14001 : 2004 Système de Management Environnemental – Spécification et lignes directrices pour son utilisation.
- ✓ ISO 14004:2004 Système de Management Environnemental – Lignes directrices générales concernant les principes, les systèmes et les techniques de mise en œuvre.
- ✓ ISO 14015: 2001 Evaluation environnementale des sites et des organismes.
- ✓ ISO 14030:1999 Management Environnemental – mesure et suivi de la performance environnementale

- ✓ ISO 14031:1999 Management Environnemental – évaluation de la performance environnementale –lignes directrices à suivre
- ✓ ISO 14050:2002 Management Environnemental – Vocabulaire.
- ✓ ISO 14062:2002 Management Environnemental – Intégration des aspects environnementaux dans la conception et le développement de produit.
- ✓ ISO 19011:2002 Lignes directrices pour l'audit des Systèmes de Management de la Qualité et/ou de Management Environnemental.

2.2.7 Normes spécifiques

2.2.7.1 Marquage et déclarations

Les normes relatives au marquage et déclaration sont les suivantes [6]:

- ✓ ISO 14020:2000 Étiquettes et déclarations environnementales - Principes généraux
- ✓ ISO 14021:1999 Marquage et déclarations environnementales – Auto-déclarations environnementales (étiquetage de type II)
- ✓ ISO 14024:1999 Marquage et déclarations environnementales - Étiquetage environnemental de type I - Principes et méthodes
- ✓ ISO 14025:2006 (version PR, projet) : Marquage et déclarations environnementaux – (Déclarations environnementales de type III).

2.2.7.2 Analyse du cycle de vie

Les normes relatives à l'analyse du cycle de vie (ACV) sont les suivantes [6]:

- ✓ ISO 14040:2006 Management environnemental - Analyse du Cycle de Vie - Principes et cadre.
- ✓ ISO 14041:1998 Management environnemental - Analyse du Cycle de Vie - Définition de l'objectif et du champ d'étude et analyse.
- ✓ ISO 14042:2000 Management environnemental - Analyse du Cycle de Vie - Évaluation de l'impact du cycle de vie.
- ✓ ISO 14043:2000 Management environnemental - Analyse du Cycle de Vie - Interprétation du cycle de vie.

- ✓ ISO 14044:2006 Management environnemental - Analyse du Cycle de Vie - Exigences et lignes directrices.

2.3. Le SME selon La norme ISO 14001

La norme ISO 14001 repose sur le principe d'amélioration continue de la performance environnementale par la maîtrise des impacts liés à l'activité de l'entreprise. Celle-ci prend un double engagement de progrès continu et de respect de la conformité réglementaire.

Elle permet de bien structurer la démarche de mise en place d'un Système de Management Environnemental, d'en assurer la traçabilité et d'y apporter la crédibilité découlant de la certification par un organisme extérieur accrédité [14].

La Roue de Deming est le principe de base sur lequel reposent toutes les exigences de la norme ISO 14001 (Cf. Figure I.2). Cette dernière est d'ailleurs architecturée selon la spirale d'amélioration continue, comme le montre la Figure I.3.

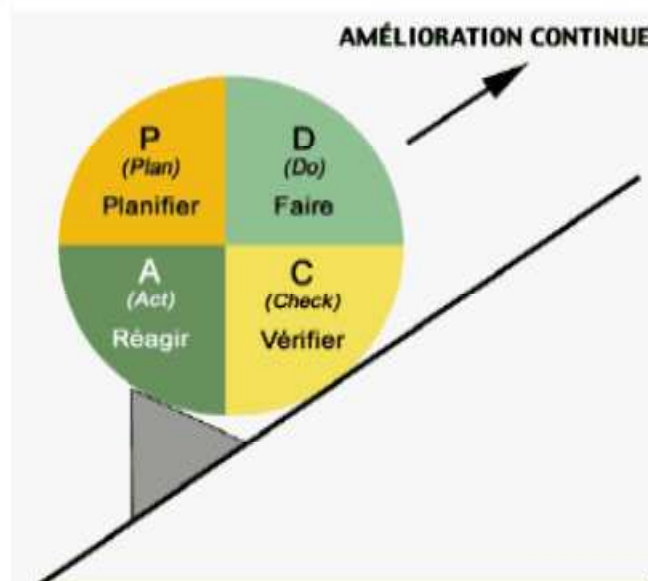


Figure I.2 : Principe de la norme ISO 14001[15].

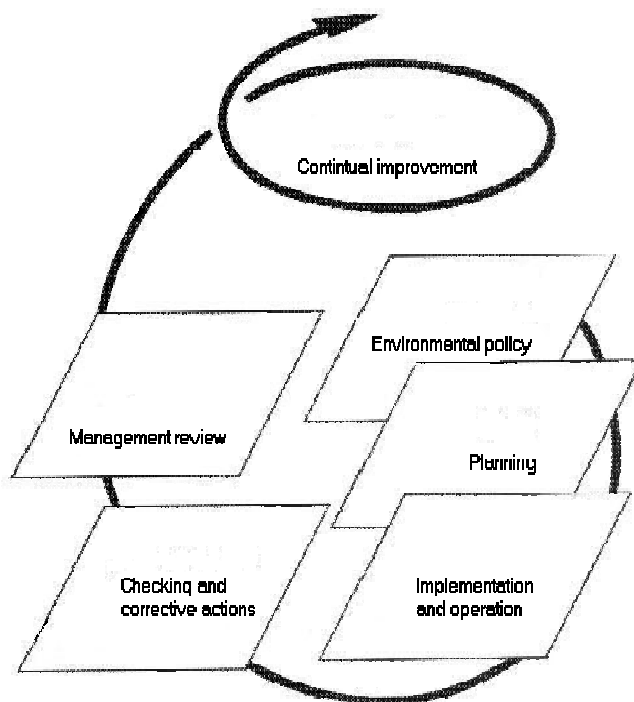


Figure 1.3 : Le Système de Management Environnemental [9].

Le principe de la norme ISO 14001 se divise en quatre parties [15] :

- Prévoir ;
- Faire ;
- Prouver et contrôler ;
- Corriger et réagir.

Elle implique l'entreprise dans un engagement de réduction des nuisances, d'amélioration continue et fournit en annexe un guide pour son application. Elle introduit des exigences de communication interne et externe aux parties intéressées, de prévention des situations d'urgence et de capacité à réagir face à celles-ci.

Le management environnemental désigne les méthodes de gestion et d'organisation de l'entreprise visant à prendre en compte de façon systématique l'impact des activités de l'entreprise sur l'environnement, à évaluer cet impact et à le réduire.

Les entreprises, conscientes de l'importance de l'environnement dans leur stratégie de développement (notamment pour des raisons de pérennisation de leur activité), s'engagent de plus en plus dans ces démarches volontaires de management environnemental. Parmi

ces dernières, on distingue généralement deux approches qui se rejoignent sur de nombreux points et contribuent à une amélioration environnementale des activités considérées [6] :

- **L'approche site** : Elle constitue un outil de gestion interne à l'entreprise, fondée sur l'amélioration continue. Cette démarche relève du domaine d'action immédiat de l'industriel. Elle est, par ailleurs, un véritable outil de communication professionnelle et locale.
- **L'approche produit** : Prenant en compte les étapes du cycle de vie du produit, cette approche relève à la fois du management interne et externe de l'industriel. Elle conduit à concevoir ou améliorer les produits en intégrant une vision globale de l'environnement. Elle constitue une approche complémentaire apte à véhiculer jusqu'aux consommateurs finaux les efforts environnementaux réalisés.

Une démarche de management environnemental peut être menée jusqu'à la mise en place éventuelle d'un Système de Management Environnemental (SME) et sa reconnaissance. Le management de l'environnement côtoie souvent des systèmes de management préexistants tel que la Qualité, l'Hygiène ou la Sécurité, au point éventuellement de constituer avec eux un système dit intégré.

Depuis quelques années, des organisations non industrielles, tels que des centres de grande distribution, des gestionnaires de zones d'activités s'appuient sur une certification ISO 14001. De ce fait, toute organisation (quelle que soit sa taille) dont l'activité, même non marchande, engendre des impacts sur l'environnement est susceptible d'adhérer à ce type de démarche environnementale.

2.3.1. Les bénéfices de la démarche environnementale

La prise en main des problèmes environnementaux par les entreprises est un moteur essentiel des progrès nécessaires pour la protection de l'environnement. Les pouvoirs publics dans le monde souhaitent que les entreprises adoptent les instruments de Management Environnemental comme elles le font pour le Management de la Qualité. Une entreprise qui formalise sa politique en matière de protection de l'environnement est en effet un partenaire préoccupé par les obligations environnementales.

2.3.2. Les gains attendus par les entreprises

Un système de management environnemental permet aux entreprises de réaliser des gains très intéressants pour son développement, ces gains sont les suivants [16] :

- **Vecteur d'image** : la certification ISO 14001 démontre leur engagement en tant qu'entreprises citoyennes.
- **Outil de dialogue** : le SME renforce la confiance de leurs partenaires (clients, donneurs d'ordre, administrations, investisseurs, riverains, associations de protection de l'environnement, assureurs, ...). Les relations entre les donneurs d'ordres et les fournisseurs sont souvent désignées comme un moteur essentiel au développement de ces démarches.
- **Outil de maîtrise des coûts** : un Système de Management Environnemental permet de prévenir les incidents et de minimiser leurs impacts grâce aux actions de prévention, un possible retour sur investissement par une meilleure économie des consommations et des rejets/déchets, une amélioration de l'image de l'entreprise, une motivation particulière du personnel (souvent plus facile qu'avec l'assurance qualité).
- **Outil de mobilisation des collaborateurs** : il fédère le personnel autour d'un projet commun qui permet l'amélioration directe de leur contexte professionnel (santé, sécurité, ...).
- **Outil d'anticipation du volet environnemental du développement durable** : La montée en puissance du concept de développement durable permet aux entreprises ayant anticipé le volet environnemental du développement durable, à travers la mise en œuvre d'un Système de Management Environnemental, de bénéficier d'une longueur d'avance sur leurs concurrents.

2.3.3. Les principales exigences de la norme ISO 14001

Les principales exigences de la norme ISO 14001 sont représentées comme suit [16] :

2.3.3.1. Exigences générales (chapitre 4.1)

2.3.3.2. Définir une politique environnementale (chapitre 4.2)

C'est un document signé par la direction qui doit :

- ✓ S'engager au respect de la réglementation.

- ✓ S'engager dans l'amélioration continue des performances environnementales de l'entreprise.
- ✓ Etre diffusé à l'ensemble du personnel.

2.3.3.3. Planification (Chapitre 4.3)

Les principaux éléments de la planification sont :

- ✓ Identifier systématiquement les impacts environnementaux de ses activités (chap.4.3.1)
- ✓ Identifier les exigences légales et autres exigences (clients, groupe...) (chap.4.3.2)
- ✓ Définir des objectifs et cibles ainsi qu'un programme d'actions cohérent avec la politique et les impacts environnementaux (chap. 4.3.3 et 4.3.4).

2.3.3.4. Mise en œuvre et fonctionnement (Chapitre 4.4)

La mise en œuvre et fonctionnement consistent à :

- ✓ Définir les rôles, responsabilités et autorités (chap. 4.4.1).
- ✓ Mettre en place des formations appropriées et sensibiliser le personnel (chap.4.4.2).
- ✓ Mettre en œuvre les procédures de communication internes et externes (chap.4.4.3).
- ✓ Créer et mettre à jour une documentation décrivant les différents aspects du Système de Management de l'Environnement: politique, structure, responsabilités, procédures (Chap. 4.4.4 et 4.4.5).
- ✓ Identifier les opérations et activités qui sont associées aux aspects environnementaux significatifs identifiés en accord avec la politique, les objectifs et les cibles (chap. 4.4.6).

2.3.3.5. Contrôle et actions correctives (Chapitre 4.5)

L'exigence contrôle et actions correctives consistent a :

- ✓ Etablir et documenter des procédures documentées pour surveiller et mesurer régulièrement les principales caractéristiques des opérations et activités qui peuvent avoir un impact environnemental significatif (chap. 4.5.1).
- ✓ Mettre en œuvre des actions correctives ou préventives afin de corriger les non-conformités ou de supprimer les causes des non-conformités observées (chap. 4.5.2).

- ✓ Assurer l'existence et la gestion des enregistrements (chap. 4.5.3).
- ✓ Réaliser régulièrement des audits du Système de Management de l'Environnement par des auditeurs internes de manière à déterminer si l'organisation en place est conforme à ce qui a été prévu (chap. 4.5.4).

2.3.3.6. Revue de direction (Chapitre 4.6)

Une revue de direction a lieu au moins 1 fois par an. En fonction du contexte, des revues de direction supplémentaires peuvent être déclenchées. La revue de direction est préparée et présentée par le responsable environnement au directeur de l'ARPE.

Le responsable environnement expose :

- ✓ La liste des aspects environnementaux significatifs.
- ✓ Le résultat de l'évaluation annuelle de la conformité aux exigences légales applicables et aux autres exigences.
- ✓ L'évolution de la réglementation.
- ✓ Le niveau de réalisation des objectifs et cibles.
- ✓ L'évaluation de la performance environnementale.
- ✓ Le résultat de l'audit interne.
- ✓ Le bilan du plan de formation et celui de la communication.
- ✓ Le bilan des écarts, le programme et le bilan des actions correctives et préventives.

3. Evaluation Environnementale

3.1. Définitions

L'évaluation environnementale, ou évaluation d'incidences sur l'environnement (EIE), désigne la mise en œuvre des méthodes et des procédures permettant d'estimer les conséquences sur l'environnement d'une politique, d'un programme ou d'un plan, d'un projet ou d'une réalisation. C'est un avis émis sur l'étude d'impact sur l'environnement, afin d'en vérifier la qualité et d'apprécier comment les incidences négatives sur l'environnement sont effectivement annulées, réduites ou compensées. La première évaluation mondiale, dite MEA ou « *Millenium Ecosystem Assessment* » date de 2005[18].

La notion d' « *évaluation* » contient un aspect quantitatif et descriptif. Elle peut aussi évoquer le mot anglais « *assessment* ». Comme on peut dire que l'évaluation est la première étape d'une étude d'impact (ou étude d'incidence sur l'environnement), mais elle

peut réintervenir après la réalisation d'un projet pour vérifier que les mesures conservatoires ou de compensation ont bien été suivies d'effet [19].

Sur le plan industriel, et pour répondre aux besoins des entreprises, il existe aujourd'hui de nombreuses méthodes d'évaluation environnementale, qui sont actuellement proposées aux entreprises. Il est avant tout nécessaire d'apporter quelques précisions sur les termes employés : en effet, les termes "diagnostic", "audit" et "évaluation" sont employés de façon assez aléatoire dans la littérature. Si l'on se reporte au Petit Robert, on trouve pour ces termes les définitions suivantes :

- ✓ Diagnostic : "Détermination d'un état d'après ses symptômes"
- ✓ Évaluation : "Action d'évaluer, de déterminer la valeur ou l'importance d'une chose"
- ✓ Audit : "Mission d'examen et de vérification de la conformité (aux règles de droit, de gestion) d'une activité particulière ou de la situation générale d'une entreprise".

C'est une forme d'évaluation relativement récente, en pleine évolution et qui doit répondre à des enjeux complexes, incluant les effets d'ampleurs incertaines. Elle s'est principalement développée à la fin du XX^e siècle, notamment à l'occasion de la préparation du sommet de la terre de Rio [20].

3.2. Législation

Depuis les années 1990, l'évaluation environnementale est devenue obligatoire pour l'état de l'eau, de l'air, des sols, des habitats naturels et de la biodiversité ou pour certaines activités industrielles (Directive Reach) [21]. Elle est devenue aussi obligatoire pour certains produits, pour certains plans et programmes et grands projets à l'échelle internationale et en Algérie.

3.2.1. Législation internationale

La législation entourant l'évaluation environnementale est riche de sa diversité. Son dynamisme est aussi un point positif qui matérialise sa nature particulièrement vivante. La notion d'évaluation environnementale évolue ; après les vagues références au sujet de la prise en compte des préoccupations environnementales, les lois se sont profondément attachées à l'étude d'impact sur l'environnement.

- Les législations européennes prévoient que les opérations qui, par leurs dimensions, sont susceptibles d'affecter l'environnement font l'objet d'une

évaluation environnementale et que cette dernière est soumise à l'avis, rendu public, d'une autorité environnementale compétente en matière d'environnement. Ces prescriptions visent à faciliter la participation du public à l'élaboration des décisions qui le concernent (convention d'Arhus, Convention d'Espoo, charte constitutionnelle) et à améliorer la qualité des projets avant la prise de décision [22].

- Loi canadienne sur l'évaluation environnementale (2012), loi concernant l'évaluation environnementale de certaines activités et visant à prévenir les effets environnementaux négatifs importants « mesures d'atténuation » mesures visant à éliminer, réduire ou limiter les effets environnementaux négatifs d'un projet désigné. y sont assimilées les mesures de réparation de tout dommage causé par ces effets, notamment par remplacement, restauration ou indemnisation [23].

3.2.2. Législation Algérienne

En Algérie, le cadre légal régissant l'évaluation environnementale remonte à 1983.

- Loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement.
- Décret exécutif n° 93-165 du 10 juillet 1993 réglementant les émissions atmosphériques de fumées, gaz, poussières, odeurs et particules solides, des installations fixes.
- Décret exécutif n° 90-78 du 27 février 1990 relatif aux études d'impact sur l'environnement.
- Décret exécutif n°97-481 du 15 décembre 1997 portant création de commission chargée de l'inspection et de l'évaluation des marchandises avariées ou en séjour prolongé au niveau des ports de commerce.
- Loi n° 01 - 19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets.
- Le 19 juillet 2003, la loi numéro no 03-10 fut promulguée afin de définir les règles de protection de l'environnement dans le cadre du développement durable et de décrire également les ÉIE [24].

3.3. Les méthodes de l'évaluation

Si l'on se place dans le contexte de l'environnement industriel, il existe quatre catégories des méthodes qui sont les suivants [25] :

- ✓ Les méthodes de diagnostic, qui se présentent généralement sous forme de questionnaires à choix multiples et s'adressent à des entreprises peu avancées dans la prise en compte de la protection de l'environnement. Exclusivement qualitatives, elles permettent la sensibilisation de l'utilisateur et la détection des domaines (eau, énergie, déchets, rejets liquides...).
- ✓ Les méthodes d'évaluation initiale, qui proposent un bilan matière/énergie exhaustif permettant d'aboutir à la construction d'un premier plan d'action de correction. Elles s'adressent à des entreprises disposant de compétences environnementales internes.
- ✓ Les méthodes d'audit des SME, qui visent à vérifier la conformité du système d'une entreprise aux exigences du référentiel qu'elle a choisi. Cet audit est effectué par un tiers, "auditeur" dans le cadre de la norme ISO 14001, "vérificateur" dans le cadre du règlement européen.
- ✓ Les méthodes "multi phases", qui sont construites de façon à aborder progressivement les problèmes environnementaux, accompagnant l'entreprise à travers plusieurs phases d'évaluation, du diagnostic qualitatif au bilan quantitatif complet.

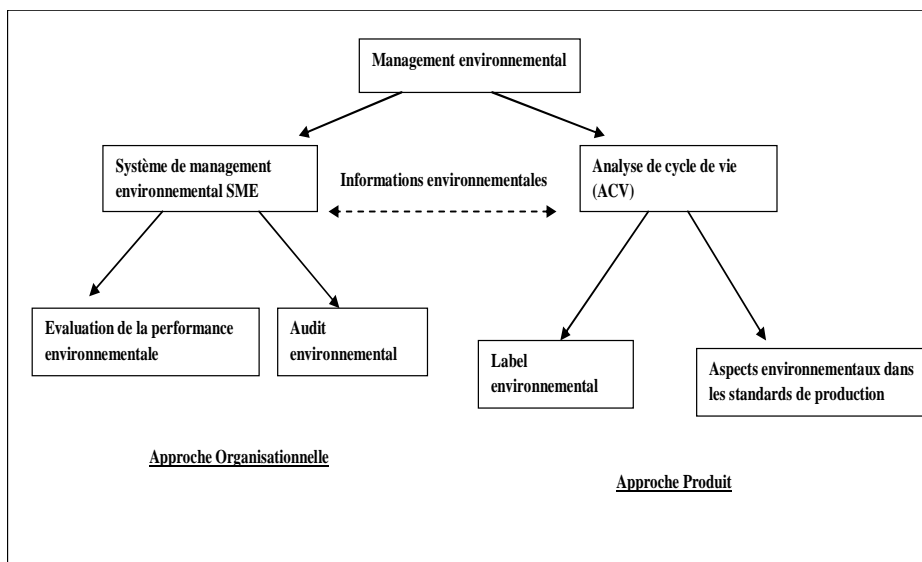


Figure I.4 : Deux Approches du Management Environnemental [26].

La Figure I.4 présente les deux approches du management de l'environnement, l'approche organisationnelle et l'approche produit. Notre étude se focalise autour de l'approche organisationnelle.

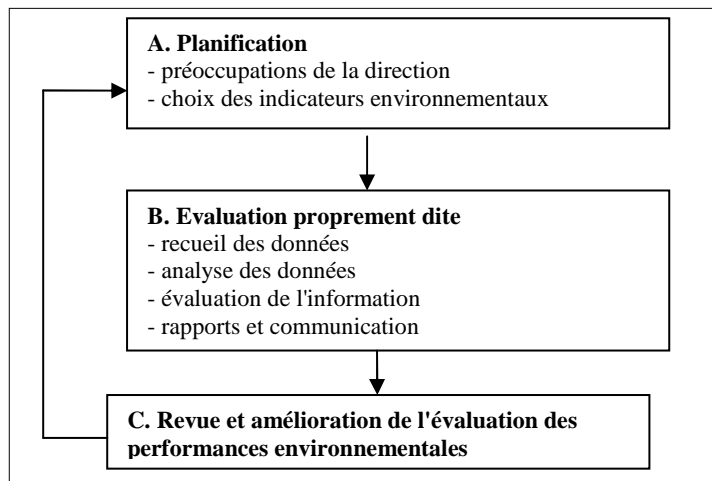
3.4. Evaluation de performances environnementales

La performance est définie comme le résultat obtenu dans l'exécution d'un objectif environnemental. Cette notion implique l'existence [27]:

- ✓ d'une action dont l'efficacité est à évaluer.
- ✓ d'une valeur quantitative de référence (échelle de valeur ou de notation, référencée dans l'espace (global/local)).

L'évaluation des performances environnementales (EPE) est définie par l'ISO TC/207 comme "procédé visant à choisir des indicateurs environnementaux et à mesurer, analyser, évaluer, rendre compte de, et communiquer la performance environnementale d'un organisme en la comparant avec des critères de performance environnementale", les dites performances environnementales étant définies comme les "résultats obtenus par la direction d'un organisme concernant ses aspects environnementaux"[28].

Dans le cadre d'un SME, on considère que les critères de référence permettant de comparer les résultats mesurés sont obligatoirement ceux des objectifs définis par le SME, tandis que dans le cas de l'ISO 14031, l'évaluation ne s'effectuant pas obligatoirement dans le cadre d'un SME, les critères peuvent être différents. La structure d'évaluation proposée est la suivante :



*Figure I.5. Étapes de l'évaluation des performances environnementales
Proposée par l'ISO 14031[28].*

3.4.1 Planification :

L'entreprise doit choisir ses indicateurs environnementaux en se fondant sur ses facteurs d'impact, ses critères de performances environnementales, les informations concernant la situation de l'environnement local, régional ou mondial, la compréhension des points de vue des parties intéressées, et ses obligations réglementaires ou autres.

3.4.1.1 Préoccupations de la direction

La planification de l'évaluation s'appuie sur l'identification par la direction de l'entreprise de tous les domaines de l'entreprise pour lesquels existent des préoccupations environnementales : activités, produits ou services, organisation de l'entreprise, stratégie et politique, exigences réglementaires, attentes des parties intéressées [29].

Les facteurs d'impact significatifs doivent être identifiés et les critères de performance doivent être définis, ainsi que les moyens financiers, physiques et humains d'action.

Cette première phase s'appuie sur la mise en place d'un SME. Utilisée en dehors du cadre d'un SME elle permet l'identification des facteurs d'impact significatifs et l'établissement de critères de performance.

3.4.1.2 Choix des indicateurs environnementaux

Les indicateurs environnementaux fournissent à la direction de l'entreprise une information sur les progrès réalisés pour atteindre un critère de performance dans un domaine donné [30].

✓ **Indicateurs de performances environnementales de management :**

Ils évaluent les efforts fournis par la direction pour améliorer les performances environnementales, au niveau de l'organisation et de la programmation d'actions correctives [31].

✓ **Indicateurs de performance environnementale opérationnels**

Ils évaluent les performances environnementales en matière de consommation de matériaux, énergie et services (entrants de l'entreprise), de produits, services, déchets et émissions (sortants de l'entreprise), d'installations physiques et de logistique (opérations de l'entreprise) [31].

✓ **Indicateurs de situation environnementale**

Ils évaluent l'environnement local, régional ou mondial. La prise en compte de ces indicateurs, normalement élaborés par les pouvoirs publics, ou instituts de recherche, peut aider l'entreprise à identifier ses facteurs d'impact significatifs et à choisir ses indicateurs de performance [32].

3.4.2 Evaluation proprement dite

3.4.2.1 Recueil des données

Le recueil des données permettant de calculer les indicateurs, il doit être effectué à une fréquence adaptée au planning de l'évaluation, auprès des sources de référence adaptée, par des procédures garantissant la fiabilité des données (disponibilité, adéquation, validité scientifique et vérifiabilité) et permettant l'identification, le classement, le stockage, la recherche et l'élimination des informations.

3.4.2.2 Analyse des données

L'élaboration de traitements de l'information permet de calculer les indicateurs de performance sélectionnés.

3.4.2.3 Évaluation de l'information

La comparaison des indicateurs avec les critères de performances environnementales permet d'identifier les progrès ou les déficiences, et éventuellement de déterminer les causes d'éventuels écarts. La communication de ces résultats à la direction de l'entreprise doit lui permettre de programmer des actions d'amélioration de la performance environnementale [32].

✓ **Rapports et communication**

L'évaluation des performances environnementales permet à la direction de rendre compte de ses résultats environnementaux et fournit une base à la communication interne et externe.

✓ **Rapports et communications externes**

L'entreprise peut utiliser les résultats de l'évaluation des performances environnementales pour répondre à des demandes des parties intéressées, ou dans le cadre de sa communication externe, en intégrant par exemple ces résultats dans son rapport environnemental.

✓ **Rapports et communication internes**

Ils permettent d'informer, de sensibiliser et de responsabiliser l'ensemble du personnel de l'entreprise, et favorisent ainsi le respect des critères de performance environnementale.

3.4.3. Revue et Amélioration de l'Evaluation des Performances Environnementales

La revue périodique de l'évaluation permet d'identifier les points à améliorer, et donc contribue à l'amélioration des performances [33].

3.5. Les indicateurs environnementaux

Un indicateur environnemental est un outil d'analyse, d'information, de communication (Ces indicateurs, quand ils sont connus, stimulent l'application de mesures plus efficaces lorsqu'une situation tarde à s'améliorer), il simplifie l'information pour mettre en lumière des phénomènes parfois complexes, il quantifie l'information, sous la forme d'une mesure simple ou d'une mesure agrégée dont on suit l'évolution ou que l'on compare à des valeurs de références (objectif politique, valeur limite, valeur-guide)[34]. La norme ISO 14031 définit l'indicateur de performance environnementale comme « une

expression spécifique qui fournit des informations sur les résultats obtenus par la direction d'un organisme concernant ses aspects environnementaux » [28]. Les indicateurs environnementaux sont des grandeurs établies à partir des quantités observables, ou calculables reflétant des impacts sur l'environnement occasionnés par une activité donnée, ils peuvent être rassemblés dans des tableaux de bord vert, un tableau de bord est un outil d'aide à la décision, et à la prévision, le nombre des indicateurs entre (quatre et dix), conçus pour permettre au gestionnaires de prendre connaissance de l'état et de l'évolution des systèmes qu'ils pilotent, d'identifier les tendances qui les influenceront sur un horizon cohérent avec la nature de leurs fonctions [35]. D'après la littérature [27] [36], les indicateurs se regroupent selon le tableau suivant :

Tableau I.2 Catégories et sous-catégories des indicateurs significatifs [27][36].

Indicateurs de Performance de Management (IPM)	Indicateurs de Performance Opérationnels (IPO)	Indicateurs de Conditions Environnementales (ICE)
<ul style="list-style-type: none"> - Mises en œuvre de politiques et de programmes : Nombre de cibles et d'objectifs atteints - Conformité : Degré de conformité aux réglementations - Performance financière : Coûts liés aux aspects environnementaux d'un produit ou d'un procédé. - Relations avec la collectivité : Nombre de revue de presse concernant la performance environnementale de l'organisme. 	<ul style="list-style-type: none"> - Matériaux : Quantité de matériaux utilisés par unité de produit. - Énergie : Quantité d'énergie consommée. - Services utiles aux opérations de l'organisme - Installations physiques et équipements - Approvisionnements et livraisons - Produits : Nombre de nouveaux produits sur le marché. - Déchets : Quantité de déchets par année ou par unité de produits. - Emissions (produites, recyclées, rejetées après traitement...) Dans l'air, dans le sol et dans l'eau et autres émissions 	<ul style="list-style-type: none"> - Qualité de l'air. - Qualité de l'eau. - Qualité du sol. - Qualité de la flore. - Qualité de la faune. - Incidences de maladies. spécifiques. - Données météorologiques.

3.5.1 Fonction des indicateurs

Le rôle d'un indicateur est d'être porteur d'information, destinée à être communiquée à une cible. L'indicateur remplit deux fonctions principales :

Vis-à-vis du traitement de l'information, la réduction du nombre de paramètres normalement nécessaires pour rendre compte d'une situation.

Vis-à-vis de la cible visée par l'information, la simplification de la compréhension et de l'interprétation des résultats.

Pour que ces deux fonctions soient correctement remplies, il est important d'optimiser le nombre d'indicateurs qui rendent compte d'une situation, [33] : « trop d'indicateurs rendent le résultat confus et occultent la vue d'ensemble que l'on veut obtenir, tandis que peu d'indicateurs risquent de ne pas être représentatif de l'ensemble d'une situation. ».

3.5.2 Objectifs des indicateurs

On peut décliner les objectifs que vise l'utilisation d'indicateurs en fonction de la cible visée "la demande d'indicateurs a deux motifs principaux, à savoir la rationalisation de la prise de décision et le développement d'une fonction de communication"[36].

Les indicateurs sont :

- pour les techniciens, des données techniques de suivi,
- pour les décideurs, un outil d'aide à la décision et de suivi de résultats,
- pour le public, un outil d'information, de compréhensions faciles, non ambiguës et fidèles à la réalité.

Les indicateurs ont pour but de :

- comparer des objets différents (dans l'espace et le temps),
- déceler les grandes tendances, (aspect prospectif)
- déterminer des modèles, des réponses, des axes et des priorités politiques (aide à la décision),
- coordonner et de mettre en pratique les plans proposés (planification),
- mesurer le niveau de performance des réponses (évaluation des actions et des politiques).

En fait, il est nécessaire de disposer de plusieurs niveaux d'indicateurs, plus l'on s'éloigne du niveau strictement opérationnel, plus le nombre d'indicateurs doit être réduit.

Les traitements des données nécessaires pour l'obtention d'indicateurs répondant aux besoins d'information de chaque cible sont différents. Cette différence de niveau se traduit dans la pratique par une agrégation et/ou une pondération des indicateurs plus ou moins importante.

3.5.3 Agrégation et pondération des indicateurs

La réduction du nombre d'indicateurs rendant compte d'une situation demande un traitement de l'information distingue deux principaux traitements [37] :

3.5.3.1. L'agrégation : qui vise à la description d'une multitude d'observations portant sur un même paramètre à l'aide d'un chiffre unique (par exemple, la consommation énergétique globale d'un site industriel est obtenue par agrégation des différents types de consommation, - électricité, gaz, fuel... - ramenées en unité commune, kWh ou TEP). L'agrégation permet le traitement d'une multitude de données brutes, et donne un premier niveau d'indicateurs agrégés. Sur l'exemple simplifié de la figure 1.6, l'agrégation permettrait le passage des données brutes au facteur d'impact [38].

Chaque niveau d'agrégation, s'il permet de gagner en clarté en dégageant une information qui n'apparaissait pas dans les données non agrégées, entraîne également une perte d'information. Si l'on reprend l'exemple d'agrégation de la consommation énergétique d'un site, si l'on agrège sur les types d'énergie, la perte d'information portera sur la répartition par type d'énergie, et si l'on agrège sur l'année, la perte d'information portera sur les variations saisonnières.

3.5.3.2. L'intégration : qui vise à la description synthétique de phénomènes complexes. En plus de l'agrégation des paramètres, l'intégration fait intervenir leur variabilité temporelle, la prise en compte d'interactions et la multiplicité des unités de mesure [39]. Sur l'exemple simplifié de la Figure I.6, l'intégration permettrait le passage des facteurs d'impact aux impacts. On peut ajouter à ces deux niveaux de traitement de l'information un niveau supplémentaire, particulièrement délicat, qui est celui du traitement de l'information portant sur différents impacts, pour obtenir une image synthétique d'une situation : on se trouve dans ce cas face à une problématique multicritère. (Cf. Figure I.6), ce traitement permettrait l'estimation d'un "impact global" dû à tous les impacts.

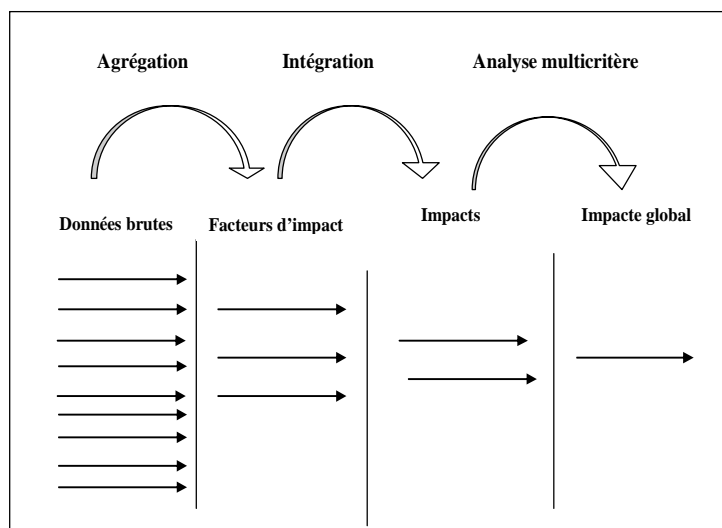


Figure I.6. Niveaux de traitement des indicateurs [39].

3.5.3.3. Intégration du facteur d'impact à l'impact

Plusieurs facteurs d'impact sont généralement associés à un impact, et contribuent plus ou moins à ce dernier. Le principal problème est que la compréhension des mécanismes à l'origine des impacts est imparfaite, et que l'on ne sait pas évaluer exactement la contribution respective de différents facteurs d'impact à un impact, ce d'autant plus que des effets de synergie entre plusieurs facteurs sont possibles. Dans la pratique, le choix d'unité commune permettant d'exprimer la contribution de plusieurs paramètres à un impact [39].

3.5.3.4. Impacts contribuant à une situation globale

Lorsque l'on souhaite évaluer une situation globale, on doit généralement prendre en compte plusieurs types d'impacts, portant sur des domaines différents. Le traitement de l'information demande une analyse multicritère, impliquant la hiérarchisation et la pondération des différents impacts [39] :

La définition des coefficients de pondération peut par exemple s'appuyer sur les coûts :

- ✓ Estimation du coût de la dégradation de l'environnement (qui n'est envisageable que si la dégradation se produit intégralement à court terme), estimation du coût de prévention de la dégradation (qui n'a aucune relation avec la gravité de la dégradation)

- ✓ les préférences sociales : sondage des opinions d'un groupe d'individus (scientifiques, politiques, citoyens), objectifs définis au niveau politique.
- ✓ la notion de niveau supportable : le problème est alors de définir le niveau supportable pour un impact. Cette définition ne se limite pas à des critères environnementaux, mais intègre des critères techniques et économiques.

L'estimation du coefficient de pondération d'un impact peut considérer :

- ✓ Des facteurs objectifs [40] [41] : échelle spatiale de l'impact (locale, régionale, mondiale), échelle de temps (impact à court terme ou à long terme) échelle de conséquences (réversible ou irréversible), importance actuelle de l'impact, taux de croissance de l'impact, évolution prévue... Les limites de ces aspects objectifs sont dues à l'incertitude sur les mécanismes des impacts.
- ✓ des facteurs subjectifs, dépendant en grande partie de la personne (ou du groupe de personne) qui juge, et de sa conception de l'environnement, l'épuisement des ressources fossiles pourrait ainsi être perçu comme grave par un industriel, tandis qu'un militant pour la protection de la nature accorderait plus d'importance à la perte de biodiversité. Les coefficients de pondération seraient alors totalement différents en fonction de la personne à laquelle on s'adresse.

Au niveau national, le choix de l'hiérarchisation et de la pondération des impacts intègre aujourd'hui des aspects objectifs et subjectifs mêlés, les connaissances scientifiques disponibles sur les impacts étant prises en compte dans les limites de l'acceptabilité sociale, sans que les frontières des domaines objectifs et subjectifs soient clairement définies.

3.5.4. Construction des indicateurs

3.5.4.1 Critères de sélection

De nombreux documents portant sur l'évaluation environnementale proposent des critères de sélection des indicateurs [42][43][44].

Nous avons extrait les critères suivants :

3.5.4.1.1. Pertinence : les indicateurs doivent fournir une information répondant à un besoin de l'entreprise ou des parties intéressées, et chaque indicateur doit être lié à un objectif auquel il se compare, aussi il doit y avoir une simplicité d'interprétation et de compréhension, c'est à dire (non-ambiguïté).

3.5.4.1.2. Justesse d'analyse: représentation fidèle et synthétique de la situation ou du phénomène auxquels on s'intéresse. La construction sur une base scientifique et technique saine. Existence de valeurs de référence permettant de situer l'indicateur.

3.5.4.1.3. Données : Les données doivent se caractérisées par une mesurabilité, sensibilité et précision.

3.5.4.2 Méthode de construction

Le choix de critères de sélection permet de vérifier la validité d'un indicateur, mais ne constitue pas une réelle aide à sa construction. La littérature [45] propose une méthode de construction des indicateurs, qui s'attache au suivi des différentes étapes permettant d'arriver à la définition finale d'un indicateur. La méthode proposée par AFNOR vise plus particulièrement à la construction d'indicateurs pour la gestion de production, mais les principes et les étapes suivies restent parfaitement appropriés pour les indicateurs environnementaux. Nous citons ces principales étapes :

- ✓ Un indicateur est quantitatif, obtenu à partir de données résultant d'une mesure. La première étape consiste donc en la définition du champ de mesure, c'est à dire du domaine auquel on s'intéresse et sur lequel va porter la mesure.
- ✓ Une fois le champ de mesure défini, on passe à la définition du but que l'on cherche à atteindre dans ce champ. C'est l'étape suivante, le choix des objectifs, les objectifs n'ont pas besoin d'être quantifiés, leur définition permet en fait de passer à l'étape suivante, l'identification des variables. On recherche à ce stade les éléments qu'il est nécessaire de suivre pour se situer par rapport aux objectifs.
- ✓ Ces variables doivent être traduites par des paramètres mesurables, qui peuvent être nombreux et parmi lesquels il est nécessaire de faire un tri selon l'importance du paramètre ou son accessibilité. C'est l'étape de choix des paramètres mesurables.
- ✓ Une fois cette sélection des paramètres est terminée, il est nécessaire de les transcrire en données quantifiables, et éventuellement de les combiner pour obtenir un indicateur global. C'est l'étape de sélection des indicateurs. On obtient ainsi un corps d'indicateurs, censés être représentatifs du domaine ou du phénomène que l'on veut observer ou suivre.

- ✓ Avant de les mettre en œuvre, il est préférable de vérifier leur cohérence et leur pertinence. C'est l'étape de validation des indicateurs sélectionnés. La lecture de l'indicateur doit permettre, sans ambiguïté, de faire le point sur le champ de mesure choisi. A ce stade, on réalise une simple vérification de la cohérence dans le suivi des étapes précédentes. Une vérification approfondie doit être régulièrement effectuée pendant l'utilisation réelle de l'indicateur, notamment pour vérifier sa validité dans le temps.
- ✓ On dispose finalement d'un ensemble d'indicateurs, a priori pertinents. Pour en faire un véritable outil de communication, il est nécessaire de les organiser dans une présentation offrant une bonne visualisation des résultats. C'est la dernière étape, l'élaboration du tableau de bord, document de synthèse qui doit présenter l'ensemble des résultats de façon lisible et facilement compréhensible. Un indicateur doit avoir un nom, une définition, un mode de calcul, une unité de mesure, et une fréquence d'actualisation.

3.6. Audit environnemental

D'apparition récente, l'audit environnemental devient une pratique de plus en plus courante chez les industriels, les grands groupes d'abord, mais aussi les industries d'importance moyenne et même les PME. Dans la période antérieure, les audits des entreprises industrielles se limitaient essentiellement aux domaines de la comptabilité et de la gestion. Sous le poids de la préoccupation environnementale grandissante, sous la pression des médias et de la législation nouvelle, l'audit environnemental s'est imposé peu à peu, comme un outil capable d'aider les industriels à faire face à ces nouvelles menaces qui les guettent. Au-delà de cet outil de gestion interne, les industriels voient de plus en plus dans l'audit environnemental un élément important de leur stratégie de communication externe.

3.6.1. Définition de l'Audit

Le mot audit vient du verbe latin "audire" signifie, écouter. L'audit est un examen méthodique et indépendant en vue de déterminer si les activités et les résultats satisfont aux dispositions préétablies et sont aptes à atteindre les objectifs. En général, les audits sont internes ou externes [46].

Les audits internes, dits aussi "de première partie", sont une exigence des référentiels des Systèmes de Management Qualité, Sécurité et Environnement (ISO 9001 Chapitre 8.2; OHSAS 18001 Chapitre 4.5.4 et ISO 14001 Chapitre 4.5.5).

Les audits externes, client (ou fournisseur) et de certification, dits aussi de seconde et de tierce parties.

L'audit interne est l'outil le plus répandu pour vérifier, évaluer et améliorer l'efficacité d'un système de management. Son objet n'est en aucun cas de trouver les points faibles du personnel. Il est entré dans la vie quotidienne de l'entreprise car il est indissociable du Système de Management Qualité, Sécurité, Environnement.

3.6.2. Objectifs de l'audit

L'audit a pour objectifs [47]:

- de démontrer sur le plan documentaire la conformité du système à l'ISO 14001;
- de démontrer la bonne application du système ;
- de fournir à la direction, lors des revues, des informations sur la performance du système.

L'entreprise doit établir un programme d'audit interne. Même si la durée de ce programme n'est pas spécifiée par le référentiel ISO 14001, il semble qu'un réexamen annuel de ce programme, par exemple lors des revues de direction, soit bien adapté. Le programme environnemental doit être élaboré en prenant en compte un certain nombre de données d'entrée parmi lesquelles les résultats d'audits précédents et la nature des activités plus ou moins complexes et/ou polluantes à auditer. Le programme d'audit est géré par un responsable du programme selon les principes du PDCA (Plan, Do, Check, Act) dans le but d'améliorer sans cesse les performances de ce processus (Cf. Figure I.7).

Les auditeurs selon l'ISO 14001 doivent justifier d'une formation adéquate. Ils peuvent être d'origine interne ou externe à l'entreprise. Il est utile pour cela de faire référence à la norme ISO 19011. Le processus de qualification des auditeurs et de maintien de cette qualification doit être explicité dans la procédure d'audit. Il faut veiller le plus possible à l'indépendance des auditeurs par rapport aux secteurs audités.

Le programme d'audit doit être adopté par la direction de l'organisme lors des revues de direction. Une fois adopté, le responsable du programme doit veiller au respect de celui-ci. Au cours des audits, le ou les auditeurs doivent, par des interviews, s'assurer de la sensibilisation du personnel à la politique environnementale de l'entreprise, aux objectifs et cibles environnementaux. Ils doivent également s'assurer que les opérateurs ont conscience de l'importance à respecter les règles et procédures en vigueur pour réduire les impacts environnementaux de leurs activités.

Les écarts, non-conformités, remarques, points forts et points sensibles doivent être définis. Leur mode de traitement doit être explicité en renvoyant éventuellement à la procédure de traitement des non-conformités.

Le travail des auditeurs doit être périodiquement évalué par le responsable environnement ou par le responsable du programme.

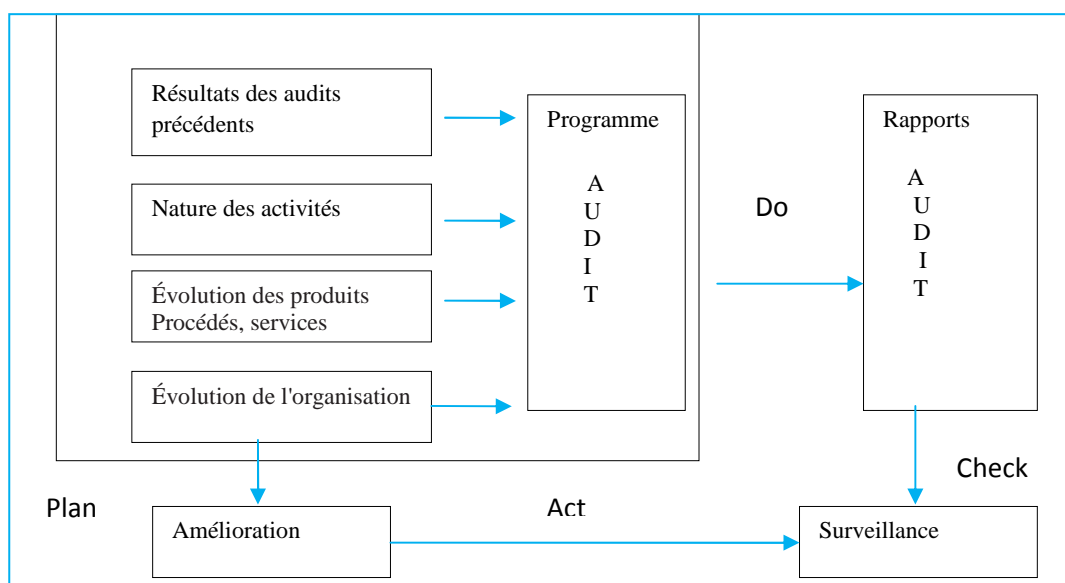


Figure I.7 : Élaboration du programme d'audit interne [48].

4. Conclusion

Un SME, même mis en place avec le plus grand soin possible, deviendra en effet rapidement inefficace s'il reste immobile et statique alors que l'environnement est lui en continuelle mouvance. En effet, un tel projet nécessite également une évaluation régulière de tous ses concepts, afin de savoir si ces derniers sont toujours actifs et d'actualité.

Pour ce la une évaluation des performances environnementales d'un SME est indispensable afin de faire face aux contraintes internes (humains, et techniques) et externes (politiques, sociales, juridiques et économiques). Ceci fera l'objet des chapitres IV et V de la partie pratique de notre travail. Une étude théorique du langage unifié de modélisation UML (Unified Modeling Language) est prévu au chapitre suivant vu que notre étude nécessite une modélisation du Système de Management Environnemental (SME).

Chapitre II

*Revue de la littérature sur Le Langage de
Modélisation Unifié (UML)*

Chapitre II : Revue de la littérature sur Le Langage de Modélisation Unifié UML

1. Introduction

Les nouvelles technologies de l'information et de la communication offrent la possibilité d'accéder à des masses d'information de plus en plus grandes sur des supports de plus en plus variés, donc on peut dire que l'informatisation est le phénomène le plus important de notre époque. Elle s'intervient maintenant dans la plupart des activités de la vie courante. Actuellement, l'informatique est au cœur de toutes les grandes entreprises. Dans le cadre de notre étude, qu'est l'apport des nouvelles technologies au management des projets environnementaux, et au niveau de ce chapitre, nous rappelons quelques définitions et quelques concepts sur ; le génie logiciel, le cycle de vie d'un logiciel et ses modèles, les méthodes d'analyses et de conceptions fonctionnelles et objets et aussi l'étude du Langage de Modélisation Unifié UML.

2. Le Génie logiciel

2.1 Définition

Par définition, un logiciel est un ensemble de programmes qui permet à un système informatique d'assurer une tâche ou une fonction particulière : logiciels d'aide à la décision, gestion de stock, comptabilité... [49].

Le génie logiciel est un domaine de recherche qui a été défini en 1968, il a pour objectif d'optimiser le coût de développement du logiciel. L'importance d'une approche méthodologique est apparue à la suite de la crise de l'industrie du logiciel à la fin des années 1970. Cette crise était due à l'augmentation des coûts, le non respect des spécifications, la non fiabilité, le non respect de délai et les difficultés de maintenance et d'évolution ...

Pour résoudre tous ces problèmes, le génie logiciel s'intéresse particulièrement à la manière dont le code source du logiciel est spécifié puis réalisé. Ainsi, le génie logiciel touche au cycle de vie de logiciel [49].

2.2 Critères de qualité d'un logiciel

Le but du développement du logiciel est de produire des logiciels de qualité. Le terme "qualité" est assez large, en général, il signifie que l'on cherche à développer un logiciel qui correspond aux besoins d'utilisateurs de ce logiciel.

La qualité d'un produit logiciel est déterminée, en génie logiciel, par plusieurs facteurs.

Parmi ces derniers on cite [50] :

- **La validité** : l'aptitude du logiciel de répondre aux besoins fonctionnels définis par les cahiers de charge et les spécifications.
- **La vérifiabilité** : faciliter la préparation des procédures de tests.
- **Efficacité** : l'exploitation optimale de ressources matérielles.
- **Robustesse ou fiabilité** : l'assurance qu'un produit logiciel peut même fonctionner dans des conditions anormales.
- **Extensibilité ou maintenance** : c'est la facilité avec laquelle un logiciel se prête à sa maintenance (une modification ou une extension des fonctions).
- **Réutilisabilité** : aptitude d'un logiciel à être réutilisé, en tout ou en partie, dans de nouvelles applications.
- **Compatibilité** : facilité avec laquelle un logiciel peut être combiné avec d'autres logiciels.
- **Portabilité** : facilité avec laquelle un logiciel peut être transféré sous différents environnements matériels et logiciels.
- **Intégrité et protection des données**: aptitude d'un logiciel à protéger son code et ses données contre des accès non autorisés.
- **Facilité d'emploi** : facilité d'apprentissage, d'utilisation, de préparation des données, d'interprétation des erreurs et de rattrapage en cas d'erreur d'utilisation.

Parfois, ces facteurs sont contradictoires, le choix d'un compromis doit s'effectuer selon le cadre du projet.

2.3 La Modélisation

Un modèle est une représentation abstraite qui simplifie l'exclusion de certains détails, d'une entité (phénomène, processus, système, etc.) du monde réel en vue de le décrire, de l'expliquer ou de le prévoir. Modèle est synonyme de théorie, mais avec une connotation pratique : un modèle, c'est une théorie orientée vers l'action qu'elle doit servir.

Concrètement, un modèle permet de réduire la complexité d'un phénomène en éliminant les détails qui n'influencent pas son comportement de manière significative. Il reflète ce que le concepteur croit important pour la compréhension et la prédiction du phénomène modélisé.

Les limites du phénomène modélisé dépendent des objectifs du modèle : modèle météorologique, modèle économique, modèle démographique, plans [51].

Modéliser un système avant sa réalisation permet de mieux comprendre le fonctionnement du système. C'est également un bon moyen de maîtriser sa complexité et d'assurer sa cohérence.

Un modèle est un langage commun, précis, qui est connu par tous les membres de l'équipe et il est donc, à ce titre, un vecteur privilégié pour communiquer. Cette communication est essentielle pour aboutir à une compréhension commune aux différentes parties prenantes.

Dans le domaine de l'ingénierie du logiciel, le modèle permet de mieux répartir les tâches et d'automatiser certaines d'entre elles.

2.3.1 Maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre

- **Maître d'ouvrage (MOA) :** Le MOA est une personne morale (entreprise, direction etc.), une entité de l'organisation.
- **Maître d'œuvre (MOE) :** Le MOE est une personne morale (entreprise, direction etc.) garante de la bonne réalisation technique des solutions. Il a lors de la conception du SI, un devoir de conseil vis-à-vis du MOA, car le SI doit tirer le meilleur parti des possibilités techniques [52].

Le MOA est client du MOE à qui il passe commande d'un produit nécessaire à son activité. Le MOE fournit ce produit ; soit il le réalise lui-même, soit il passe commande à un ou plusieurs fournisseurs (entreprises) qui élaborent le produit sous sa direction. La relation MOA et MOE est définie par un contrat qui précise leurs engagements mutuels. Lorsque le produit est compliqué, il peut être nécessaire de faire appel à plusieurs fournisseurs.

Le MOE assure leur coordination ; veille à la cohérence des fournitures et à leur compatibilité ; coordonne l'action des fournisseurs en contrôlant la qualité technique tout en assurant le respect des délais fixés par le MOA et en minimisant les risques. Le MOE est responsable de la qualité technique de la solution. Il doit, avant toute livraison au MOA, procéder aux vérifications nécessaires.

2.4. Le cycle de vie d'un logiciel

Le cycle de vie d'un logiciel (en anglais software lifecycle), désigne toutes les étapes du développement d'un logiciel, de sa conception à sa disparition. L'objectif d'un tel découpage est permettre de définir des jalons intermédiaires permettant la validation du développement logiciel, c'est-à-dire la conformité du logiciel avec les besoins exprimés et la vérification du processus de développement, autrement dit l'adéquation des méthodes mises en œuvre.

L'origine de ce découpage provient du constat que les erreurs ont un coût d'autant plus élevé qu'elles sont détectées tardivement dans le processus de réalisation. Le cycle de vie permet de détecter les erreurs au plutôt et ainsi de maîtriser la qualité du logiciel, les délais de sa réalisation et les coûts associés [53].

2.4.1. Les étapes du cycle de vie d'un logiciel

Le cycle de vie du logiciel comprend, généralement, les étapes suivantes :

- **Définition des objectifs** : Cette étape consiste à définir la finalité du projet et son inscription dans une stratégie globale.
- **Analyse des besoins et faisabilité** : le recueil et la formalisation des besoins du demandeur (le client) et de l'ensemble des contraintes et aussi l'estimation de la faisabilité de ces besoins.

- **Spécifications ou conception générale :** Il s'agit de l'élaboration des spécifications de l'architecture générale du logiciel.
- **Conception détaillée :** Cette étape consiste à définir précisément chaque sous-ensemble du logiciel.
- **Codage (Implémentation ou programmation) :** C'est la traduction dans un langage de programmation des fonctionnalités définies lors de phases de conception.
- **Tests unitaires :** Ils permettent de vérifier individuellement que chaque sous-ensemble du logiciel est implémenté conformément aux spécifications.
- **Intégration :** L'objectif est de s'assurer de l'interfaçage des différents éléments (modules) du logiciel. Elle fait l'objet de tests d'intégration consignés dans un document.
- **Qualification (ou recette) :** C'est-à-dire la vérification de la conformité du logiciel aux spécifications initiales.
- **Documentation :** Elle vise à produire les informations nécessaires pour l'utilisation du logiciel et pour des développements ultérieurs.
- **Mise en production :** C'est le déploiement sur site du logiciel.
- **Maintenance :** Elle comprend toutes les actions correctives (maintenance corrective) et évolutives (maintenance évolutive) sur le logiciel [54].

La séquence et la présence de chacune de ces activités dans le cycle de vie dépend du choix d'un modèle de cycle de vie entre le client et l'équipe de développement. Le cycle de vie permet de prendre en compte, en plus des aspects techniques, l'organisation et les aspects humains.

2.4.2. Modèles de cycles de vie d'un logiciel

2.4.2.1. Modèle de cycle de vie en cascade

Le modèle de cycle de vie en cascade (Cf. Figure II.1) a été mis au point dès 1966, puis formalisé aux alentours de 1970.

Dans ce modèle le principe est très simple, chaque phase se termine à une date précise par la production de certains documents ou logiciels. Les résultats sont définis sur la

base des interactions entre étapes. Ils sont soumis à une revue approfondie et on ne passe à la phase suivante que s'ils sont jugés satisfaisants.

Le modèle original ne comportait pas de possibilité de retour en arrière. Celle-ci a été rajoutée ultérieurement sur la base qu'une étape ne remet en cause que l'étape précédente, ce qui, dans la pratique, s'avère insuffisant. L'inconvénient majeur du modèle de cycle de vie en cascade est la vérification du bon fonctionnement du système est réalisée trop tardivement : lors de la phase d'intégration, ou bien lors de la mise en production [54].

2.4.2.2. Modèle de cycle de vie en V

Le modèle en V (Cf. Figure II.2) demeure actuellement le cycle de vie le plus connu et le plus utilisé. Il s'agit d'un modèle en cascade dans lequel le développement des tests et des logiciels sont effectués de manière synchrone.

Le principe de ce modèle qu'est avec toute décomposition doit être décrite la recomposition et que toute description d'un composant est accompagnée de tests qui permettront de s'assurer qu'il correspond à sa description.

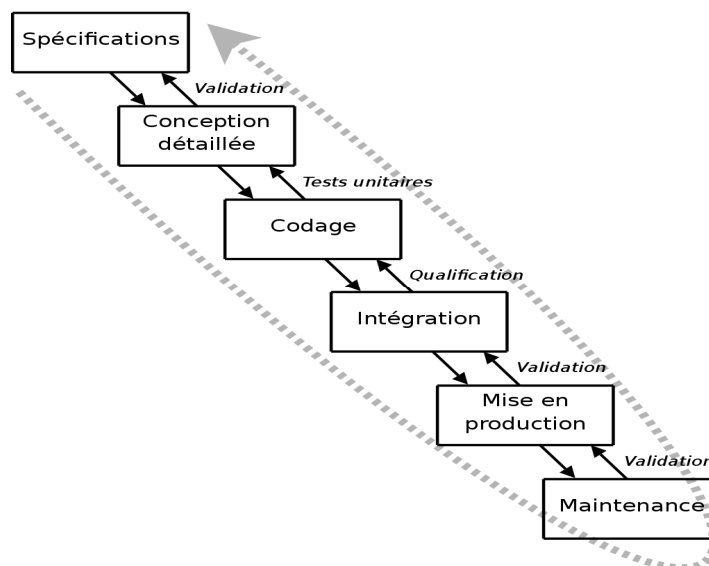


Figure II.1 : Modèle du cycle de vie en cascade [54].

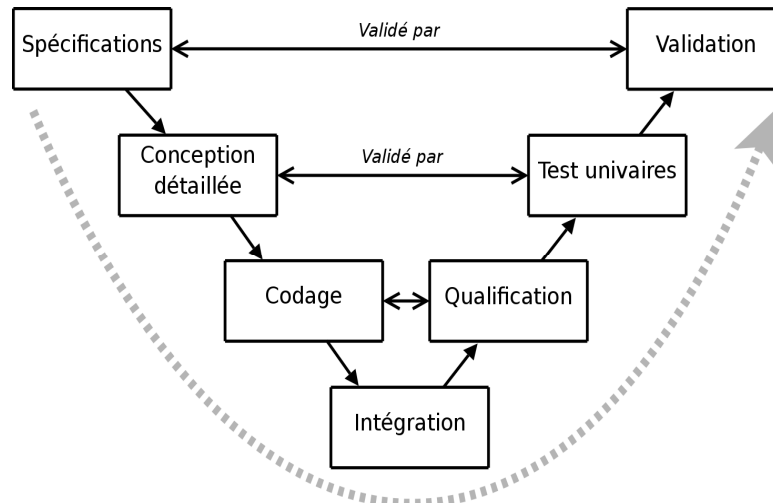


Figure II.2 : Modèle du cycle de vie en V [54].

Ceci rend explicite la préparation des dernières phases (validation-vérification) par les premières phases (construction du logiciel), et permet ainsi d'éviter un écueil bien connu de la spécification du logiciel : énoncer une propriété qu'il est impossible de vérifier objectivement après la réalisation.

2.4.2.3. Modèle de cycle de vie en spirale

Proposé par B. Boehm en 1988, ce modèle est beaucoup plus général que le précédent. Il met l'accent sur l'activité d'analyse des risques. Chaque cycle de la spirale se déroule en quatre phases :

- détermination, à partir des résultats des cycles précédents, ou de l'analyse préliminaire, des besoins, des objectifs du cycle ou des alternatives pour les atteindre ;
- analyse des risques, évaluation des alternatives ;
- développement et vérification de la solution retenue, un modèle « classique » (cascade ou en V) peut être utilisé pour cette phase ;
- revue des résultats et vérification du cycle suivant.

L'analyse préliminaire est amenée au cours des premiers cycles. Le modèle utilise des maquettes exploratoires pour guider la phase de conception du cycle suivant. Le dernier cycle se termine par un processus de développement classique [55].

2.4.2.4. Modèle par incrément

Dans les modèles précédents, un logiciel est décomposé en composants développés séparément et intégrés à la fin du processus. Dans les modèles par incrément un seul ensemble de composants est développé: des incréments viennent s'intégrer à un noyau de logiciel développé au préalable. Chaque incrément est développé selon l'un des modèles précédents.

Les avantages de ce type de modèle sont les suivants :

- chaque développement est moins complexe ;
- les intégrations sont progressives ;
- il est ainsi possible de livrer et de mettre en service chaque incrément ;
- il permet un meilleur lissage du temps et de l'effort de développement grâce à la possibilité d'avoir les différentes phases en parallèles.

Les risques de ce type de modèle sont les suivants :

- remettre en cause les incréments précédents ou le noyau ;
- ne pas pouvoir intégrer de nouveaux incréments.

Les noyaux, les incréments ainsi que leurs interactions doivent donc être spécifiés globalement, au début du projet. Les incréments doivent être aussi indépendants que possibles, fonctionnellement mais aussi sur le plan du calendrier du développement.

2.5. Méthodes d'analyse et de conception

Les méthodes d'analyse et de conception fournissent une méthodologie et des notations standards qui aident à concevoir des logiciels de qualité. Il existe plusieurs méthodes:

2.5.1 Méthodes fonctionnelle descendante :

Le système est conçu d'un point de vue fonctionnel, en commençant au niveau le plus général, et en descendant progressivement vers la conception détaillée (Cf. Figure II.3). Ces méthodes sont appelées les méthodes de conception structurée ou conception par raffinement successif.

Ces méthodes utilisent intensivement les raffinements successifs pour produire des spécifications sous forme de diagrammes de flots de données. Le plus haut niveau

représente l'ensemble du problème (sous forme d'activités, de données ou de processus, selon la méthode).

Chaque niveau est ensuite décomposé en respectant les entrées/sorties du niveau supérieur. La décomposition se poursuit jusqu'à arriver à des composants maîtrisables [56].

La SADT (Structured Analysis Design Technique) est probablement la méthode d'analyse fonctionnelle et de gestion de projets la plus connue. Elle permet non seulement de décrire les tâches du projet et leurs interactions, mais aussi de décrire le système que le projet vise à étudier, créer ou modifier, en mettant notamment en évidence les parties qui constituent le système, la finalité et le fonctionnement de chacune, ainsi que les interfaces entre ces diverses parties. Le système ainsi modélisé n'est pas une simple collection d'éléments indépendants, mais une organisation structurée de ceux-ci dans une finalité précise.

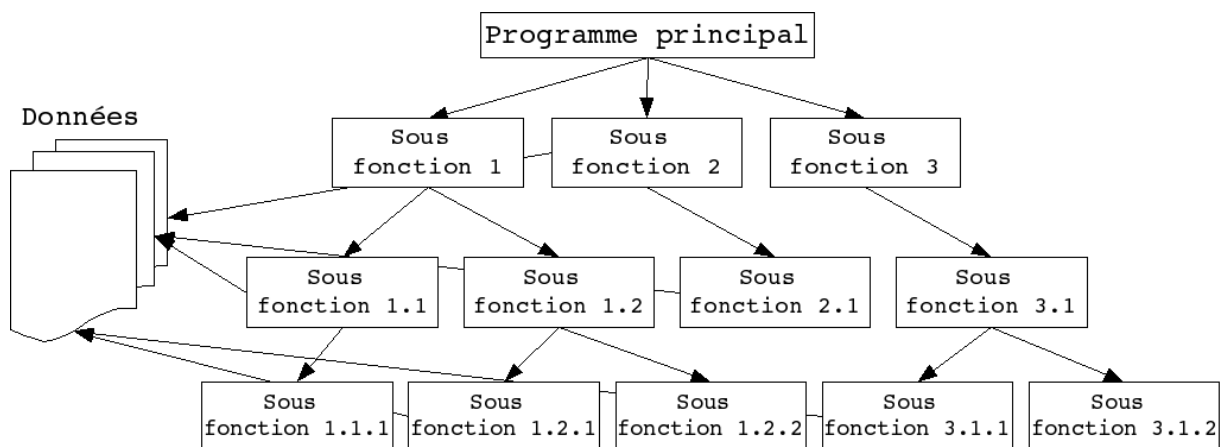


Figure II.3 : Représentation graphique de la méthode fonctionnelle [56].

2.5.2. Méthodes orientées objet

Le système est vu comme une collection d'objets communiquant entre eux par des messages. A chaque objet, on associe, un ensemble d'opérations. Elle est basée sur l'idée de masquage de l'information (encapsulation des données). La difficulté de ces

méthodes consiste à créer une représentation abstraite sous forme d'objets et d'entités ayant une existence matérielle ou virtuelle.

La Conception Orientée Objet (COO) est la méthode qui conduit à des architectures logicielles fondées sur les objets du système plutôt que sur la fonction qu'il est censé réaliser. Dans la section suivante, on présente l'approche objet avec plus de détails.

3. L'approche Objet

L'approche objet est basée sur un concept unique unifiant les traitements et les données. Ce concept est l'objet. Elle considère le logiciel comme une collection d'objets dissociés définis par des propriétés, qui sont des attributs ou des opérations. L'approche est simple grâce à son modèle qui fait appel seulement aux cinq concepts fondateurs (les objets, les messages, les classes, la généralisation et la surcharge) [57].

3.1. L'Objet

L'objet est défini comme une entité atomique constituée d'un état, d'un comportement et d'une identité [58];

- **L'état** : C'est la situation instantanée dans laquelle se trouve l'objet. En d'autre terme, c'est l'ensemble des valeurs d'attributs dans un moment donné.
- **Le comportement**: C'est le groupe de toutes les compétences de l'objet. Il décrit les actions et les réactions de cet objet. Chaque atome de comportement est appelé opération est représenté par une méthode. Ces opérations sont déclenchées suite à une réception d'un message envoyé par un autre objet et peut provoquer des envois de messages vers autres objets.
- **L'identité** : C'est la caractéristique fondamentale de l'objet qui le distingue des autres objets.

3.2 Les Classes

Une classe est une description d'une famille d'objets ayant la même structure et le même comportement. Chaque classe possède une double composante [58].

- **Une Composante Statique**: Ce sont les données qui sont des champs nommés, possédant des valeurs et caractérisant l'état d'un objet instancié de cette classe.

- **Une Composante Dynamique:** Ce sont les procédures appelées méthodes qui spécifient et représentent le comportement commun des objets appartenant à la classe.

Les méthodes manipulent les champs (attributs) des objets et caractérisent les actions qui peuvent être effectuées par l'objet.

3.3 L'instanciation

La classe est l'entité conceptuelle qui décrit l'objet. Sa définition sert de modèle pour construire ses représentants physiques appelés instances [58]. Une instance est donc un objet particulier qui est créé en respectant les plans de constructions données par sa classe. Celle-ci joue le rôle de moule ; permettant de produire autant d'exemplaires que possibles. On parle dans ce cas d'instanciation.

3.4 Les Relations entre associations

Les liens particuliers qui relient les objets peuvent être vus de manière abstraite dans le monde des classes : à chaque famille de lien entre objets correspond une relation entre les classes de ces mêmes objets. Comme les objets sont les instances de classes, les liens entre objets sont des instances des relations [58].

- **L'association** : Une relation qui exprime une connexion sémantique bidirectionnelle entre classes, qui décrit un ensemble de liens, et pour l'amélioration de la lisibilité, il est possible que chaque extrémité d'une association puisse porter une information de multiplicité qui précise le nombre d'instances qui participent à la relation.
- **L'agrégation** : C'est une relation qui exprime une forme de couplage entre abstraction. La force de ce couplage dépend de la nature et de la relation dans le domaine du problème. En d'autres termes, C'est une forme d'association non symétrique qui exprime un couplage fort et une relation de subordination.
- **La composition:** C'est une Forme d'agrégation avec un couplage plus important, Ce couplage de composition indique que les composants ne sont pas partageables et que la destruction de l'agrégat entraîne la destruction des composants agrégés.

3.5 Les Messages et la Synchronisation

- **Le message:** C'est l'élément de communication entre objet qui déclenche une activité dans l'objet destinataire. Il permet l'interaction de manière flexible et dynamique entre ces objets.
- **La synchronisation :** C'est l'expression de la forme qui décrit la nature des mécanismes de communication qui permettent la transmission de message d'un objet vers un autre. Cette notion précise aussi la nature de la communication et les règles qui régissent le passage des messages.

En conséquence, il existe quatre types de messages [59]:

- ✓ Message Synchrones : C'est un message dont la forme de communication est bloquante et avec accusé de réception implicite.
- ✓ Message Asynchrones : C'est un message dont la forme de communication est non bloquante et sans accusé de réception.
- ✓ Message Dérobant : C'est un message qui déclenche une opération seulement si le destinataire s'est préalablement mis en attente du message.
- ✓ Message Minuté : Un message minuté bloque l'expéditeur pendant un temps donné, en attendant la prise en compte de l'envoi par le destinataire.

L'expéditeur est libéré si la prise en compte n'a pas eu lieu au bout du temps spécifiée dans la description de l'envoi du message.

3.6 Généralisation et Spécialisations

La généralisation et la spécialisation sont des points de vue portés sur les hiérarchies des classes. Elles expriment dans quel sens une hiérarchie de classe est exploitée [59].

- **La généralisation :** La généralisation est un point de vue ascendant porté sur une classification. Elle consiste à factoriser les éléments communs (attributs, opération et contraintes) d'un ensemble de classe dans une classe plus général appelée superclasse. Les classes sont ordonnées selon une hiérarchie; une superclasse est une abstraction de ses sous-classes. La généralisation est une démarche assez difficile car elle demande une bonne capacité d'abstraction. La mise au point d'une hiérarchie optimale est délicate et itérative.

- **La spécialisation :** La spécialisation est un point de vue descendant portée sur une classification. Elle permet de capturer les particularités d'un ensemble d'objets non discriminés par les classes déjà identifiées. Les nouvelles caractéristiques sont représentées par une nouvelle classe, sous-classe d'une des classes existantes. La spécialisation est une technique efficace pour l'extension cohérente d'un ensemble de classes.
- **L'héritage :** L'héritage permet un partage hiérarchique des propriétés (attributs et opérations). Une sous-classe peut incorporer ou hériter des propriétés d'une superclasse. Généralement, une superclasse définit les grands traits d'une abstraction. Une sous-classe hérite de cette définition et peut la modifier, raffiner et/ou rajouter ses propres propriétés. Il existe deux types d'héritage simple et multiple, contrairement au premier type, le deuxième peut hériter de plusieurs classes mères.

4. UML (Unified Modeling Language)

Quand les méthodes d'analyse et de conception orientées objet ont atteint une certaine maturité UML, le Langage Unifié de la Modélisation s'est dégagé pour devenir le standard de modélisation objet. En effet, UML n'est pas une méthode mais plutôt une notation qui fusionne les notations d'OOD, OMT, OOSE et d'autres. La démarche d'unification entreprise en octobre 1995 a commencé par une harmonisation des méthodes OMT et OOD et avec l'élaboration d'un méta-modèle commun. L'apport de la méthode OOSE a eu lieu au cours de l'année 1996, lorsque Ivar Jacobson a, lui aussi, intégré l'équipe initiale composée de Gardy Booch et James Rumbaugh [60].

Des outils et des ateliers de conception avaient anticipé en proposant des diagrammes de représentation des cas d'utilisation (Use cases). L'emploi des cas d'utilisation est officialisé dans UML. Les versions mises à la disposition du public ont été les versions 0.8, 0.9, 0.91 et la version 1.0 du 13 janvier 1997. C'est cette version qui a été remise à l'association OMG (Object Management Group) en vue d'établir un standard industriel d'un langage de modélisation des modèles Objet [61]. L'OMG adopte en novembre 1997 UML 1.1 comme langage de modélisation des systèmes d'information

à objets. La version UML 2.0 en 2006, des transformations continues ne cessent d'être effectuées dans ce langage pour supprimer les incohérences, apporter des améliorations et ajouter de nouveaux concepts.

UML est donc non seulement un outil intéressant mais une norme qui s'impose en technologie à objets et à laquelle se sont rangés tous les grands acteurs du domaine qui ont contribué à son élaboration.

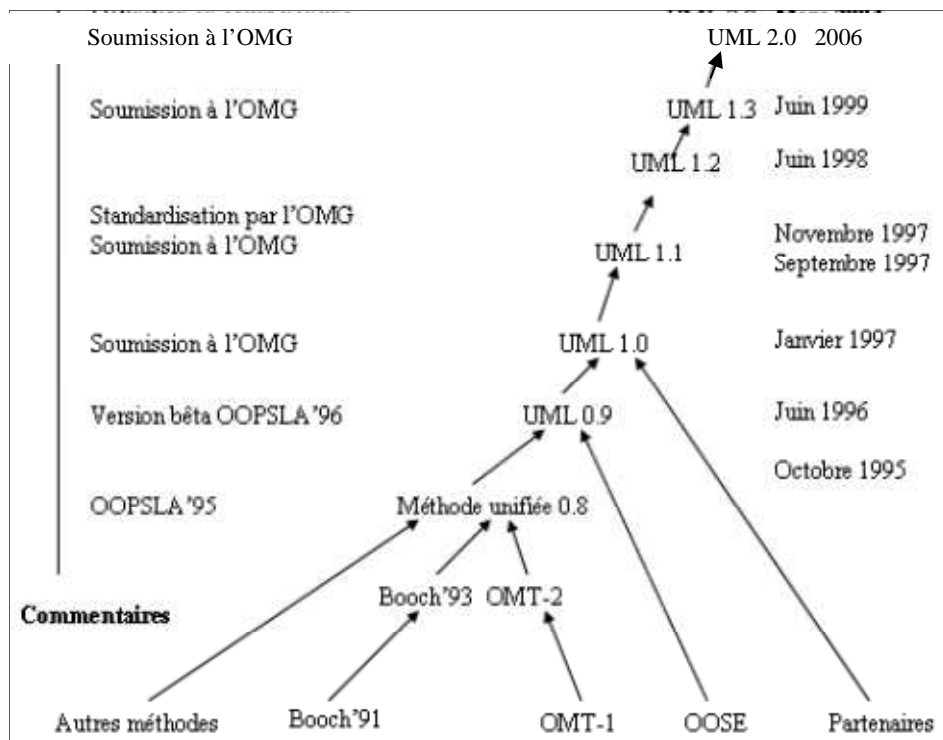


Figure II.4 : l'évolution de la norme UML [60].

4.1 Définition

UML (Unified Modeling Language), peut se traduire par le langage de modélisation unifié, il se définit comme un langage de modélisation graphique et textuel destiné à comprendre et à décrire des besoins, spécifier et documenter des systèmes, esquisser des architectures logicielles, concevoir des solutions et communiquer des points de vues [61].

UML unifie à la fois les notations et les concepts orientés objets. Il ne s'agit pas d'une simple notation. Mais les concepts transmis par un diagramme ont une sémantique

précise et sont porteurs de sens au même titre que les mots d'un langage. UML unifie également les notations nécessaires aux différentes activités d'un processus de développement et offre, par ce biais, le moyen d'établir le suivi des décisions prises depuis la spécification jusqu'au codage [62].

UML a une dimension symbolique et ouvre une nouvelle voie d'échange de visions systématiques précises. Il se compose de vues, de modèles d'éléments, de mécanismes généraux et de diagrammes. Les sections suivantes décrivent brièvement ces ensembles.

4.2 Les vues d'UML

Les vues présentent les différents aspects d'un système. Une vue n'est pas un élément graphique ou un diagramme, mais une abstraction qui englobe un nombre de diagrammes afin de décrire le système d'un point de vue donné [63].

Parmi ces vues on trouve :

4.2.1. Vue des cas d'utilisation : Cette vue définit les besoins des clients du système et centre la définition de l'architecture du système sur la satisfaction (la réalisation) de ces besoins à l'aide de scénarios et de cas d'utilisation. Cette vue conduit à la définition d'un modèle d'architecture pertinent et cohérent [63]. Donc c'est une description du système "vue" par les acteurs du système. Elle correspond, ainsi, aux besoins attendus par chaque acteur (c'est le QUOI et le QUI).

4.2.2. Vue logique : cette vue décrit et d'une façon abstraite, comment réaliser les fonctionnalités d'un système. Elle est dédiée aux concepteurs et aux développeurs. Contrairement à la vue des cas d'utilisation. La vue logique est une vue à l'intérieur du système. Elle décrit, à la fois, la structure statique (classes, objets, relations ...), et les collaborations qui puissent avoir lieu durant l'échange de messages entre objets afin de réaliser des fonctions précises. Des propriétés telles que la persistance, la concurrence, sont aussi définis dans cette vue. La structure statique est décrite dans cette vue par les diagrammes de classes et d'objets. La dynamique est spécifiée par les machines d'états, les diagrammes d'activité et d'interactions [63].

4.2.3. Vue d'implémentation : Cette vue décrit les principaux modules et leurs dépendances dans un système. Elle est propre aux développeurs. Elle montre l'allocation des éléments de modélisation dans des modules (fichiers sources, bibliothèques dynamiques, bases de données, exécutables, ...etc.). En d'autres termes, cette vue identifie les modules (physiquement) les classes de la vue logique. L'organisation des composants, c'est-à-dire la distribution du code en gestion de configuration, les dépendances entre les composants, les contraintes de développement (bibliothèques externes...), la vue des composants montre aussi l'organisation des modules en "sous-systèmes", les interfaces des sous-systèmes et leurs dépendances (avec d'autres sous-systèmes ou modules) [63].

4.2.4. Vue des processus : C'est la vue temporelle et technique, qui met en œuvre les notions de tâches concurrentes, stimuli, contrôle, synchronisation, etc. Elle est très importante dans les environnements multitâches. Elle montre la décomposition du système en terme de processus (tâches); les interactions entre les processus (leur communication); la synchronisation et la communication des activités parallèles [63].

4.2.5 Vue de déploiement : Cette vue décrit la position géographique et l'architecture physique de chaque élément du système. Elle décrit aussi les ressources matérielles et la répartition du logiciel dans ces ressources : la disposition et la nature physique des matériaux, ainsi que leurs performances, l'implantation des modules principaux sur les nœuds du réseau et les exigences en terme de performances (temps de réponse, tolérance aux fautes et pannes...). Cette vue est représentée par des diagrammes de déploiement est utilisée par les développeurs, des responsables d'intégration et des testés [63].

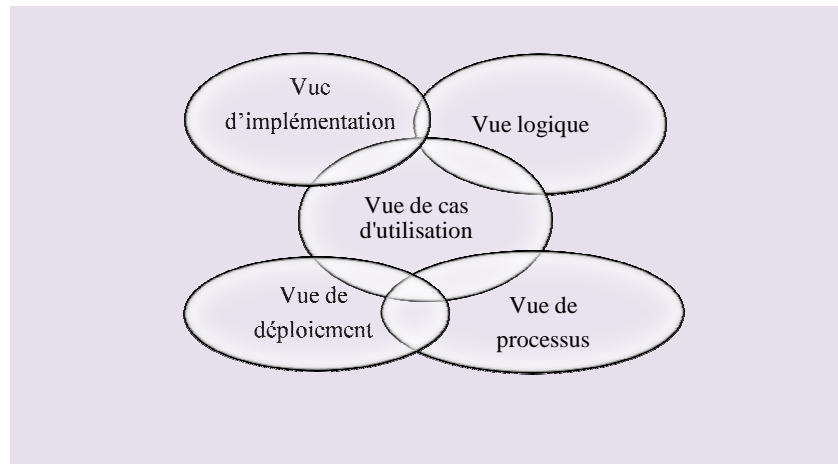


Figure II.5 : Les vues d'UML [64].

4.3 Les diagrammes de l'UML

Un diagramme donne à l'utilisateur un moyen de visualiser et de manipuler des éléments de modélisation. UML définit les diagrammes structurels et comportementaux pour représenter respectivement des vues statiques et dynamiques d'un système. Les diagrammes incluent des éléments graphiques qui décrivent le contenu des vues [64].

UML, dans sa version 2.0, comporte treize diagrammes qui peuvent être combinés pour définir toutes les vues d'un système. Ils se répartissent en deux groupes :

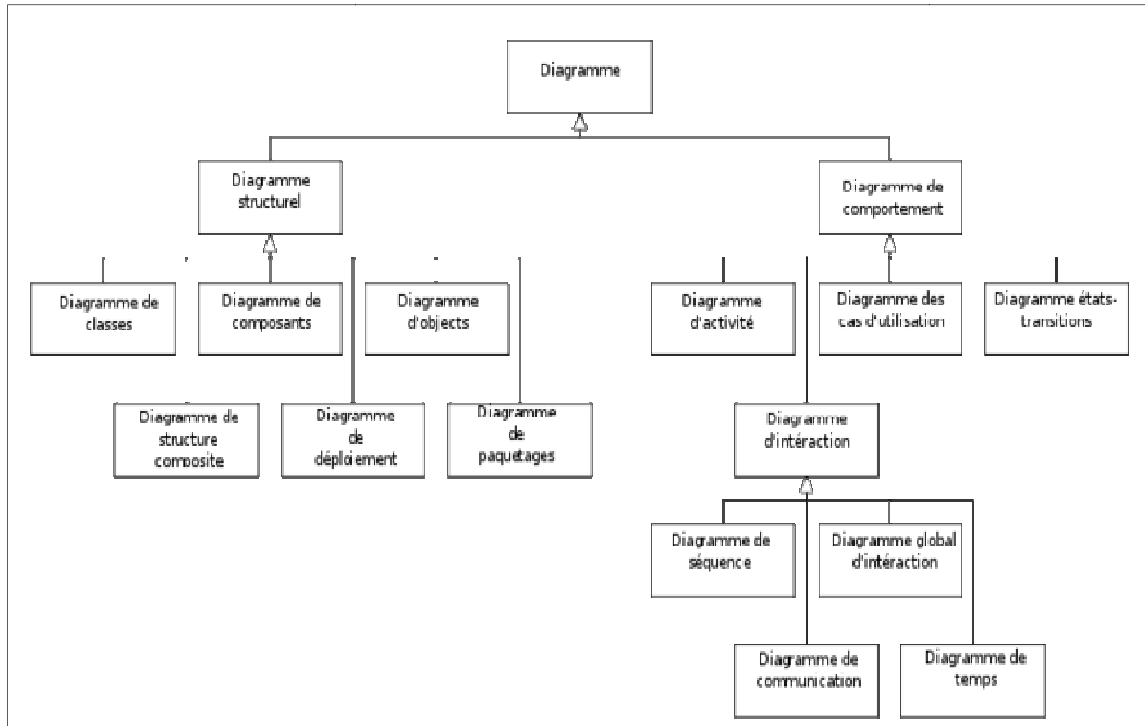


Figure II.6 : les différents diagrammes d'UML [64].

- Diagrammes structurels ou diagrammes statiques (UML Structure)
 - ✓ diagramme de classes (Class diagram)
 - ✓ diagramme d'objets (Object diagram)
 - ✓ diagramme de composants (Component diagram)
 - ✓ diagramme de déploiement (Deployment diagram)
 - ✓ diagramme de paquetages (Package diagram)
 - ✓ diagramme de structures composites (Composite structure diagram)
- Diagrammes comportementaux ou diagrammes dynamiques (UML Behavior)
 - ✓ diagramme de cas d'utilisation (Use case diagram)
 - ✓ diagramme d'activités (Activity diagram)
 - ✓ diagramme d'état-transitions (State machine diagram)
- Diagrammes d'interaction (Interaction diagram)
 - ✓ diagramme de séquence (Sequence diagram)
 - ✓ diagramme de communication (Communication diagram)

- ✓ diagramme global d'interaction (Interaction overview diagram)
- ✓ diagramme de temps (Timing diagram)

Ces diagrammes d'une utilité variable selon le cas, ne sont pas nécessairement tous produits durant la modélisation du système.

4.3.1. Diagrammes structurels ou statiques

4.3.1.1. Diagramme de classes : Le diagramme de classes est un schéma utilisé en génie logiciel pour présenter les classes et les interfaces des systèmes ainsi que les différentes relations entre celles-ci. Ce diagramme fait partie de la partie statique d'UML car il fait abstraction des aspects temporels et dynamiques. Une classe décrit les responsabilités, le comportement et le type d'un ensemble d'objets. Les éléments de cet ensemble sont les instances de la classe [64].

Une classe est un ensemble de fonctions et de données (attributs) qui sont liées ensemble par un champ sémantique. Les classes sont utilisées dans la programmation orientée objet. Elles permettent de modéliser un programme et ainsi de découper une tâche complexe en plusieurs petites tâches simples. Les classes peuvent être liées entre elles grâce au mécanisme d'héritage qui permet de mettre en évidence des relations de parenté. D'autres relations sont possibles entre des classes et chacune de ces relations est représentée par un arc spécifique dans le diagramme de classes.

Elles sont finalement instanciées pour créer des objets et décrivent leurs caractéristiques. Les objets contiennent leurs valeurs propres pour chacune de ces caractéristiques lorsqu'ils sont instanciés. Le diagramme de classes est généralement considéré comme le plus important dans un développement orienté objet. Il représente l'architecture conceptuelle du système. Il décrit les classes que le système utilise, ainsi que leurs liens.

4.3.1.2. Diagramme d'objets : Le diagramme d'objets dans le langage de modélisation UML permet de représenter les instances des classes, c'est-à-dire des objets. Comme le diagramme de classes, exprime les relations qui existent entre les objets et aussi l'état

des objets, ce qui permet d'exprimer des contextes d'exécution. En ce sens, ce diagramme est moins général que le diagramme de classes. Les diagrammes d'objets s'utilisent pour montrer l'état des instances d'objet avant et après une interaction, autrement dit c'est une photographie à un instant précis des attributs et objet existant. Il est utilisé en phase exploratoire [65].

4.3.1.3. Diagramme de composants : Le diagramme de composants décrit l'organisation du système du point de vue des éléments logiciels comme les modules (paquetages, fichiers sources, bibliothèques, exécutables), les données (fichiers, bases de données) ou encore les éléments de configuration (paramètres, scripts, fichiers de commandes). Ce diagramme permet de mettre en évidence les dépendances entre les composants [66].

4.3.1.4. Diagramme de déploiement : En UML, un diagramme de déploiement est une vue statique qui sert à représenter l'utilisation de l'infrastructure physique par le système et la manière dont les composants du système sont répartis ainsi que leurs relations entre eux. Les éléments utilisés par un diagramme de déploiement sont principalement les nœuds, les composants, les associations et les artefacts. Les caractéristiques des ressources matérielles, physiques et des supports de communication peuvent être précisées par stéréotype.

4.3.1.5. Diagramme des paquetages : Les diagrammes de paquetages sont la représentation graphique des relations existant entre les paquetages (ou espaces de noms) composant un système dans le langage Unified Modeling Language (UML). Les paquetages peuvent avoir des relations de dépendances UML « classiques » tel que "le paquetage javax.security dépend du paquetage java.lang". Les paquetages peuvent aussi avoir des dépendances spéciales de types « package import » (importation de paquetage) et « package merge » (fusion de paquetages) [65].

- Un « package import » est une relation entre un paquetage important un espace de nom et un paquetage indiquant que l'espace de nom qui importe ajoute les noms

des membres du paquetage à son propre espace de nom. Par défaut, une dépendance entre deux paquetages est interprétée comme une relation de type package import.

- Un « package merge » est une relation dirigée entre deux paquetages indiquant que les contenus des deux paquetages doivent être combinés. Elle est très similaire à la relation de généralisation dans le sens où l'élément source ajoute conceptuellement les caractéristiques de l'élément cible à ses propres caractéristiques résultant en un élément combinant les caractéristiques des deux.

Les diagrammes de paquetages peuvent utiliser des paquetages pour illustrer les différentes couches de l'architecture en couches d'un système logiciel. Les dépendances entre paquetages peuvent être parées d'étiquettes ou de stéréotypes pour indiquer les mécanismes de communication entre les couches.

4.3.1.6. Diagramme de structure composite : Dans le langage UML, le diagramme de structure composite expose la structure interne d'une classe ainsi que les collaborations que cette dernière rend possible. Les éléments de ce diagramme sont les parties (en anglais parts), et les ports par le biais desquels les parties interagissent entre elles avec différentes instances de la classe ou encore avec le monde extérieur les connecteurs reliant les parties et les ports. Une structure composite est un ensemble d'éléments interconnectés collaborant dans un but commun lors de l'exécution d'une tâche. Chaque élément se voit attribuer un rôle dans la collaboration [66].

4.3.2. Diagrammes comportementaux ou diagrammes dynamiques (UML Behavior)

4.3.2.1. Diagrammes de cas d'utilisation : Les diagrammes de cas d'utilisation sont des diagrammes UML utilisés pour donner une vision globale du comportement fonctionnel d'un système logiciel. Ils sont utiles pour des présentations auprès de la direction ou des acteurs d'un projet. Mais pour le développement, les cas d'utilisation sont plus appropriés. Un cas d'utilisation représente une unité discrète d'interaction entre un utilisateur (humain ou machine) et un système. Il est une unité significative de

travail. Dans un diagramme de cas d'utilisation, les utilisateurs sont appelés acteurs (actors), ils interagissent avec les cas d'utilisation (use cases).

UML définit une notation graphique pour représenter les cas d'utilisation. Cette notation est appelée diagramme de cas d'utilisation. UML ne définit pas de standard pour la forme écrite de ces cas d'utilisation, et en conséquence cette notation graphique suffit à elle seule pour décrire la nature d'un cas d'utilisation. Dans les faits, une notation graphique peut seulement donner une vue générale simplifiée d'un cas ou d'un ensemble de cas d'utilisation. Les diagrammes de cas d'utilisation sont souvent confondus avec les cas d'utilisation. Bien que ces deux concepts soient reliés, les cas d'utilisation sont bien plus détaillés que les diagrammes de cas d'utilisation [66].

4.3.2.2. Diagramme états-transitions : Un diagramme états-transitions est un schéma utilisé en génie logiciel pour représenter des automates déterministes. Il fait partie du modèle UML et s'inspire principalement du formalisme des « statecharts » et rappelle les « grafjets » des automates. S'ils ne permettent pas de comprendre globalement le fonctionnement du système, ils seront directement transposables en algorithme. Tous les automates d'un système s'exécutent parallèlement et peuvent donc changer d'état de façon indépendante [66].

4.3.2.3. Diagramme d'activité : Un diagramme d'activité permet de modéliser un processus interactif, global ou partiel pour un système donné (logiciel, système d'information). Il est recommandable pour exprimer une dimension temporelle sur une partie du modèle, à partir de diagrammes de classes ou de cas d'utilisation, par exemple. Le diagramme d'activité est une représentation proche de l'organigramme. La description d'un cas d'utilisation par un diagramme d'activité correspond à sa traduction algorithmique. Une activité est l'exécution d'une partie du cas d'utilisation, elle est représentée par un rectangle aux bords arrondis.

Le diagramme d'activité est sémantiquement proche des diagrammes de communication appelés diagramme de collaboration en UML 1, ou d'état-transitions ces derniers offrant une vision microscopique des objets du système [67].

4.3.3. Diagrammes d'interaction ou dynamiques

4.3.3.1. Diagrammes de séquences : Les diagrammes de séquences sont la représentation graphique des interactions entre les acteurs et le système selon un ordre chronologique dans la formulation Unified Modeling Language. Le diagramme de séquences permet de cacher les interactions d'objets dans le cadre d'un scénario d'un diagramme des cas d'utilisation. Dans un souci de simplification, on représente l'acteur principal à gauche du diagramme et les acteurs secondaires éventuels à droite du système. Le but étant de décrire comment se déroulent les actions entre les acteurs ou objets [68].

La dimension verticale du diagramme représente le temps permettant de visualiser l'enchaînement des actions dans le temps et de spécifier la naissance et la mort d'objets. Les périodes d'activité des objets sont symbolisées par des rectangles que ces objets dialoguent par le biais de messages.

4.3.3.2. Diagramme de communication : Un diagramme de communication est un diagramme d'interactions UML 2.0 appelé diagramme de collaboration en UML 1, représentation simplifiée d'un diagramme de séquence se concentrant sur les échanges de messages entre les objets. En fait, le diagramme de séquence et le diagramme de communication sont deux vues différentes mais logiquement équivalentes (on peut construire l'une à partir de l'autre) d'une même chronologie, ils sont appelés isomorphes [69]. C'est une combinaison entre le diagramme de classes, celui de séquence et celui des cas d'utilisation. Il rend compte à la fois de l'organisation des acteurs aux interactions et de la dynamique du système. C'est un graphe dont les nœuds sont des objets et les arcs (numérotés selon la chronologie) les échanges entre objets.

4.3.3.3. Diagramme global d'interaction : Le Diagramme global d'interaction ou diagramme d'interactivité est un diagramme UML version 2.0 utilisé pour rendre compte de l'organisation spatiale des participants à l'interaction. Les diagrammes globaux d'interaction définissent des interactions par une variante des diagrammes d'activité, d'une manière qui permet une vue d'ensemble de flux de contrôle. Ils se concentrent sur la vue d'ensemble de flux de contrôle où les nœuds sont des interactions ou Interaction Uses. Les lignes de vie et les messages n'apparaissent pas à ce niveau de vue d'ensemble [70].

4.3.3.4. Diagramme de temps : Un diagramme de temps est un diagramme d'interaction où l'attention est portée sur les contraintes temporelles dans le langage UML2. Les diagrammes de temps sont utilisés pour explorer le comportement des objets d'un système à travers une période de temps.

Un diagramme de temps est une forme spéciale de diagramme de séquence où les axes ont été inversés pour que le temps s'écoule de la gauche vers la droite et les lignes de vies sont affichées dans des compartiments séparés disposés horizontalement. Sur un diagramme de temps, la ligne de vie permet aussi de présenter les états d'un objet au cours de la période de temps représentée par le diagramme, un plateau signifiant que l'état de l'objet n'a pas évolué sur cette période. Les lignes de vies peuvent être annotées avec des intervalles de durées (entre 1 et 6 minutes) ou bien des intervalles de temps (entre 5h40 et 6h00) que l'application doit respecter [71].

4.4. Présentation d'un modèle UML

La présentation d'un modèle UML se compose de plusieurs documents écrits en langage courant et d'un document formalisé : elle ne doit pas se limiter au seul document formalisé car celui-ci est pratiquement incompréhensible si on le présente seul. Les documents qui paraissent nécessaires sont les suivants [72]:

4.4.1. Présentation stratégique : elle décrit pourquoi l'entreprise a voulu se doter de l'outil considéré les buts qu'elle cherche à atteindre, le calendrier de réalisation prévu, etc. Présentation des processus de travail par lesquels la stratégie entend se réaliser

pour permettre au lecteur de voir comment l'application va fonctionner en pratique. Elle doit être illustrée par une esquisse des écrans qui seront affichés devant les utilisateurs de terrain. Explication des choix qui ont guidé la modélisation formelle. Il s'agit de synthétiser, les discussions qui ont présidé à ces choix.

4.4.2. Modèle formel : c'est le document le plus épais. Il est préférable de le présenter sur l'Intranet de l'entreprise. En effet, les diagrammes peuvent être alors équipés de liens hypertextes permettant l'ouverture de diagrammes plus détaillés ou de commentaires.

On doit présenter, en premier, le diagramme de cas d'utilisation qui montre l'enchaînement des cas d'utilisation au sein du processus, enchaînement immédiatement compréhensible ; puis le diagramme d'activités qui montre le contenu de chaque cas d'utilisation ; puis le diagramme de séquence qui montre l'enchaînement chronologique des opérations à l'intérieur de chaque cas d'utilisation. Enfin, le diagramme de classes qui est le plus précis conceptuellement mais aussi le plus difficile à lire car il présente chacune des classes et leurs relations (agrégation, héritage, association, etc.).

4.5. Les éléments du modèle UML

Les éléments du modèle sont les briques utilisées dans les différents diagrammes. Ce sont des éléments graphiques qui représentent des concepts orientés objets communs, tel que les classes, les objets, les messages, les associations, les généralisations, les cas d'utilisations, les états ...etc. un modèle d'élément est utilisé dans différents diagrammes et toujours avec le même sens et le même symbole. (Cf. Figures II.7, II.8) montrent quelques exemples d'éléments du modèle.

- Le Stéréotype est une marque de généralisation notée par des guillemets, cela montre que l'objet est une variété d'un modèle.
- Le classeur est une annotation qui permet de regrouper des unités ayant le même comportement ou la même structure. Un classeur se représente par un rectangle conteneur en traits pleins.
- Un paquetage regroupe des diagrammes ou des unités.

- Chaque classe ou objet se définit précisément avec le signe « :: », ainsi l'identification d'une Classe X en dehors de son package ou de son classeur sera définie par « Package A::Classeur B::Classe X ».

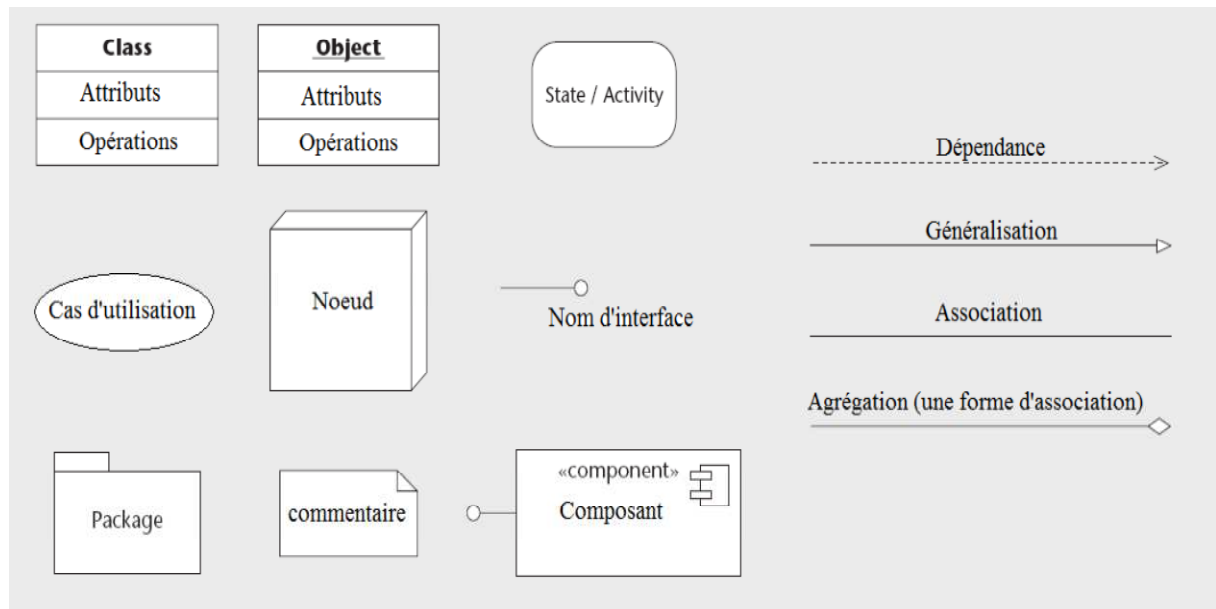


Figure II.7: exemples d'éléments du modèle UML [73].



Figure II.8: représentation graphique acteur du modèle UML [73].

5. Conclusion

En conclusion, on peut dire que l'UML est une aide à toutes les étapes de conception de n'importe quel projet. Il donne des descriptions graphiques et des vues différentes à des étapes différentes. Il présente aussi une adaptation facile aux langages de programmation. C'est dans cette optique que nous proposons d'étudier, au niveau du chapitre quatre, la modélisation du système de management environnemental de la cimenterie de AIN TOUTA à Batna par le langage de modélisation unifié UML (Unified Modeling Language).

Chapitre III

*Evaluation de la performance du Système de
Management Environnemental des
entreprises Algériennes certifiées ISO 14001*

Chapitre III : Evaluation de la performance du Système de Management Environnemental des Entreprises Algériennes certifiées ISO 14001

1. Introduction

Dans ce chapitre, nous nous proposons de réaliser une évaluation de base (Baseline) du Système de Management Environnemental des entreprises algériennes certifiées ISO 14001 (un échantillon représentatif de 17 entreprises). Ainsi, une description des situations actuelles a été réalisée telles que nous les avons perçues durant nos visites et nos entrevues, en nous basant le plus objectivement possible sur des "FAITS" et des "DOCUMENTS" qui nous ont été soumis. Cette évaluation, appelée également analyse des écarts, correspond à une partie de la phase d'évaluation du projet de certification réalisé. Son objectif est de dresser un bilan aussi exhaustif que possible afin de dégager un certain nombre de recommandations qui peuvent servir de base pour la rédaction du plan d'action. La mise en œuvre de ce plan d'action aidera les entreprises algériennes à évaluer leur SME en vue de conserver ce label acquis après plusieurs années de travail acharné et de préparation aux exigences de la norme ISO 14001.

2. Etat de l'art sur la mise en place du SME dans le monde

Cette partie de notre étude concerne, essentiellement, l'étude comparative de nos résultats avec ceux réalisés, dans un même contexte, au niveau international (critique de la mise en place d'un Système de Management Environnemental). Cependant, la réalisation d'une telle comparaison nécessite un socle de connaissances (état de l'art) solide et exhaustif.

Beaucoup de travaux existent dans le domaine de la mise en place du SME, mais peu dans le domaine de la critique de l'implantation de ce système au niveau des

entreprises. Parmi ces recherches, aux USA, nous citons celles qui ont démontré que la certification ISO 14001 réduit quantitativement le taux de production des déchets solides pour les entreprises étudiées (réalisation des performances environnementales) [74].

Une autre étude réalisée sur des petites et moyennes entreprises au UK, affirme que les entreprises sont satisfaites du niveau minimal de conformité et que l'accent et l'effort à l'avenir devraient être mis sur l'encouragement de ces entreprises d'aller au-delà de la conformité. Plusieurs obstacles ont été détectés : le manque de connaissances, les gens ne suivent pas les procédures, ainsi que des problèmes avec l'identification et l'adoption de la nouvelle législation. Aussi, les entreprises donnent une priorité organisationnelle au maintien de la certification, plutôt qu'à l'amélioration des processus organisationnels et au rendement du Système de Management Environnemental [75].

Au Brésil, une recherche dont les résultats montrent que la plupart des Systèmes de Management Environnementaux sont très complexes pour les petites et moyennes entreprises. Cela pourrait impliquer le risque de ne pas identifier les aspects environnementaux ou les impacts évalués, qui ne sont pas considérés comme importants, mettant en péril la certification et l'entretien des SME [76].

Par contre, d'autres études ont révélé des résultats satisfaisants par rapport à la norme ISO 14001, et les avantages du Système de Management Environnemental, mais ont également indiqué les points importants qui doivent être analysés et améliorés, telle que la création des mécanismes par le gouvernement et les associations pour l'accès à de meilleures conditions d'assurance pour les entreprises certifiées [77].

Au Canada, la littérature affirme que, si la certification ISO 14001 est, comme prévu, positive et liée à la mise en œuvre des pratiques managériales spécifiquement requises par le présent standard (les audits environnementaux, la documentation, les pratiques, etc) ; l'existence de ces pratiques ne semble pas être liée à l'amélioration des performances environnementales, et met en doute les relations positives directes ou indirectes entre la mise en œuvre de la norme ISO 14001 et l'amélioration de la

performance environnementale [78]. Selon ce point de vue assez critique, la certification ISO 14001 est surtout une réponse aux pressions extérieures visant le réalignement de l'organisation avec les attentes sociales [78].

Les résultats de ces études suggèrent que la seule approche pertinente pour améliorer la performance environnementale est la mise en œuvre de l'action écologique opérationnelle. Bien que cette étude ait tendance à jeter le doute sur l'efficacité de la norme ISO 14001, elle propose aussi une approche moins radicale et plus optimiste, soulignant l'efficacité de certaines pratiques de gestion dans l'amélioration de la performance environnementale. Cependant, les pratiques qui semblent être les plus efficaces semblent avoir été négligées par les concepteurs de la norme ISO 14001. Par conséquent, cette étude attire l'attention sur les mesures qui pourraient éventuellement être considérées par l'Organisation Internationale de Normalisation au cours d'une de ses révisions périodiques de la teneur de la norme ISO. Cette étude remet également en question l'utilisation croissante de ces normes de gestion en tant que mécanisme d'auto-réglementation par les gouvernements [79].

En Australie, des études se sont intéressées sur les motifs de diffusion de la norme ISO 14001 qui sont spécifiques à chaque secteur d'activité économique, étant donné que chaque secteur a son propre comportement vis-à-vis des normes. D'après cette étude, la diffusion de la norme ISO 14001 a été très semblable dans les différents secteurs d'activité [80].

En Chine, la littérature montre que les entreprises réagissent aux pressions des parties externes qui jouent un rôle dominant en encourageant la diffusion de la norme ISO 14001 en Chine [81].

Mais les pressions exercées par les intervenants communautaires réglementaires et les parties prenantes n'ont pas atteint l'effet escompté. Ces résultats appuient l'idée que la norme ISO 14001 est utilisée comme un dispositif pour signaler le rendement de l'environnement aux intervenants [81].

En Espagne, les résultats des enquêtes d'une recherche ont fourni une description des situations actuelles des entreprises qui mettent en œuvre un Système de Management Environnemental selon la norme ISO 14001. Cette étude porte spécifiquement sur la disponibilité des ressources, la définition des rôles, les responsabilités, et de l'autorité accordée aux superviseurs de s'assurer que le SME a été effectivement appliqué [82].

En Malaisie, une étude a porté intérêt à l'identification et à l'évaluation des facteurs et des sous-facteurs que sont essentiels à la réussite de la mise en œuvre du SME selon la norme ISO 14001 et les avantages qui en découlent. Les résultats de cette étude empirique indiquent quels sont les facteurs qu'une organisation doit prendre en compte pour la mise en œuvre et la réussite de son Système de Management Environnemental selon la norme ISO 14001. Comme le montre cette étude, les processus viennent de la haute direction et toute l'organisation doit être engagée à cet effort. Tous les employés doivent recevoir une formation adéquate et la prise de conscience générale doit être à un niveau élevé. Les processus, la structure, et l'attitude de l'organisation envers l'environnement doivent être destinés à récolter le maximum d'avantages de la mise en œuvre du SME [83].

3. Méthodologie d'étude

Dans cette étude, nous nous sommes proposé de conduire une évaluation du SME par rapport au référentiel ISO 14001. Le processus d'évaluation a inclu les interviews de l'ensemble des personnes ayant la plus grande connaissance des activités environnementales ainsi que des membres de la direction et d'autres membres du personnel de tous les niveaux hiérarchiques. Trois techniques de vérification ont été utilisées pour déterminer le niveau de maturité des activités environnementales : revues documentaires, visite sur terrain, interviews avec des employés et questionnaire. Durant le processus d'évaluation, près d'une cinquantaine de personnes de tous les niveaux hiérarchiques des entreprises algériennes étudiées ont été abordées. Ces interviews avaient pour objectifs de déterminer le degré réel de mise en œuvre des activités environnementales.

L'étude a porté sur un échantillon de 17 entreprises algériennes certifiées ISO 14001 que nous présentons dans le tableau III. 1 ci-dessous.

Tableau III .1 : Liste des entreprises algériennes étudiées [84].

Entreprise	Activité	Type de Certificat	Organisme certificateur	Année de Certification
FERPHOS (Filiales phosphates)	Mines et usines de traitement des phosphates	ISO 14001	SGS International Certification Services (France)	2003
Complexe GP 1 Z de Béthioua	Séparation et transformation de GPL	ISO 14001	AIB-Vinçotte International (Belgique)	2005
BROWN&ROOT -CONDOR	Etude, approvisionnement et suivi de projets de construction	ISO 14001	QMI	2005
GL2Z – Complexe GNL Arzew SONATRACH	Complexe de SONATRACH de liquéfaction de gaz naturel	ISO 14001	QCM- AIB Vinçotte Belgique	2005
Entreprise portuaire de Béjaia	Gestion du domaine portuaire, aides à la navigation des navires, manutention et aconage des marchandises, prestations de services aux navires, transit des marchandises dangereuses, transit des passagers et de leurs véhicules	ISO 14001	QMI (Canada)	2000
ENTP	Entreprise Nationale des Travaux aux Puits	ISO 14001	SGS International Certification Services (France)	2005
HENKEL ALGERIE	Fialiale du Géaant Allemand de la lessive	ISO 14001	DQS Allemagne	2006

Suite du Tableau III.1 : Liste des entreprises algériennes étudiées [84].

Entreprise	Activité	Type de certificat	Organisme certificateur	Année de Certification
ENAGEO	Entreprise Nationale de Géophysique	ISO 14001	SGS international France	2006
S.E.T Annaba	Etudes Techniques et Ingeneering	ISO 14001	AIB-Vinçotte international Belgique	2006
Société Algérienne de Zinc ALZINC	Production et commercialisation du Zinc	ISO 14001	QMI (Canada)	2006
ORASCOM TELECOM	Opérateur de téléphonie mobile	ISO 14001	QMI (Canada)	2006
SCIMAT AIN TOUTA	Production du ciment	ISO 14001	AFAQ	2005
AMC EL EULMA	Entreprise Nationale des Appareils de Mesure et de Contrôle	ISO 14001	AFAQ	2006
ENAFOR	Entreprise Nationale de Forage (filiale de SONATRACH)	ISO 14001	SGS International (France)	2005
IN SALAH GAZ	Exploration, développement et production de gaz	ISO 14001	SGS International (France)	2001
EGZIK	Entreprise de Gestion de la Industrielle de Skikda	ISO 14001	UTAC de France	2005
GLIZ AVAL	Production de gaz naturel liquéfié	ISO 14001	QCM- AIB Vinçotte Belgique	2005

Le questionnaire élaboré (Cf. Annexe 1) a été distribué à un échantillon de quelques 20 grandes et moyennes entreprises algériennes certifiées ISO 14001. 17 entreprises ont répondu au questionnaire en question dont les questions portent sur la procédure de certification ISO 14001.

L'enquête a duré près d'une année du mois de Janvier 2010 au mois de Janvier 2011.

La méthodologie de l'audit est fondée sur une vérification des documents et procédures mis en place pour identifier et évaluer les éléments du SME existants comparativement avec le guide d'auto-évaluation de chaque entreprise (Self Assessment). Un audit d'évaluation a été élaboré et utilisé comme un modèle pour évaluer chaque élément du SME estimés au nombre de 18. Chaque élément obtiendra au maximum 9 points [85]. Et une fois que chaque élément est marqué, ces points seront utilisés pour l'évaluation globale du SME [85].

Les scores de marquage des éléments du SME sont présentés dans le tableau III.2 ci-dessous :

Tableau III.2. Scores de marquage des éléments du SME [85].

NIVEAU D'ACHEVEMENT	SCORE
Performance excellente.	3 points
Bonne performance. La plupart des objectifs atteints	2 points
Performance et résultats incompatibles	1 points
Performance pauvre dans l'ensemble	0 points

Le processus approprié pour l'évaluation de chaque élément du SME est le suivant :

- L'audit d'évaluation que nous avons développé sur la base de différents guides d'auto évaluation des différentes entreprises étudiées et de l'ISO 14001. Cet audit est un outil important pour l'identification des principaux résultats de l'étude pratique.
- L'approche d'audit a été basée sur le niveau de maturité des activités environnementales, revues documentaires, visites sur le terrain ainsi que des interviews avec des employés de tous les niveaux hiérarchiques.
- L'évaluation du score de chaque élément est fondée sur les sources d'informations évoquées ci-dessus.
- Les points de chaque élément seront alors multipliés par son coefficient de pondération par rapport au score idéal pour obtenir le score final.

Les scores globaux serviront un total d'échantillon de base pour l'évaluation globale du SME. Nous tenons à souligner que nous avons opté pour la moyenne dans les calculs, en vue d'une évaluation globale de la performance du SME pour l'ensemble des entreprises nationales étudiées afin d'avoir une idée générale et globale sur le taux de réussite du SME en Algérie. Les scores possibles et leur interprétation sont présentés dans le tableau III.3 ci-dessous :

Tableau III.3. Les différents scores et leur interprétation [85].

Score	Interprétation
131-162	Performance excellente. aucune action n'est requise
91-130	Performance satisfaisante dans l'ensemble .les irrégularités liées aux scores bas devrais être identifiées et procédures mise en œuvre pour apporter des améliorations Grande possibilité pour apporter des améliorations
61-90	Grande possibilité pour une amélioration. l'implication management et nécessaire pour apporter des changements et des améliorations immédiate au processus de management en cours.
< 60	Performance inacceptable. le manger doit intervenir immédiatement pour apporter des améliorations à la mise en œuvre du système de management en cours et des pratiques existantes.

4. Synthèse des résultats de l'évaluation

Afin de donner un aperçu global des résultats de l'évaluation de la performance du SME au niveau des entreprises algériennes certifiées ISO 14001, nous nous proposons de présenter une série d'éléments d'appréciation du SME ainsi que les principaux axes d'amélioration pour chaque élément des différentes exigences de la norme ISO 14001.

4.1. Evaluation globale des différentes exigences du SME

Un aperçu graphique général sur la moyenne des scores en pourcentages des différentes exigences du SME de l'évaluation de la performance du SME des entreprises algériennes certifiées est représenté au niveau de la Figure III.1 ci-dessous.

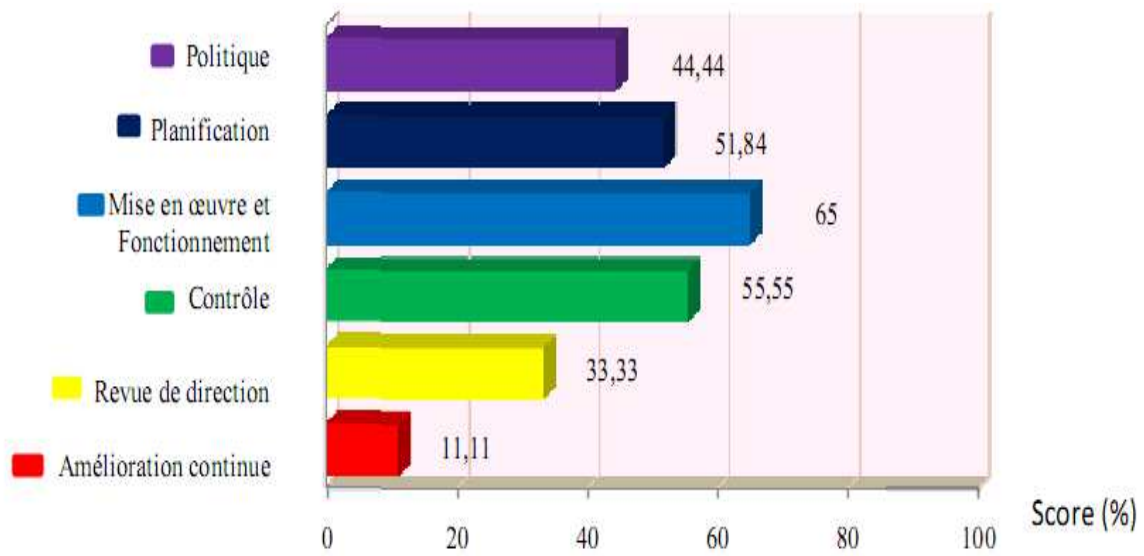


Figure III.1. Aperçu graphique général de l'évaluation de la performance du SME des entreprises algériennes certifiées ISO 14001.

Exigences de la norme ISO 14001	Eléments de la norme ISO 14001										Total
1. Politique	Politique Environnementale	4									4
2. Planification	Aspect environnemental	3	Exigences légales et autre exigences	5	Objectif cible Et programme	6					14
3. Mise en œuvre et Fonctionnement	Ressources rôles Responsabilités et Autorités	7	Compétence, performance sensibilisation	5	communication	7	documentation	6	Maitrise de la documentation	4	41
	Maitrise opérationnelle	6	Préparation et réponse aux situations d'urgence	6							
4. Contrôle	Surveillance et mesurage	7	Evaluation de La conformité	4	Non-conformité Action corrective et Action préventive	4	Maitrise des enregistrements	4	Audit interne	6	25
5. Revue de direction	Révision du SME	3									3
6. Amélioration continue	Amélioration continue des performances environnementales	1									1

Tableau III.4. Moyenne des coefficients de pondération pour chaque élément du SME des entreprises Algériennes certifiées ISO 14001

Exigences du SME	Eléments du SME								Moyenne des %
Politique (Plan)	Politique environnementale	44,44%							44,44
Planification (Plan)	Aspect environnementaux	33,33%	Exigences légales et autres exigences	55,55%	Objectifs cibles et programmes	66,66%			51,84
Mise en œuvre et fonctionnement (DO)	Ressources, et rôles, Responsabilités et autorités	55,55%	Compétence, formation et sensibilisation	55,55%	communication	55,55%	Documentation	66,66%	65
	Maitrise de la documentation	44,44%	Maitrise opérationnelle	33,33%	Préparation et réponse aux situations d'urgence	66,66%			
Contrôle (Check)	Surveillance et mesurage	44,44%	Evaluation de conformité	33,33%	Non conformité action corrective et action préventive	44,44%	Maitrise des enregistrements	22,22%	55,55
	Audit interne	33,33%							33,33
Revue de direction (Act)		33,33%							
Amélioration Continue (Act)	Amélioration continue des performances environnementale	11,11%							11,11

Tableau III.5. Moyenne des scores en % de différentes exigences du SME des entreprises Algériennes certifiée ISO 14001.

4.1.1. Eléments d'appréciation globale du SME

L'appréciation globale du SME au niveau des entreprises algériennes certifiées ISO 14001 révèle des éléments d'appréciation positive qui sont les suivants :

- Tous les éléments du SME existent et sont mis en œuvre. Il est primordial d'utiliser les éléments du SME et de les capitaliser sur certaines bonnes pratiques qui ont déjà fait leurs preuves sur le terrain : Une politique environnementale existe, des programmes de formation et d'instruction sur la protection de l'environnement existent, respect de la réglementation environnementale, des outils de suivi d'action sont mis en œuvre, gestion des urgences et des crises.
- Motivation/état d'esprit du personnel de terrain vis-à-vis de l'environnement : lors de nos différents passages, nous avons pu constater que le personnel dans son ensemble était demandeur de conseil et de support par rapport à la démarche de certification. L'aspect multiculturel est aussi une source d'émulation et d'échange d'expérience qui peut aider dans un contexte de mise en place d'un système de management.
- Disponibilité d'outils informatiques de gestion par exemple: «Action/Tracking System», utilisés pour suivre toutes actions issues de rapports, audits et investigations....
- Elaboration de différentes études environnementales de base en phase de construction du projet.
- Différents investissements en matière de protection de l'environnement.

Malgré l'existence d'aspects positifs nombreux que nous venons d'énumérer ci-dessus, des lacunes existent et que nous pouvons faire ressortir à travers les axes d'amélioration qui feront l'objet du paragraphe suivant.

4.1.2. Axes d'amélioration

Les axes d'amélioration que nous proposons sont les suivants :

- Sensibilisation des « line managers » aux différents éléments SME : dans une démarche de mise en place d'un Système de Management Environnemental, il est indispensable de sensibiliser tout le personnel des entreprises et en l'occurrence les line managers de tous les départements et de la direction de l'entreprise.
- Généralisation du processus d'identification des besoins: toutes activités/rapport/procédures doivent être le résultat d'un besoin identifié.
- Mise en place d'un système de gestion documentaire globale avec structuration de la documentation
- Elaboration de plans d'action à long terme.
- Des éléments du SME présentant des lacunes tels que la revue de direction, les audits internes et l'amélioration continue doivent être bien revus et améliorés.

4.2. Degré d'évaluation de chaque élément du SME selon le modèle PDCA (Roue de Deming)

Sur la base de l'audit élaboré, nous nous sommes proposé de réaliser une étude quantitative du degré de développement des différentes sections du modèle PDCA au niveau des entreprises étudiées. Ainsi, les données relatives à notre étude quantitative sont celles des graphiques d'évaluation des différents éléments du SME présentées dans le Tableau III. 6 afin d'évaluer les pourcentages de chaque section du modèle PDCA. Les estimations ont été réalisées selon la formule suivante [85].

$$\% \text{ Des Sections} = \frac{\sum Si}{Ni}$$

Si: % des éléments des sections.

Ni: nombre des éléments des sections.

Tableau III.6. Moyenne des pourcentages des Scores des différentes exigences du SME des entreprises Algériennes étudiées et leurs découpages selon le modèle PDCA.

Eléments de la norme Iso 14001 (Exigence du SME)	% de chaque élément	Découpages des éléments du SME selon le PDCA
Politique environnementale	44,44	Plan
Aspect environnemental	33,33	Plan
Exigences légal et autre exigences	55,55	Plan
Objectif cible et programme	66,66	Plan
Ressources rôle responsabilité et autorités	55,55	Do
Compétence, performance sensibilisation	55,55	Do
Communication	55,55	Do
Documentation	66,66	Do
Maîtrise de la documentation	44,44	Do
Maîtrise opérationnelle	33,33	Do
Préparation et réponse aux situations d'urgence	66,66	Do
Surveillance et mesurage	44,44	Check
Evaluation de la conformité	33,33	Check
Non-conformité action corrective et action préventive	44,44	Check
Maîtrise des enregistrements	22,22	Check
Audit interne	33,33	Check
Révision du SME	33,33	Act
Amélioration continue des performances environnementales	11,11	Act

5. Discussion et interprétation des résultats

L'étude quantitative révèle que les sections « Plan » et « Do » avec des pourcentages successifs de 33.33% et 36%, sont bien implémentées au niveau du Système de Management Environnemental des entreprises étudiées alors que la section « Check » est moyennement implémentée avec un pourcentage de 23.33%. Les résultats de la section « Act » révèlent qu'elle est faiblement implémentée avec un pourcentage de 7.33% (Cf. Figure III.2). Ces résultats sont dus au fait que l'amélioration continue est quasi inexistante au sein des entreprises par rapport à un système de management archaïque et inactualisé. Par exemple: un exercice d'auto-évaluation n'a jamais été effectué, une banque de donnée basée sur des systèmes de traitement par l'outil

informatique est inexistante. Cette dernière est d'une importance incontestable dans le retour de l'expérience. Les bons résultats au niveau des sections « Plan » et « Do » s'expliquent par le fait qu'une politique et une stratégie environnementale existent au sein des entreprises étudiées. Des analyses environnementales et des études d'impact sont réalisées (selon les exigences de la réglementation en vigueur). Des formations spécialisées en environnement sont assurées au personnel et spécialement aux cadres des entreprises (un budget spécifique à la formation existe et il doit être consommé).

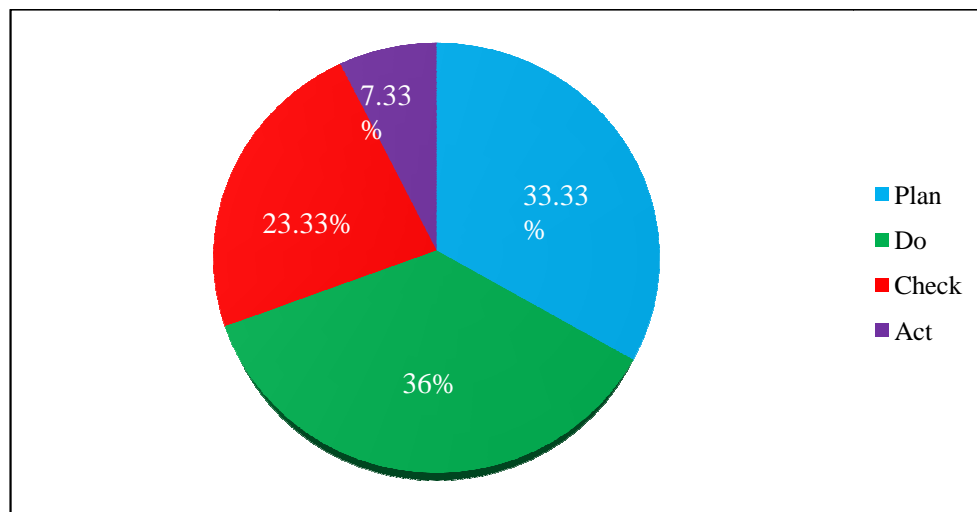


Figure III. 2. Degré de développement des différentes sections du modèle PDCA au niveau des entreprises algériennes certifiées ISO 14001.

Les résultats moyens de la section « Check » (23.33%) révèlent que certaines activités de contrôle en matière d'analyse environnementale, de surveillance et mesurage d'évaluation de conformité et de non-conformité ainsi que d'actions correctives et préventives, ainsi de mesures et des contrôles de performances sont réalisés à un niveau moyen au sein des entreprises algériennes et s'actualisent chaque année [86].

A travers l'audit et les calculs effectués, on peut apprécier les axes les plus importants à améliorer sont les suivants :

- La politique environnementale existe mais n'est pas bien mise à jour et elle n'est pas très bien communiquée.
- Les objectifs en matière de protection de l'environnement ne sont pas entièrement développés ni bien communiqués.

- La stratégie n'est pas claire pour répondre aux objectifs.
- Aucune voie du progrès de l'exécution des objectifs environnementaux.
- La participation des employés dans des issues environnementales n'est ni encouragée ni récompensée.
- Le programme d'auto-évaluation n'est pas très souvent conduit.
- L'audit du SME n'est pas conduit de façon régulière.
- La revue du SME par la haute direction des entreprises algériennes pas bien réalisée (quasi inexistante).

6. Etude comparative des résultats de notre étude par rapport à ceux dans le monde

Conformément aux études de la mise en place du SME dans le monde mentionnées dans l'état de l'art réalisé sur le thème de notre recherche, les résultats de notre étude critique du SME au niveau des entreprises algériennes certifiées ISO 14001, révèlent de nombreux obstacles tels que : la mauvaise communication au sein des entreprises en question, un engagement insuffisant de la direction de ces dernières et un manque d'adhésion du personnel au projet de certification ISO 14001. Ceci justifie l'interprétation des différents freins vis-à-vis de la certification ISO 14001 qui sont quasiment les mêmes pour l'ensemble des entreprises étudiées [87].

L'interprétation de la tendance des entreprises algériennes certifiées envers le SME peut être qualifiée de positive par rapport aux réponses positives (68%). Les réponses négatives sont évaluées à (26%) ce qui n'est pas négligeable. C'est ce qui représente un frein supplémentaire qui s'ajoute aux freins mentionnés précédemment à la certification ISO 14001 [88].

Notre recherche a également mis en évidence l'interprétation suivante: les aspects culturel et humain sont d'une importance incontestable dans la construction du SME [89]. Les interactions entre les pratiques de ressources humaines et le management environnemental ne sont pas seulement théoriques. Notre étude montre que les personnes chargées des ressources humaines ne sont pas bien informées sur la façon dont leur domaine pourrait soutenir efficacement le management environnemental

[90]. La question de l'environnement est désormais traitée comme une valeur dans l'entreprise.

Nous remarquons aussi que l'amélioration continue du système de management environnemental dépend des moyens financiers et de la maturité de ce système. Ainsi, l'efficacité du système en question progresse avec le temps et dépend de la vraie contribution du personnel.

Donc, la mise en place du SME au niveau des entreprises algérienne s'avère plus difficile et plus lourde par rapport aux autres entreprises dans le monde à travers les cinq continents: Europe (Royaume Uni, Espagne), Amérique (USA, Canada, Brésil), Asie (Chine et Malaisie) et Australiennes, vu les contraintes et freins détectés dans la présente étude.

7. Principales recommandations en vue d'une amélioration des performances du SME

Sur la base des résultats de l'évaluation des performances du SME, plusieurs recommandations pratiques sont émises et qui sont les suivantes:

- Mise à jour de la politique environnementale et sa bonne communication.
- Elaboration d'une stratégie environnementale appropriée pour répondre aux objectifs environnementaux des entreprises nationales.
- Motivation du personnel des entreprises à la mise en œuvre du SME.
- Préparation d'un plan d'action pour mettre en application les recommandations de l'audit élaboré et sa mise en œuvre sur terrain.
- Revue régulière et programmée du SME par les directions des entreprises.
- Elaboration et mise en œuvre d'un programme d'auto-évaluation pour chaque département des entreprises.
- Conception et mise à jour de site web relatif aux activités environnementales des entreprises.

8. Conclusion

L'étude d'évaluation des performances du SME par l'audit nous a permis de détecter les forces et les faiblesses d'un tel système au niveau des entreprises algériennes qui ont quasiment les mêmes tendances environnementales par rapport aux freins de la certification ISO 14001 [91][92][93] détectés au niveau des résultats du questionnaire d'évaluation (Annexe 1) élaboré dans la première partie de notre travail qui a consisté en une analyse critique du SME au niveau des entreprises nationales certifiées ISO 14001. Ainsi, nous pouvons confirmer que les résultats de cette analyse coïncident parfaitement avec les résultats du guide d'auto-évaluation que nous avons élaboré sur la base du référentiel ISO 14001.

Par conséquent, nous avons constaté que les éléments du SME existent et sont en place. Il faudra les améliorer, les rendre conformes aux exigences de la norme, les compléter et les renforcer par d'autres processus (Revue de direction, Audit interne...);

L'aspect environnemental est partiellement traité dans les activités du SME existant. Ainsi, il faudra fournir un grand effort en matière de sensibilisation et en matière d'amélioration de technologies de protection de l'environnement [94], [95], [96], [97].

Bien entendu, toutes appréciations relevées et recommandations proposées dans ce travail, sur la base de l'audit d'évaluation du SME, doivent faire l'objet d'un suivi et au besoin d'actions correctives et préventives. Cette partie dépasse cependant le cadre de l'audit et devient une responsabilité de la direction.

Chapitre IV

*Modélisation du Système de Management
Environnemental de la SCIMAT
par l'UML.*

Chapitre IV: Modélisation du SME de la SCIMAT par l'UML.

1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons prendre en étude le SME de la cimenterie et son modélisation par le Langage de Modélisation Unifié UML, notre objectif est le développement d'un logiciel qui permet de gérer et d'évaluer les performances du système de management environnemental de la SCIMAT. Pour cela notre étude consiste, dans un premier lieu, à identifier l'entreprise en termes de sa stratégie, son management et ses ressources, pour l'analyse des processus, des activités et les acteurs concernés pour cette évaluation qui a pour but l'amélioration et la pérennité du système de management environnemental de l'entreprise.

2. Présentation de la société SCIMAT



Figure IV.1 : Siège sociale SCIMAT

Figure IV.2 : Unité manufacturière SCIMAT

La société des ciments de Ain Touta SCIMAT est une entreprise de fabrication et de vente de ciments et des agrégats au capital social de : 2.250. 000.000, 00 DA. Elle fait partie du Groupe Industriel du Ciment en Algérie GICA.

Raison sociale : société des ciments de Ain Touta (SCIMAT)

Forme juridique : SPA société par actions. La SCIMAT est composée de quatre unités :

- La cimenterie de Ain Touta ;
- L'unité d'agrégats et sable concassé à Ain Touta ;
- L'unité commerciale de Biskra ;
- L'unité commerciale de Touggourt.

La date de mise en service est le 7 Septembre 1986, sa capacité de production est de (1.000.000 tonnes de ciment par an). L'adresse de la SCIMAT est : TILATOU – AIN TOUTA - Wilaya de BATNA (73 bis rue Benflis, la verdure 05000 BATNA ALGERIE).

La cimenterie se trouve dans un environnement caractérisé par l'évolution continue, par conséquent elle est contrainte à s'adapter avec les changements accélérés dans le monde industriel, qu'ils soient positifs ou négatifs, sur le plan technologique, le développement de la cimenterie est lié d'une part au développement machinal et le développement des connaissances, ce qui oblige l'entreprise de surveiller ces deux aspects et essayer de profiter des résultats de leur développement. Le schéma suivant montre la synoptique du processus de fabrication du ciment.

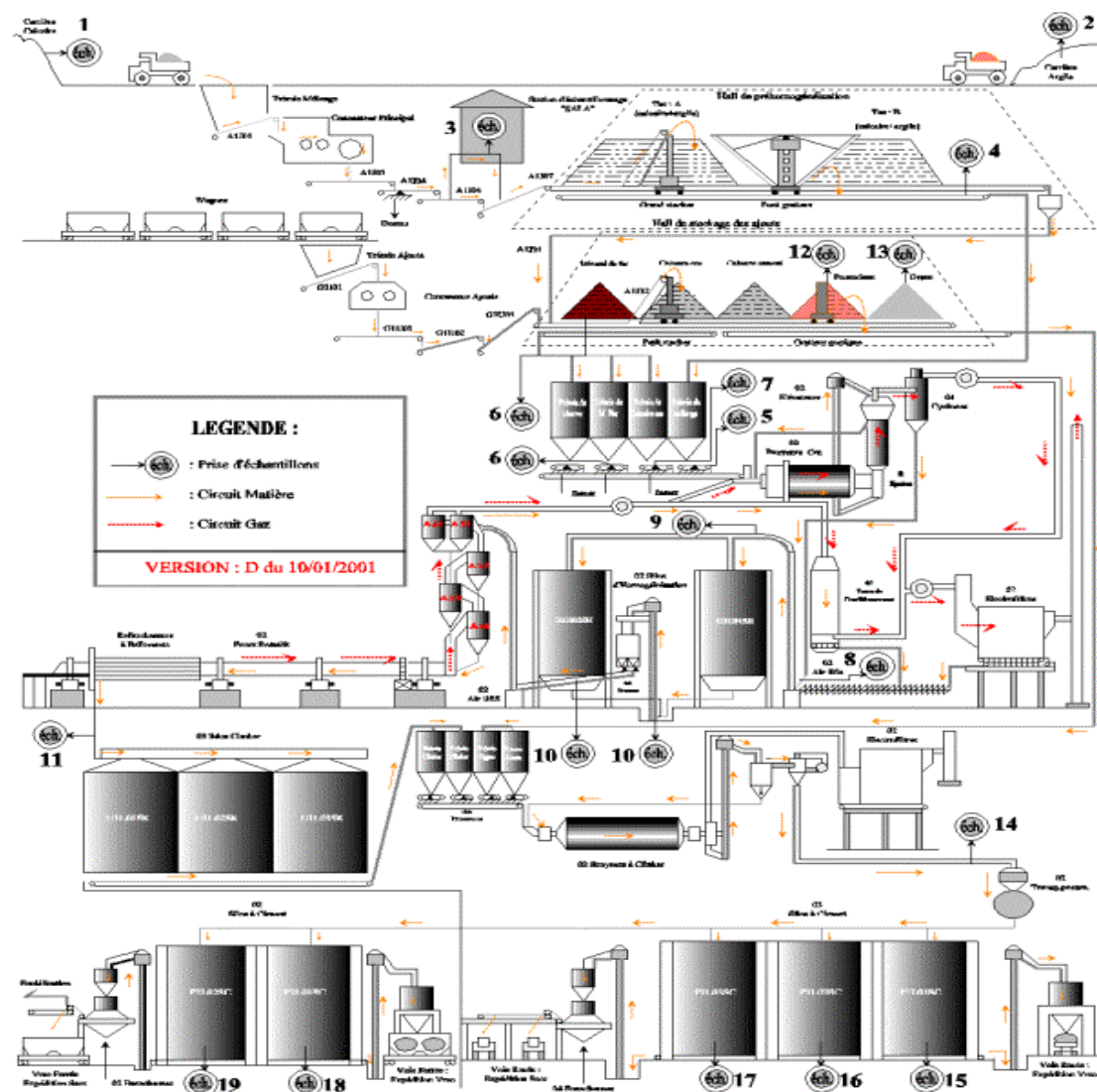


Figure IV.3 schéma synoptique du processus de fabrication du ciment [93].

La stratégie de l'entreprise envisage son devenir par :

- L'augmentation des bénéfices en maîtrisant les coûts directs et indirects de la production du ciment.
- La différenciation de son produit par sa qualité (sauvegarde du certificat de la qualité ISO 900 de l'année 2000).
- La pérennisation de l'entreprise et de son image de marque par la fidélisation des clients, la prise en charge des préoccupations environnementales (sauvegarde du certificat de l'environnement ISO 14001 de l'année 2005).
- L'amélioration de la logistique vers une norme OHSAS 18001, (Cf. Figure IV.3).

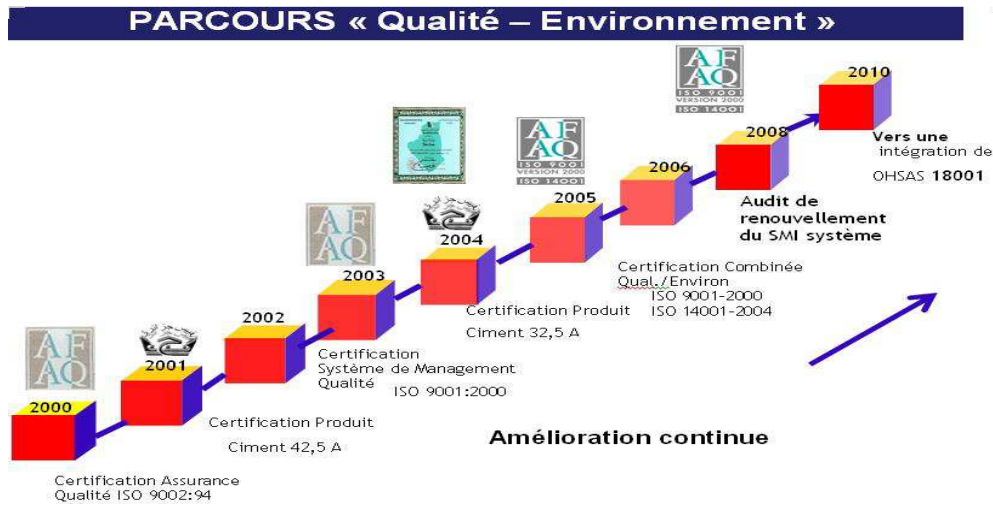


Figure IV.4 : stratégie de la SCIMAT [93].

2.1.cadre de l'étude : il s'agit du périmètre de notre étude détaillée ; notre étude s'est effectuée au niveau de l'assistance PDG du SMI et la direction technique, exactement au niveau du département qualité/environnement de la SCIMAT, (Cf. Figure IV.5).

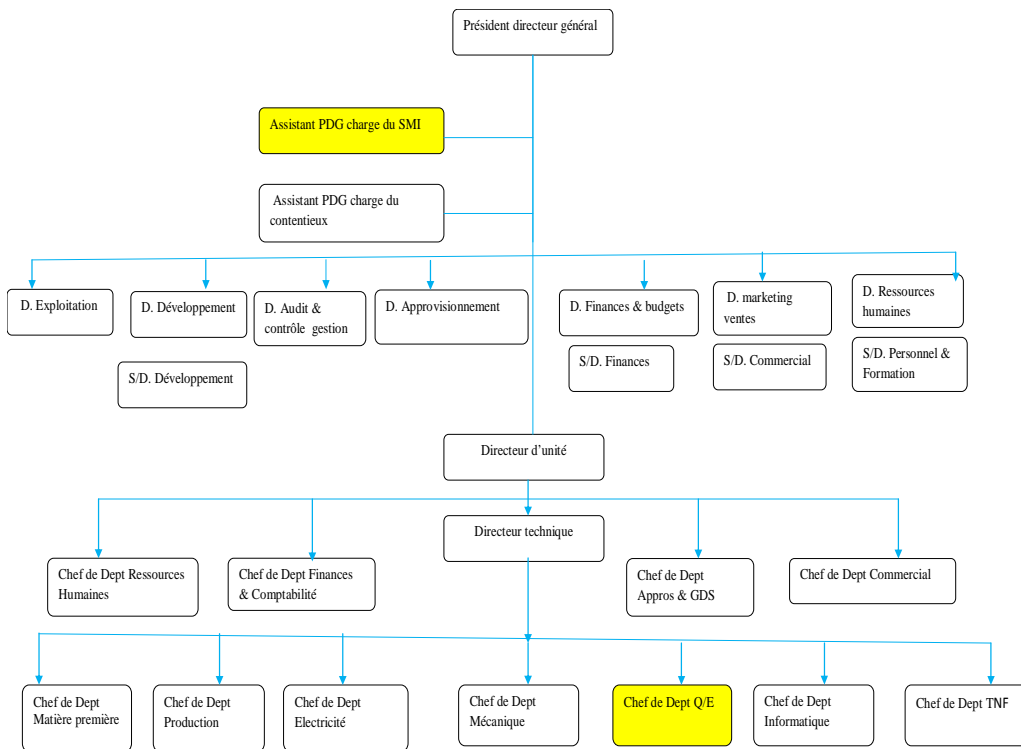


Figure IV.5 : périmètre de l'étude [93].

2.2. Système de management de la SCIMAT

Le système de management de la SCIMAT, est un système intégré SMI ou SMQE (système de management de la qualité et de l'environnement), qui s'applique à tous les processus de la SCIMAT, qui répond aux exigences légales & réglementaires, conformes aux exigences des normes Internationales ISO 9001 : 2008 et ISO 14001 : 2004, il fournit une vue globale de l'organisation Qualité Environnement afin d'assurer le bon fonctionnement et la maîtrise efficace des processus, le SMI Intègre le principe de l'amélioration continue au niveau de tous les processus de la SCIMAT :

- Prend en charge le programme de prévention de la pollution;
- Implique les parties intéressées à la démarche environnementale ;
- S'assure de l'atteinte des objectifs fixés par la direction à son plus haut niveau.

Le SMI à l'état actuel couvre les activités des sites suivants :

- ✓ Direction générale.
- ✓ Unité cimenterie de Ain Touta.

L'intégration des autres sites n'a pas été faite qu'à partir de l'année 2012.

Par le système de management intègre SMQE, la politique, les objectifs et la documentation sont gérés ensemble, la communication de la politique de la SCIMAT porte essentiellement sur les exigences légales et réglementaires, les aspects environnementaux significatifs, les objectifs qualités environnement, le programme de management environnemental, les résultats obtenus relatifs au SMQE notamment ceux des audits interne et externe. La communication interne porte également sur les rôles les responsabilités et les autorités. Sur le plan externe la SCIMAT communique à la direction de l'environnement la situation des déchets spéciaux dangereux générés par ses activités conformément aux exigences réglementaires en vigueur.

Le système documentaire relatif au SMQE de la SCIMAT est structuré de la manière suivante :

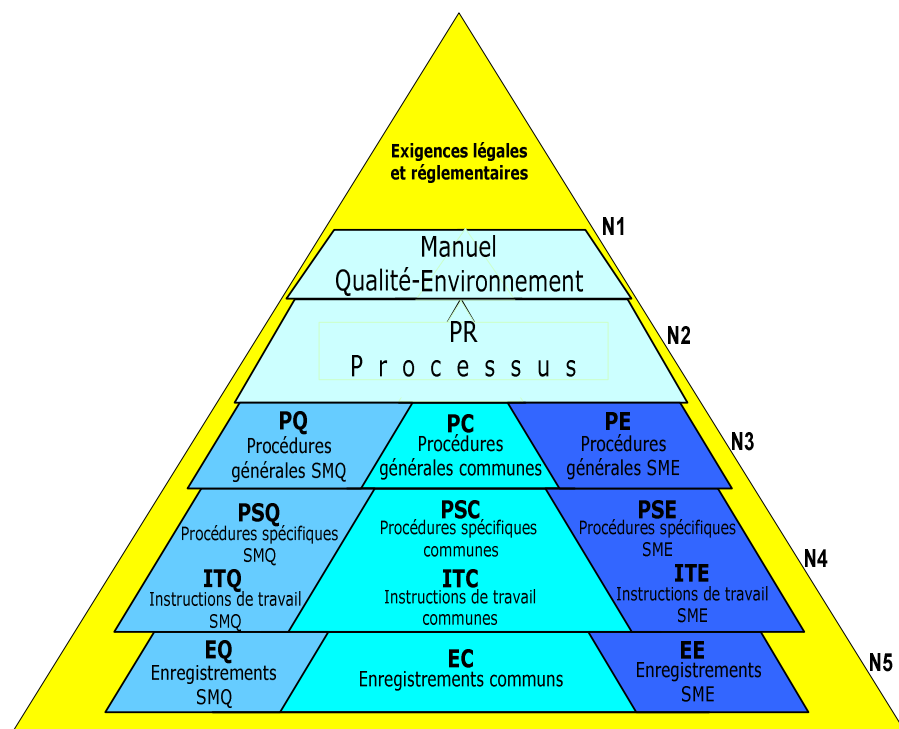


Figure IV.6 : communication a tous les niveaux de la SCIMAT [94].

Niveau 1: Manuel, Déclaration, Planifications et Objectifs relatifs au SMI ;

Niveau 2: Processus ;

Niveau 3: Procédures Générales;

Niveau 4: Procédures Spécifiques, Instructions de travail et Documents SMI d'origine externe;

Niveau 5: Enregistrements d'origine interne et externe.

Selon le rapport de (AFAQ AFNOR 2010) Le système de management de la SCIMAT, est commun à tous les sites (système documentaire, encadrement, ...), il présente une intégration parfaite.

Tableau IV.1 : le niveau d'intégration des Systèmes de management [95].

Objet	niveau d'intégration	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
Politique de la direction	politique unique et reprenant les besoins et impacts identifiés	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
	un seul mode de communication à toute l'entreprise	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
<u>Représentant(s) de la direction</u> pour les référentiels	Un seul représentant du SMI.	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
Définition des <u>objectifs</u> déployés aux niveaux et fonctions appropriés	objectifs multi-référentiels déployés,	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
	vision multi-référentielle à tous les niveaux appropriés	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
<u>Système documentaire :</u> 1. Manuel(s) de management 2. Système documentaire Enregistrements	un manuel de management englobant les référentiels	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
	documentation globale intégrant les différents référentiels	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
	chaque processus clef aborde les différents impacts identifiés, une cartographie globale des processus.	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
	procédures organisationnelles communes	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
	une seule méthode de gestion des enregistrements	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
Gestion des <u>actions correctives et préventives</u>	Une même procédure et méthode de traitement	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
Revue de direction	Une seule de revue au cours de laquelle tous les référentiels sont traités et abordés	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
Méthode, outils de gestion et planification des <u>audits internes</u>	commun pour tous les référentiels.	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non
Gestion des formations et des compétences	Un seul mode de gestion, de documentation	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non

2.2.1. Exigences légales

Il s'agit d'établir un inventaire des exigences légales applicables à l'entreprise. Un inventaire antérieur à 2007 existait déjà dans l'entreprise, mais des textes manquaient, d'autres avaient été abrogés ou codifiés. Une mise à jour s'imposait, pour cela, on a recherché dans la législation algérienne pour qu'on puisse trouver les textes applicables à une telle activité en particulier.

L'inventaire n'est pas une finalité en soi. Il a pour but d'évaluer la conformité de l'entreprise aux exigences légales. L'évaluation de la conformité peut ainsi se faire plus facilement à partir de l'inventaire des exigences légales.

2.2.2. Etablissement du programme environnemental

2.2.2.1. Objectifs et cibles : Les objectifs et cibles doivent être cohérents avec la politique environnementale, y compris l'engagement de la prévention de la pollution, et de la conformité avec les exigences légales applicables et l'amélioration continue.

La norme ISO 14001, précise que les objectifs et cibles doivent être mesurables à chaque fois que cela est possible. Ainsi, il est souhaitable que les cibles traduisent des objectifs de réduction chiffrée. Or, compte tenu du degré de maturité du système de management environnemental de la cimenterie, nous avons travaillé par les mesures prises pendant une période de trois années, ce qui nous a permis de mettre en place des indicateurs de suivi pour connaître les consommations, les émissions...etc.

Les objectifs et cibles sont déterminés à partir des éléments suivants :

- les aspects environnementaux significatifs
- l'inventaire des exigences légales
- les actions préventives destinées à limiter les risques de pollution accidentelle.

Les objectifs et cibles sont enregistrés dans le document « Programme environnemental ». Ce document contient une description des objectifs et des cibles, l'origine de l'action, ainsi qu'une pondération liée aux exigences de l'entreprise. L'origine de l'action fait référence aux documents de synthèse des AE et AES, ainsi qu'à l'inventaire des exigences légales.

2.2.2.2 Plan d'action

Le plan d'action permet d'atteindre les objectifs et cibles que l'entreprise s'est fixés.

Le plan d'action figure sur le document « Programme environnemental ». Il comprend une description de l'action, le responsable de l'action, le délai de réalisation, le cas échéant les moyens mis à disposition et l'efficacité de l'action.

3. Procédure Non-conformités, action corrective et action préventive

3.1 Exigences de la norme

« L'organisme doit établir, mettre en œuvre et tenir à jour des procédures pour traiter les non-conformités réelles et potentielles et pour entreprendre les actions correctives et les actions préventives. Ces procédures doivent définir les exigences pour :

- Identifier et corriger les non-conformités et entreprendre les actions pour remédier à ses impacts environnementaux ;
- Examiner en détail les non-conformités, déterminer leurs causes et entreprendre les actions afin d'éviter qu'elles ne se reproduisent ;
- Evaluer le besoin d'actions pour prévenir des non-conformités et mettre en œuvre les actions appropriées identifiées pour empêcher leur occurrence ;
- Enregistrer les résultats des actions correctives et des actions préventives mises en œuvre ;
- Passer en revue l'efficacité des actions correctives et des actions préventives mises en œuvre.
- Les actions entreprises doivent être adaptées à l'importance des problèmes et aux impacts environnementaux rencontrés. » [16].
- La définition d'une non-conformité, est la non satisfaction d'une exigence [16].

3.2 Identification des non-conformités

Pour savoir comment identifier les non-conformités, il faut tout d'abord savoir quels sont les différents types de non-conformités et à quelles occasions elles peuvent survenir. Le (Tableau IV.2) regroupe des exemples de non-conformités selon leur origine.

Tableau IV.2 les non conformités réglementaires de la SCIMAT [réalisé par nos soins].

Domaine déchet																			
Exigences	Résumé	Conformité réglementaire																	
		Date	Situation																
Loi n° 01 - 19 du 12 Déc. 2001 Relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets	Art.17 Le mélange de déchets spéciaux dangereux avec d'autres déchets est interdit.	07/07/10	conforme																
Décret exécutif n° 2002-372 du 11-Nov-02 relatif aux déchets d'emballages.	Art. 13 Le détenteur de déchets d'emballages est tenu: - soit de pourvoir lui même à la valorisation de ses déchets d'emballages; - soit de confier la prise en charge de cette obligation à une entreprise agréée; - soit d'adhérer au système public de reprise, de recyclage et de valorisation (ECOJEM), créé à cet effet	07/07/10																	
Domaine déchet																			
Exigences	Résumé	Conformité réglementaire																	
		Date	Situation																
Décret exécutif n° 2002-372 du 11-Nov-02 relatif aux déchets d'emballages.	Art. 13 Le détenteur de déchets d'emballages est tenu: - soit de pourvoir lui même à la valorisation de ses déchets d'emballages; - soit de confier la prise en charge de cette obligation à une entreprise agréée; - soit d'adhérer au système public de reprise, de recyclage et de valorisation (ECOJEM), créé à cet effet	08/07/10	Conforme																
Loi n° 01 - 19 du 12-Déc-01 Relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets	Art.17 Le mélange de déchets spéciaux dangereux avec d'autres déchets est interdit.	08/07/10	Conforme																
Domaine Air																			
Exigences	Résumé	Conformité réglementaire																	
		Date	Situation																
Décret exécutif n° 06-138 du 15/04/2006 Annexe II Tableau n°2 Ciment, plâtre et chaux	<ul style="list-style-type: none"> Les valeurs limites des paramètres des rejets atmosphériques pour les industries anciennes: <table border="0"> <tr> <td>Poussières</td> <td>50 (mg/Nm³)</td> </tr> <tr> <td>SO₂</td> <td>750 (mg/Nm³)</td> </tr> <tr> <td>NO_x</td> <td>1800 (mg/Nm³)</td> </tr> <tr> <td>CO</td> <td>200 (mg/Nm³)</td> </tr> <tr> <td>HF</td> <td>5 (mg/Nm³)</td> </tr> <tr> <td>Métaux Lourds (hg, Pb Cd, As ...)</td> <td>10 (mg/Nm³)</td> </tr> <tr> <td>Fluor</td> <td>10 (mg/Nm³)</td> </tr> <tr> <td>Chlorure</td> <td>50 (mg/Nm³)</td> </tr> </table>	Poussières	50 (mg/Nm ³)	SO ₂	750 (mg/Nm ³)	NO _x	1800 (mg/Nm ³)	CO	200 (mg/Nm ³)	HF	5 (mg/Nm ³)	Métaux Lourds (hg, Pb Cd, As ...)	10 (mg/Nm ³)	Fluor	10 (mg/Nm ³)	Chlorure	50 (mg/Nm ³)	08/07/10	Non Conforme
Poussières	50 (mg/Nm ³)																		
SO ₂	750 (mg/Nm ³)																		
NO _x	1800 (mg/Nm ³)																		
CO	200 (mg/Nm ³)																		
HF	5 (mg/Nm ³)																		
Métaux Lourds (hg, Pb Cd, As ...)	10 (mg/Nm ³)																		
Fluor	10 (mg/Nm ³)																		
Chlorure	50 (mg/Nm ³)																		
Domaine Sol																			
Exigences	Résumé	Conformité réglementaire																	
		Date	Situation																
Décret n° 93-161 du 10/07/93	Art.01 Est interdit le déversement dans le milieu naturel par rejet direct ou indirect ou après ruissellement sur le sol ou infiltration des huiles et lubrifiants, neuf ou usagé.	08/07/2010	Non conforme																

Suite du Tableau IV.2 les non conformités réglementaires de la SCIMAT [réalisé par nos soins].

<i>Exigences</i>	<i>Résumé</i>	<i>Date</i>	<i>Situation</i>
Décret exécutif n° 06-141 du 19-avril-06 Annexe II 5 – Industrie de minerais non métallique : c- Ciment, plâtre et chaux	Tolérance aux valeurs limites anciennes installations : DCO 130 Mg/L	14/07/2010	Non conforme
Décret n° 93-162 10-juil-93 Conditions et modalités de récupération et du traitement des huiles usagées	Art. 3 Les huiles usagées doivent être soit: - traitées, en vue de leur réutilisation, - utilisées comme combustibles, - incinérées, - exportées en vue de leur traitement, - stockées en vue de leur élimination, - employées en l'état.	08/07/2010	Conforme
Suite Domaine Sol			
Exigences	Résumé	Conformité réglementaire	
		Date	Situation
Décret n° 93-162 10-juil-93 Conditions et modalités de récupération et du traitement des huiles usagées	Art. 4 Les détenteurs des huiles usagées sont tenus de disposer d'équipements étanches permettant une bonne conservation jusqu'à leur enlèvement. Ils doivent les stocker dans des conditions permettant d'éviter leur mélange avec des contaminants huileux ou non huileux pouvant entraver leur traitement ou générer des produits toxiques au cours de leurs différentes utilisations.	08/07/10	Conforme
	Art. 5 Les détenteurs des huiles usagées sont tenus soit: 1 - d'assurer eux-mêmes le transport de leurs huiles en vue de les mettre directement à la disposition des organismes chargé de leur réemploi ou de leur traitement, 2 - de les mettre à la disposition des ramasseurs agréés conformément aux dispositions du présent décret, 3 - d'assurer eux-mêmes leur réemploi ou leur traitement.	08/07/10	Conforme
Domaine Energie			
Exigences	Résumé	Conformité réglementaire	
		Date	Situation
Décret exécutif n°05-495 du 26/12/05 relatif à l'audit énergétique	Art. 11 Les établissements industriels dont la consommation annuelle totale d'énergie est égale ou supérieure à 2000 tonnes équivalent pétrole (tep) sont assujettis à l'obligation d'audit énergétique.	07/07/10	Conforme
	Art. 18 La périodicité de l'audit énergétique est fixée à trois (3) ans pour les établissements industriels	07/07/10	Conforme
<u>Principaux Ratios</u> (<u>Consommations Spécifiques</u>) (Budget 2009)	<u>Gaz : 982,5 Kcal/kg Clinker</u>	07/07/10	Non Conforme
	<u>Electricité 110 KWh/Tonne de ciment</u>	07/07/10	Non conforme

A partir de ce tableau on va définir dans les parties qui suivent les indicateurs qui représentent les domaines des non conformités spécifiques à la production du ciment. La méthodologie adoptée par la SCIMAT, d'identification, d'évaluation et de hiérarchisation des aspects environnementaux générés par les activités, produits au service de la SCIMAT est la suivante :

3.2.1. Domaine d'application

Cette procédure s'applique à tous les processus de la SCIMAT.

3.2.2. Documents de référence et Définitions

- ISO 14001 : 2004, Système de management environnemental, spécifications et lignes directrices pour son utilisation.
- ISO 14004 : Système de management environnemental, lignes directrices générales concernant les principes, les systèmes et les techniques de mise en œuvre.
- ✓ Aspect environnemental (chapitre 3.6) : Eléments des activités, produits, ou services d'un organisme susceptibles d'interactions avec l'environnement [16].
- ✓ Impact environnemental (chapitre 3.7) : Toute modification de l'environnement, négative ou bénéfique, totale ou partielle, résultant des activités, produits ou services d'un organisme [16].
- ✓ Politique environnementale (chapitre 3.11) : Expression formelle par la direction à son plus haut niveau, de ses intentions générales et des orientations de l'organisme relatifs à sa performance environnementale [16].
- ✓ Objectif environnemental (chapitre 3.9) : But environnemental général qu'un organisme se fixe en cohérence avec la politique environnementale [16].
- ✓ Cible environnementale (chapitre 3.12) : Exigence de performance détaillée, pouvant s'appliquer à l'ensemble ou à une partie de l'organisme, qui résulte des objectifs environnementaux, et qui doit être fixée et réalisée pour atteindre ces objectifs [16].

4. Identification des aspects environnementaux

Il s'agit de déterminer les aspects environnementaux significatifs concernant les domaines suivants déchets, sol, énergie, et les nuisances de l'air selon la méthode expliquée ci-après.

L'évaluation des impacts environnementaux est réalisée selon un système de notation. Chaque impact identifié est caractérisé selon les critères ci-dessous :

L'analyse environnementale se fait par processus et repose essentiellement sur un découpage du site de la cimenterie par zone d'activité.

Le responsable du processus SMQE en collaboration avec les responsables des autres processus identifie les grandes activités de la cimenterie et met à la disposition de chaque département des fiches spécifiques concernant l'identification des aspects environnementaux.

Au niveau des fiches d'identification des aspects environnementaux, le département est présenté par un ou plusieurs services. Chaque service se compose d'une ou plusieurs activités. Chaque activité est analysée, afin de permettre un recensement exhaustif des aspects environnementaux. Pour les activités communes à tous les processus, une seule fiche est établie par le responsable du processus SMQE.

Pour faciliter l'inventaire des aspects environnementaux, les règles suivantes sont appliquées :

- ✓ Le code PRO02-01¹ du processus de fabrication du ciment est désigné par la lettre « C »
- ✓ Le code PRO03-01 du processus approvisionnement est désigné par la lettre « A »
- ✓ Le code PRS01-01 du processus gestion des ressources humaines est désigné par la lettre « R »
- ✓ Le code PRS02-01 du processus management des infrastructures est désigné par la lettre « I »
- ✓ La lettre « T » est attribuée pour désigner l'ensemble des processus.

¹ Le code PRO02-01 : Notation proposée par la SCIMAT.

Le code de l'activité est composé de trois caractères, le premier est celui du processus auquel l'activité appartient, et les deux derniers correspondent au numéro d'ordre de l'activité dans le processus. Le code attribué à l'aspect est composé de cinq caractères, les trois premiers correspondent au code de l'activité, et les deux derniers correspondent au numéro d'ordre de l'aspect dans l'activité. Les responsables des activités ou services assistés par les pilotes des processus renseignent la fiche d'identification des aspects environnementaux en tenant compte des situations suivantes :

- Situation de fonctionnement normal.
- Situation de fonctionnement transitoire (démarrage, arrêts, entretien).
- Situation de fonctionnement anormale (Dégradée).

Les situations d'urgences accidents et incidents potentiels sont traitées dans la procédure relative à la préparation et réponse aux situations d'urgences (PE0044-02²). Les fiches d'identification sont ensuite validées par les pilotes des processus et transmises au pilote du processus SMQE pour consolider, évaluer et hiérarchiser les aspects environnementaux (liste des aspects environnementaux).

A l'issue des réunions des responsables des processus, la liste des aspects environnementaux significatifs (AES), les objectifs et cibles ainsi que le programme de management environnemental (PME) sont établis et présentés à la revue de direction pour examen et validation.

Les objectifs, les cibles et le PME sont déclinés au niveau des processus où leur suivi se fait chaque trimestre (revue processus).

4.1. Caractérisation des aspects environnementaux :

La caractérisation de l'aspect environnemental est réalisée par le pilote du processus SMQE en collaboration avec les pilotes des autres processus.

² PE0044-02 : procédure relative à la préparation et réponse aux situations d'urgences (notation proposée par la SCIMAT).

4.1.1. Désignation de l'aspect :

L'aspect est désigné d'une manière que nous jugeant lente et non précise, exemple : consommation d'énergie électrique par l'atelier broyage cru. Déversement de la farine crue lors du transport ou lors du bourrage.

Le site de la cimenterie n'affecte pas la population environnante en matière de bruit et vibration par conséquent ce domaine (bruit et vibration) n'est pas pris en considération dans l'identification des aspects environnementaux. Le bruit et vibration générés en interne sont pris en charge dans le volet sécurité.

4.1.2. Types d'impacts associés aux aspects:

- Pollution atmosphérique (rejet dans l'air)
- Pollution du sol /sous-sol
- Déchets (Production de déchets)
- Altération du paysage (Impact visuel)
- Appauvrissement des ressources naturelles

4.1.3. Evaluation des aspects environnementaux :

4.1.3.1 Matrice d'évaluation.

La matrice d'évaluation adaptée à la situation du site de la cimenterie repose sur les critères suivants :

- Conformité réglementaire : **CR**
- Fréquence d'apparition de l'aspect : **F**
- Nature de l'aspect (Rejet ou Ressource naturelle) : **R**
- Nuisance de l'aspect : **N**
- Niveau de maîtrise de l'aspect : **M**

Les aspects environnementaux sont évalués par le pilote du processus SMQE en collaboration avec les pilotes des autres processus, en utilisant la grille de cotation ci-après :

Tableau IV.3 : matrice d'évaluation des aspects environnementaux [96].

Critères de pondération		Indice 1	Note	Indice 2	Note	Indice 3	Note	Indice 4	Note
1) Conformité réglementaire		Conforme à la réglementation	1	-	2	Conformité non formellement vérifiée	3	Non conforme à la réglementation	4
2) Fréquence d'apparition		Une fois par an ou moins (Très occasionnelle)	1	Une fois par mois ou moins	2	Une fois par jour ou moins	3	Continue (en permanence)	4
3) Nature	Rejet	Réutilisable	1	-	2	Domestique ou industriel	3	Dangereux ou assimilé	4
	Ressource	Abondante ⁽¹⁾		-		-		Critique ou rare ⁽²⁾	
4) Nuisance de l'aspect		Locale ⁽³⁾	1	Zonale ⁽⁴⁾	2	Usine ⁽⁵⁾	3	Le site et l'environnement global ⁽⁶⁾	4
5) Niveau de maîtrise		Détection systématique, (<1jour), procédure existante et correctement appliquée.	1	Détection rapide (<semaine), procédure et moyens de contrôle imprécis.	2	Détection possible mais correction difficile, procédure insuffisante ou inadéquate	3	Inexistant ou déficient. Donnée ou procédure non respectée ou manquante	4

Légende de la matrice

(1) : Eau, oxygène, azote,

(2) : Energie fossile, matière première,

(3) : La nuisance est limitée à l'installation ou au bureau administratif / technique (section, service, département)

(4) : La nuisance est limitée à une zone d'activité tels que concassage, broyage ou à un bâtiment technique ou administratif.

(5) : La nuisance est limitée à l'usine (au-delà d'une zone) sans influence extérieure.

(6) : La nuisance affecte le site de la cimenterie, le paysage, la population environnante, et/ou l'environnement global.

4.1.3.2 Seuil de significativité

Le seuil de significativité de l'aspect est fixé par les pilotes des processus, et revu au moins une fois par an. L'aspect environnemental est jugé significatif par la SCIMAT, quand la condition suivante est remplie : $CR+F+R+N+M \geq 15$.

4.1.4. Mise à jour de l'analyse environnementale

La mise à jour de l'analyse environnementale s'effectue au préalable chaque fin d'année à la révision des objectifs et cibles environnementaux. Elle peut se déclencher en cas d'une :

- Nouvelle exigence ou autre.
- Modification importante/création/arrêt d'un atelier ou d'un processus.

Tableau IV.4 : les indicateurs de performances liés à la production du ciment [Réalisé par nos soins].

Entrées
Consommation d'énergies : électricité, gaz.
Consommation d'eau.
Consommation de matières premières
Sorties
Air :
Rejets atmosphériques (poussières, SO ₂ , NO _x , CO...)
Sol, sous-sol et eaux souterraines
Renversements des effluents liquides sur le sol.
Déchets :
Déchets générés par l'activité (nature des déchets par type : DIS, DIB)

Selon les tableaux IV.2, IV.4, les non-conformités réglementaires enregistrées durant la période de notre étude ont touché les domaines environnementaux suivants :

- Domaine énergie (consommation électrique et gaz)
- Domaine Air (rejets atmosphériques)
- Domaines Sol (rejets d'effluents liquides) principalement.
- Domaines Déchets (déchets DIS, DIB).

Notre contribution est de modéliser le travail de charge du SME par le Langage de Modélisation Unifié (UML), pour but la conception de logiciel EPESME (logiciel

pour l'évaluation de la performance environnementale du système de management environnemental), et avoir comment il peut apporter des améliorations aux performances du SME.

5. Principe et étude théorique d'un logiciel d'Evaluation des Performances Environnementales sur la base du SME (EPESME)

Le processus (*Process*) de fabrication des ciments au sein de la cimenterie comporte une ou plusieurs activités, chaque activité dispose d'un code et d'une dénomination. Le code de l'activité représente une concaténation entre le code du processus (sur deux positions) dans lequel l'activité fait appartenir et un code d'activité (sur deux positions), comme suit :

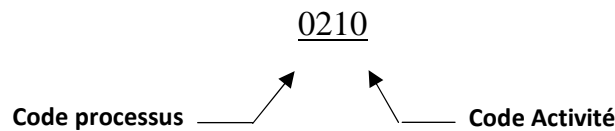


Figure IV.7 code de l'activité [Réalisé par nos soins].

La modélisation de telle situation avec le diagramme de classe UML est la suivante :

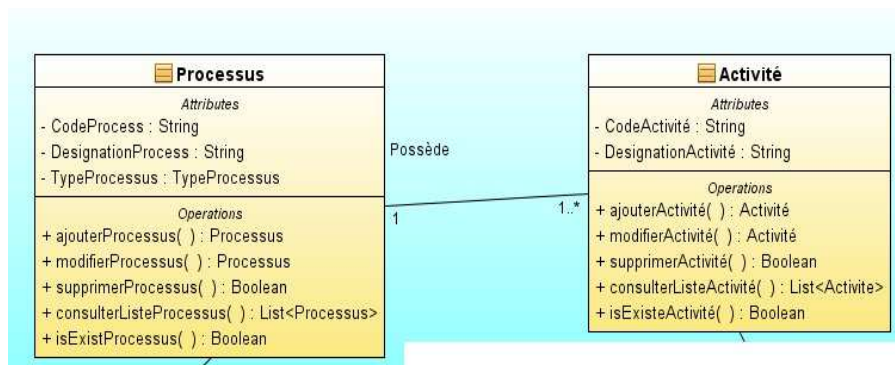


Figure IV.8 le diagramme de classe UML qui modélise la relation entre les processus et les activités. [Réalisé par nos soins].

Quant aux aspects environnementaux de la cimenterie, chaque activité comporte un ou plusieurs aspects; par conséquent, le code de l'aspect est formalisé sur quatre positions

dont deux premières positions représentent le code d'activité et les deux dernières représentent le code aspect, comme le montre la Figure ci-après :

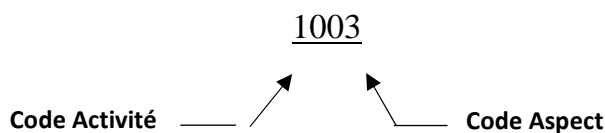


Figure IV.9 code de l'aspect [Réalisé par nos soins].

Le diagramme de classe UML qui modélise la relation entre les activités et les aspects du processus de fabrication est le suivant :

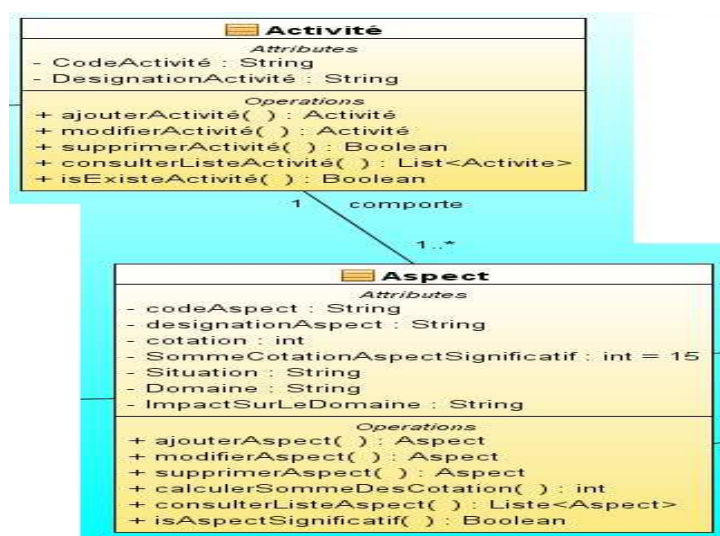


Figure IV.10 le diagramme de classe UML qui modélise la relation entre les activités et les aspects [Réalisé par nos soins].

5.1. Les cas d'utilisation

Les uses case permettent de structurer les besoins des utilisateurs et les objectifs correspondants d'un système, ils centrent l'expression des exigences du système sur ses utilisateurs : ils partent du principe que les objectifs des systèmes sont tous motivés.

La détermination et la compréhension des besoins sont souvent difficiles car les intervenants sont noyés sous de trop grandes quantités d'informations, il faut clarifier et organiser les besoins des clients (les modéliser).

Pour cela les cas d'utilisation identifient les utilisateurs du système (les acteurs) et leurs interactions avec le système. Ils permettent de classer les acteurs et structurer les objectifs du système.

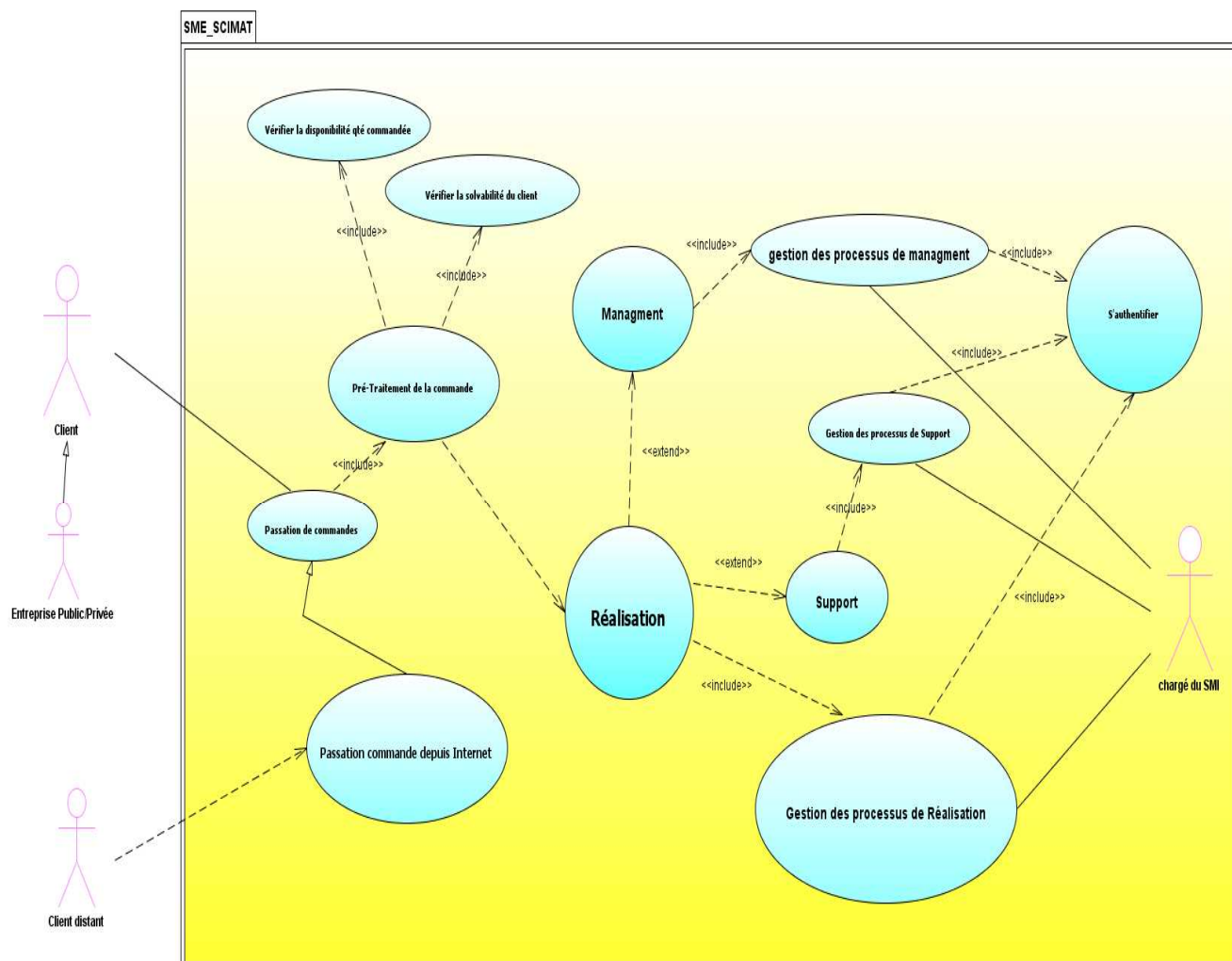


Figure IV.11 : Fonctionnalité du système management environnemental.
[Réalisé par nos soins].

Nous remarquons que les liens ou stéréotypes décrits (Cf. figure IV.11) sont de type : Include ou Extend, le premier indique que le cas d'utilisation source contient le comportement décrit dans le cas d'utilisation destination, alors que le second indique que le cas d'utilisation source étend ou précise le cas d'utilisation destination [67].

Notons toutefois que ce découpage que nous avons choisi n'est pas le seul possible. En effet un travail de réflexion pourrait très bien donner lieu à une autre vision du système. Nous avons préféré garder le découpage le plus proche de ce qui a été énoncé

dans la phase de l'analyse des besoins afin de ne pas s'éloigner des souhaits de l'utilisateur. De plus la solution informatisée proposée consiste à automatiser et d'optimiser au maximum les opérations de calculs.

Pour des raisons de consistance de notre cas d'étude, nous allons nous limiter à l'analyse et conception des cas d'utilisation entamés par le chargé du SME.

En effet l'automatisation de la gestion des processus du SME doit permettre toutes les fonctionnalités de mises à jour telles que l'ajout, la modification et la suppression d'informations associés aux processus, activités et aspect du SME.

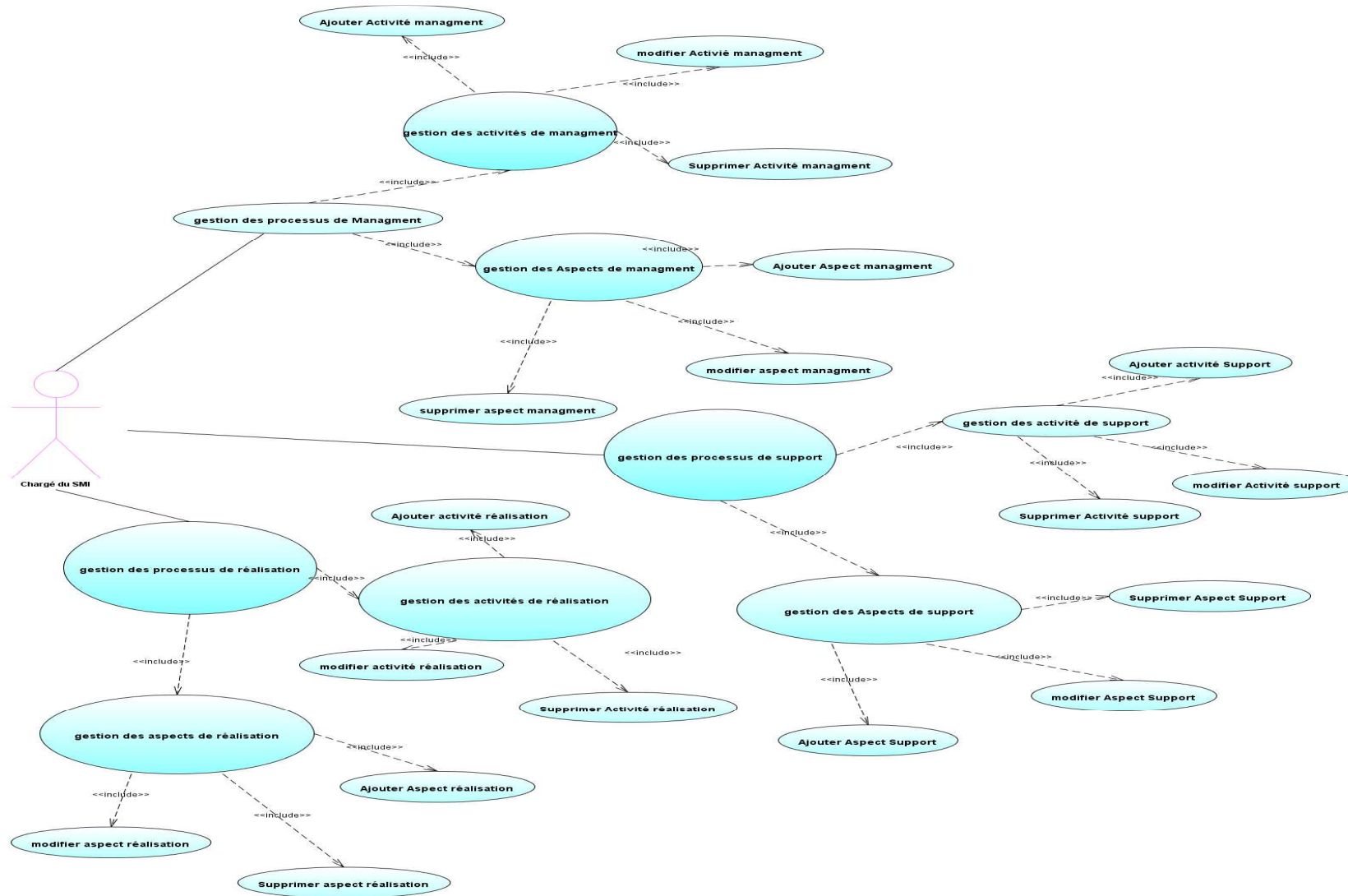


Figure IV.12 : Cas d'utilisation associés à la gestion des processus de SME [Réalisé par nos soins].

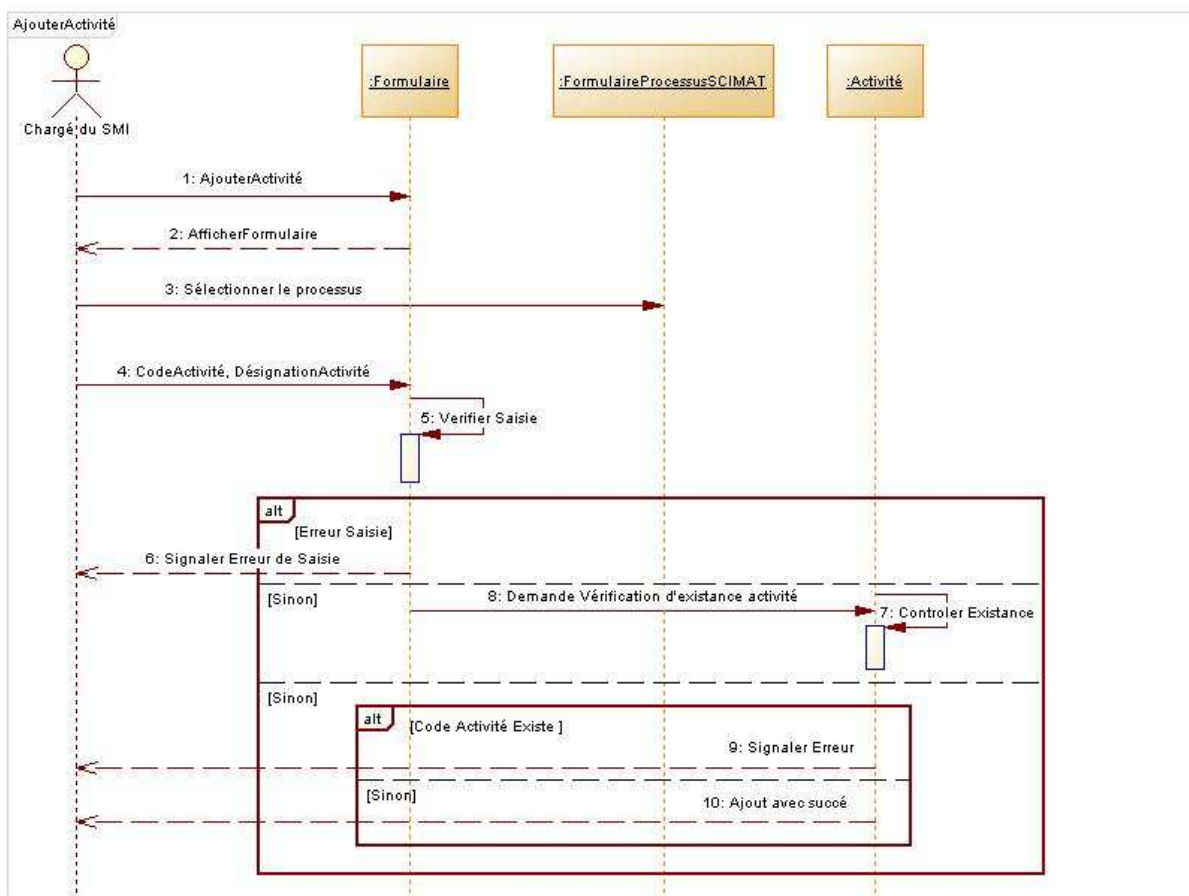
5.2. Modélisation des scénarios par les diagrammes de séquence et de communication

Les diagrammes de séquence et de communication présentent un moyen de documenter le scénario possible associé à chaque cas d'utilisation décrit dans le système. L'ordre d'usage d'un diagramme de séquence ou de communication l'un avant l'autre est laissé au libre choix de l'utilisateur. Dans notre cas, on commencera par la séquence suivie de la communication.

Notons que les scénarios que nous allons décrire visent directement la solution informatique, c'est-à-dire nous prévoyons déjà les éléments nécessaires (contrôles, interface, etc.) pour notre application EPESME.

Nous allons axer notre étude dans cette partie sur la gestion des activités des processus du SME liés aux cas d'utilisations : gestion des activités de management, gestion de l'activité de support et gestion des activités de réalisation :

5.2.1. Scénario : Ajout d'une activité



*Figure IV.13 : Diagramme de séquence du scénario (Ajout d'une activité)
[Réalisé par nos soins].*

Le chargé du SME demande au système l'ajout d'une nouvelle activité via l'interface appropriée, Le système lui demande alors de sélectionner d'abord le code processus dans laquelle l'activité en question est appartenue, ensuite le système demande de lui fournir les informations sur cette activité, après validation le système procède à une vérification des différentes informations saisies. En cas d'absence d'erreur, l'enregistrement sera effectué, sinon toute erreur sera signalée.

5.2.1.1. Diagramme de communication associé

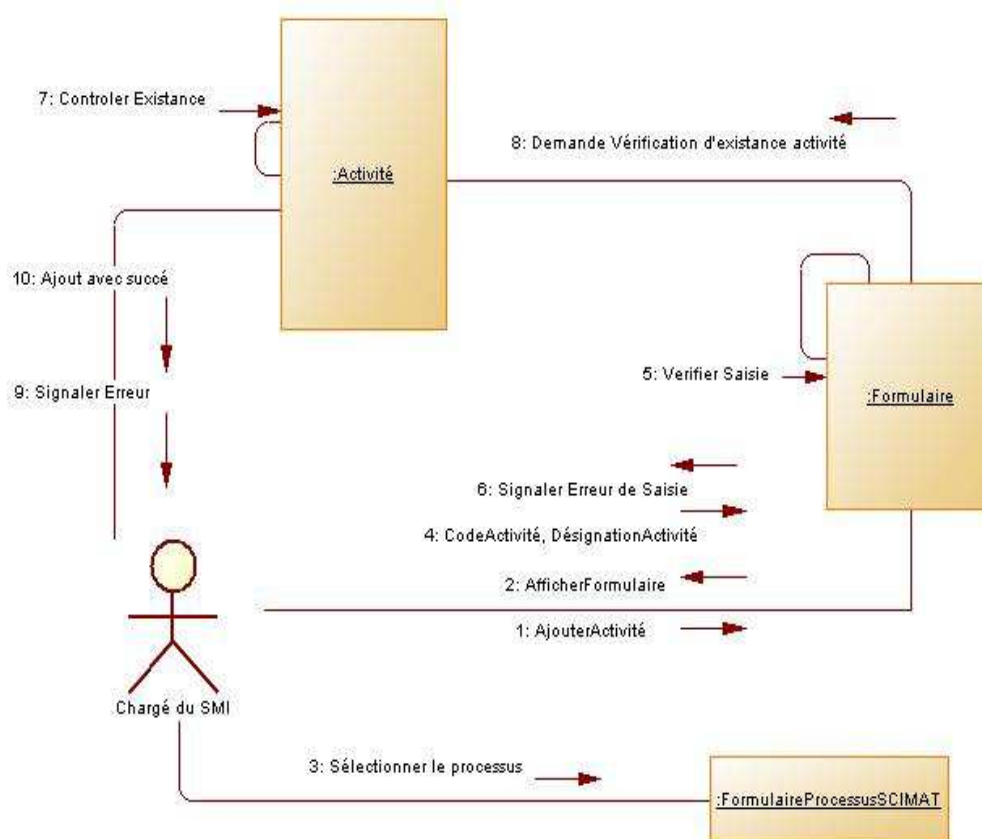


Figure IV.14 : Diagramme de communication de (Ajout d'une Activité)
[Réalisé par nos soins].

5.2.2. Scénario : Modification d'une activité

Le chargé du SME sollicite du système la modification des propriétés d'une activité, le système demande d'abord de préciser le code de l'activité à modifier puis procède à la recherche de son existence. Si le code n'est pas trouvé, le système

signalera au chargé du SME que « Cette activité n'existe pas », sinon il fournira la fiche descriptive qui commencera à opérer ses modifications puis validera ses saisies en appuyant sur le bouton approprié. Le système contrôle alors les nouvelles informations et s'il n'y a pas d'erreurs il enregistrera la modification. Sinon il signalera là où l'erreur à corriger.

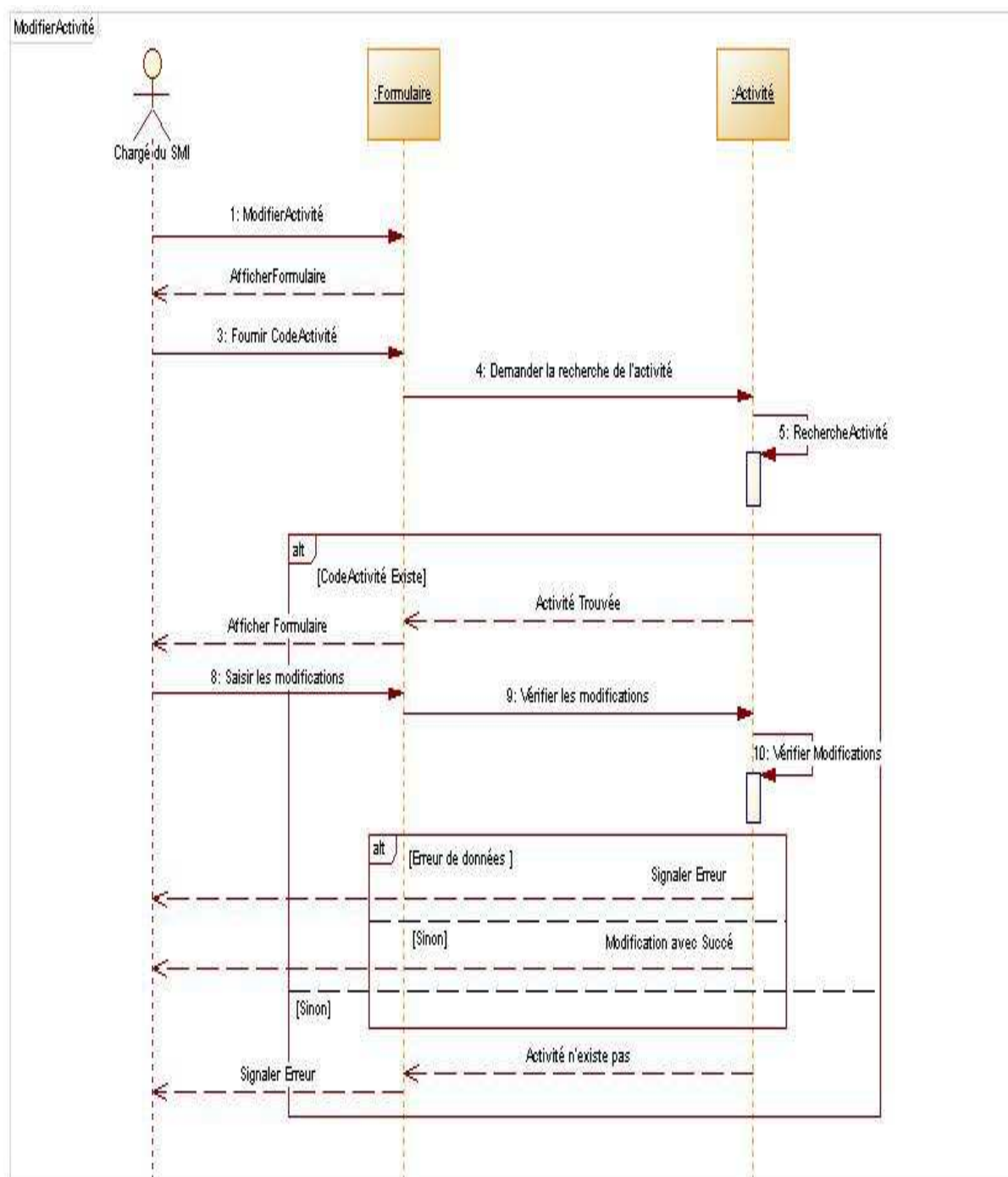


Figure IV.15 : Diagramme de séquence du scénario (Modification d'une activité)

[Réalisé par nos soins].

5.2.2.1. Diagramme de communication associé

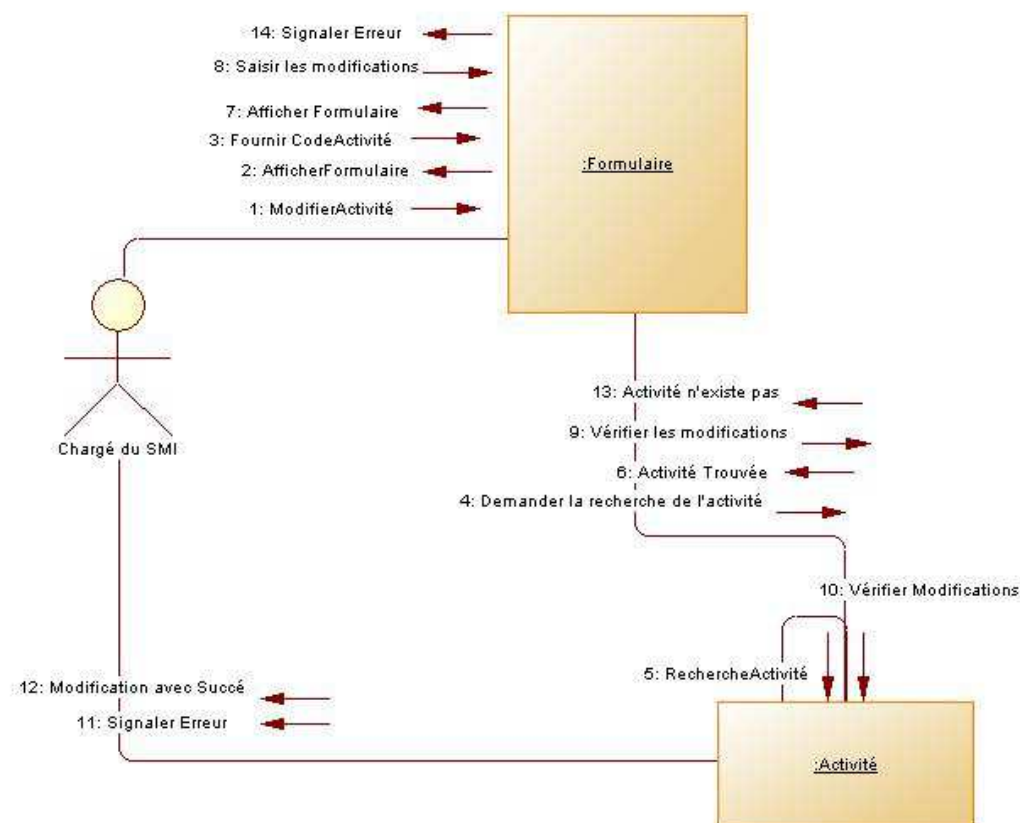


Figure IV.16 : Diagramme de communication de (Modification d'une Activité)
[Réalisé par nos soins].

5.2.3. Scénario Suppression d'une Activité

Le chargé du SMA demande au système la suppression d'une activité, le système demande d'abord de préciser le code de l'activité à supprimer puis procède à la recherche de son existence. Il signalera au chargé du SME si l'activité en question n'a pas été trouvée, sinon il affiche un message de confirmation de la suppression (une sorte d'alerte avec un bip sonore).

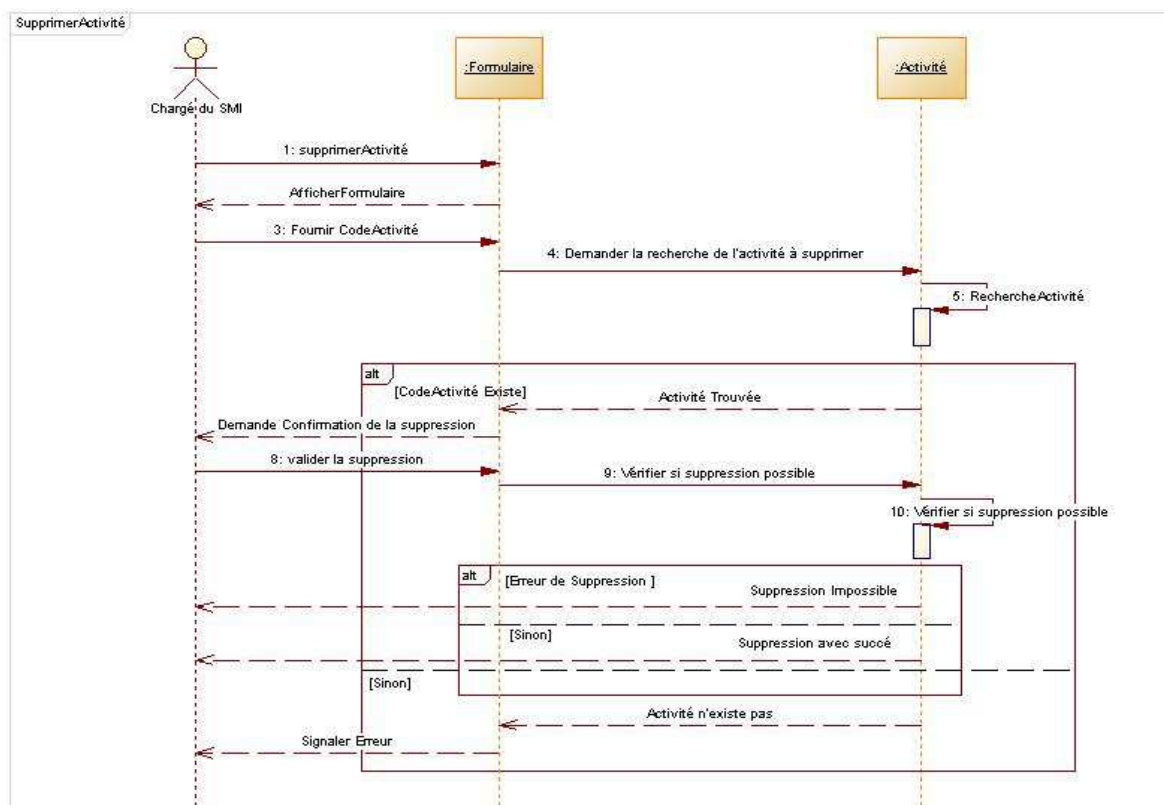


Figure IV.17 : Diagramme de séquence associé au scénario de (Suppression d'une activité) [Réalisé par nos soins].

5.2.3.1. Diagramme de communication associé

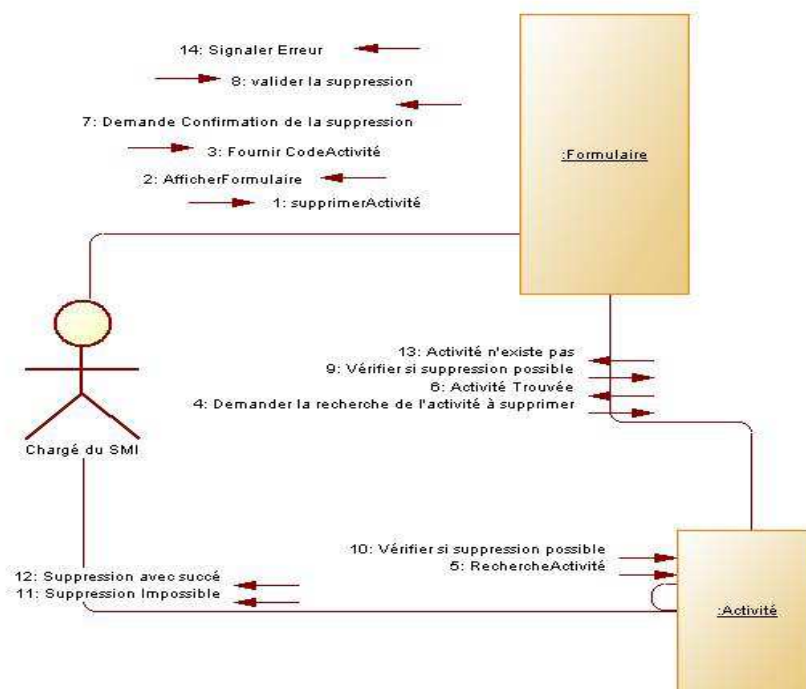
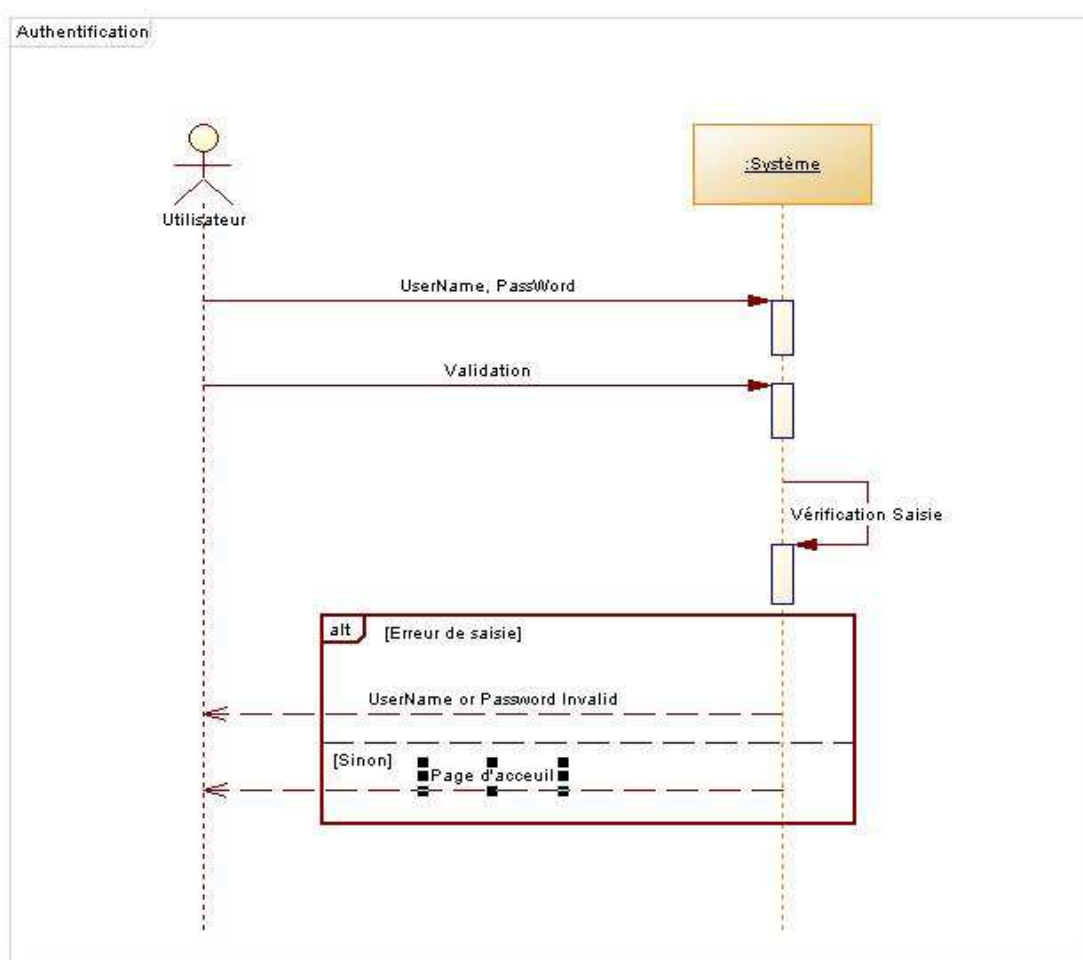


Figure IV.18 : Diagramme de communication de (Suppression d'une Activité) [Réalisé par nos soins].

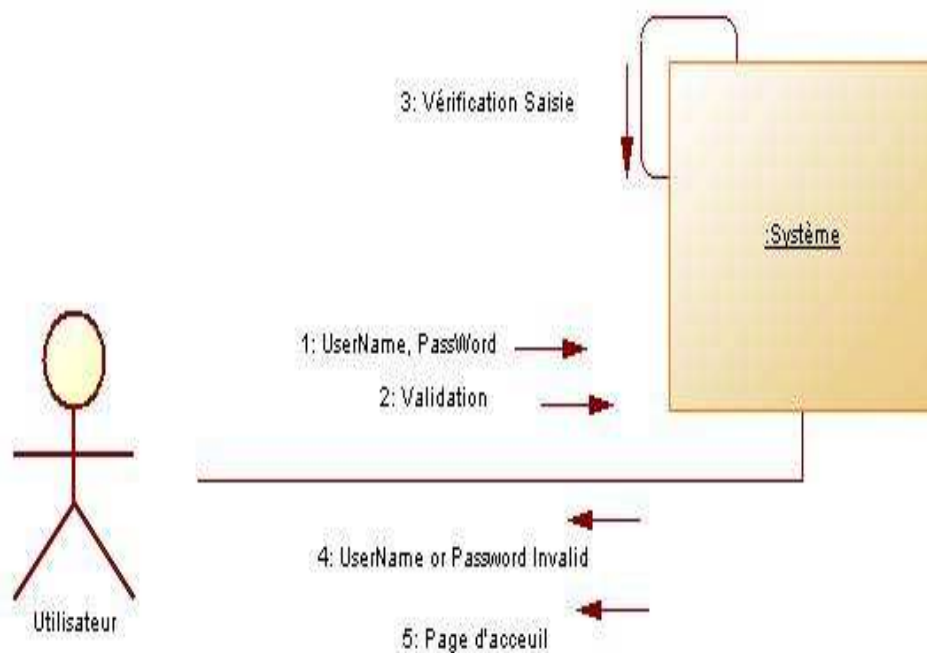
5.2.4. Scénario « Authentification »

Concernant le cas d'utilisation « authentification » qui fait partie de toute l'opération de gestion des processus du SME, le diagramme de séquence associé est présenté dans la figure suivante, le chargé du SME doit fournir en premier lieu les informations d'authentification : nom d'utilisateur et mot de passe, ensuite le système procède à une éventuelle vérification, si les informations saisies ne sont pas conformes, il signalera une erreur. Sinon, il présentera l'écran principal du logiciel EPESME.



*Figure IV.19 : Diagramme de séquence associé au scénario « (Authentification) »
[Réalisé par nos soins].*

5.2.4.1. Le diagramme de communication associé



*Figure IV.20 : Diagramme de communication du scénario « Authentification »
[Réalisé par nos soins].*

5.3. Le diagramme de classe

Le schéma suivant représente le diagramme associé au cas d'utilisation liée à la gestion des processus du SME.

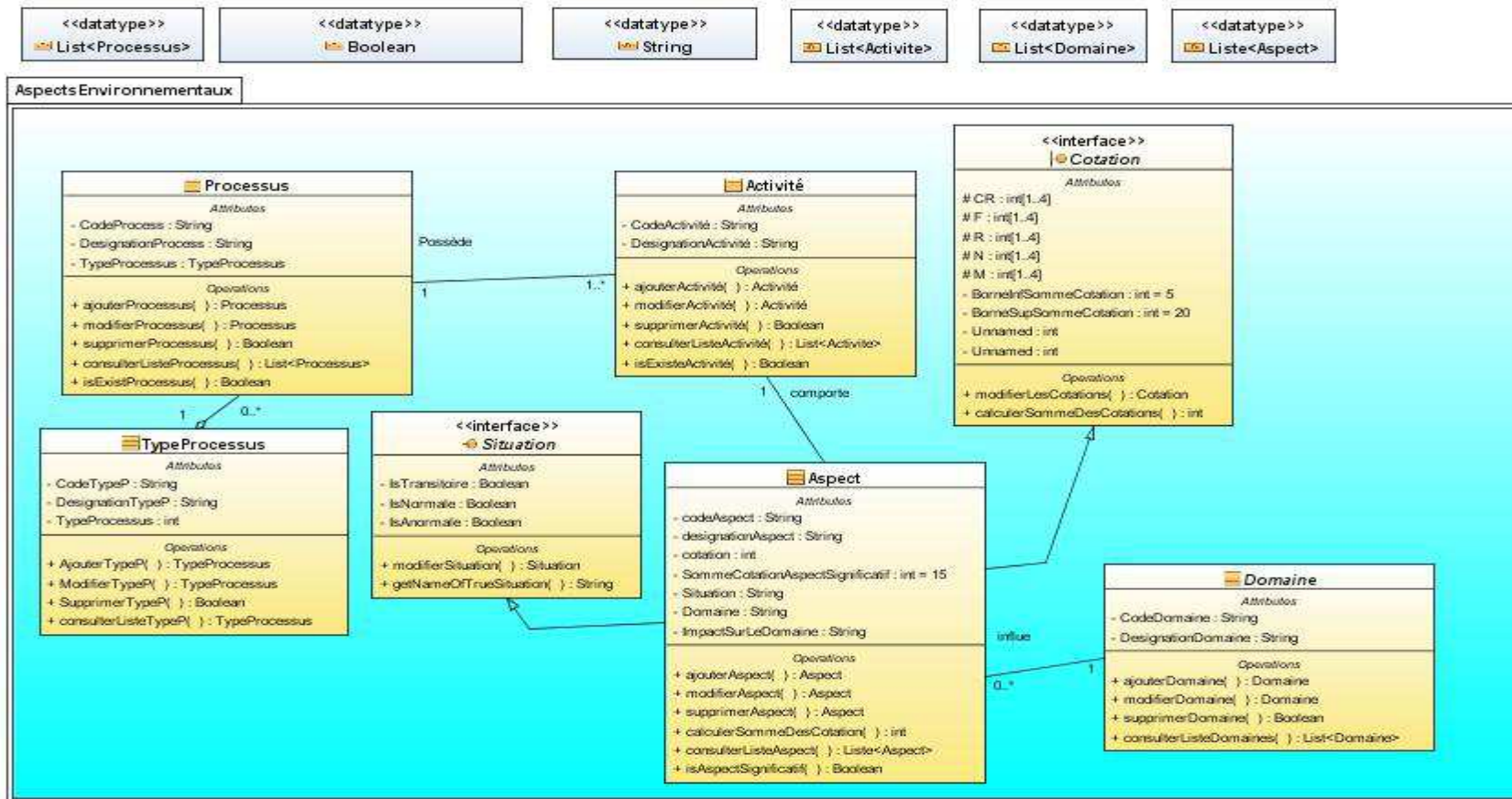


Figure IV.21: Diagramme de classe. [Réalisé par nos soins].

6. Conclusion

On conclusion, on peut dire que l'évolution constante de la technologie met l'entreprise dans un environnement dans lequel elle doit obligatoirement suivre les progrès de cet environnement. L'entreprise doit être réactive et même proactive, par conséquent, la performance de son système de management et plus précisément son système de management environnemental devient de plus en plus difficile. Choisir la meilleure méthode d'assurer le contrôle de la politique de la gestion environnementale de l'entreprise et sa stratégie est un problème de décision.

La modélisation du SME par le langage UML facilite la compréhension des différentes tâches, ainsi que le contrôle des actions à mener pour améliorer la performance du SME, dans ce cadre, on a développé un logiciel pour l'évaluation de la performance environnementale qui sera présenté dans le chapitre suivant.

Chapitre V

*Evaluation des performances
environnementales de la SCIMAT par le
logiciel EPESME*

Chapitre V : Evaluation des performances environnementales de la SCIMAT Par le logiciel EPESME

1. Introduction

Ce chapitre a pour objectif de présenter la méthodologie de conception de logiciel EPESME destiné à l'évaluation des performances environnementales de la cimenterie de Ain Touta, sur la base de son SME. Ainsi le logiciel EPESME est basé sur un système d'indicateurs présentés dans le chapitre précédent. Depuis 2005 (l'année de la certification ISO 14001 de la cimenterie), la SCIMAT s'est engagée dans une démarche affichée de protection de l'environnement avec pour objectif ambitieux l'amélioration de son Système de Management Environnemental, selon la norme ISO 14001. En conformité avec la politique de développement durable. Cet engagement se traduit, en premier lieu, par une déclaration d'une politique générale « Cf. Annexe N°2 » (Manuel de Management). A cet effet, la cimenterie a montré un intérêt particulier pour l'introduction de l'intelligence artificielle dans l'évaluation de ses performances environnementales à travers son SME. Par conséquent, nous proposons une démarche d'évaluation des performances environnementales fondée sur l'UML, ce qui constitue une nouvelle contribution dans le management des projets environnementaux.

2. Système de Management Environnemental

La société SCIMAT est parmi les premières entreprises algériennes qui ont obtenu la certification ISO 9001, la société SCIMAT n'a ainsi pas été trop dépaysée lorsqu'elle a abordé l'aspect gestion de l'environnement. En 2005, elle a reçu la certification ISO 14001 pour son site de Ain Touta. L'environnement était déjà ancré au sein de l'entreprise. Avec cet outil de management qu'est la norme ISO 14001, ils ont formalisé ce qui existait auparavant. Etre certifié ISO 14001 constitue un atout auprès de la clientèle, mais aussi vis à vis de la concurrence. Concrètement, les cadres de

l'entreprise ont intégré le système environnement au système, déjà en place, de la qualité. Ils ont modifié des documents en prenant en considération les exigences environnementales, et créé d'autres documents spécifiques à l'ISO 14001. Parmi les procédures environnementales qu'ils ont créées, nous avons cité la prévention des situations d'urgence et la capacité à réagir. Il s'agit de prévenir le risque, identifier les dangers potentiels dans l'entreprise ayant un impact sur l'environnement. Autre procédure créée : celle concernant la communication interne et externe de l'entreprise. Pour modifier ce qui n'était pas conforme au niveau réglementaire, l'entreprise a investi des milliards de dinars pour mobiliser l'ensemble du personnel et réussir la certification de l'entreprise. Ainsi, le SME de l'entreprise suit le schéma présenté par la figure suivante.

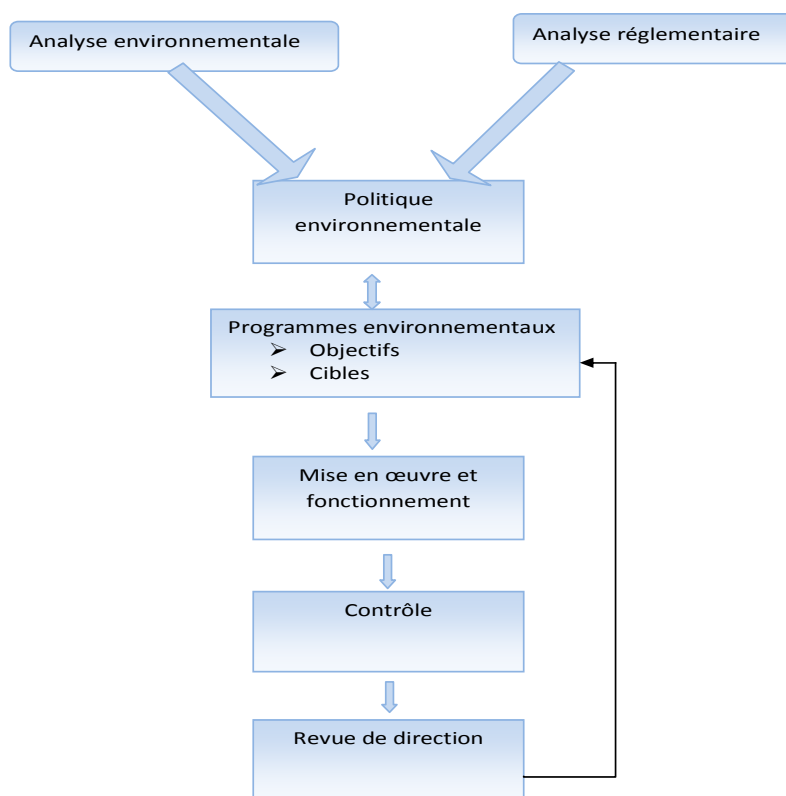


Figure V.1 : *Système de Management Environnemental selon la norme ISO 14001*
[Réalisé par nos soins].

2.1. Procédures Environnementales

Le processus environnemental est lui même soutenu par un ensemble de dispositions spécifiques liées à la protection de l'environnement, celles-ci sont décrites dans le système documentaire interne de la SCIMAT. D'après l'étude faite au niveau du chapitre précédent, les indicateurs qui caractérisent l'environnement de la SCIMAT sont : l'Air, Sol, Déchet, Energie. Afin de bien visualiser notre travail qui consiste à l'évaluation du SME par notre outil qui est l'EPESME, nous commençons par la présentation de cet outil.

3. Présentation de logiciel « EPESME »

Notre logiciel «EPESME» qui est une application destinée à gérer et évaluer les performances du Système Management Environnemental au sein de la société des ciments de Ain Touta wilaya de Batna, fonctionnant sous les différents systèmes d'exploitation Windows (95, 98, 2000, XP, Windows7) et il est protégé par un mot de passe. Pour la phase de validation nous avons élaboré deux questionnaires pour le responsable du SME (Cf. Annexes N°3, N°4) dont on a extrait quelques questions :

➤ **Questionnaire pour la validation de l'EPESME**

7- Quel est l'outil utilisé pour que vous puissiez effectuer votre travail

Manuel Excel Logiciel

8- Selon vous, quel est l'outil le plus efficace pour ce type de taches ?.....

Pourquoi ?.....

➤ **Questionnaire: Donnez votre avis sur le logiciel EPESME**

9-Est ce que les résultats donnés par EPESME peuvent aider les gérants de la cimenterie (partie SME) de décider sur un aspect bien déterminé?.....

10- Quelles sont les modules à améliorer ?

11 - Avez-vous une suggestion à nous faire pour améliorer EPESME ?

3.1 Résultats globaux de l'évaluation

Le recueil et le traitement des données effectuées dans la première phase permettent d'identifier les non-conformités. Sur la base de ces résultats, qui seront présentes par les figures qui suivent, l'objectif de notre étude est de permettre leur exploitation interne, par la recherche des causes des écarts et la programmation d'actions de corrections. Nous nous proposons pour cela de suivre les étapes d'évaluation d'un système de management environnemental (Cf. Figure V.1).

3.1.1. Analyse environnementale

La première étape de mise en place de la norme NF EN ISO 14001 est la réalisation de l'analyse environnementale et plus particulièrement l'identification des aspects et impacts environnementaux issus des activités de la SCIMAT, produits et services.

L'ensemble des activités, aspects et impacts environnementaux sont gérés par notre système informatisé de management environnemental EPESME.

Après avoir cliqué sur ce bouton, la fenêtre des aspects environnementaux consolidés



S'affiche (Cf. Figure V.2).



Figure V.2 : Ecran Aspects environnementaux consolidés

Légende :

- Choisir le processus en cliquant sur la liste déroulante code processus.
- Choisir l'activité qui correspond au processus identifié dans 1 dans la grille des activités ou bien en cherchant avec le code de l'activité en cliquant sur la liste déroulante code activité.
- Déterminer l'aspect qui correspond à l'activité choisie dans 2 de la même manière soit de cliquer sur la grille ou bien de chercher en utilisant la liste déroulante
- Après avoir déterminé l'aspect, on va sélectionner depuis la liste déroulante des domaines quel est le domaine impliqué par un tel aspect.
- La zone de texte 5 permet de décrire brièvement quel est l'impact de l'aspect 3 sur le domaine 4
- Sélectionner la nature de la situation
- Incrémenter ou bien décrémente les valeurs des cotations pour l'aspect en question, noter que si l'aspect en cours est un aspect significatif. la

somme des cotations est affichée en rouge avec un texte clignotant au-dessous de la grille des aspects qui montre que l'aspect en cours est significatif, ce qui nécessite une intervention du responsable du département environnement de l'entreprise.

Après avoir rempli les informations nécessaires sur l'aspect en cours, il suffit de cliquer sur le bouton valider pour permettre un enregistrement de l'opération d'ajout dans la base de donnée, ou bien d'annuler l'opération en cours en cliquant sur le bouton annuler.

En cliquant sur le bouton Processus SCIMAT



La fenêtre de la gestion des processus (ajout, modification, suppression) sera affichée comme il est montré dans la Figure V.3

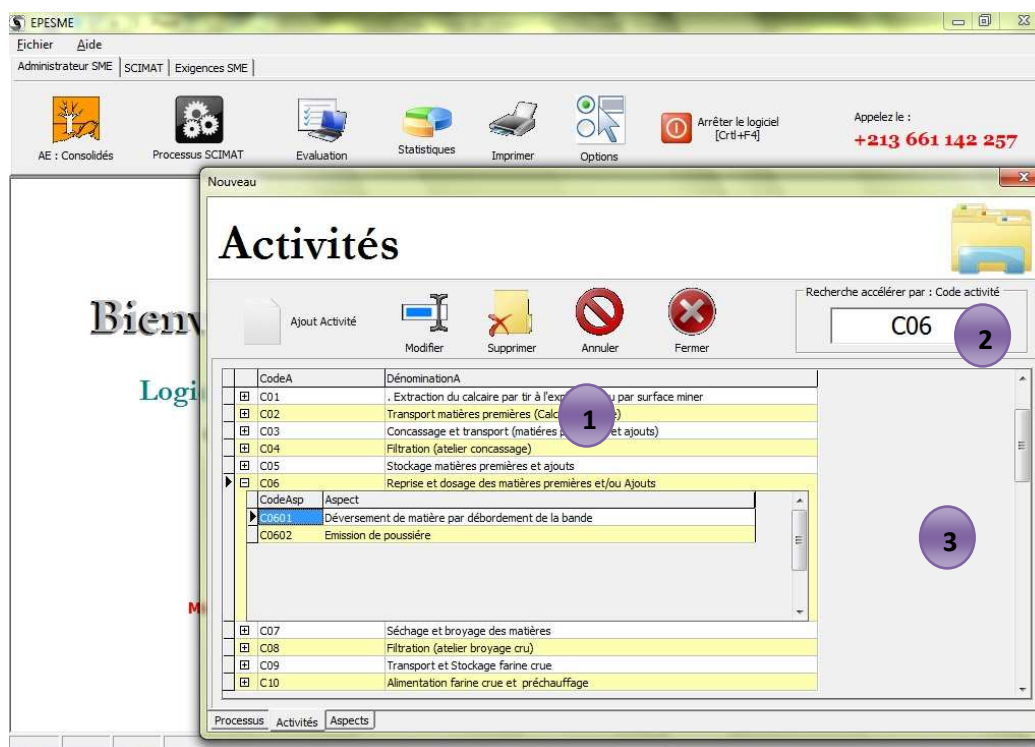


Figure V.3 : Ecran gestion des processus, activités et aspects.

- Représente la barre d’outils de la fenêtre « activité » (dans cette section, nous présentons la fenêtre de la gestion des activités comme exemple d’illustration. En ce qui concerne les fenêtres « processus » et « aspects » il s’agit des mêmes étapes à suivre).







	Ajouter une nouvelle activité, après avoir choisi le code processus correspondant.
	Modifier l’activité en cours.
	Supprimer une activité (un message de confirmation de suppression sera affiché avant de procéder à la suppression)
	Valider l’opération d’ajout ou de modification en cours, ce bouton a le même effet que de combiner les touches : Ctrl + Entée du clavier
	Annuler l’opération d’ajout ou bien de modifications en cours
	Quitter la fenêtre de la gestion des processus.

Figure V.4 : Les fenêtres du logiciel EPESME.

Remarque : En cliquant sur le bouton « Ajouter » ou bien « Modifier » un panneau (Cf. Figure V.5) sera affiché au-dessous de la fenêtre, ce panneau nous permet de saisir les informations de l'enregistrement en cours.

Code Processus	Code Activité	Dénomination	Appuyer sur : [Ctrl+Enter] pour Confirmer
PRO02-01	A08	Transport de marchandise	✓ Valider

Figure V.5 : Panneau d'ajout ou de modification de l'enregistrement en cours.

- La figure V.5 représente la grille qui comporte les informations des activités : code « activité », « dénomination » ainsi que les aspects qui correspondent à l'activité, en cours, structurée en arborescence.
- La zone de texte « recherche accélérée » permet de faire une recherche rapide en entrant juste le code activité (code « processus » ou code « aspect »).
- La fenêtre d'évaluation est affichée (Cf. Figure V.6), en cliquant sur le bouton 3.

Évaluation

EPESME - [FiltrageAEConsoInvest]

Echier Aide

Aspects Environnementaux Significatifs

Options Filtrage par : Domaine [décembre 2013]

Par Processus : PRO02-01

Indicateur : Energie

Par Situation :

Trier par : CodeProces

Légende : (couleur du texte)

- Aspects significatifs
- Aspects non significatifs

CodeProcessus	CodeActivite	CodeAspect	Aspect
PRO02-01	C01	C0101	Émission de poussière générée par les tirs à l'exp

Exporter Imprimer

AE : Consolidés

Figure V.6 : Ecran principal d'évaluation.

- Le panneau des options : ce panneau nous permet d'effectuer un filtrage paramétré des aspects environnementaux significatifs selon différents critères, à savoir : filtrage par processus, par indicateurs (Sol, Air, Déchets, et Energie), par situation (normale, transitoire et anormale). notez que les aspects significatifs sont colorés toujours en rouge.
- Cette grille présente l'historique des aspects environnementaux significatifs selon le critère de sélection choisi auparavant dans 1.
- Ce panneau est une barre d'outils qui permet de visualiser les résultats de filtrage dans des graphes comme nous le montre la Figure V.8, ou bien d'exporter la grille d'historique des AE dans un format Excel ou bien de l'imprimer.

3.1.2. Analyse réglementaire

3.1.2.1. La maîtrise des exigences réglementaires

La maîtrise des exigences réglementaires applicables aux activités, (produits et services) de la SCIMAT. La première étape de notre recherche a été de s'assurer de manière exhaustive des exigences réglementaires (locales, départementales, régionales, nationales) existantes. L'ensemble des documents nous concernant ont été intégrés à notre documentation et dans notre outil informatique de gestion. Ceux-ci sont listés dans (Cf. Annexe N°5).

3.1.2.2. Analyse réglementaire proprement dite

L'analyse réglementaire consiste à identifier les exigences légales applicables et les autres exigences. Ce n'est pas une simple identification des textes mais une étude approfondie de ceux-ci. L'objectif est de faire ressortir et synthétiser les exigences applicables et d'évaluer le niveau de conformité de la SCIMAT vis à vis de celles-ci. Ces textes ont été regroupés par thèmes dans notre outil de gestion.

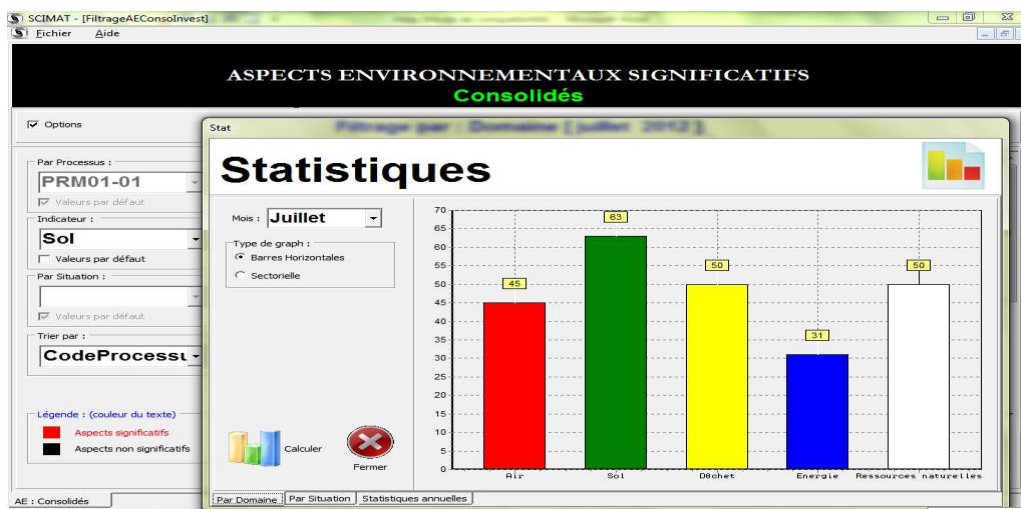
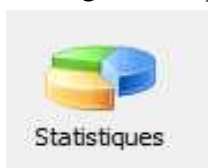


Figure V.7 : Représentation graphique des sommes des cotations des AES selon les indicateurs (Sol, Air, Déchets et Energie).

➤ Afficher l'écran des statistiques avec ces différents paramètres d'affichage et de configuration possible par :



- Domaine ;
- Situation ;
- Statistiques annuelles.

.1. Nous avons déjà présenté dans la section précédente les statistiques des AES représentées en barre horizontales, la (Figure V.8) présente ces statistiques en sectoriel.

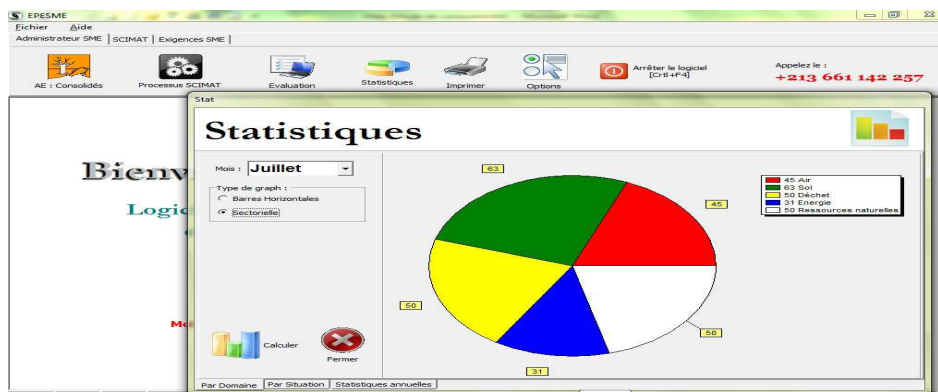


Figure V.8 : Représentation en sectoriel des statistiques des AE S.

2. Les statistiques des AES par situation sont montrées dans la (Figure V. 9)

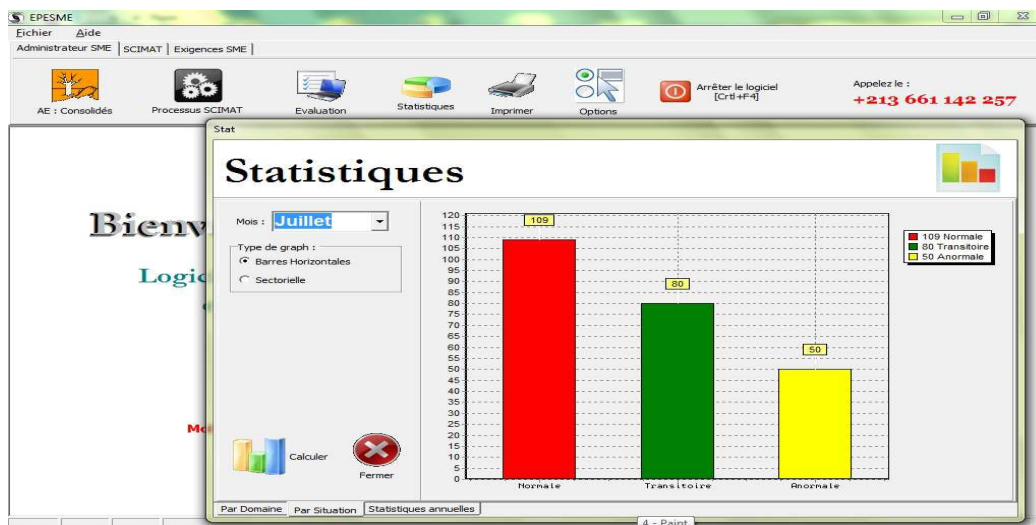


Figure V.9 : Statistique des AE significatifs par situation

3. Les statistiques annuelles des AE S sont représentées par la Figure V. 10.

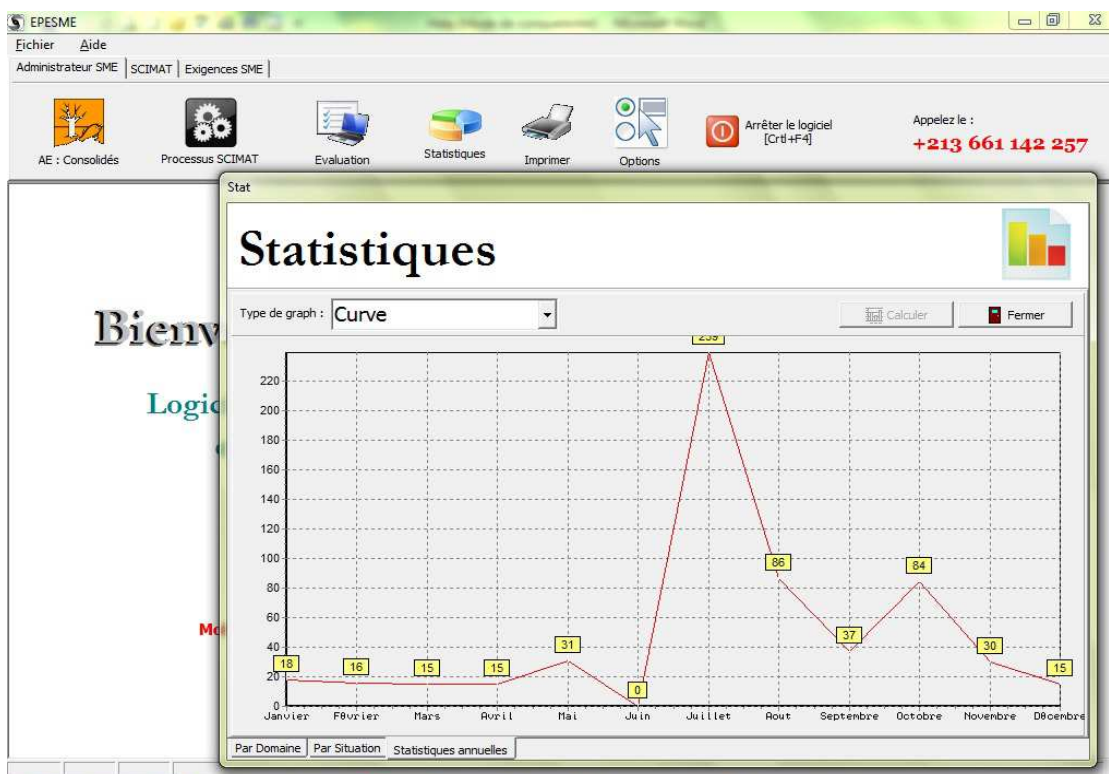


Figure V.10 : Statistiques annuelles des AE significatifs.

- Impression des différents états



La Figure V.11 montre l'écran de départ qui nous permet de passer aux différents états d'impression.



Figure V.11 : Ecran choix d'impression.

En choisissant à titre d'exemple d'imprimer (ou de pré visualiser) les AES qui concernent les indicateurs (Air, Sol, Energie et Déchets), nous allons obtenir un état d'impression qui comporte un graphe et un tableau qui contient l'historique des AES ainsi que les codes des activités et des processus qui correspondent.

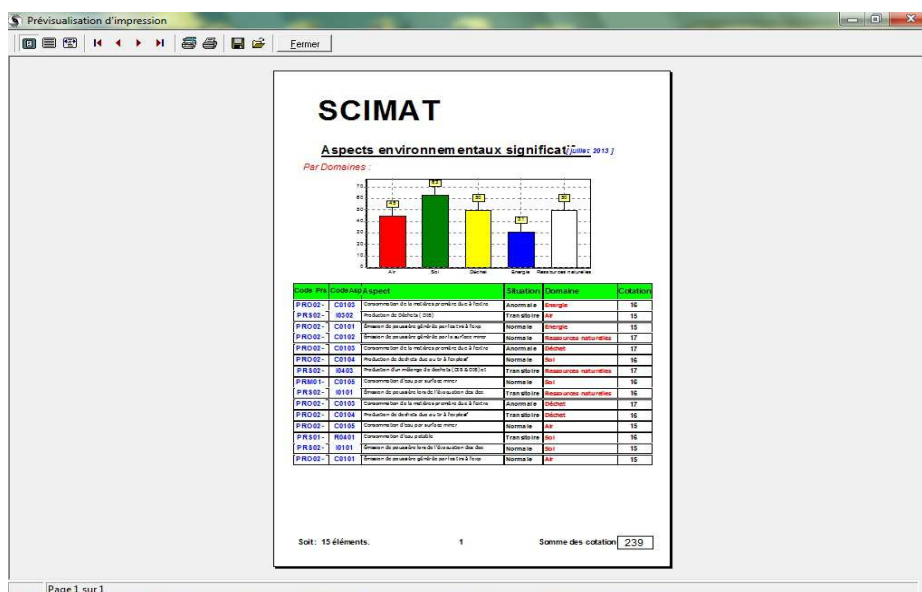


Figure V.12 Ecran prévisualisation avant impression.

3.1.3. Évaluation de performance environnementale de la SCIMAT

La deuxième partie du logiciel représente une étude détaillée des indicateurs : Air, Sol, Energie et déchets en termes de rejet liquide pour l'indicateur sol, pollution atmosphérique pour l'indicateur Air, consommation d'énergie pour l'indicateur Energie à savoir la consommation du gaz naturel et la consommation d'eau et enfin la production de déchets pour l'indicateur déchet.

L'onglet SCIMAT quant à lui, est divisé en quatre sous onglets, à raison d'un onglet par indicateur.

- 3.1.3.1. Indicateur « Air » :** Après avoir choisi l'onglet Air sous l'onglet SCIMAT, on clique sur le bouton Statistiques Air pour pouvoir consulter l'écran de simulation des émissions de la poussière (Figure V.13)

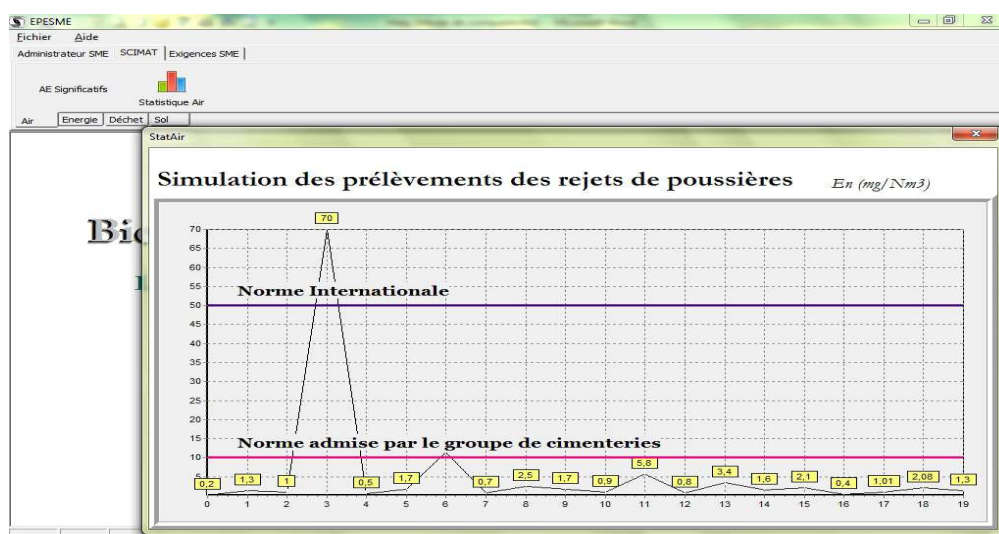



Figure V.13 : Simulation des prélèvements des rejets de la poussière.

On remarque bien que le mouvement des prélèvements de la poussière est inférieur à 10 mg/Nm^3 (la droite colorée en rose) qui représente la norme fixée par le groupe de la cimenterie, par contre la norme internationale est fixée à 50 mg/Nm^3 (la droite colorée en mauve), ce qui implique un gain très important pour la cimenterie

après l'installation du filtre à manche, dès fois le mouvement des prélèvements dépasse la norme internationale à cause des évènements de production inattendus.

- Le bouton « AES » permet de consulter les aspects environnementaux significatifs qui concernent en particulier l'indicateur Air

AE Significatifs



The screenshot shows a window titled 'AESignificatif' with a search field for 'Aspect' and a red 'Air' label. Below is a table with the following data:

CodeProcessu	CodeActivite	CodeAspect	Aspect	Domaine
PRO02-01	C01	C0101	émission de poussière générée par les tirs à l'exp	Air
PRO02-01	C01	C0105	Consommation d'eau par surface miner	Air
PRS02-01	I03	I0302	Production de Déchets (DIB)	Air

At the bottom of the window, it states: 'Soit : 3 Aspects significatifs' and 'NB : Liste des aspects significatifs par domaine dans le mois courant'.

Figure V.14 : Liste des AES de l'indicateur « Air »

3.1.3.2. Indicateur « Energie » : le deuxième sous onglet présente les fonctionnalités de l'indicateur « Energie ». Notre travail dans le domaine d'énergie consiste en évaluation uniquement de deux facteurs principaux : la consommation d'eau et la consommation du gaz naturel.

La consommation d'eau dépend fortement de la production des ciments. En d'autres termes combien a-t-on consommé d'eau pour produire une telle quantité du ciment ?

- Le bouton suivant permet la gestion de la production mensuelle et annuelle des ciments.





Figure V.15 : Historique de production des ciments

Après la validation de l’ajout ou bien de la modification de la quantité du ciment produite dans le mois courant un deuxième écran sera affiché pour montrer l’historique de production des ciments dans un graphique (Figure V.15), cet écran permet aux administrateurs de maitriser l’évolution de la production des ciments vis-à-vis de la consommation des eaux qui fera l’objet de la section suivante.

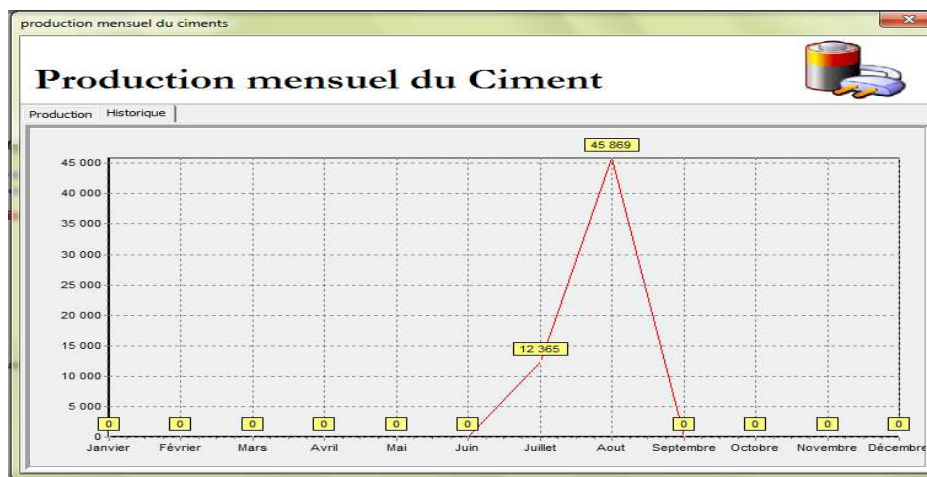


Figure V.16 : Evolution annuelle de la production des ciments

- Cliquer sur ce bouton  pour consulter la consommation d’eau.

La Figure 5.16, montre l’écran de gestion de consommation mensuelle d’eau.

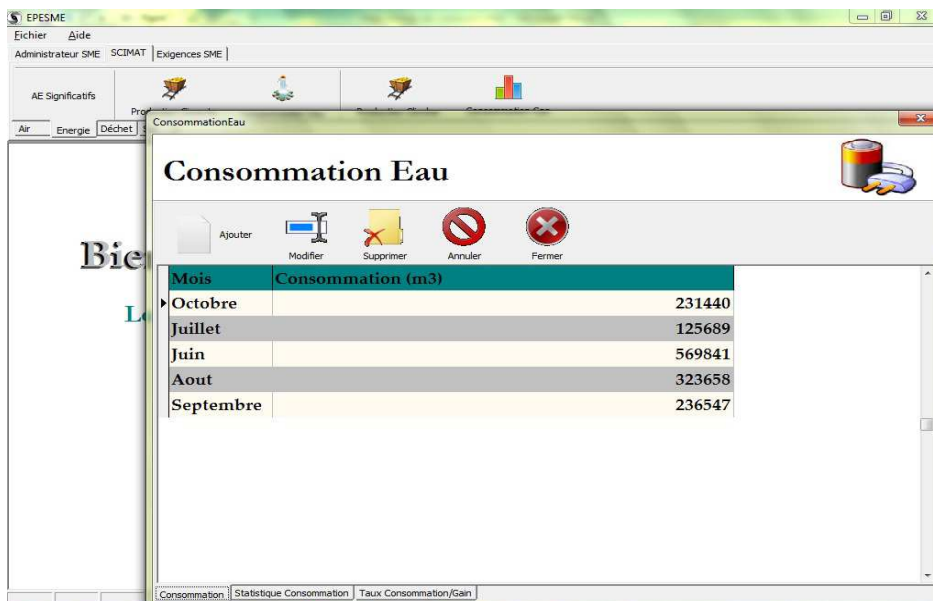


Figure V.17: Historique de consommation d'eau.

Après avoir validé l'opération en cours (Ajout, Modification ou bien Suppression), les statistiques de consommation d'eau sont affichées immédiatement (Cf. Figure V.17), on remarque bien, dans la deuxième partie de cet écran, (Cf. Figure V.18) une indication du taux de consommation et du taux de dépassement de consommation, ce qui nous permet de savoir si on a un gain ou bien une surconsommation.

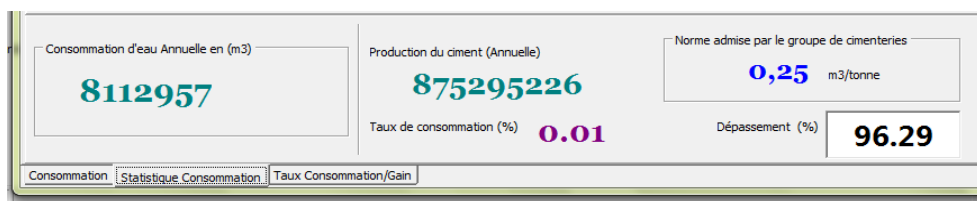


Figure V.18 : consommation d'eau par rapport à la production annuelle des ciments.



Figure V.19: Evolution annuelle de la consommation d'eau.

La consommation du gaz naturel, pour produire du clincker suit la même procédure de consommation d'eau pour produire les ciments. La Figure V.20, montre l'évolution annuelle de la consommation du gaz naturel et les différents facteurs impliqués dans la consommation, à savoir le taux de consommation et le taux de dépassement dans le cas où il y a une sur-consommation ou bien une sous-consommation.

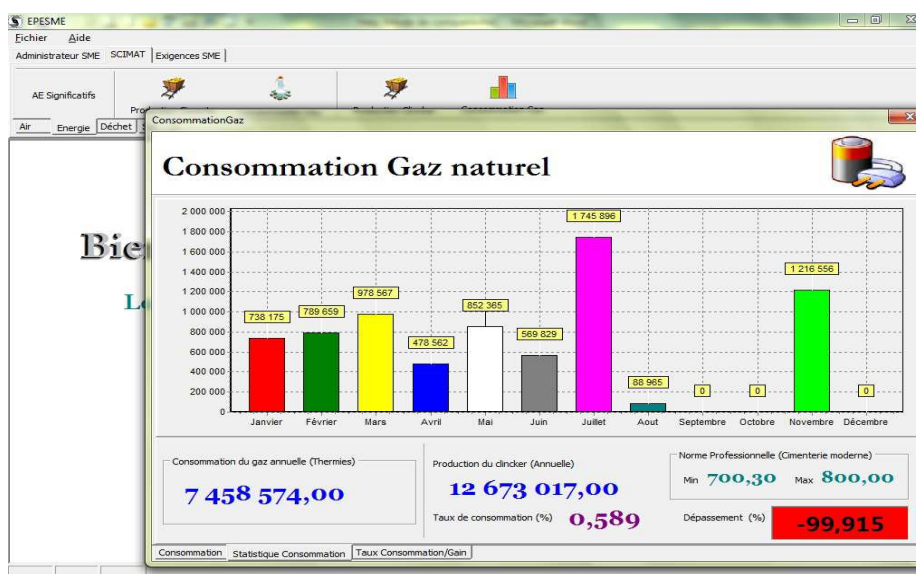


Figure V.20 : Evolution annuelle de la consommation du gaz naturel.

3.1.3.3. Indicateur « Déchet » Cliquer sur le bouton



pour

gérer et consulter l'historique (Cf. Figure V. 21)de production des déchets de différentes natures, et la consultation des statistiques de production de déchets par nature, type et production annuelle des déchets(Cf. Figure V. 22).

Vous pouvez aussi procéder à un filtrage périodique de production de déchets.

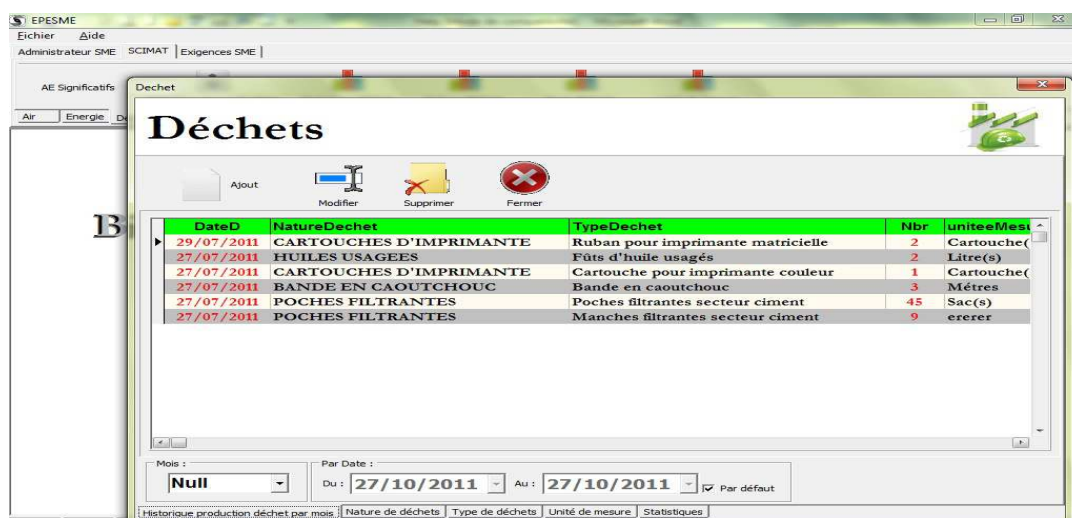


Figure V.21 : Historique de production des déchets par nature et par type.

3.1.3.4. Indicateur « Sol » : La Figure V. 22 présente une simulation de prélèvements des rejets liquides en termes de DCO (Demande Chimique en Oxygène) et la (Figure V. 23 présente une simulation de prélèvements des rejets liquides en termes de PH. On remarque bien que les mesures de DCO ne dépassent pas 120 (mg/Litre) qui est la norme internationale fixée, et les mesures de PH ne dépassent pas les deux bornes 5.5 et 8.5. Norme internationale fixée, et les mesures de PH ne dépassent pas les deux bornes 5.5 et 8.5.

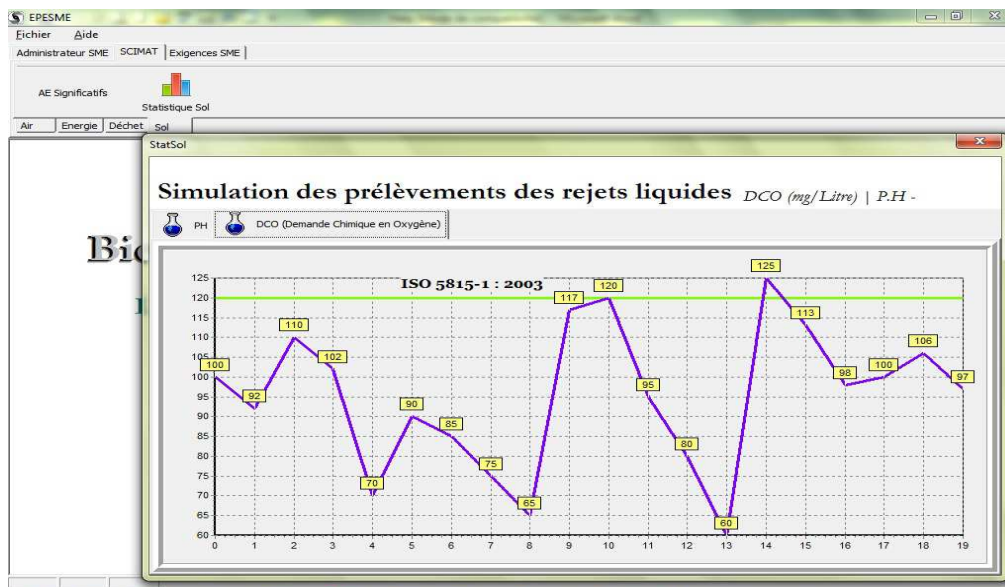


Figure V.22 : Simulation des prélèvements des rejets liquides (DCO)

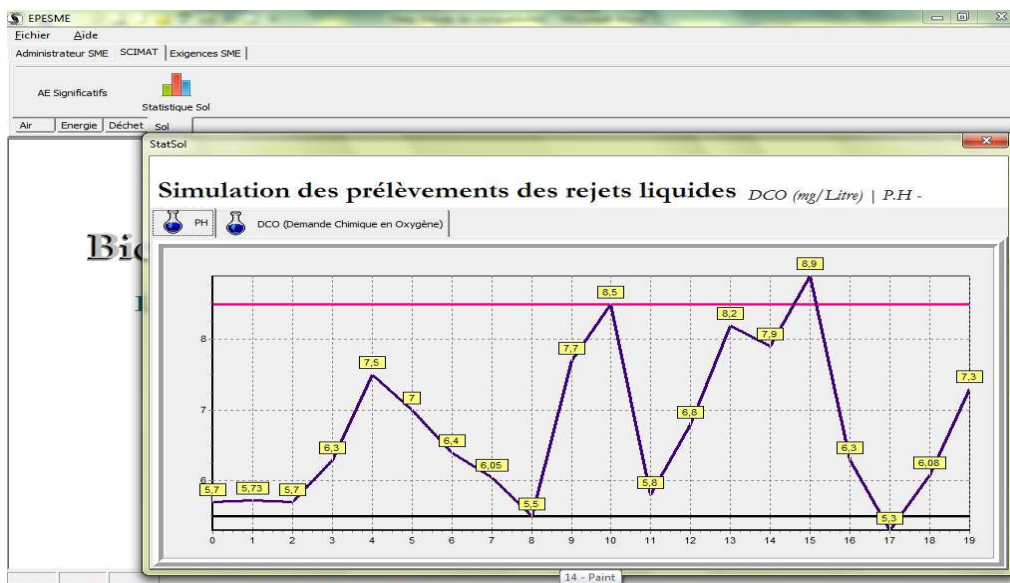


Figure V.23: Simulation des prélèvements des rejets liquides (PH).

3.1.3.5. Onglet « Exigence du SME » Dans cette troisième partie, nous nous proposons de présenter une implémentation informatique de notre démarche proposée sur l'évaluation des performances SME par rapport au référentiel ISO 14001, en se basant sur la méthodologie de l'audit.

Le résultat de l'évaluation globale de la performance du SME est représenté par le graphique de la Figure V.24.

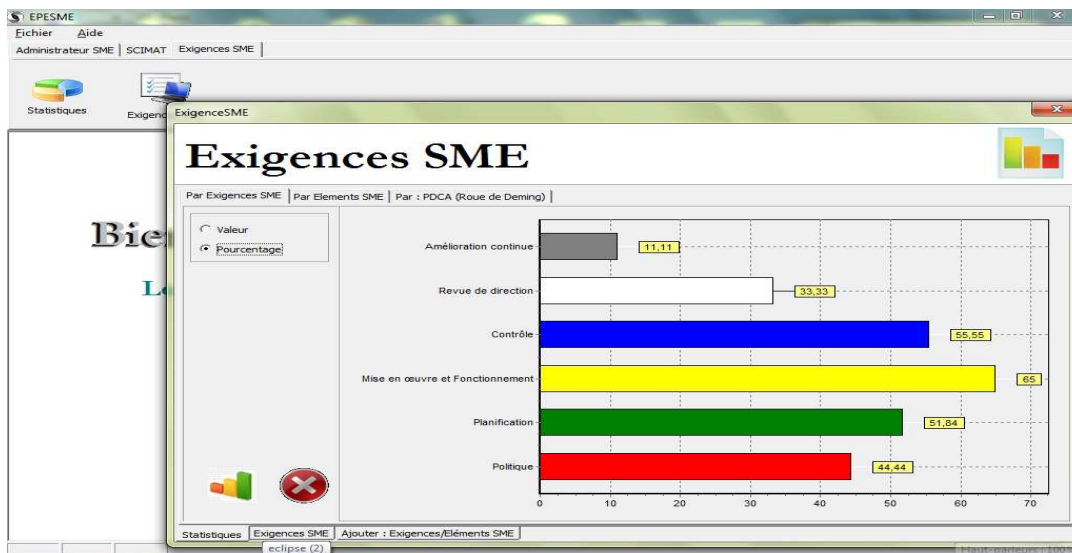


Figure V.24 : Aperçu graphique général de l'évaluation de la performance du SME des entreprises algériennes certifiées ISO 14001.

L'évaluation de la politique générale est représentée par le graphe de la figure V.25.

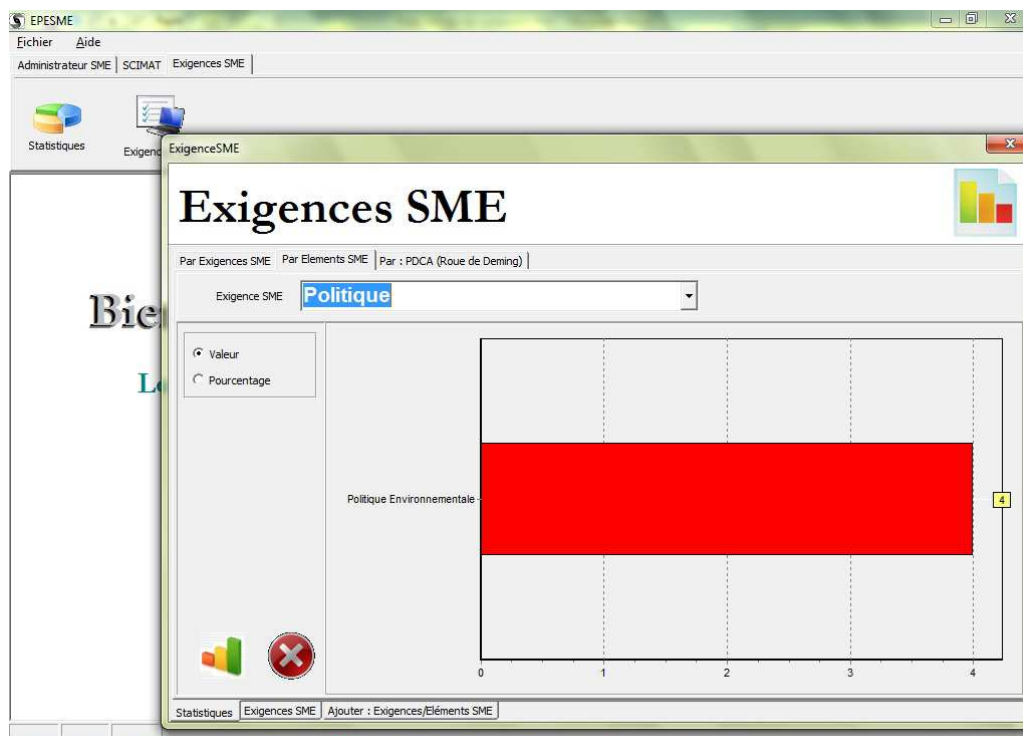


Figure V.25 : Aperçu graphique de l'évaluation de la « Politique Environnementale ».

Les résultats de la « planification » sont présentés au niveau du graphe (Cf. Figure V.26) ci –dessous :

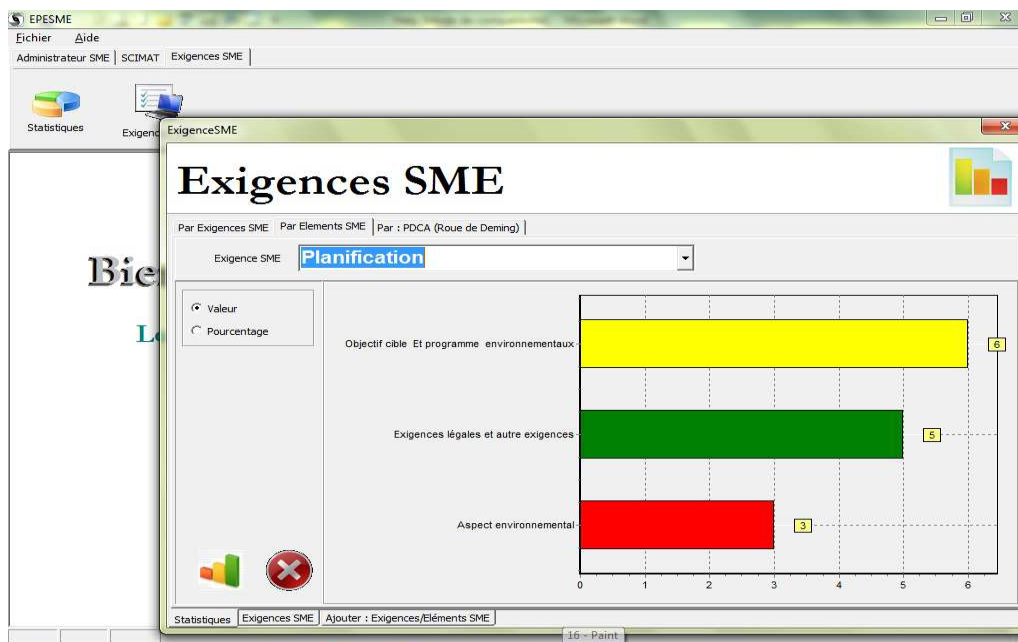


Figure V.26 : Aperçu graphique de l'évaluation de la « Planification ».

L'évaluation de la mise en œuvre est représentée par le graphe ci-dessous :

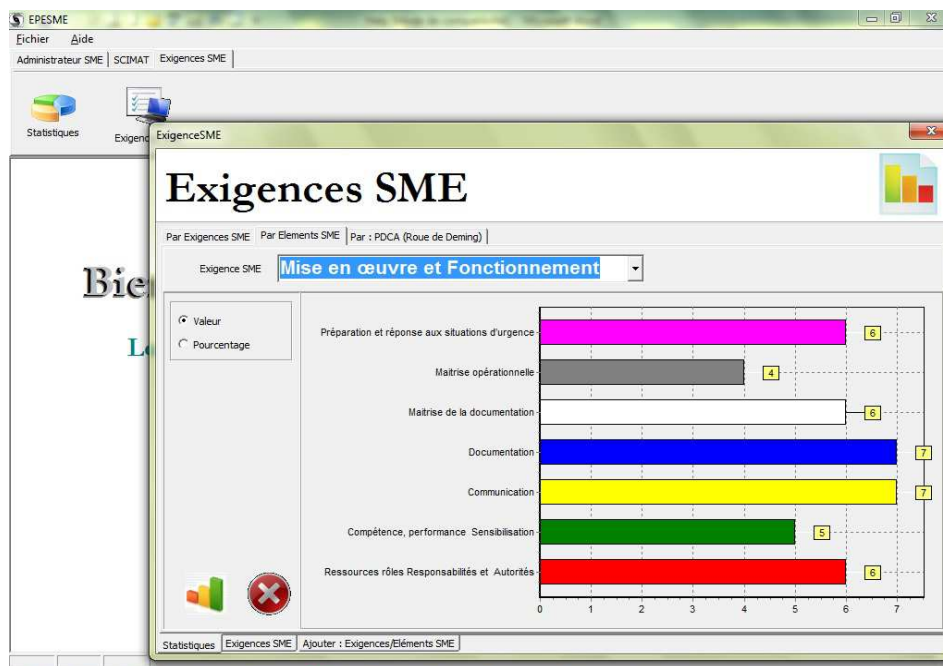


Figure V.27 : Aperçu graphique de l'évaluation de la « Mise en œuvre et fonctionnement ».

Les résultats de la phase de l'évaluation du « contrôle » sont présentés au niveau du graphique de la Figure V.28 ci-dessous :

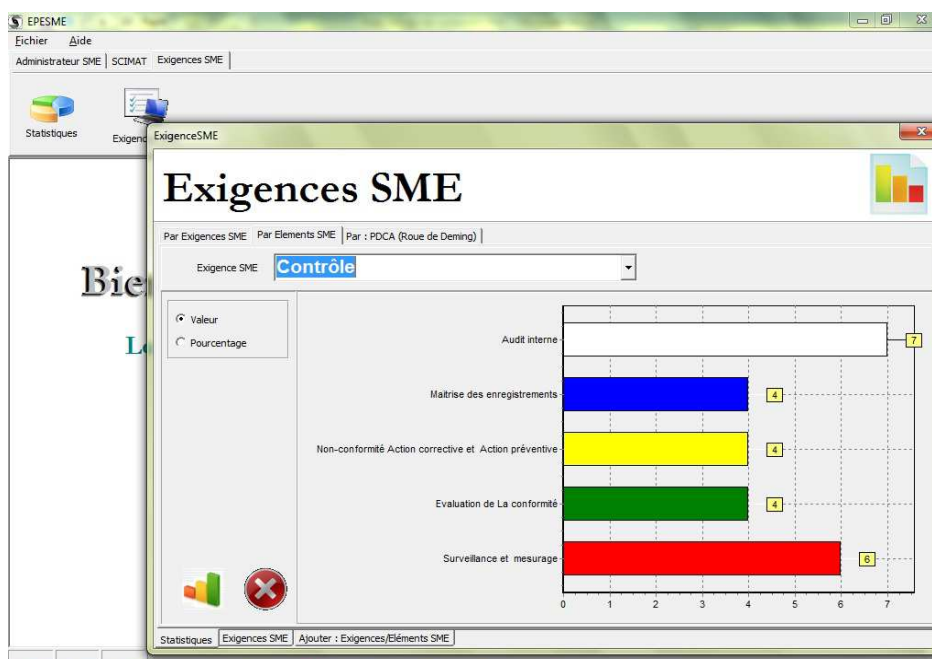


Figure V.28 : Aperçu graphique de l'évaluation du « Contrôle ».

Les résultats de la phase de la « Revue de Direction » sont présentés au niveau du graphique de la Figure V.29 :

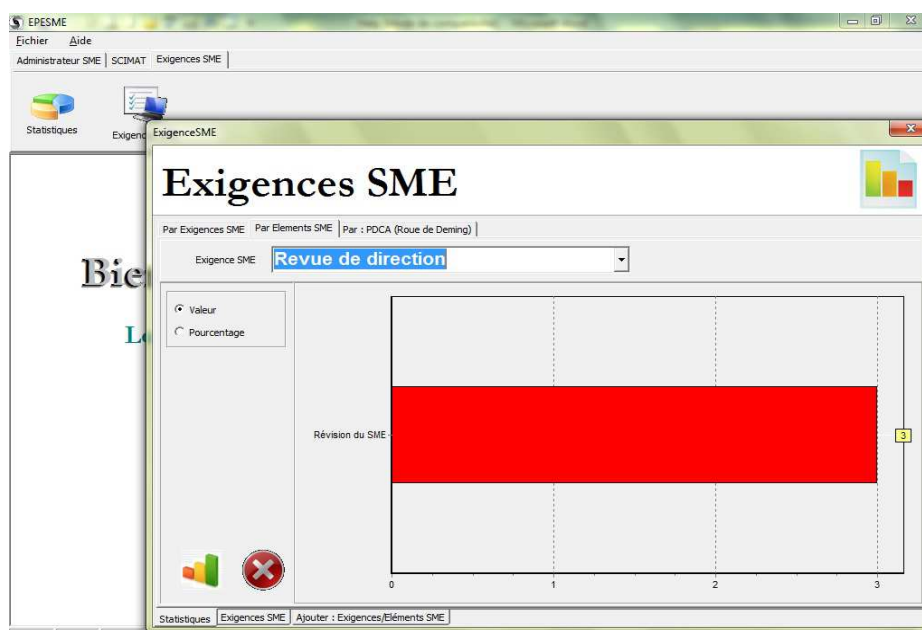


Figure V.29 : Aperçu graphique de l'évaluation de la « Revue de Direction ».

Les résultats de l'exigence « Amélioration continue » sont présentés au niveau du graphique de la Figure V.30 :

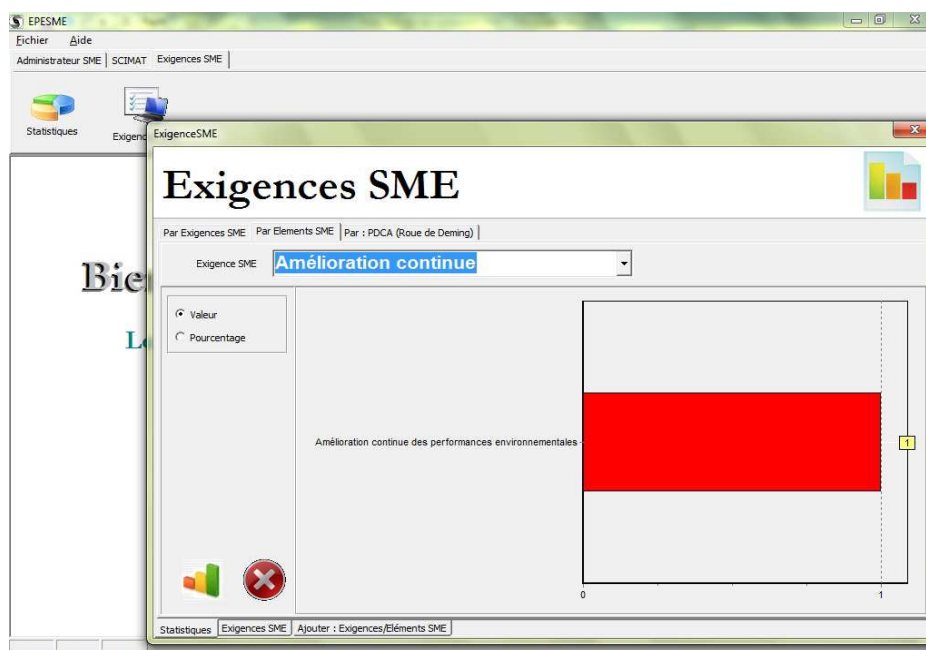


Figure V.30 : Aperçu graphique de l'évaluation de « l'Amélioration Continue ».


3.1.3.6. Archivage et restauration : Pour protéger votre base de donnée, vous devez l'archiver périodiquement tout en cliquant sur le l'icône  de l'utilitaire attaché avec l'application principale, un assistant (Cf. Figure V. 31) va vous guider à sauvegarder vos données dans un emplacement spécifique sur votre disque dure ou bien sur un support de stockage externe ou bien à restaurer une version de vos données à partir d'un support externe vers votre base de données localisée sur votre disque dur.



Figure V.31 : Assistant de sauvegarde.

4. Discussion et interprétations des résultats

L'objectif de notre travail est de mettre en exergue la contribution des nouvelles technologies à l'évaluation du Système de Management Environnemental, objectif principal de la problématique posée, qui consiste en la modélisation par l'UML et le développement du logiciel proposé au regard de l'évaluation de la performance du SME. A la lumière des résultats obtenus dans notre étude, au niveau du département Environnement de la cimenterie de Ain Touta.

Les résultats de notre étude révèlent qu'une donnée commune a pu être observée sur l'ensemble des résultats : la société a des efforts d'amélioration engagés sur tous les plans dans le but d'éliminer les non-conformités observées.

En effet, la volonté constatée que l'entreprise s'engage à une telle procédure, nous a facilité la tâche surtout en ce qui concerne le recueil des données, et conduit l'ensemble des dirigeants à mener une introspection sur ce que recouvrait en pratique leur SME.

Cette réflexion a consisté pour l'entreprise à s'interroger sur l'identification des aspects environnementaux liés à l'activité de la production du ciment, plus précisément, au travers de l'utilisation de notre outil (logiciel EPESME), l'entreprise a été satisfaite de définir clairement son périmètre réglementaire, ce qui a permis de relever la difficulté d'établir une liste exhaustive des obligations réglementaires applicables à l'entreprise.

Le logiciel conçu et proposé à la cimenterie (pour l'évaluation de son SME) permet de réaliser trois opérations à travers trois applications :

4.1. La première application : permet de réaliser l'analyse environnementale, c'est-à-dire le recensement de tous les processus et des activités liées à ces derniers. Le processus (*Process*) de fabrication des ciments, au sein de la cimenterie, comporte plusieurs activités, chaque activité dispose d'un code et d'une dénomination. Le code de l'activité représente une concaténation entre le code du processus (sur deux positions) dans lequel l'activité fait appartenir, et un code d'activité (sur deux positions), comme le montre la Figure IV.7. La modélisation de telle situation avec le diagramme de classe UML est représentée par la Figure IV.8, Quant aux aspects environnementaux de la cimenterie, chaque activité comporte un ou plusieurs aspects; par conséquent, le code de l'aspect est formalisé sur quatre positions dont deux premières positions représentant le code d'activité et les deux dernières représentent le code aspect, comme le montre la Figure IV.9. Le diagramme de classe UML qui modélise la relation entre les activités et les aspects du processus de fabrication est représenté par la Figure IV.10. Chaque aspect appartenant au processus de la cimenterie a un impact particulier sur les indicateurs du SME, dans une situation donnée, et à l'aide de la matrice d'évaluation proposée par la norme ISO 14031. Cet impact est calculé à travers la somme des cotations, ce qui implique que tous les aspects significatifs seront déterminés par un clique sur le bouton « AE consolidés » (Cf. Figure V.5).

4.2. La deuxième application : concerne l'évaluation de la performance environnementale qui est exprimée sous la forme d'un ensemble d'indicateurs d'impacts environnementaux résultant de différents contributeurs. (Matière première, consommation d'énergie, consommation d'eau...). Le logiciel EPESME repose, essentiellement, sur les indicateurs concernant la fabrication du ciment. Les indicateurs sont mentionnés dans le chapitre IV (Air, Sol, Déchets, Energie). Ainsi, l'amélioration de la performance environnementale se fait à travers ces indicateurs. Les évaluations réalisées sur les différents indicateurs confirment que le logiciel développé offre une grande souplesse et une facilité d'utilisation, ce qui permettra à l'entreprise d'évaluer son SME sans aucune difficulté particulière.

Concernant les opérations de manipulations de données liées aux indicateurs, le logiciel EPESME permet à travers ses interfaces graphiques d'ajouter, de modifier ou de supprimer les informations sur la nature, le type et même l'unité de mesure pour chaque indicateur. Il est important de noter que la plupart des manipulations de données enregistrées dans la base de données de la cimenterie sont basées sur le langage SQL (*Structured Query language*) qui nous permet entre autre de sélectionner (Select Query), ajouter (AddQuery), modifier (update Query), supprimer (Delete Query) des enregistrements des tables de la base de données.

Le langage SQL permet aussi de formuler des requêtes de différentes manières pour avoir des quantités (la somme, la moyenne, ...) ou bien récupérer un ensemble de données ordonnées selon un critère bien déterminé (ordre croissant, décroissant, des données qui appartiennent à une période délimitée par deux dates différentes, ...).

4.2.1. Indicateur « Air » : en ce qui concerne cet indicateur, qui représente les rejets atmosphériques et plus précisément les poussières qui ont été l'objet d'une non-conformité depuis longtemps pour la cimenterie de Ain Touta. Cette dernière par rapport à ses rejets atmosphériques dépassait largement le seuil fixé par la réglementation en vigueur, (Exigence réglementaire : 50 mg/Nm³). Quand l'électro-filtre est en marche, le prélèvement enregistré est de 182 mg/Nm³. Si l'électro-filtre est

à l'arrêt, le taux de poussière dépasse 558 mg/Nm^3 , ceci a généré un mécontentement de la population environnante ainsi que les collectivités locales, les résultats montrent qu'il ya, actuellement, une nette amélioration concernant les rejets atmosphériques de la cimenterie, une réduction des rejets de poussières jusqu' à 10 mg/Nm^3 , soit une diminution de 95% par rapport aux rejets générés par les électro-filtres, ce qui implique un gain très important pour la cimenterie après l'installation du filtre à manche (Cf. Figure V.16).

4.2.2. Indicateur Energie: Le logiciel EPESME présente les fonctionnalités de l'indicateur « Energie », qui consiste en une évaluation de deux facteurs principaux : la consommation d'eau et la consommation du gaz naturel. La consommation d'eau dépend fortement de la production des ciments. Après la validation de l'ajout ou bien de la modification de la quantité du ciment produite dans le mois courant, un deuxième écran sera affiché pour montrer l'historique de production des ciments dans un graphique (Cf. Figure V.17). Cet écran permet aux administrateurs de maîtriser l'évolution de la production des ciments vis-à-vis de la consommation des eaux. Nous constatons une récupération de plus de $11\,000 \text{ m}^3$ d'eau par mois, soit $132\,000 \text{ m}^3$ par an.

La consommation du gaz naturel, pour produire du clincker, suit la même procédure de consommation d'eau pour produire les ciments. La Figure V.21 montre l'évolution annuelle de la consommation du gaz naturel et les différents facteurs impliqués dans la consommation, à savoir le taux de consommation et le taux de dépassement dans le cas où il y a une sur consommation ou bien une sous-consommation. Si on revient à l'historique de la consommation du gaz naturel (Cf. Figure V.23), nous constatons que la cimenterie a enregistré auparavant une perte d'énergie de l'ordre de $969\,000 \text{ KWH}$ par an, générée par les rejets atmosphériques correspondant à une valeur de plus de $2\,054\,000 \text{ DA}$. La mise en place des filtres à manches au niveau des ateliers (cru et cuisson) a permis une récupération de l'énergie électrique de l'ordre de plus de $969\,000 \text{ KWH}$, soit un gain de $2\,054\,000 \text{ DA}$ par an. Le résultat se réalise par un

ensemble de statistiques générées automatiquement et à la demande par le logiciel EPESME.

4.2.3. Indicateur « Sol » : notre outil présente, également, une simulation des prélèvements des rejets d'effluents liquides en termes de DCO (Demande Chimique en Oxygène). Les Figures V.25, V.26 représentent une simulation de prélèvement des rejets liquides en termes de PH. Nous remarquons bien que les mesures de DCO ne dépassent pas 120 mg/l, et la $DBO_5 \leq 40\text{mg/l}$, la $DCO \leq 130\text{ mg/l}$, et les mesures de PH ne dépassent pas les deux bornes [5.5 et 8.5].

4.2.4. Indicateur Déchets : Les Figures V.24, V.25 et V.26 présentent pour l'entreprise étudiée, l'indicateur « Production de déchets » de différentes natures, déversement de matière (matière première, produit semi fini et produit fini) et leurs traitements, la production de déchets spéciaux dangereux, la consultation des statistiques de production de déchets par nature, type et la production annuelle des déchets. Il existe, aussi, une possibilité de procéder à un filtrage périodique de production de déchets.

4.3. La troisième application : dans cette partie, nous nous proposons de présenter une implémentation informatique de notre démarche proposée sur l'évaluation du SME selon les éléments du référentiel ISO 14001, en se basant sur la méthodologie de l'audit. Le résultat de l'évaluation globale de la performance du SME est représenté dans le graphique de la Figure V.27 et les autres évaluations par exigence sont représentées dans les Figures V.28, V.29, V.30, V.31, V.32 et V.33.

L'analyse et l'interprétation des résultats représentées au niveau de ces figures, nous permettent de confirmer que le SME de l'entreprise est dans sa globalité correctement mise en œuvre. Cependant, sur le plan opérationnel, les dispositions mises en place nécessitent plus d'efforts pour la prise en charge régulière et efficace des aspects environnementaux, nous constatons également, qu'il existe des éléments du SME telles que la revue de direction et l'amélioration continue qui doivent être bien revues et améliorées.

5. Evaluation des différents paramètres techniques du logiciel EPESME

Après cette synthèse, nous pouvons confirmer que le logiciel EPESME fournit un outil d'aide à la décision à travers son mécanisme d'auto-évaluation pour maîtriser la production des ciments à travers les indicateurs de performances du SME, tout en se basant sur la consommation d'énergie (eau et gaz) qui représente une ressource naturelle indispensable.

La migration vers l'utilisation des nouvelles technologies pour l'évaluation des SME est une approche relativement jeune qui a beaucoup d'avantages en termes d'accélération de temps de traitement et la fiabilité et la durabilité des résultats obtenus vis-à-vis des approches traditionnelles (manque de l'outil informatique que ce soit matériel ou logiciel) qui souffre de lacunes dues à la manipulation manuelle des données et la nature de l'être humain (l'oubli, la fatigue, ...)

Nous pouvons confirmer que notre logiciel d'évaluation EPESME permet aux acteurs internes de l'entreprise de gérer et d'évaluer directement les exigences de leur SME sans avoir besoin de recourir à des acteurs externes. En outre, le traitement des bases de connaissances met à la disposition des acteurs des éléments d'information qui leur permettent de comprendre et d'analyser directement les enjeux du Système de Management Environnemental mise en place au niveau de l'entreprise.

La validation du logiciel pour l'opération de l'évaluation de la performance du SME, au niveau de la SCIMAT, a permis la mise à disposition d'un important volume d'informations, l'outil permet aussi d'automatiser de nombreuses extractions de données. Par le biais de cette automatisation, différents objectifs sont ainsi atteints :

- la fiabilité de l'analyse environnementale;
- la réduction du temps d'analyse des résultats ;
- la mise à disposition des informations adéquates, concernant les indicateurs de la performance environnementale, à tous les niveaux managériaux ;
- l'offre d'une information facilement et rapidement exploitable ;

- l'ergonomie et l'esthétique du logiciel correspond parfaitement aux tâches auxquelles il est conçu.

6. Perspectives d'améliorations techniques du logiciel EPESME

Il faut signaler que ce travail, de part ses spécificités, est d'une importance incontestable par rapport à l'apport scientifique relatif à la contribution du langage UML dans l'évaluation des performances environnementales des entreprises dotées d'un SME. Elle a permis, pour la première fois, la modélisation du Système de Management Environnemental par l'UML d'une entreprise algérienne (SCIMAT). Ainsi, nous nous proposons dans cette dernière partie de proposer quelques perspectives, dans l'objectif de concourir à l'amélioration de notre logiciel et la pérennisation de la démarche du SME.

De manière générale, pour assurer la faisabilité de l'évaluation de performances environnementales, il est possible d'améliorer les différents volets suivants :

- données d'entrées : les données environnementales relatives à la consommation d'énergie, les rejets atmosphériques et les déchets, il est préférable de penser à la conception d'une banque de données concernant l'activité de production du ciment, et par ailleurs les autres activités de l'industrie Algérienne.
- Une modélisation adéquate peut se généraliser sur l'ensemble des processus de l'entreprise.
- Programmation proprement dite : l'ajout de quelques applications pour que le logiciel puisse être considéré comme un outil efficace d'aide à la décision dans la veille réglementaire et l'écoute-client, par exemple.

7. Conclusion

Dans ce cinquième et dernier chapitre nous avons présenté les résultats de l'évaluation de la performance environnementale du SME par le logiciel EPESME qui utilise les données de l'entreprise, la réglementation nationale et les normes internationales ISO 14001, ISO 14031, dans le but d'aider les dirigeants de l'entreprise à mieux gérer et à évaluer le SME de leur entreprise, et pour de faire un état des lieux concernant la mise en place du Système de Management Environnemental. Les résultats ont bien révélé que l'outil informatique est devenu actuellement indispensable dans la majorité des processus industriels et la mise en place et l'amélioration continue du Système de Management Environnemental vu qu'il donne des résultats de type programmés et dans un temps optimal, ce qui permettra de veiller à l'efficacité du management environnemental de l'entreprise.

Conclusion générale

Conclusion Générale

En conclusion, les résultats de notre étude nous ont permis à travers la démarche développée de constater que, l'apport d'un outil d'aide à la décision au niveau des entreprises Algériennes s'avère nécessaire. Sa finalité est de donner au décideur les moyens de prendre une décision en connaissance de cause. L'outil peut fournir les informations nécessaires au décideur pour se forger sa propre opinion. L'objectif de ce travail était de développer et d'appliquer un outil d'aide à la décision pour l'évaluation des performances environnementales d'un Système de Management Environnemental. Dans ce travail, nous nous sommes principalement intéressés à l'évaluation du SME à l'aide de deux outils : l'audit environnemental et les indicateurs de performances environnementales. Les outils utilisés ont permis la vérification de la bonne implémentation du SME au niveau des entreprises Algériennes, et la validation expérimentale d'un logiciel (EPESME) que nous avons conçu et développé.

Pour mener à bien l'évaluation des performances du SME par audit, nous avons élaboré un questionnaire sur la base du référentiel ISO 14001, qui a été distribué aux dirigeants des entreprises Algériennes étudiés (entreprises certifiées ISO 14001). Les résultats ont révélé un certains nombre de points de force et de faiblesse du Système de Management Environnemental au niveau des entreprises Algériennes qui ont manifesté les mêmes tendances environnementales par rapport aux freins de la certification ISO 14001 détectés au niveau des résultats du questionnaire d'évaluation (Cf. Annexe 1). Cependant, cette méthode n'indique pas clairement l'origine des points faibles des SME des entreprises et doit, donc, être complétée. A cet effet, nous avons songé à l'introduction de l'outil informatique dans la seconde partie de l'évaluation des performances du SME par indicateurs de performances, a fin de pouvoir analyser et évaluer le Système de Management Environnemental d'une entreprise Algérienne.

Pour répondre à cette problématique, nous nous sommes intéressées à la modélisation par l'UML (Unified Modeling Language) comme outil d'aide à la décision. Nous avons représenté sous une forme graphique suffisamment simple toute les fonctionnalités du SME, ainsi que les tâches de charge du SME l'objectif d'une

telle modélisation est de mettre en adéquation un ensemble de données définissant l'entreprise et un ensemble de données environnementales permettant de structurer les besoins des utilisateurs (dans notre cas l'utilisateur est le chargé du SME) et les objectifs correspondants au système étudié (SME).

Pour réaliser cette deuxième partie de notre étude qui est l'évaluation du SME par indicateurs, nous avons proposé au niveau du quatrième chapitre la présentation de l'entreprise SCIMAT que nous avons pris comme entreprise pilote, ainsi qu'à la modélisation de son Système de Management Environnemental, le recueil des informations nous a permis la conception et le développement d'un outil informatique qui est le logiciel EPESME, et de porter des jugements sur le niveau de performance du système mis en œuvre.

A la suite de ce chapitre, une présentation détaillée de l'outil EPESME et de ses principales fonctionnalités (au travers de l'évaluation de la conformité réglementaire et de l'évaluation des aspects environnementaux significatifs), ainsi qu'à l'évaluation par indicateurs (« Air », « Energie », « Déchets », « Sol »). En ce qui concerne la validation expérimentale de notre logiciel, nous avons exposé l'outil d'aide à la décision aux responsables du SME au niveau de la SCIMAT avec les deux questionnaires élaborées pour la validation (Cf. Annexes 3&4), ce qui nous a permis de mettre en évidence les corrélations entre les entrées (matière première et consommation en énergie) et les sorties (produits fini, pollution de l'air et déchets). Cette information renseigne sur les entrées mal prises en compte par la gestion classique et indique aux responsables que les modifications à apporter à doivent assurer une meilleure prise en compte des entrées identifiées pour une meilleure maîtrise des indicateurs (« Air », « Energie », « Déchets », « Sol ») qui peuvent révéler les non-conformités de l'entreprise. Un processus d'analyse des résultats des évaluations donnant lieu à l'élaboration d'un plan d'actions préventives et correctives indique clairement que le SME de la SCIMAT est bien installé dans sa globalité. Néanmoins, il reste quelques améliorations pour qu'il atteigne une maturité souhaitable.

La solution de l'évaluation de la performance du SME par un outil informatique, proposée dans le cadre du présent travail de recherche, offre ainsi une vision renouvelée de l'apport des nouvelles technologies au management environnemental, cette solution constitue une contribution intéressante à la structuration et la formalisation du SME dans sa globalité.

En outre, l'identification de perspectives d'amélioration intéressantes de l'outil proposé, laisse entrevoir des résultats forts encourageants sur la contribution de l'apport des nouvelles technologies comme une solution enrichissante de la performance des Systèmes de Management Environnemental au niveau des entreprises Algériennes.

De nos travaux se dégagent plusieurs perspectives :

- ✓ La généralisation de l'utilisation du logiciel au niveau des entreprises Algériennes.
- ✓ L'enrichissement des applications concernant l'évaluation environnementale.
- ✓ La construction d'une base de données environnementale pour les entreprises Algériennes.

Annexes

Annexe 1

Questionnaire sur ISO 14001 :2004

Ce questionnaire est établi dans le cadre d'une étude pratique relative à la réalisation d'un mémoire de Magister en Hygiène et Sécurité Industrielle- option : gestion des risques.

Pour cela, nous vous prions de bien vouloir répondre aux questions en mettant une croix devant la case qui correspond le mieux à votre avis.

*Nous comptons sur vos réponses
MERCI DE VOTRE COLLABORATION*

Nom de l'entreprise :

Activité de l'entreprise.....

Siège :

Nom du responsable environnement :

1/ Questions relatives à la certification

N°	AFFIRMATIONS	VRAI	FAUX
01	Votre sentiment envers la certification est positif.		
02	Les causes de la certification sont internes.		
03	Les difficultés que vous rencontrez lors d'une procédure de Certification sont de type : connaissances/information.		
04	Les difficultés que vous rencontrez lors d'une procédure de Certification sont de type : coûts.		
05	Les difficultés que vous rencontrez lors d'une procédure de Certification sont de type : ressources.		
06	Les difficultés que vous rencontrez lors d'une procédure de Certification sont de type : Conseil / appui.		
07	Les difficultés que vous rencontrez lors d'une procédure de Certification sont de type : Formation.		
08	Après la certification vous remarquez une rentabilité.		
09	Après la certification , vous signalez une amélioration des performances environnementale.		
10	La communication facilite l'avancement de la certification.		
11	Si votre organisme est certifié selon la norme ISO 14001 version 1996 ; le passage à la version 2004 est fait.		

2/ Domaine d'application (§1)

N°	AFFIRMATIONS	VRAI	FAUX
01	L'entreprise dispose d'un organigramme :(organigramme ou description).		
02	Toutes les unités organisationnelles pouvant influencer l'environnement figurent dans cet organigramme .		
03	L'organisme a défini les limites d'application du Système de Management Environnemental (domaine d'application) et englobent aussi par ex.: les procédés antérieurs, les procédés suivants, les alentours des sites.		
04	Le domaine d'application du Système de Management concernant les usines/sites, les produits, les unités organisationnelles est défini.		
05	Les procédures suivantes sont documentées comme la norme ISO 14001 l'exige : maîtrise des documents, maîtrise des enregistrements relatifs, audit interne, maîtrise des non- conformités, actions correctives, actions préventives.		
06	La direction a formellement mis en vigueur le Système de Management Environnemental (SME) (signature).		

3/ Termes et définitions (§3)

N°	AFFIRMATION	VRAI	FAUX
01	L'amélioration continue est un processus d'enrichissement du Système de Management Environnemental (SME).		
02	Le Système de Management Environnemental (SME) est la composante du système de Management Global qui inclut la structure organisationnelle dans la politique environnementale .		
03	Le Système de Management Environnemental (SME) est la composante du système de management global qui inclut les responsabilités dans la politique environnementale.		
04	Le Système de Management Environnemental (SME) est la composante du Système de Management Global qui inclut les activités de planification dans la politique environnementale.		
05	L'audit du Système de Management Environnemental (SME) est un processus de vérification systématique et documenté.		
06	L'audit permet d'évaluer d'une manière objective les preuves du Système de Management Environnemental (SME) .		
07	Objectif environnemental est un but environnemental général fixé par l'organisme résultant de son politique environnementale .		
08	Performances environnementale sont des résultats mesurables du Système de Management Environnemental basé sur la politique environnementale de l'organisme.		
09	La politique environnementale est une déclaration par l'organisme de ses intentions et de ses principes relativement à sa performance environnementale globale .		
10	Les cibles environnementales sont des exigences de performance détaillée, quantifiée qui s'applique à l'ensemble ou à une partie de l'organisme.		

4/ Exigences du Système de Management Environnemental (§ 4)

Exigences générales (§ 4.1)

N°	AFFIRMATIONS	Vrai	Faux
01	Le Système de Management Environnemental inclut les documents/données de provenance externe, p. ex. : exigences légales/gouvernementales, normes, règles techniques et dessins/spécifications du client.		
02	Tous les documents sont clairement identifiés et libérés .		
03	L'organisme assure que la situation de révision actuelle des documents/données soit identifiable et qu'ils se trouvent à l'emplacement prévu.		
04	l'organisme définit le lieu et la durée d'archivage (listes, tableau de corrélation) du manuel qui contient des procédures pour les enregistrements relatifs à l'environnement .		
05	l'organisme définit les procédures adéquates et les responsabilités pour la sauvegarde informatique (Concept de sauvegarde et archivage des supports).		

5/Politique environnementale (§4.2)

N°	AFFIRMATIONS	VRAI	FAUX
01	La politique d'entreprise est adaptée aux objectifs de l'organisme.		
02	La politique environnementale est documentée et avalisée (signée) par la direction .		
03	Cette politique environnementale contient l'obligation de déterminer toutes les influences sur l'environnement causées par les activités de l'entreprise, dans le cadre du management environnemental et de les mettre en évidence.		
04	Cette politique environnementale contient l' engagement afin de rechercher, documenter et mettre à jour toutes les lois et règles techniques en relation avec les activités, les produits et les services .		
05	Cette politique environnementale contient l' engagement afin d'améliorer en permanence les performances environnementales au delà des obligations légales.		
06	L'organisme a rendu publique cette politique environnementale , ayant la base pour pouvoir apprécier la performance et les objectifs environnementaux définis (déclaration environnementale par rapport à des sites).		
07	toutes les unités organisationnelles sont informées sur la politique environnementale à l'aide de par ex.: circulaires, affiches, réunion d'entreprise et formation .		
08	La politique environnementale est en accord avec: - le genre et l'importance des activités de l'organisme . - l'impact environnemental de l'organisme .		
09	La direction a démontré son engagement au développement et à l'amélioration du Système de Management (engagement actif, communication interne et externe, environnement).		
10	L'organisme a les moyens adéquats ainsi que du personnel formé pour la réalisation du Système Management Environnemental (p. ex : personnel, finances, environnement de travail, infrastructure, analyse d'information).		
11	L'organisme établit une politique d'entreprise et des objectifs mesurables (p. ex : charte, politique et stratégie d'entreprise).		
12	L'organisme vérifie le fonctionnement et l'efficacité du Système de Management ainsi que les objectifs environnementaux fixés par la direction d'une manière régulière et à des intervalles définis. (obligation de direction)		
13	L'organisme enregistre les réclamations des parties intéressées par rapport au Système de Management Environnemental .		

6/ Planification (§4.3)

N°	AFFIRMATIONS	VRAI	FAUX
01	L'organisme a une procédure qui définit la manière de saisir et d'évaluer les aspects environnementaux (§4.3.1) .		
02	L'organisme s'assure que tous les aspects environnementaux concernant : l'activité, les produits et les services sont établis, entretenu, documenté et mis à jour .		
03	L'organisme fait référence aux objectifs environnementaux appropriés par rapports aux objectifs environnementaux essentiels.		
04	L'organisme a une procédure pour accéder aux exigences légales applicables et aux autres exigences applicables auxquelles l'organisme a souscrit (§4.3.2).		
05	L'organisme respecte toutes les exigences légales dans le domaine de l'environnement (§4.3.2) .		
06	L'organisme fixe des objectifs et cibles quantifiés concernant l'environnement.		
07	L'organisme contrôle la réalisation des objectifs à l'aide de Mesurages, chiffres de corrélation, planification et coûts .		
08	Les objectifs et cibles sont en accord avec la politique environnementale .		
09	L'organisme a défini les objectifs et cibles en consultant les personnes qui sont responsables de la réalisation.		
10	L'organisme surveille régulièrement le progrès et fixe des mesures correctives .		
11	L'organisme détermine les paramètres à l'aide desquels on vérifie les objectifs et cibles environnementaux .		
12	L'organisme a un programme de management environnemental , et une procédure pour pouvoir revoir périodiquement ce programme (§4.3.3) .		
13	Le programme contient: les ressources , les responsabilités la planification et les priorités .		
14	Le programme de Management Environnemental coïncide avec la politique environnementale et les objectifs et cibles.		
15	L'organisme surveille en permanence le programme de Management Environnemental .		

7/Mise en œuvre et fonctionnement (§4.4)

N°	AFFIRMATIONS	VRAI	FAUX
01	La direction doit s'assurer de la disponibilité des ressources indispensables à l'établissement à la mise en œuvre, à la tenue à jour et à l' amélioration du Système de Management Environnemental (SME) (§4.4.1).		
02	L'organisme dispose des moyens adéquats et du personnel qualifié et autorisé afin de pouvoir vérifier les exigences concernant le Système de Management Environnemental (SME).		
03	Les besoins en formation sont déterminés régulièrement et La direction propose la formation adéquate (évaluation personnelle, enquête et besoin exprimé) (§4.4.2).		
04	L'organisme conserve les enregistrements concernant la formation initiale et professionnelle , l'expérience et les qualifications.		
05	L'organisme a définis les responsabilités et procédures en matière de formation du personnel à travers une Formation de base, Formation continue et Qualifications spécifiques .		
06	L'organisme a définis les responsabilités et procédures en matière de formation du personnel à travers des Formation dans le domaine de Système de Management Environnemental (SME).		
07	L'organisme a les procédures qui assurent que le personnel a pris connaissance de l'importance de la mise en œuvre de la politique environnementale et la formulation des objectifs et cibles, aussi que l'impact potentiel de l'activité sur l'environnement .		
08	L'organisme maintient ces procédures et les met à jour.		
09	L'organisme assure , pour les nouveaux collaborateurs, qu'ils soient formés concernant l'impact potentiel de leur activité sur l'environnement.		
10	L'organisme assure pour les nouveaux collaborateurs, qu'ils soient informés concernant le rapport de l'entreprise en impact potentiel sur l'environnement et concernant les principes et tâches du Système de Management Environnemental (SME).		
11	L'organisme réalise la formation continue des nouvelles méthodes et processus qui ont une influence sur l'environnement.		
12	L'organisme établit et tient à jour les qualifications pour les activités qui ont une influence sur l'environnement .		

8/ Communication (§4.4.3)

N°	AFFIRMATIONS	VRAI	FAUX
01	L'organisme a des procédures pour assurer la communication interne entre les différents niveaux et les différentes fonctions de l'organisme.		
02	L'organisme a des procédures pour recevoir et documenter les demandes pertinentes des parties intéressées externes.		
03	L'organisme dispose de moyens de communication adéquats dont la boîte aux idées, le panneau d'affichage et le journal d'entreprise.		

9/Documentation (§4.4.4)

N°	AFFIRMATIONS	VRAI	FAUX
01	La documentation du Système de Management Environnemental doit comprendre la politique environnementale les objectifs et cibles.		
02	La documentation du Système de Management Environnemental doit comprendre la description du domaine d'application du système de management environnemental (SME).		
03	La documentation du Système de Management Environnemental doit comprendre la description des principaux éléments du Système de Management Environnemental (SME) et leurs interactions.		
04	La documentation du Système de Management Environnemental (SME) doit comprendre les documents , y compris les enregistrements exigés par la norme ISO 14001.		

10/Maitrise de la documentation (§4.4.5)

N°	AFFIRMATIONS	VRAI	FAUX
01	Les documents requis par le SME et la norme ISO 14001 doivent être maîtrisés.		

11/ Maîtrise opérationnelle (§4.4.6)

N°	AFFIRMATIONS	VRAI	FAUX
01	L'organisme doit établir des procédures pour la maîtrise des opérations associées aux aspects environnementaux significatifs.		
02	L'organisme doit stipuler les critères opératoires dans les procédures de maîtrise des opérations associées aux aspects environnementaux significatifs.		

12/ Préparation et réponse aux situations d'urgence (§4.4.7)

N°	AFFIRMATIONS	VRAI	FAUX
01	L'organisme doit définir une procédure pour identifier et évaluer les situations d'urgence potentielles et les accidents potentiels qui peuvent avoir un impact sur l' environnement .		
02	L'organisme doit répondre aux situations d'urgence et prévenir ou réduire les impacts environnementaux concernant l'activité, les produits et les services.		
03	L'organisme doit examiner et tester périodiquement ses procédures.		

13/ Contrôle (§4.5)

N°	AFFIRMATIONS	VRAI	FAUX
01	L'organisme dispose de procédures de maîtrise des équipements de contrôle, de mesure et d'essai .		
02	L'organisme dispose de procédures pour protéger les moyens de mesure et de surveillance (utilisation et stockage) .		
03	Les documents de contrôle, de mesure et d'essai contiennent des indications pour assurer que la mesure exécutée ait la précision exigée et que l'aptitude du moyen soit appropriée.		
04	L'organisme dispose de procédures pour s'assurer que tous les équipements de contrôle, de mesure et d'essai sont recensés p. ex. sur des cartes d'inventaire ou sur des fichiers informatiques.		
05	L'organisme doit établir des procédures pour évaluer périodiquement sa conformité aux exigences légales applicables (§4.5.2.1) .		
06	L'organisme doit évaluer sa conformité aux autres exigences auxquelles il a souscrit. (§4.5.2.2) .		
07	L'organisme doit établir, mettre en œuvre et tenir à jour une procédure pour traiter la non-conformité réelle et potentielle et pour entreprendre les actions correctives et les actions préventives (§4.5.3) .		
08	L'organisme doit établir et tenir à jour les enregistrements , dans la mesure où ils sont nécessaires pour fournir la preuve de la conformité aux exigences de son Système de Management Environnemental et de la Norme ISO 14001 (§4.5.4).		
09	L'organisme doit établir, mettre en œuvre et tenir à jour une procédure pour l'identification, le stockage, la protection, l'accessibilité, la durée de conservation et l'élimination des enregistrements .		
10	L'organisme doit s'assurer que des audits internes du SME sont réalisés à intervalles planifiés pour déterminer si le SME est conforme aux dispositions prévues pour le Management Environnemental , y compris aux exigences de la Norme ISO 14001 §4.5.5).		
11	L'organisme doit s'assurer que le SME a été correctement mis en œuvre et tenu à jour.		
12	L'organisme doit s'assurer que des audits internes du SME sont réalisés à intervalles planifiés pour fournir à la direction des informations sur les résultats des audits .		

14/ Revue de direction (§4.5)

N°	AFFIRMATIONS	VRAI	FAUX
01	la direction à son plus haut niveau doit passer en revue le Système de Management Environnemental de l'organisme , afin de s'assurer qu'il est toujours approprié, suffisant et efficace.		
02	Les revues de direction doivent comprendre l'évaluation d'opportunités d'amélioration et le besoin de changements à apporter au Système de Management Environnemental .		
03	La revue de direction doit comprendre les résultats des audits internes et des évaluations de la conformité aux exigences légales et aux autres exigences auxquelles l'organisme a souscrit .		
04	La revue de direction doit comprendre les informations venant des parties intéressées externes , y compris les plaintes.		
05	La revue de direction doit comprendre la performance environnementale de l'organisme .		
06	La revue de direction doit comprendre le niveau de réalisation des objectifs et cibles .		
07	La revue de direction doit comprendre l'état des actions correctives et préventives .		
08	La revue de direction doit comprendre le suivi des actions décidées lors des revues de direction précédentes .		
09	La revue de direction doit comprendre les changements de circonstances, y compris les développements dans le domaine des exigences légales et des autres exigences relatives à ses aspects environnementaux .		
10	La revue de direction doit comprendre des recommandations pour l'amélioration .		

Dirigé par : Dr. Bahmed Lylia

Réalisé par : Hariz samia

Annexe N°2

Groupe G.I.C.A Société des Ciments de Ain-Touta - SCIMAT -

DECLARATION

Convaincue de la maturité atteinte en matière de management de la qualité, consciente de la préservation de l'environnement, la SCIMAT s'intègre dans cette dimension conformément aux référentiels ISO 9001:2008 et ISO 14001:2004 par la mise en place d'un système intégré Qualité et Environnement, dans une perspective de développement durable.

A travers cette démarche, la SCIMAT s'engage à :

- ↓ Respecter la législation et la réglementation applicables à son activité, ainsi que les exigences souscrites.
- ↓ Faire la prévention de la pollution par :
 - La réduction des rejets atmosphériques et la préservation des ressources naturelles.
 - La maîtrise de la gestion des déchets.
- ↓ Rester en permanence à l'écoute des parties intéressées notamment ses clients et ses fournisseurs.
- ↓ Améliorer la sensibilisation, la formation et la motivation du personnel.
- ↓ Préserver la sécurité des biens et des personnes.

L'ensemble du personnel de la SCIMAT contribue activement à l'engagement souscrit à travers les Objectifs Généraux suivants :

- 1) Répondre aux exigences clients.
- 2) Amélioration continue du système de management intégré.

Ces objectifs sont déclinés en objectifs spécifiques au niveau des processus.

Le Président-Directeur Général

A, IGUELMAMENE



Code : DCS/2-4) version 1

Désignation: Déclaration SMI

Date: 01 juillet 2010

Annexe N°3

Questionnaire pour la validation de l'EPESME (Logiciel d'Evaluation des Performances Environnementales et des exigences du SME des sociétés de ciments)

2014

Objectif : Ce questionnaire est destiné aux responsables du Département Environnement de la SCIMAT, pour nous aider à la validation d'un système informatique d'aide à la décision (EPESME: logiciel informatique) dans le cadre d'un sujet de Doctorat réalisé au sien du Laboratoire de Recherche en Prévention Industrielle (LRPI) de Institut d'Hygiène et Sécurité Industrielle- Université de Batna. Tous les responsables sont remerciés d'avance pour leurs contributions à la réussite de cette réalisation.

SVP Veuillez remplir attentivement ce questionnaire

Nom & Prénom :...BOUALI RABAH

1- Quel est le poste que vous occupez ? et depuis combien de temps ?
 Poste : CHARGE DU SYSTEME DE MANAGEMENT (QUALITE/ENVIRONNEMENT/SANTE & SECURITE)
 Durée : 14 ANS

2- Quelles sont les tâches que vous assurez normalement? (énumérez le maximum de tâches)

Tâche	Documents en entrée	Documents en sortie	Observations Difficultés
1-Mise à jour : analyse environnementale, analyse des risques & analyse des dangers	1-Revue des processus des parties intéressées	1-Revue de direction 2-Bilan
2-Veiller à la conformité réglementaire, réalisation des audits & mise à jour du SMI	1-Rapports, P.V 2-Procédures du groupe, Lois et budget	1-Déclaration des déchets spéciaux 2-Autres documents externes

3-Quelle(s) est la tâche(s) que vous devriez exercer et que vous n'exercez pas réellement ?.....Rien.....

Pourquoi ?.....

4-Quelle(s) est la tâche que vous exercez en plus de ce que vous devriez exercer ?.....Rien.....
 Pourquoi ?.....

5- Considérez-vous que votre poste de travail est chargé ou avez-vous beaucoup de temps libre ?

Chargé intermédiaire moins chargé

6- Vous gérez une équipe ; est-ce que vous trouvez de l'obéissance ?

Oui Souvent Oui Souvent Non Non

Pourquoi ?.....

7- Quel est l'outil utilisé pour que vous puissiez effectuer votre travail?

Manuel Excel Word Logiciel

8- Selon vous, quel est l'outil le plus efficace pour ce type de tâches ?

Micro, internet

9- Selon vous, quel est l'outil qui assure une décision rapide ?

Micro, internet

10- Quelles sont les difficultés rencontrées (aléas) interne au cours d'un travail normal ?

Difficultés interne	Influence sur le travail
1Le Système de Management Qualité, Environnement, Santé & sécurité est un phénomène nouveau	Amélioration du système
2Pas de coopération de la part des travailleurs

11- Quelles sont les difficultés externes que vous avez rencontrées au cours d'un travail normal ?

Difficultés externes	Influence sur le travail
1. Rien	
2.	

12- Etes-vous formé à la gestion, la décision ou bien vous utilisez votre expérience pour décider ?

Formé en gestion Formé en décision Utilise expérience

13- Votre expérience dans le management environnemental est acquise à la SCIMAT ou bien dans d'autres entreprises ?

Seulement à la SCIMAT Dans d'autres entreprises Les deux

14- Etes-vous former par des organismes internationaux ? Oui Non

Si OUI, est ce que la formation reflète votre bonne action ? Oui Non

16- Souhaitez-vous avoir plus de formations ? Oui Non

17- Pensez-vous que cela favorise un travail plus efficace ? Oui Non

18- Que pensez-vous de l'idée suivante : recevoir un logiciel, qui vous permet de gérer et d'évaluer les performances du Système Management Environnemental au sein de votre société, si cela favoriserait une décision rapide (c à d sans remonter au supérieur) ?

Bonne Mauvaise

19- Que pensez-vous, après l'utilisation de notre logiciel de l'efficacité et de la rapidité des tâches ?

Tâches efficaces Tâches non efficaces

Tâches rapides Tâches lentes

20- Que pensez-vous des informations synthétisées (indicateurs de performance) en temps réel (produites par ordinateur) qui vous aideraient à la bonne prise de décision ?

Fiables Non fiables

Si OUI veuillez remplir ce tableau.

Information de synthèse	Comment est-elle calculée ? insérez la formule de calcul
1. Evaluation de aspects environnementaux	$LR + F + R + N + M \times 15$
2. Evaluation des éléments SME	% des sections = $\frac{5}{21} \times 100$

21- Sachant que vous êtes un facteur clé de succès de cette application informatique, êtes vous prêt à nous aider (nous donner votre avis et les conseils nécessaires pour l'amélioration de ce logiciel) dans ce sens ?

Oui Non



Annexe N°4

Questionnaire: Donnez votre avis sur le logiciel EPESME

2014

1 - Globalement, quelle note de 0 à 10 donneriez-vous à EPESME..... 10

2 - L'organisation de la connaissance

- 1 - Me plaît beaucoup
- 2 - Me plaît plutôt
- 3 - Ne me plaît pas du tout
- 4 - Je ne sais pas

3 - L'utilisation d'EPESME

- 1 - Me plaît beaucoup
- 2 - Me plaît plutôt
- 3 - Ne me plaît pas du tout
- 4 - Je ne sais pas

4 - Que dites vous de l'ergonomie et de l'esthétique de EPESME

- 1 - Me plaît beaucoup
- 2 - Me plaît plutôt
- 3 - Ne me plaît pas du tout
- 4 - Je ne sais pas

5 - Le contenu d'EPESME

- 1 - Me plaît beaucoup
- 2 - Me plaît plutôt
- 3 - Ne me plaît pas du tout
- 4 - Je ne sais pas

6 - Connaissez-vous une application pareille ?

- 1 - Oui
- 2 - Non

7- Si oui quelles sont les différences.....

8- Laquelle préférez-vous ?.....

9- Est ce que les résultats donnés par EPESME peuvent aider les gérants de la cimenterie (partie SME) de décider sur un aspect bien déterminé? OUI BIEN SUR ET D'UNE MANIERE EFFICACE

10- Quelles sont les modules à améliorer ?

JUSTE A LA PLACE DE LA SOLUTION, IL FAUT ADOPTER UNE MULTIPLICATION POUR MINIMISER L'ERREUR (EVALUATION)

11 - Avez-vous une suggestion à nous faire pour améliorer EPESME ?

FAIRE ADOPTER CE LOGICIEL A D'AUTRES REFERENTIELS (SANTÉ & SECURITE AU TRAVAIL) REFERENTIEL OHSAS 18001



**Annexe N°5
Liste des Exigences Légales**

Domaine	N° et Nature du texte	Date	Intitulé du texte	Processus concerné
ICPE*	Décret exécutif n°06-198	31-Déc- 06	Définissant la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement.	PRO02-01
	Décret exécutif n°07-144	19-Mai- 07	Fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.	Tous les processus
Déchet	Loi n° 01 - 19	12-Déc-01	Relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets	Tous les processus
	Décret exécutif n° 06-104	28-fev-06	Fixant la nomenclature des déchets spéciaux, y compris les déchets spéciaux dangereux	Tous les processus
	Décret exécutif n° 2003-478	09-Déc-03	définissant les modalités de gestion des déchets d'activités de soins.	PRS01-01
	Décret exécutif n° 2002-372	11-Nov-02	relatif aux déchets d'emballages.	PRS02-01
	Décret exécutif n° 04-409	14-Déc-04	Fixant les modalités de transport des déchets spéciaux dangereux.	Tous les processus
	Décret exécutif n° 04-410	14-Déc-04	fixant les règles générales d'aménagement et d'exploitation des installations de traitement des déchets et les conditions d'admission de ces déchets au niveau de ces installations.	Tous les processus
Energie	Loi n° 99 – 09	28-juil-99	Relative à la maîtrise de l'énergie	PRO02-01
	Décret exécutif n° 05-495	26-Déc-05	Relatif à l'audit énergétique	
Ressource Naturelle	Loi n° 83 – 17	16-juil-83	Code des eaux	Tous les processus
	Loi n° 05-12	04 Août 05	Relative à l'eau	Tous les processus
Tous	Loi n° 83-03	05-févr-83	Relative à la protection de l'environnement	Tous les processus
Tous	Loi n° 03-10	19-juil-03	Relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable	Tous les processus

Suite 1 Liste des Exigences Légales

Domaine	N° et Nature du texte	Date	Intitulé du texte	Processus concerné
Air	Décret n° 93-165	10-juil-93	Emission atmosphériques des installations fixes	PRS02-01 PRO02-01
	Décret exécutif n° 06-138	15-avril-06	réglementant les émissions atmosphériques de fumées, gaz, poussières, odeurs et particules solides, des installations fixes.	PRS02-01 PRO02-01
	Protocole de Kyoto		Convention cadre des nations unies sur les changements climatiques	
Sol	Décret n° 93-160	10-juil-93	Rejets d'effluents liquides industriels	PRS02-01 PRO02-01 PRO03-01
	Décret exécutif n° 06-141	19-avril-06	définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.	
	Décret n° 93-161	10-juil-93	Déversement des huiles et lubrifiant dans le milieu naturel	
	Décret n° 93-162	10-juil-93	Conditions et modalités de récupération et du traitement des huiles usagées	PRS02-01
Bruit	Décret n° 93-184	27-juil-93	Emission des bruits	PRO02-01 PRS02-01
Tous	Décret n° 90-79	27-févr-90	Réglementation du transport des matières dangereuses	PRO03-01
Tous	Décret n° 90-198	30-juin-90	réglementation des substances explosive	PRO02-01

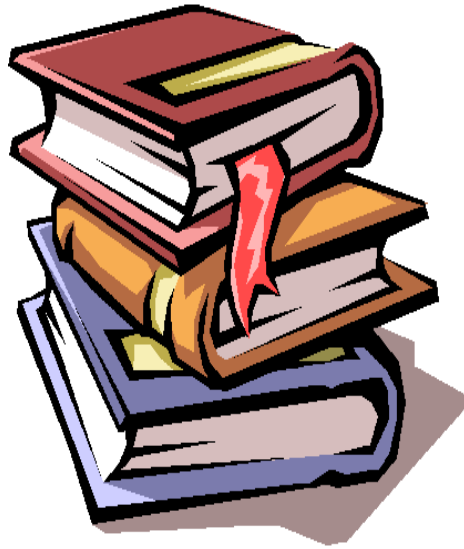
Suite 2 Listes des Exigences Légales

Domaine	N° et Nature du texte	Date	Intitulé du texte	Processus concerné
Tous	Instructions ministérielles	22-Sept-2003	relative à la maîtrise et la gestion des risques industriels impliquant des substances dangereuses	Tous
Tous	Décret n° 90-198	30-juin-90	réglementation des substances explosive	PRO02-01

Autres Exigences				
Domaine	N° et Nature du texte	Date	Intitulé du texte	Processus concerné
Tous	Budget 2010	Année 2010	Les principaux ratios	PRO02-01

* Installation classée pour la protection de l'environnement.

Références Bibliographiques



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] C. Comoglio, S. Botta, The use of indicators and the role of environmental management systems for environmental performances improvement: a survey on ISO 14001 certified companies in the automotive sector, *Journal of Cleaner Production* 20, pp. 92-102, 2012, Elsevier.
- [2] O. Myhre, K. Fjellheim, H. Ringnes, T. Reistad, K. S. Longva, T. B. Ramos, Development of environmental performance indicators supported by an Environmental information system: Application to the Norwegian defence sector, *Ecological Indicators* 29, pp. 293-306, 2013, Elsevier.
- [3] W. Zhang, W. Wang, S. Wang, Environmental performance evaluation of implementing EMS (ISO14001) in the coating industry: case study of a Shanghai coating firm, *Journal of Cleaner Production* 64, pp 205-217,2014, Elsevier.
- [4] J. Thoresen, Environmental performance evaluation - a tool for industrial improvement, *Journal of Cleaner Production* 7, pp. 365–370, 1999, Elsevier.
- [5] M Elizabeth, B Seiffert, Environmental impact evaluation using a cooperative model for implementing EMS (ISO 14001) in small and medium-sized enterprises, *Journal of Cleaner Production* 16, pp. 1447-1461,2008, Elsevier.
- [6] Organisme International de Normalisation. ISO 14000 le management environnemental, 1996, AFNOR.
- [7] A. Michaela, B. P. Castka, Underlying mechanisms in the maintenance of ISO 14001 environmental management system, *Journal of Cleaner Production*, Volume 16, Issue 18, pp. 1949-1957, 2008, Elsevier.
- [8] <http://environnement.acfci.cci.fr> 2014.
- [9] http://www.environnement.public.lu/guichet_virtuel/emas,2014.
- [10] www.normes-environnementales.com 2013.
- [11] C. BOUTIN, ISO systèmes de management environnemental. Edition de l'école polytechnique de Montréal, 1996.
- [12] Comité Technique ISO 14001/TC 207. Environmental Management Systems: Specification with Guidance, 1995.
- [13] M. Jonquière, Le manuel du management environnemental, Tomes 1 et 2, Société Alpine de Publication, Grenoble.2001.
- [14] www.iso.org, 2013.

- [15] www.actu-environnement.com 2013.
- [16] Organisme International de Normalisation. ISO 14001 Systèmes de management environnemental Exigences et lignes directrices pour son utilisation, AFNOR, 2004.
- [17] O. BOIRAL, les normes internationales ISO 14000 : fondements, enjeux et implications pour la gestion environnementale des entreprises Exportatrices, Québec : Edition, Université Laval, pp. 4,7, 1998.
- [18] D. TURCOTTE, élaboration d'une méthode d'évaluation de la performance d'un service-conseil en responsabilité environnementale, thèse en environnement Université Québec, Canada, 2011.
- [19] OCDE, L'évaluation environnementale stratégique, guide de bonnes pratiques dans le domaine de la coopération pour le développement, pp. 178, ISBN 92-64-02659-2- OCDE, 2006.
- [20] ONU, La Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, déclaration de rio sur l'environnement et le développement, Réunion à Rio de Janeiro du 3 au 14 juin 1992,
- [21] I. Daugareilh, La responsabilité sociale des entreprises, un projet européen en panne, Sociologie du travail 51, pp. 499–517, 2009, Elsevier.
- [22] J-P. Beurier, Droit international de l'environnement, Editions A. PEDONE, PARIS, 2010.
- [23] www.ielrc.org, 2014.
- [24] www.cntppdz.com, 2014.
- [25] N. Al Azri, R. Al Busiadi, H. Sulaiman, Evaluation of Environmental Impact Assessment (EIA) systems in GCC States through Performance Criteria, APCBEE Procedia 5, pp. 296-305, 2013, Elsevier.
- [26] T. Tibor, I. Feldman, ISO 14000: a guide to the new environmental management standards, Irwin Professional Pub, pp. 237, 1996.
- [27] G. Louwagie, G. Northey, J A. Finn, G. Purvis, Development of indicators for assessment of the environmental impact of livestock farming in Ireland using the Agri-environmental Footprint Index, Ecological Indicators 18, pp. 149–162, 2012, Elsevier.
- [28] International Organization for Standardization. Environmental management - environmental performance evaluation - guidelines, ISO 14031, AFNOR, Pages 33, 1999.
- [29] K. L. Greene, D. J. Tonjes, Quantitative assessments of municipal waste management systems: Using different indicators to compare and rank programs in New York State, Waste Management 34, 825–836, 2014, Elsevier.
- [30] A. Beatriz, L. Jabbour, C. Jose, C. Jabbour, Quality management, environmental management maturity, green supply chain practices and green performance of Brazilian

- companies with ISO 14001 certification: Direct and indirect effects, *Transportation Research Part E* 67, pp.39–51, 2014, Elsevier.
- [31] M. Yang, F. I. Khan, R. Sadiq, P. Amyotte, A rough set-based quality function deployment (QFD) approach for environmental performance evaluation: a case of offshore oil and gas operations, *Journal of Cleaner Production* 19, pp. 1513-1526, 2011, Elsevier.
- [32] A. Gotschol, P. De Giovanni, V. E. V. inzi, Is environmental management an economically sustainable business, *Journal of Environmental Management* 144, pp. 73-82, 2014, Elsevier.
- [33] A.B. Vicente, T. Sanfeliu, M.M. Jordan, Assesment of PM10 pollution episodes in a ceramic cluster (NE Spain): Proposal of a new quality index for PM10, As, Cd, Ni and Pb, *Journal of Environmental Management* 108, pp. 92-101, 2012, Elsevier.
- [34] F. Hourneaux, H. A. Hrdlickab, C. M. Gomesc, I. Kruglianskasd, The use of environmental performance indicators and size effect: A study of industrial companies, *Ecological Indicators* 36, pp. 205– 212, 2014, Elsevier.
- [35] M. Puig, C. Wooldridge, R. M. Darbra, Identification and selection of Environmental Performance Indicators for sustainable port development, article in press, 2014, Elsevier.
- [36] Y. Ruiz, P. Suarez , A Alonso , E Longo , F San Juan , Mutagenicity test using *Vibrio harveyi* in the assessment of water quality from mussel farms, *water research* 47, pp. 2742-2756, 2013, Elsevier.
- [37] M. Gaussin, G.Hub, S.Abolghasem , S.Basu , M.R.Shankar , B.Bidanda , Assessing the environmental footprint of manufactured products: A survey of current literature, *Int. J. Production Economics*146, pp. 515–523,2013, Elsevier.
- [38] M. A. Omri, Z. Khelil-Rhouma, Effets de l'obligation légale de reporting sur les pratiques de divulgation d'informations environnementales des sociétés françaises, *Revue Libanaise de Gestion et d'Economie- No 5*, 2010.
- [39] E. Igos, E. Benetto, I. Baudin, L. Tiruta-Barna, Y. Mery, D. Arbault, Cost-performance indicator for comparative environmental assessment of water treatment plants, *Science of the Total Environment* 443, pp. 367–374,2013, Elsevier.
- [40] B.G. Hermann, C. Kroeze , W. Jawjit, Assessing environmental performance by combining life cycle assessment, multi-criteria analysis and environmental performance indicators, *Journal of Cleaner Production* 15, pp. 1787-1796, 2007, Elsevier.
- [41] A. Hsu, A. Sherbinin, H. Shi, Seeking truth from facts:The challenge of environmental indicator development in China, *Environmental Development* 3, pp. 39–51, 2012, Elsevier.
- [42] G. Collange, P. Demangel, R. Poinard, guide méthodologique du suivi de la performance, Banque internationale pour la reconstruction et le développement Région Moyen-Orient et Afrique du Nord, Département du Développement Economique et Social, 2006.

- [43] J.M. Cabello, F. Ruiz , B. Pérez-Gladish , P. Méndez-Rodríguez , Synthetic indicators of mutual funds' environmental responsibility: An application of the Reference Point Method, *European Journal of Operational Research* 236, pp. 313–325, 2014, Elsevier.
- [44] L. Berrah , L'indicateur de performance : Concepts et applications, Cepadues-Editions, pp. 170, 2002.
- [45] M. Bourmeau, Indicateurs et tableaux de bord, AFNOR, 2000.
- [46] www.wikipedia.org/wiki/Audit 2014.
- [47] R. Huang, L. Yuhui, Undesirable input–output two-phase DEA model in an environmental performance audit, *Mathematical and Computer Modelling* 58, pp. 971–979, 2013, Elsevier.
- [48] A. PRATS, Mise en place d'un système de management environnemental, *Technique de l'ingénieur*, G 5 000v2, 2008.
- [49] A. Anli, C. Kolski, M. Abed, Principes et architecture pour la personnalisation d'information en interaction homme-machine, *Application à l'information transport*, *Articles Longs*, Toulouse, 2005.
- [50] W-J. Park, D-H. Bae, A two-stage framework for UML specification matching, *Information and Software Technology* 53, pp. 230-244, 2011, Elsevier.
- [51] www.Uml.org 2014.
- [52] M. Kuhmann, G. Kalus, M. Then, The Process Enactment Tool Framework—Transformation of software process models to prepare enactment, *Science of Computer Programming* 79, pp. 172–188, 2014, Elsevier.
- [53] L. Audibert, UML2 de l'apprentissage à la pratique, ellipses, pp. 289, 2009.
- [54] B. Charroux, A. Osmani, Y. Thierry-Mieg, UML2 Pratique de la modélisation, collection Synthex France, 2008.
- [55] C. Soutou, UML 2 pour les bases de données, Groupe Eyrolles, 2007.
- [56] F.G. Wilkie , I.R. McChesney , P. Morrow, C. Tuxworth, N.G. Lester, The value of software sizing, *Information and Software Technology* 53, pp. 1236–1249, 2011, Elsevier.
- [57] <http://uml.shl.com> 2014.
- [58] <http://www.rational.com/uml> 2014.
- [59] www.omg.org 2014.
- [60] M. Strembeck, J. Mendling, Modeling process-related RBAC models with extended UML activity models, *Information and Software Technology* 53, pp. 456–483, 2011, Elsevier.
- [61] B. P. Douglass, Real-Time UML Workshop for Embedded Systems - Introduction to UML, pp.1-32, 2014, Elsevier.

- [62] L. Apvrille, P. de Saqui-Sannes, Adding a Methodological Assistant to a Protocol Modeling Environment, NOTERE'08 pp. 23-27, 2008, Lyon, France.
- [63] G. Fuchs, R. German, UML2 Activity Diagram based Programming of Wireless Sensor Networks, SESENA'10, May 3, 2010, Cape Town, South Africa.
- [64] M. Sulayman, C. Urquhart, E. Mendes, S. Seidel, Software process improvement success factors for small and medium Web companies: A qualitative study Information and Software Technology 54, pp. 479–500, 2012, Elsevier.
- [65] J. A. Hurtado, M. C. Bastarrica, S. F. Ochoa, J. Simmonds, MDE software process lines in small companies, The Journal of Systems and Software 86, pp. 1153- 1171, 2013, Elsevier.
- [66] K. Sousa, J. Vanderdonckt, B. Henderson-Sellers , C. Gonzalez-Perez , Evaluating a graphical notation for modelling software development methodologies, Journal of Visual Languages and Computing 23, pp.195–212, 2012, Elsevier.
- [67] G. Ghielmini, P. Pedrazzoli, D. Rovere , Virtual Factory Manager for semantic data handling, CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology 6 pp. 281–291 , 2013, Elsevier.
- [68] U. Wajid , A. Namoun, C. A. Marin, N. Mehandjiev, Designing and evaluating a system of document recognition to support interoperability among collaborative enterprises, Computers in Industry 64, pp. 598–608,2013, Elsevier.
- [69] J. Cabota, R. Clarisób, D. Rierab, On the verification of UML/OCL class diagrams using constraint programming, The Journal of Systems and Software 93, pp. 1–23 ,2014, Elsevier.
- [70] T. Goto, T. Kirishima, T. Nishino, T. Yakuc, K. Tsuchida, Generation of UML package diagrams based on an attribute graph grammar, Journal of Computational Science 5 pp. 606–615, 2014, Elsevier.
- [71] I-C. Hsu, D-H. Ting, N-L. Hsueh, MDA-based visual modeling approach for resources link relationships using UML profile, Computer Standards & Interfaces 36 pp. 648–656, 2014, Elsevier.
- [72] C. Coutinho, A. Cretan , R. Jardim-Goncalves, Sustainable interoperability on space mission feasibility studies, Computers in Industry 64, pp. 925–937, 2013, Elsevier.
- [73] P. Roques, UML2 Par la pratique, pp. 363, 2011, Eyrolles.
- [74] M. Franchetti, ISO 14001 and solid waste generation rates in US manufacturing organizations: an analysis of relationship, Journal of Cleaner Production 19, pp. 1104 - 1109,2011, Elsevier.

- [75] M.A. Balzarova, P. Castka, Underlying mechanisms in the maintenance of ISO14001 environmental management system, *Journal of Cleaner Production* 16, pp. 1949-1957, 2008, Elsevier.
- [76] B. Seiffert, Environmental impact evaluation using a cooperative model for implementing EMS (ISO 14001) in small and medium-sized enterprises, *Journal of Cleaner Production* 16, *E Journal of Cleaner Production* 16, pp. 1447-1461, 2008, Elsevier.
- [77] O.J. De Oliveira, J.R. Serra, M.H. Salgado, Does ISO 14001 work in Brazil?, *Journal of Cleaner Production* 18, pp. 1797-1806, 2010, Elsevier.
- [78] O. Boiral, J.F. Henri, Modelling the impact of ISO 14001 on environmental performance: A comparative approach, *Journal of Environmental Management* 99, pp. 84-97, 2012, Elsevier.
- [79] J.P. MacDonald, Strategic sustainable development using the ISO 14001 Standard, *Journal of Cleaner Production* 13, pp. 631-643, 2005, Elsevier.
- [80] D. Prajogo, A.K.Y. Tang, K.H. Lai, Do firms get what they want from ISO 14001 adoption: an Australian perspective, *Journal of Cleaner Production*, Elsevier, pp. 1-10, 2012 Elsevier.
- [81] G.Y. Qi, S.X. Zeng, C.M. Tamb, H.T. Yin, Diffusion of ISO 14001 environmental management systems in China: rethinking on stakeholders' roles, *Journal of Cleaner Production* 19, pp. 1250 -1256, 2011, Elsevier.
- [82] G. Rodríguez, F.J. Alegre, G. Martínez, Evaluation of environmental management resources (ISO 14001) at civil engineering construction worksites: A case study of the community of Madrid, *Journal of Environmental Management* 92, pp. 1858 – 1866, 2011, Elsevier.
- [83] M. Sambasivan, F. N. Yun, Evaluation of critical success factors of implementation of ISO 14001 using analytic hierarchy process (AHP): a case study from Malaysia, *Journal of Cleaner Production* 16, pp. 1424 -1433, 2008, Elsevier.
- [84] S. Hariz L. Bahmed, Assessment of environmental management system performance in the Algerian companies certified ISO 14001, *Management of Environmental Quality: An International Journal* Vol. 24 N° 2, pp. 228-243, 2013, Emerald.
- [85] L. Jolia-ferrier, N. Boudeville, *Guide pratique de l'audit d'environnement*. Editions: TEC & DOC, 1999, Paris, France.
- [86] M. Bakiri, Contribution à la conduite et à l'évaluation des systèmes de production intégrant les domaines Qualité, Sécurité et Environnement. Thèse doctorat, L'université bordeaux 1 Ecole doctorale des sciences physiques et de l'ingénieur 2006.
- [87] J. Duijm, C. Fievez, M. Gerbec, U. Hauptmanns, M. Konstandinidou, Management of health, safety and environment in process industry, *Safety Science*, vol 46, pp. 908-920, 2008, Elsevier.

- [88]C. Jabbour, F. Santos, M. Nagano, Environmental management system and human resource practices: is there a link between them in four Brazilian companies. *Journal of Cleaner Production* 16, pp. 922-925, 2008, Elsevier.
- [89]S. Hariz, L. Bahmed, Etude critique du Système de Management Environnemental en Algérie, La certification ISO 14001 en Algérie, 2011, Editions Universitaires Européennes.
- [90] S. Hariz L. Bahmed, Evaluation du Système de Management Environnemental au niveau des Entreprises Algériennes par les Outils de la Qualité, *Revue internationale TSM Techniques Sciences et Méthodes- N°5*, 2010.
- [91] L. Abdelhamid, L. Bahmed, A. Benoudjit, Impact of renewable energies – environmental and economic aspects: “Case of an Algerian company, *Management of Environmental Quality: An International Journal*, Emerald Group Publishing Limited ISSN 1477-7835, Vol. 23 Iss: 1, pp.6 – 22, 2012.
- [92] L. Bahmed , Etude Statistique des Tendances des Différentes Catégories du Personnel Envers le Concept « Qualité » : Cas d’Une Entreprise Algérienne (AMC El Eulma). *Management stratégique. Revue Recherches en Sciences de Gestion* ISSN : 163467056, N° 88, 2012.
- [93] L. Bahmed ,M. Djebabra ,L. Boubakeur , A. Boukhalfa, Implementing the ISO 14001 Certification: an Empirical Study of an Algerian Company in the Process of Certification. *Journal Management of Environmental Quality: An International Journal* edited by Emerald Group Publishing Limited, vol 20 issue 2, pp. 155-164, 2009.
- [94] L. Bahmed, A. Boukhalfa, M. Djebabra, Eco-conception in the Industrial Firms: Methodological Proposition. *Journal Management of Environmental Quality: An International Journal*, Emerald Group Publishing Limited ISSN number 1477-7835, Vol 16, N°5, pp. 530-547, 2005.
- [95] L. Bahmed, M. Djebabra, Architecture d’un projet de conception intégrant la dimension environnement dans les entreprises industrielles, *Phoebus- Revue de la sûreté de fonctionnement* éditée par le Groupe Préventique ISSN 1621-0190, N°20, pp. 65-75,2002 France.
- [96] L. Bahmed, M. Djebabra, Conception : Une démarche qui allie Sécurité, Qualité et Respect de l’Environnement. *Instantanés Techniques, Revue des « Techniques de l’Ingénieur* éditée par Techniques de l’Ingénieur sous le numéro ISS, ISSN 0994-0758, N°24, pp. 03-05, 2001.
- [97] L. Bahmed, S. Hariz, Evaluation de la Perception Humaine et Sociale du Système de Management Environnemental au Niveau des Entreprises Algéennes, *Social & Human Sciences Review*, Bi-annual Scientific Review Published by Batna University, Algérie, ISSN 1111-5149, Vol. 1 N°24, pp.1-19, 2011.
- [98] SCIMAT, Manuel Qualité Environnement, pp. 26, 2010.
- [99] Certification de Systèmes de Management, AFAQ, AFNOR International, 2010.

- [100] SCIMAT, déclaration de la politique de l'entreprise SMI, 2011.
- [101] SCIMAT, Management de la qualité et de l'environnement, pp.7, 2012.
- [102]SCIMAT, Programme de management environnemental de la SCIMAT, pp. 2, 2012.
- [103] GICA groupe industriel des ciments d'Algérie, société des ciments d'Ain Touta, PV revue de direction SMI N°1, pp. 20, 2012.

TABLE DES MATIERES

Dédicace	i
Remerciement	ii
Sommaire	iii
Table des figures	iv
Table des tableaux	v
Liste des abréviations	vi
Introduction générale.....	1

Chapitre I : Revue de littérature sur Le Système de Management Environnemental (SME)

1. Introduction	6
2. Le Système de Management Environnemental (SME).....	6
2.1. Le SME selon le règlement européen "Eco-audit" ou EMAS	8
2.1.1. Phase 1 : Mise en place du SME	8
2.1.2. Phase 2 : Organisation du SME	9
2.1.3. Phase 3 : Suivi du SME	9
2.1.4. Phase 4 : Documentation	9
2.1.5. Phase 5 : Evaluation.....	9
2.1.6. Phase 6 : Communication	9
2.1.7. Phase 7 : Vérification	9
2.2. Les normes ISO 14000	10
2.2.1. Politique environnementale	11
2.2.2. Planification	11
2.2.3. Mise en œuvre et fonctionnement.....	12
2.2.4. Contrôle et mesures correctives	12
2.2.5. Amélioration continue	13
2.2.6. Liste des normes du Système de Management Environnemental	13
2.2.7. Normes spécifiques	14
2.2.7.1. Marquage et déclarations	14
2.2.7.2. Analyse du cycle de vie	14
2.3. Le SME selon la norme ISO 14000.....	15
2.3.1. Les bénéfices de la démarche environnementale	17
2.3.2. Les gains attendus par les entreprises	18
2.3.3. Les principales exigences de la norme ISO 14001	18
2.3.3.1. Exigences générales (chapitre 4.1)	18
2.3.3.2. Définir une politique environnementale (chapitre 4.2).....	18
2.3.3.3. Planification (Chapitre 4.3)	19
2.3.3.4. Mise en œuvre et fonctionnement (Chapitre 4.4)	19
2.3.3.5. Contrôle et actions correctives (Chapitre 4.5)	19
2.3.3.6. Revue de direction (Chapitre 4.6)	20
3. L'évaluation environnementale	20
3.1. Définitions	20
3.2. Législation	21
3.2.1. Législation internationale.....	21
3.2.2. Législation Algérienne.....	22

3.3. Les méthodes de l'évaluation	23
3.4. L'évaluation de performances environnementales	24
3.4.1. Planification	25
3.4.1.1. Préoccupations de la direction	25
3.4.1.2. Choix des indicateurs environnementaux	26
3.4.2. Evaluation proprement dite.....	26
3.4.2.1. Recueil des données.....	26
3.4.2.2. Analyse des données.....	26
3.4.2.3. Évaluation de l'information.....	27
3.4.3. Revue et Amélioration de l'Evaluation des Performances Environnementales	27
3.5. Les indicateurs environnementaux	27
3.5.1. Fonction des indicateurs	28
3.5.2. Objectifs.....	29
3.5.3. Agrégation et pondération des indicateurs.....	30
3.5.3.1. L'agrégation	30
3.5.3.2. L'intégration	30
3.5.3.3. Intégration du facteur d'impact à l'impact.....	31
3.5.3.4. Impacts contribuant à une situation globale	31
3.5.4. Construction des indicateurs	32
3.5.4.1. Critères de sélection.....	32
3.5.4.1.1. Pertinence	32
3.5.4.1.2. Justesse d'analyse	33
3.5.4.1.3. Données	33
3.5.4.2. Méthode de construction.....	33
3.6 Audit environnemental	34
3.6.1 .Définition de l'Audit	34
3.6.2 Objectifs de l'audit	35
4 Conclusion	37

Chapitre II : Revue de la littérature sur Le Langage de Modélisation Unifié (UML)

1. Introduction	38
2. Le Génie logiciel	38
2.1. Définition	38
2.2. Critères de qualité d'un logiciel	39
2.3. La Modélisation	40
2.3.1. Maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre	40
2.4. Le cycle de vie d'un logiciel	41
2.4.1. Les étapes du cycle de vie d'un logiciel	41
2.4.2. Modèles de cycles de vie d'un logiciel	42
2.4.2.1. Modèle de cycle de vie en cascade	42
2.4.2.2. Modèle de cycle de vie en V	43
2.4.2.3. Modèle de cycle de vie en spirale	44
2.4.2.4. Modèle par incrément	45
2.5. Méthodes d'analyse et de conception	45

2.5.1. Méthodes fonctionnelles descendantes	45
2.5.2. Méthodes orientées objet	46
3. L'approche Objet	47
3.1. L'Objet	47
3.2. Les Classes	47
3.3. L'instanciation	48
3.4. Les relations entre associations	48
3.5. Les Messages et la Synchronisation	49
3.6. Généralisation et Spécialisations	49
4. UML (Unified Modeling Language)	50
4.1. Définition	51
4.2. Les vues d'UML	52
4.2.1. Vue des cas d'utilisation	52
4.2.2. Vue logique	52
4.2.3. Vue d'implémentation	53
4.2.4. Vue des processus	53
4.2.5. Vue de déploiement	53
4.3. Les diagrammes de l'UML	54
4.3.1. Diagrammes structurels ou statiques	56
4.3.1.1. Diagramme de classes	56
4.3.1.2. Diagramme d'objets	56
4.3.1.3. Diagramme de composants	57
4.3.1.4. Diagramme de déploiement	57
4.3.1.5. Diagramme des paquetages	57
4.3.1.6. Diagramme de structure composite	58
4.3.2. Diagrammes comportementaux ou diagrammes dynamiques (UML Behavior)	58
4.3.2.1. Diagrammes de cas d'utilisation	58
4.3.2.2. Diagramme états-transitions	59
4.3.2.3. Diagramme d'activité	59
4.3.3. Diagrammes d'interaction ou dynamiques	60
4.3.3.1. Diagrammes de séquences	60
4.3.3.2. Diagramme de communication	60
4.3.3.3. Diagramme global d'interaction	61
4.3.3.4. Diagramme de temps	61
4.4. Présentation d'un modèle UML	61
4.4.1. Présentation stratégique	61
4.4.2. Modèle formel	62
4.5. Les éléments du modèle UML	62
5. Conclusion	64

Chapitre III : Evaluation de la performance du Système de Management Environnemental dans les entreprises Algériennes certifiées ISO 14001

1. Introduction	65
2. Etat de l'art sur la mise en place du SME dans le monde	65
3. Méthodologie d'étude	68

4. Synthèse des résultats de l'évaluation	72
4.1. Evaluation globale des différentes exigences du SME.....	72
4.1.1. Eléments d'appréciation globale du SME	76
4.1.2. Axes d'amélioration	77
4.2. Degré d'évaluation de chaque élément du SME selon le modèle PDCA (Roue de Deming)	77
5. Discussion et interprétation des résultats	78
6. Etude comparative des résultats de notre étude par rapport à ceux dans le monde	80
7. Principales recommandations en vue d'une amélioration des performances du SME	81
8. Conclusion	82

Chapitre IV : Détermination des aspects environnementaux significatifs

1. Introduction	83
2. Présentation de la société SCIMAT	83
2.1. Cadre de l'étude	86
2.2. Système de management de la SCIMAT	87
2.2.1. Exigences légales.....	90
2.2.2. Etablissement du programme environnemental	90
2.2.2.1. Objectifs et cibles.....	90
2.2.2.2. Plan d'action	91
3. Procédure Non-conformités, action corrective et action préventive	91
3.1. Exigences de la norme	91
3.2. Identification des non-conformités	91
3.2.1. Domaine d'application	94
3.2.2. Documents de référence et définitions	94
4. Identification des aspects environnementaux	95
4.1. Caractérisation des aspects environnementaux	96
4.1.1. Désignation de l'aspect	97
4.1.2. Types d'impacts associés aux aspects	97
4.1.3. Evaluation des Aspects Environnementaux	97
4.1.3.1. Matrice d'évaluation	97
4.1.3.2. Seuil de significativité	99
4.1.4. Mise à jour de l'analyse environnementale	99
5. Principe et Etude théorique d'un logiciel d'évaluation des performances environnementales sur la base du SME (EPESME)	100
5.1. Les cas d'utilisation	101
5.2. Modélisation des scénarios par les diagrammes de séquence et de communication	105
5.2.1. Scénario : Ajout d'une activité	105
5.2.1.1. Diagramme de communication associé	106
5.2.2. Scénario : Modification d'une activité.....	106
5.2.2.1. Diagramme de communication associé	108
5.2.3. Scénario : Suppression d'une Activité.....	108
5.2.3.1. Diagramme de communication associé	109
5.2.4. Scénario : S'authentifier	110
5.2.4.1. Le diagramme de communication associé	111

5.3. Le diagramme de classe	111
6. Conclusion.....	113

Chapitre V: Evaluation du système de management environnemental de la SCIMAT par le logiciel EPESME

1. Introduction	114
2. Système de Management Environnemental	114
2.1. Procédures Environnementales	116
3. Présentation du logiciel EPESME	116
3.1. Résultats globaux de l'évaluation	117
3.1.1. Analyse environnementale	117
3.1.2. Analyse réglementaire	122
3.1.2.1. La maîtrise des exigences réglementaires	122
3.1.2.2. Analyse réglementaire proprement dite	122
3.1.3. Évaluation de la performance environnementale du SME de la SCIMAT	126
3.1.3.1. Indicateur « Air »	126
3.1.3.2. Indicateur « Energie »	127
3.1.3.3. Indicateur « Déchet »	131
3.1.3.4. Indicateur « Sol »	131
3.1.3.5. Exigences du SME	132
3.1.3.6. Archivage et restauration	136
4. Discussion et interprétation des résultats	137
4.1. La première application	138
4.2. La deuxième application	139
4.2.1. Indicateur « Air »	139
4.2.2. Indicateur « Energie »	140
4.2.3. Indicateur « Sol »	141
4.2.4. Indicateur « Déchets »	141
4.3. La troisième application	141
5. Evaluation des différents paramètres techniques du logiciel EPESME	142
6. Recommandations	143
7. Conclusion	144
Conclusion générale	145
Annexes	148
Références bibliographiques	166
Table des matières	175