



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
Ecole Nationale Polytechnique



Département Maîtrise des Risques Industriels et Environnementaux  
Filière : QHSE-GRI

Mémoire de Projet de Fin d'Étude pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'État en  
QHSE-GRI

---

## Évaluation digitalisée des SM-HSE par l'élaboration d'un modèle quantitatif basé sur les méthodes multicritères

### Cas de HOLCIM Algérie

---

**ABSI Imene**  
**HADDADOU Lotfi Abdessalem**

Sous la direction de :

M. Amine BENMOKHTAR	Maître de conférence A à l'ENP
Mme. Marya FODIL	Maître-Assistant A à l'ENP
M. Hamza BRAHIMI	Manager HSE Holcim Algérie

Présenté et soutenu publiquement le 22/06/2025 devant le jury composé de :

M. Hamid Yousfi	Président	Professeur à l'ENP
M. Mohamed Boubakeur	Examinateur	Maître assistant A à l'ENP
M. Farid Leguebedj	Examinateur	Docteur à l'ENP





المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
Ecole Nationale Polytechnique



Département Maîtrise des Risques Industriels et Environnementaux  
Filière : QHSE-GRI

Mémoire de Projet de Fin d'Étude pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'État en  
QHSE-GRI

---

## Évaluation digitalisée des SM-HSE par l'élaboration d'un modèle quantitatif basé sur les méthodes multicritères

### Cas de HOLCIM Algérie

---

**ABSI Imene**  
**HADDADOU Lotfi Abdessalem**

Sous la direction de :

M. Amine BENMOKHTAR  
Mme. Marya FODIL  
M. Hamza BRAHIMI

Maître de conférence A à l'ENP  
Maître-Assistant A à l'ENP  
Manager HSE Holcim Algérie

Présenté et soutenu publiquement le 22/06/2025 devant le jury composé de :

M. Hamid Yousfi	Président	Professeur à l'ENP
M. Mohamed Boubakeur	Examinateur	Maître assistant A à l'ENP
M. Farid Leguebedj	Examinateur	Docteur à l'ENP

## ملخص

يقترح هذا العمل منهجية منظمة لتقدير نظام إدارة الصحة والسلامة والبيئة (SM-HSE) لدى شركة Holcim الجزائر، وذلك استجابةً للقيود التي تفرضها الأساليب التقليدية. بدأت العملية بتصنيف مؤشرات الأداء المعتمدة، تلتها مرحلة تقليل الأبعاد باستخدام تحليل المركبات الرئيسية (PCA). ثم تم إدماج المؤشرات المختارة ضمن إطار تقدير متعدد المعايير يجمع بين أسلوب التحليل الهرمي (AHP)، وطريقة المجموعات الوزنية (WSM)، وتحليل باريتو، بهدف بناء نموذج تقدير شامل. وفي المرحلة الأخيرة، تم تطوير واجهة برمجية (API) مخصصة لأتمتة عملية التقدير وضمان المتابعة المستمرة.

**كلمات مفتاحية :** API، MSP، AHP، PCA، مؤشرات الأداء،

## Abstract

This work proposes a structured approach to evaluate the HSE-MS of Holcim Algeria, in response to the limitations of classic methods. The first step involved grouping and categorizing existing performance indicators, followed by dimensionality reduction using Principal Component Analysis (PCA). The selected indicators were then integrated into a multi-criteria evaluation method combining the Analytical Hierarchical Process (AHP), the Weighted Sum Method (WSM), and Pareto analysis, with the aim of building a comprehensive assessment model. Finally, a digital application (API) was developed to automate the entire process and enable continuous monitoring.

**Keywords :** PCA، AHP، WSM، Performance indicators، API.

## Résumé

Ce travail propose une démarche structurée pour évaluer le SM-HSE de Holcim Algérie, en réponse aux limites des méthodes classiques. La première étape a consisté à regrouper et catégoriser les indicateurs de performance existants, avant d'appliquer une réduction dimensionnelle par Analyse en Composantes Principales (ACP). Les indicateurs sélectionnés ont ensuite été intégrés dans une méthode multicritère combinant le Processus Hiérarchique Analytique (AHP), la Méthode des Sommes Pondérées (MSP) et l'analyse de Pareto, en vue de construire un modèle d'évaluation global. Enfin, une application numérique (API) a été développée afin d'automatiser l'ensemble du processus et de permettre un suivi continu.

**Mots-clés :** ACP، AHP، MSP، Indicateurs de Performance، API.

# *Dédicaces*

Du fond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers.

## **À ma mère, Fadila,**

ma source d'inspiration, la femme la plus forte à mes yeux,  
celle qui a su me soutenir et m'encourager durant ces années d'études.  
Aucune dédicace ne peut exprimer mon respect, mon amour éternel et ma  
considération.

## **À mon père, Abd El Ghani,**

mon bras droit, l'homme inspirant qui a façonné ce que je suis devenue  
aujourd'hui.

Merci pour la force, le soutien et l'amour que tu m'as donnés et que tu continues  
de m'offrir.

## **À mes sœurs, Nadia et Ikram,**

merci d'avoir toujours été à mes côtés avec votre amour et vos encouragements.

## **À mes grands-parents,**

que Dieu les protège et les garde auprès de nous encore longtemps.

## **À toute ma famille, paternelle et maternelle,**

merci pour votre soutien, vos prières et votre amour inconditionnel tout au long  
de mon parcours.

## **À mes cousins et cousines,**

merci pour votre affection et les moments partagés qui ont été une source de joie.

## **À mes amis,**

merci pour votre écoute, votre bonne humeur et votre présence fidèle dans les  
bons comme dans les mauvais moments.

## **À mon binôme, HADDADOU Lotfi,**

merci pour ton engagement, ton professionnalisme et ta collaboration exemplaire  
tout au long de ce travail.

Ton sérieux et ton esprit d'équipe ont largement contribué à la réussite de ce  
projet.

*Imene*

## *Dédicaces*

À ma mère,  
pour ton amour et tes sacrifices silencieux.  
Que Dieu te protège et te comble de bonheur.

À mon père,  
pour ton soutien constant et ta présence rassurante.  
et les nombreux sacrifices que tu as faits pour moi.  
Merci d'avoir toujours cru en moi.

À mes sœurs,  
pour votre affection, vos encouragements.  
Vous êtes une source de joie au quotidien.

À mes grands-parents,  
pour votre amour simple et vos prières discrètes.  
Vous êtes toujours dans mon cœur.

À toute ma famille,  
pour votre soutien et votre fierté, à chaque étape.

À mes amis,  
pour votre présence, vos mots justes et votre amitié sincère.

À ma binôme, Imene,  
pour ta complicité et ton engagement tout au long de ce travail.  
Merci d'avoir partagé cette aventure avec moi.

Je vous dédie ce travail avec toute ma reconnaissance.

*Lotfi*

## *Remerciements*

Avant d'entamer ce mémoire, nous tenons à exprimer nos plus chaleureux remerciements à nos encadrants académiques, M. Amine BENMOKHTAR et Mme Marya FODIL, pour leur accompagnement constant et leur disponibilité tout au long de ce projet. Leur soutien et leur encadrement ont constitué la base de l'aboutissement de ce travail.

Nous exprimons également notre profonde reconnaissance à M. Hamza BRAHIMI, notre encadrant en entreprise, pour avoir accepté de nous encadrer au sein de HOLCIM ALGÉRIE, et pour l'assistance technique précieuse qu'il nous a apportée durant ce stage.

Nos remerciements s'adressent aussi à l'entreprise HOLCIM ALGÉRIE, pour son accueil chaleureux et pour nous avoir offert un cadre propice à l'apprentissage pendant ces six derniers mois.

Nous souhaitons également exprimer notre plus sincère gratitude aux membres du jury, présidé par M. Hamid YOUSFI, et composé de M. Mohamed BOUBAKEUR et M. Farid LEGUEBEDJ, pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant d'évaluer ce travail et pour leurs remarques constructives.

Enfin, nous adressons nos remerciements les plus sincères à l'ensemble de nos enseignants du département MRIE, pour leur engagement et leur expertise, ainsi qu'à nos camarades de promotion, avec qui nous avons partagé ces trois dernières années.

# Table des matières

## Lise des figures

## Liste des tableaux

## Liste des abréviations

<b>Introduction Générale</b>	<b>16</b>
<b>Chapitre 1 - Mise en Contexte de l'étude</b>	<b>17</b>
1.1 Groupe HOLCIM . . . . .	18
1.2 HOLCIM Algérie . . . . .	19
1.2.1 Histoire du groupe Holcim Algérie . . . . .	19
1.2.2 Partenariats . . . . .	20
1.2.3 Sites opérationnels . . . . .	20
1.3 Gamme de produits ciment Holcim . . . . .	21
1.4 Processus de fabrication . . . . .	23
1.5 Santé et sécurité chez Holcim . . . . .	24
1.5.1 Risques dans les cimenteries Holcim . . . . .	25
1.6 Mise en contexte, problématique et méthodologie . . . . .	25
1.6.1 Problématique . . . . .	26
1.6.2 Questions posées . . . . .	26
1.6.3 Objectifs . . . . .	26
1.6.4 Méthodologie . . . . .	26
<b>Chapitre 2 - Concepts fondamentaux et SM-HSE de Holcim</b>	<b>29</b>
2.1 Système de Management . . . . .	30
2.2 Système de Management HSE . . . . .	30
2.3 Importance d'un SM-HSE . . . . .	31
2.4 Performance . . . . .	31
2.4.1 Performance Globale . . . . .	31
2.4.2 Performance d'un SM-HSE . . . . .	32
2.4.3 Facteurs de la performance d'un SM-HSE . . . . .	32
2.5 Concept d'évaluation de la performance d'un SM-HSE . . . . .	33
2.5.1 Outils d'évaluation . . . . .	33
2.6 Conformité aux exigences d'un SM-HSE . . . . .	34

2.6.1	Exigence . . . . .	35
2.6.2	Concept de conformité . . . . .	35
2.6.3	Concept de Non-Conformité . . . . .	35
2.6.4	Évaluation de la conformité d'un SM-HSE . . . . .	35
2.6.5	Audit . . . . .	35
2.7	Présentation du SM-HSE de Holcim . . . . .	36
2.7.1	Cadre général du SM-HSE de Holcim . . . . .	36
2.7.2	Objectifs du SM-HSE de Holcim . . . . .	36
2.7.3	Enjeux du SM-HSE . . . . .	36
2.7.4	Structure et composantes du SM-HSE . . . . .	37
2.7.5	Politique HSE de Holcim . . . . .	38
2.7.6	Engagement de la direction . . . . .	39
2.7.7	Observations et Points d'attention . . . . .	39
2.8	Identification des exigences du SM-HSE . . . . .	39
2.9	Evaluation du SM-HSE de Holcim . . . . .	42
2.9.1	Programme du Gap assessment . . . . .	42
2.9.2	Programme d'Audit . . . . .	42
2.9.3	Revue de performance . . . . .	44
2.9.4	Indicateurs de Performances (KPIs) . . . . .	44

### **Chapitre 3 - Réorganisation des KPIs du SM-HSE de Holcim** 46

3.1	Limites des outils d'évaluation SM-HSE . . . . .	47
3.2	Catégorisation des KPIs . . . . .	47
3.3	Réduction des KPIs du groupe Holcim . . . . .	49
3.3.1	Justification de la réduction . . . . .	49
3.3.2	Analyse de données . . . . .	49
3.3.3	Outils d'analyse de données . . . . .	49
3.4	Présentation de l'ACP . . . . .	50
3.4.1	Objectifs de l'ACP . . . . .	50
3.4.2	Indice de KMO et test de Bartlett . . . . .	50
3.4.3	Étapes de l'ACP . . . . .	51
3.4.4	Utilisation du logiciel SPSS . . . . .	53
3.5	Application de l'ACP . . . . .	53
3.5.1	Présentation des données . . . . .	54
3.5.2	Résultats de l'ACP . . . . .	56
3.5.3	Discussion et Résultats finaux . . . . .	63

<b>Chapitre 4 - Développement et application de la méthode hybride d'évaluation des SM-HSE</b>	<b>66</b>
4.1    Méthodes d'aide à la décision multicritères (MCDM) . . . . .	67
4.1.1    Historique des MCDM . . . . .	67
4.1.2    Types des MCDM . . . . .	68
4.2    Présentation de l'AHP . . . . .	69
4.2.1    Justification du choix de l'AHP . . . . .	69
4.2.2    Avantages de l'AHP . . . . .	69
4.2.3    Exemples d'application de l'AHP . . . . .	69
4.2.4    Étapes de l'AHP . . . . .	70
4.3    Présentation de la MSP . . . . .	75
4.3.1    Justification du choix de la MSP . . . . .	75
4.3.2    Avantages de la MSP . . . . .	75
4.3.3    Etapes de la MSP . . . . .	76
4.4    Présentation de l'Analyse Pareto . . . . .	77
4.4.1    Avantages de l'analyse Pareto . . . . .	77
4.4.2    Étapes de l'analyse Pareto . . . . .	77
4.5    Mise en œuvre de la méthode hybride . . . . .	78
4.5.1    Identification des éléments de la méthode . . . . .	78
4.5.2    Diagramme de l'AHP . . . . .	80
4.5.3    Détermination des matrices de priorités . . . . .	82
4.5.4    Application de la méthode hybride - Cas 2024 - . . . . .	83
<b>Chapitre 5 - Digitalisation de l'évaluation (Application Web)</b>	<b>91</b>
5.1    Idée de l'API . . . . .	92
5.2    Fonctionnalités de l'API . . . . .	92
5.3    Avantage concurrentiel . . . . .	92
5.4    Sécurité des données, Hosting et Utilisateurs . . . . .	93
5.4.1    Sécurité des données . . . . .	93
5.4.2    Hosting . . . . .	93
5.4.3    Utilisateurs . . . . .	93
5.5    Logiciels et Languages utilisés . . . . .	94
5.5.1    Frontend . . . . .	94
5.5.2    Backend . . . . .	94
5.5.3    Logiciels . . . . .	94
5.6    Interface de l'API . . . . .	95

5.7 Projet STARTUP . . . . .	100
5.7.1 Analyse SWOT . . . . .	100
5.7.2 Business Model Canvas . . . . .	101
<b>Conclusion Générale</b>	<b>103</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>106</b>
<b>ANNEXE</b>	<b>110</b>
<b>ANNEXE A : Risques Industriels dans les cimenteries</b>	<b>110</b>
<b>ANNEXE B : Utilisation du logiciel SPSS</b>	<b>116</b>
<b>ANNEXE C : Evaluation performantielle 2022, 2023</b>	<b>120</b>

Confidentiel