



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد

Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة و الأمن الصناعي

Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département de Sécurité Industrielle et Environnement

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sécurité industrielle

Spécialité : Sécurité industrielle et environnement

Thème

L'impact de la réglementation HSE sur la protection de
l'environnement

Présenté et soutenu publiquement par :

Mme OULHA Wassila

Mme MEDDAH Abir

Devant le jury composé de :

Nom et prénom	Grade	Etablissement	Qualité
			PRESIDENTE
Mme Talbi Zahira	MCB	IMSI	ENCADRANTE
			EXAMINATEUR

2024 /2025

Remerciements

*Tout d'abord, je rends grâce à **Dieu**, source de toute sagesse et force, pour m'avoir accompagné et soutenu tout au long de ce parcours. Sans Sa bénédiction, je n'aurais pas pu mener à bien ce travail.*

*Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à mon encadrante, **Mme Talbi Zahira**, pour sa disponibilité, sa patience et ses précieux conseils. Son expertise et son soutien constant ont été déterminants dans la réalisation de ce mémoire. Elle a su m'orienter avec bienveillance et rigueur, ce qui m'a permis de progresser et de surmonter les difficultés rencontrées.*

*Je remercie également mon encadrant de stage, **M. Boulekouane Samir**, pour son accompagnement professionnel et ses encouragements durant toute la période de stage. Sa confiance et ses conseils avisés m'ont beaucoup aidé à acquérir de nouvelles compétences et à mieux comprendre le monde industriel.*

*Mes remerciements s'adressent également à **l'ensemble des professeurs** de l'Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle, pour la qualité de leur enseignement et leur engagement envers les étudiants. Leurs cours, riches en connaissances et en expériences, ont été une source d'inspiration et de motivation tout au long de mes études.*

*Enfin, je tiens à exprimer toute ma gratitude à **nos parents**, dont le soutien moral et affectif a été une source constante de réconfort. Leur confiance, leurs sacrifices et leur encouragement sans faille m'ont permis de mener à bien ce projet et d'atteindre mes objectifs.*

Dédicace (01)

À mes parents bien-aimés, **Oulha Hachemi** et **Nait Baloul Sakina**,
vos sacrifices, votre patience et votre amour infini ont été la lumière qui m'a guidé dans les
moments les plus difficiles. C'est grâce à vous que j'ai cru en mes rêves, même quand le
chemin semblait impossible. Je vous porte dans mon cœur à chaque instant.

À mes sœurs, **Naziha et Samira**, ainsi qu'à ma belle-sœur **Sarah**,
merci d'avoir toujours cru en moi, de m'avoir encouragé, soutenu, et d'avoir été un refuge
quand j'en avais besoin. Votre présence a été un baume pour mon âme.

À mes frères, **Mazigh et Hakim**,
votre force et vos conseils ont été un pilier solide sur lequel je me suis appuyé. Merci d'avoir
toujours été là.

À ma binôme, **Meddah Abir**,
plus qu'une simple partenaire de travail, tu as été une véritable complice et une source
inépuisable de motivation. À chaque étape de ce mémoire, tu as su m'encourager quand le
doute s'installait, me soutenir quand la fatigue pesait, et partager avec moi non seulement les
idées, mais aussi les rires et les moments de complicité.

À mes amies les plus proches **Ghalima Meriem, Belas Meriem, Rebai Meriem**
merci pour votre soutien, votre présence et votre amitié. Vous avez été là quand j'en avais
besoin, et cela a beaucoup compté pour moi.

Ce mémoire est autant le vôtre que le mien. Merci d'avoir fait partie de cette belle aventure.

WASSILA

Dédicace (02)

Je tiens à dédier cet humble travail :

À ma source de volonté, de courage mon très cher père **ABEDALLAH**

À la plus belle créature que Dieu a créée sur terre, ma tendre mère **BEN ZIDANE**

AMOURA

À mes sœurs **Habiba, Djmaa, Hania, Kholoud et Saiida**

À mes frères **Noureddine et Bousstila**

à ma deuxième famille, celle de mon cher oncle.

Merci pour votre amour, votre soutien inconditionnel, et les moments précieux

Partagés à vos côtés.

Votre présence m'a toujours apporté chaleur, réconfort et motivation.

Cette réussite, je la partage aussi avec vous.

À ma binôme, **Oulha Wassila**, pour son engagement, sa patience, sa persévérance

Et sa bonne humeur tout au long de cette aventure.

Merci pour ton soutien dans les moments de doute,

Ta présence constante, ta motivation contagieuse,

Et cette belle complicité qui a rendu notre collaboration unique et enrichissante.

À mes meilleurs amis : **Lokmane, Nouria, Sérine, Hanane.**

À tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer Tous ceux qui

M'aiment et que j'aime.

Abir

RÉSUMÉ

Ce mémoire traite de l'impact de la réglementation HSE (Hygiène, Sécurité, Environnement) sur la protection de l'environnement, particulièrement dans le secteur industriel. La réglementation HSE joue un rôle essentiel pour limiter les risques et réduire les impacts environnementaux liés aux activités humaines. Il présente les notions fondamentales du HSE ainsi que la législation et les normes réglementaires qui encadrent cette discipline. L'étude inclut également une présentation de l'entreprise Lafarge Holcim Oggaz et ses pratiques pour respecter ces exigences. Une étude des émissions atmosphériques par un simulateur AERMOD, un modèle de dispersion atmosphérique utilisé pour simuler la dispersion des poussières issues de la production de ciment blanc, ce qui permet d'évaluer l'efficacité des mesures de protection environnementale.

Mot clés: réglementation, Norme, AERMOD, Environnement

ABSTRACT

This thesis focuses on the impact of HSE (Health, Safety, and Environment) regulations on environmental protection, especially in the industrial sector. HSE regulations play a key role in minimizing risks and reducing environmental impacts caused by human activities. It explains fundamental HSE concepts, as well as the legislation and regulatory standards that govern the field. The study also presents the company Lafarge Holcim Oggaz and its practices to comply with these requirements. A case study is conducted using the AERMOD simulator, an atmospheric dispersion model used to simulate dust dispersion from white cement production, allowing assessment of the effectiveness of environmental protection measures.

KEYWORDS: Regulation, Standard, AERMOD, Environment

ملخص

تتناول هذه الرسالة تأثير لوائح الصحة والسلامة والبيئة على حماية البيئة، لا سيما في القطاع الصناعي. وتلعب هذه اللوائح دورًا حيويًا في الحد من المخاطر وتقليل الآثار البيئية للأنشطة البشرية. وتقدم الرسالة المفاهيم الأساسية للصحة والسلامة والبيئة، بالإضافة إلى التشريعات والمعايير التنظيمية التي تحكم هذا المجال. كما تتضمن الدراسة عرضًا لشركة لافارج هولسيم أوغاز وممارساتها في تلبية هذه المتطلبات. وتُجرى دراسة حالة باستخدام محاكي AERMOD، وهو نموذج تشتت جوي يُستخدم لمحاكاة تشتت الغبار الناتج عن إنتاج الأسمنت الأبيض، مما يُتيح تقييم فعالية تدابير حماية البيئة الكلمات المفتاحية: التنظيم، المعيار البيئي

Liste des abréviations

- **HSE** : Health, Safety, and Environment (Santé, Sécurité et Environnement)
- **TMS** : Troubles Musculo-Squelettiques
- **EPI** : Équipements de Protection Individuelle
- **DUER** : Document Unique d'Évaluation des Risques
- **AMDEC** : Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité
- **HAZOP** : Hazard and Operability Study
- **APR** : Analyse Préliminaire des Risques
- **REX** : Retour d'Expérience
- **SME** : Système de Management Environnemental
- **ICPE** : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
- **DCE** : directive cadre sur l'eau
- **ACV** : Analyse du Cycle de Vie
- **CHSCT** : Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail
- **PGP** : principes généraux de préventions
- **PPSPS** : **Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé**
- **DUERP** : Document Unique d'Évaluation des Risques professionnels
- **SST** : Santé Sécurité au Travail
- **MT** : Médecin de Travail
- **CPHS** : Comité de Prévention et d'Hygiène et de Sécurité
- **AT** : Accident du Travail
- **SHS** : Service Hygiène et Sécurité
- **PII** : Plan d'Intervention Interne
- **POI** : Plan d'Opération Interne
- **DB** : décibel
- **MP** : Maladies Professionnelles
- **PDCA** : Plan-Do-Check-Act (cycle d'amélioration continue)
- **ISO** : International Organisation for Standardisation (Organisation internationale de normalisation)
- **ODD** : Objectifs de Développement Durable
- **RCE** : Responsabilité Environnementale des Entreprises
- **LCO** : Lafarge Ciment Oggaz
- **SiO₂** : Dioxyde de silicium (silice)
- **Al₂O₃** : Oxyde d'aluminium (alumine)
- **Fe₂O₃** : Oxyde de fer(III) (hématite)
- **GES** : Gaz à effet de serre
- **CO₂** : Dioxyde de carbone
- **SO_x** : Oxydes de soufre (SO₂, SO₃, etc.)
- **NO_x** : Oxydes d'azote (NO, NO₂, etc.)
- **DSD** : Déchets Spéciaux Dangereux
- **DMA** : Déchets Ménagers Assimilée

- **DS** : Déchets Spéciaux
- **PM10** : Particules en suspension de diamètre inférieur à 10 micromètres
- **PM2,5** : Particules en suspension de diamètre inférieur à 2,5 micromètres
- **CO** : Monoxyde de carbone
- **AERMOD** : American Environmental Model
- **USEPA** : United States Environmental Protection Agency (Agence américaine de protection de l'environnement)
- **ISCST3** : Industrial Source Complex Short Term version 3 (modèle de dispersion atmosphérique)
- **DGC** : Désulfuration des gaz de combustion
- **RCS** : Réduction catalytique sélective

Table des matières

Liste des abréviations

Liste de figures

Liste de tableaux

Introduction générale :	1
Chapitre I	3
Notions fondamentales en matière de santé, sécurité et environnement HSE	3
I.1 Introduction :	4
I.2 Les Trois Piliers du HSE	4
I.2.1 Pilier 1 : l'Hygiène	4
I.2.2 Les types de risques hygiéniques	4
I.2.1.1 Les objectifs d'hygiène :	5
I.2.1.2 Moyens de prévention en matière d'hygiène	5
I.2.2 Pilier 2 : Sécurité	5
I.2.2.1 Risques professionnels	6
I.2.2.2 Notions clés	7
I.2.2.3 Méthodes d'évaluation des risques	7
I.2.2.4 Matrice d'Évaluation des Risques : Gravité – Probabilité d'Occurrence	8
I.2.2.5 Moyens de prévention et de protection	9
I.2.2.6 Culture sécurité	9
I.2.3 Pilier 3 : Environnement	10
I.2.3.1 Les quatre dimensions de la gestion de l'environnement	10
I.2.3.2 Réglementation environnementale (brefs rappels)	11
I.2.3.3 Outils de gestion environnementale	11
I.2.3.4 Système de management HSE	12
I.3 Structure HSE	12
I.3.1 Démarche de développement durable	12
I.3.2 Fonctions habituelles d'une structure HSE	13
I.3.2.1 Rôle de la structure HSE :	13
I.3.2.2 Objectifs du service HSE	13
I.3.2.3 Processus HSE : Planification et Exécution	13
I.4 Principes Généraux d'Hygiène et de Sécurité au Travail	15
I.4.1 Principes Fondamentaux de la Médecine du Travail	15
I.5 Règles Générales en Matière de Formation et d'Information	15

I.6 Les neufs Principes Généraux de Prévention (PGP)	16
I.7 Les Enjeux de la Prévention des Risques Professionnels	17
I.8 Le Métier d'Ingénieur HSE (Hygiène, Sécurité, Environnement)	19
I.9 Conclusion	19
Chapitre II	20
Analyse de la législation et les normes réglementaires	20
II.1 Introduction	21
II.2 Les notions de bases :	21
II.3 l'Objectif de réglementation HSE	22
II.4 Le cadre législatif et réglementaire HSE en Algérie	23
II.4.1 Règlementations relatives à hygiène, à la sécurité et la médecine de travail	23
II.5 Prévention des Risques Industriels et Technologiques	28
II.6 La Réglementation Environnementale	29
II.7 Sanctions en cas de non-conformité à la réglementation HSE	30
II.7.1 Sanctions administratives	30
II.7.2 Sanctions pécuniaires (amendes)	31
II.7.4 Sanctions civiles	31
II.8 Normes ISO	32
II.8.1 La norme Iso 9001 system de management de qualité	32
II.8.4 ISO 14001 Système de management environnemental	34
II.8.5 ISO 45001Système de de management de la santé et la sécurité au travail	37
II.8.6 Les avantages de la mise en place d'un système conforme à la norme HSE	39
II.9 Responsabilité Environnementale des Entreprises (RCE)	41
II.10 Conclusion	43
Chapitre III	44
Présentation de l'entreprise Lafarge Holcim située à Oggaz	44
III.1 Introduction	45
III .2 Présentation général de l'entreprise (LCO) :	45
III.2.1 L'historique de l'entreprise :	46
III.2.3 À propos de Groupe Lafarge Holcim	48
III.2.3.1 Lafarge Holcim:	48
III.2.3.2 LAFARGE HOLCIM dans le monde :	48
III.2.3.3 Présentation de LAFARGE HOLCIM en Algérie:	48
III.2.4 Présentation de LAFARGE D'OGGAZ :	49
III.2.4.1 Domaine d'activité :	50
III.2.5 Les différentes qualités du ciment :	50

III.2.6 La définition du ciment :	51
III.2.7 Composition de ciment :	52
III.2.8 Les phases de fabrication de ciment :	53
III.2.9 Les méthodes de fabrication du ciment :	53
III.2.10 La fabrication du ciment par voie sèche au niveau de la cimenterie Lafarge d'Oggaz :	54
III.3 Les aspects environnementaux significatifs de la cimenterie Lafarge d'Oggaz :	58
III.5 Conclusion	62
Chapitre IV	63
Etude des émissions atmosphériques par un simulateur AERMOD	63
IV.1 Introduction :	64
IV.2 Les déchets existant au niveau de la cimenterie :	64
IV.2.1 Gestion des déchets au niveau de la cimenterie:	67
IV.3 Les sources des polluants atmosphériques au niveau de la cimenterie :	68
IV.4 Quantité des polluants émis par la cimenterie	69
IV.4.1 Quantité du CO	69
IV.4.2 Quantité du NO _x	70
IV.4.3 Quantité des COV	70
IV.4.4 Quantité des poussières	71
IV.5 Traitements pour réduire l'émission des poussières au niveau de la cimenterie	73
5-1.Systèmes de dépoussiérage	73
5-2.Plantation	74
IV.6 Simulation de la dispersion des polluants de LCO :	74
IV.6.1 AERMOD View :	75
III.1.1Objectif de l'utilisation d'AERMOD	76
IV.6.2 Les étapes principales pour réaliser une simulation de dispersion atmosphérique avec AERMOD :	77
3. Prétraitement des données avec AERMET et AERMAP	79
IV.7 Recommandations :	88
Conclusion générale	89
Bibliographie :	90

Liste de figures

FIGURE 1:MATRICE D'EVALUATION DES RISQUES.....	8
FIGURE 2:CYCLE D'AMELIORATION CONTINUE : ROUE DE DEMING	13
FIGURE 3: L'OBJECTIF DE LE REGLEMENTATION HSE.....	22
FIGURE 4:CRITERES D'ISO14001.....	37
FIGURE 5: TRANSITION D'OHSAS 18001 VERS ISO 45001.....	38
FIGURE 6: LES PRINCIPALES NORMES ISO	39
FIGURE 7: LAFARGE HOLCIM OGGAZ.....	45
FIGURE 8: LOGO DE LAFARGE	47
FIGURE 09: LOCALISATION DE LAFARGE HOLCIM.....	47
FIGURE 10:LOGO DE MEMBRE DU GROUPE LAFARGE HOLCIM	48
FIGURE 11:LCO PRODUCTS	51
FIGURE 12:LES COMPOSANTS DE CEMENTS.....	52
FIGURE 13:FABRICATION DU CIMENT.....	54
FIGURE 14: CONCASSAGE ET EXTRACTION	55
FIGURE 15: HALL DE PRE HOMOGENEISATION.....	55
FIGURE 16:LES BROyeurs A MEULES VERTICAUX.	56
FIGURE 17: LE PRINCIPE DE FOUR ROTATIF.....	57
FIGURE 18: SILOS DE STOCKAGE	58
FIGURE 19:EVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN CO(G/NM3)EN FONCTION DE LA QUANTITE DE CLINKER	69
FIGURE 20:EVOLUTION DE LA CONCENTRATION DE NOx (MG/NM3) FONCTION DE LA QUANTITE DE CLINKER	70
FIGURE 21:QUANTITE DU CLINKER.....	72
FIGURE 22:SYSTEME DE DEPOUSSIERAGE	73
FIGURE 23:FILTRE A MANCHE	74
FIGURE 24: REPRESENTE LA PLANTATION DANS LCO.....	74
FIGURE 25:AERMOD.VIEW	76
FIGURE 26: LA CHEMINEE DE LA PRODUCTION DE CIMENT BLANC	77
FIGURE 27: ZONE DE PRODUCTION DE CIMENT BLANC A LCO (IMAGE VIA REALISEE PAR GOOGLE EARTH) .	78
FIGURE 28:LES DONNEES METEOROLOGIQUES D'OGGAZ .AVRIL 2024	79
FIGURE 29: REPRESENTE LA DIRECTION DE DE ROSE DES VENTS	80
FIGURE 30:ILLUSTRANT LE RELIEF DU TERRAIN	81
FIGURE 31 : REPRESENTE LA CONCENTRATION DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES APRES UNE HEURE.....	82
FIGURE 32 :ILLUSTRANT DES COURBES DE CONCENTRATIONS AUTOUR D'UN POINT SOURCE APRES 4H.....	83
FIGURE 33 : REPRESENTE LA CONCENTRATION MAXIMALE APRES 24 H.....	84
FIGURE 34:MONTRE LA CONCENTRATIONS MAXIMALE APRES 1 MOIS.....	85
FIGURE 35:LA DISPERSION DE POUSSIERS	86

Liste de tableaux

TABLEAU 1:NOTIONS DE BASE DE LA SECURITE.....	7
TABLEAU 2: MOYENS DE PREVENTION ET DE PROTECTION	9
TABLEAU 3: LES DIFFERENTES NORMES DE L'ENVIRONNEMENT.....	11
TABLEAU 4: LES REPRESENTANTS DE CPHS.....	25
TABLEAU 5: LE NIVEAU DE L'ECLAIRAGE DANS L'ENTREPRISE.....	27
TABLEAU 6: LES TYPES DE SANCTIONS	32
TABLEAU 7:LA CLASSIFICATION DES DECHETS DE LA DECHETTERIE DE LCO	65
TABLEAU 8:TYPE ET QUANTITES DES DECHETS GENERES A LCO DURANT L'ANNEE 2022.....	66
TABLEAU 9:LES PRINCIPALES SOURCES DES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES	68
TABLEAU 10:COMPARAISON DES RESULTATS AVEC LES VALEURS LIMITES DES PARAMETRES DE REJETS ATMOSPHERIQUES DANS UNE CIMENTERIE SELON JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE	72
TABLEAU 11: LES PARAMETRES DES SOURCES D'EMISSION DURANT LE MOIS D'AVRIL 2024.....	78
TABLEAU 12:COMPARAISON AVEC DIVERS NORMES DE QUALITE D'AIR	87

Introduction générale :

En Algérie, la protection de l'environnement est devenue une priorité stratégique dans un contexte de développement industriel croissant, de pression démographique et de défis écologiques majeurs. La réglementation HSE (Hygiène, Sécurité, Environnement) représente un cadre juridique et technique essentiel visant à encadrer les activités économiques tout en garantissant la santé humaine, la sécurité au travail et la préservation de l'environnement. Conformément à sa Constitution et à ses engagements internationaux, l'Algérie a mis en place un ensemble de lois et décrets réglementaires destinés à prévenir la pollution, à gérer durablement les ressources naturelles et à maîtriser les risques industriels.

La réglementation HSE (Hygiène, Sécurité, Environnement) occupe aujourd'hui une place centrale dans les politiques de développement durable et de gestion responsable des entreprises et des institutions. En particulier, son volet environnemental joue un rôle déterminant dans la préservation des écosystèmes naturels, la réduction de la pollution et la prévention des risques industriels. À travers des normes strictes, des contrôles réguliers et des exigences de conformité, la réglementation HSE oblige les organisations à adopter des pratiques respectueuses de l'environnement, à limiter leurs émissions, à mieux gérer leurs déchets et à optimiser leur consommation des ressources naturelles. Elle constitue ainsi un levier essentiel pour promouvoir un modèle économique plus durable, dans lequel la performance environnementale devient un critère stratégique. L'analyse de l'impact de cette réglementation permet de mieux comprendre ses apports, ses limites et les défis liés à sa mise en œuvre dans différents secteurs d'activité.

Ces obligations sont d'autant plus cruciales dans les secteurs à fort impact environnemental, tels que celui de la production de ciment.

La **cimenterie** représente en effet une activité industrielle lourde, fortement consommatrice de ressources naturelles (eau, énergie, matières premières) et émettrice de polluants (poussières, CO₂, NO_x, etc.). À ce titre, elle est soumise à un strict encadrement réglementaire en matière HSE. L'entreprise **Lafarge Algérie**, filiale du groupe mondial Holcim, constitue un exemple significatif d'acteur industriel confronté à ces exigences. Engagée depuis plusieurs années dans une démarche de conformité HSE, Lafarge s'efforce de concilier performance industrielle et responsabilité environnementale.

Ce mémoire a pour objectif d'étudier l'impact réel de la réglementation HSE sur la protection de l'environnement au sein de Lafarge, à travers l'exemple concret d'une de ses cimenteries implantées en Algérie. L'analyse portera sur les pratiques mises en œuvre pour répondre aux exigences réglementaires, les résultats obtenus en matière de réduction des nuisances environnementales, ainsi que les défis rencontrés dans l'application des normes. Cette étude

permettra ainsi d'évaluer l'efficacité de la réglementation HSE dans un contexte industriel algérien et d'identifier les axes d'amélioration pour renforcer l'intégration des enjeux environnementaux dans les stratégies des entreprises, alors **Comment la réglementation HSE appliquée au sein de la cimenterie Lafarge Holcim d'Oggaz permet-elle de limiter les impacts environnementaux liés à la production de ciment?**

Pour atteindre notre objectif et répondre à notre problématique, nous avons traité les chapitres suivants :

Chapitre I : Présentation des notions fondamentales en matière de santé, sécurité et environnement (HSE) ;

Chapitre II : Analyse de la législation en vigueur et des normes réglementaires applicables ;

Chapitre III : Présentation de l'entreprise *Lafarge Holcim* située à Oggaz ;

Chapitre IV : la partie pratique qui est l'évaluation de la conformité des émissions des polluants atmosphériques issues de la cimenterie ainsi que sur l'étude de leur dispersion dans l'environnement à l'aide d'une simulation réalisée par le modèle AERMOD.

Enfin, nous clôturons ce travail par une conclusion générale qui synthétise les enseignements tirés de notre expérience au sein de la cimenterie Lafarge d'Oggaz

Chapitre I

**Notions fondamentales en
matière de santé, sécurité et
environnement HSE**

I.1 Introduction :

La politique HSE vise à protéger à la fois les individus et l'environnement contre les risques générés par les activités humaines. Elle repose sur trois composantes complémentaires : **l'hygiène**, qui concerne les conditions sanitaires et la prévention des maladies professionnelles ; **la sécurité**, qui vise à éviter les accidents du travail et à garantir l'intégrité physique des personnes ; et **l'environnement**, qui s'intéresse à la réduction de l'impact des activités sur les ressources naturelles et les écosystèmes.

Mettre en place une culture HSE efficace ne se limite pas à la conformité réglementaire : il s'agit également d'un levier stratégique pour améliorer la performance globale de l'entreprise, renforcer l'engagement des collaborateurs et promouvoir un développement durable.

Ce chapitre se propose de présenter les notions fondamentales de l'HSE, en détaillant les principes, les enjeux et les outils associés à chaque volet. Il vise à offrir une vision globale et intégrée des pratiques essentielles permettant de maîtriser les risques, de protéger la santé des personnes, de sécuriser les biens et l'environnement.

I.2 Les Trois Piliers du HSE

I.2.1 Pilier 1 : l'Hygiène

L'hygiène en milieu de travail est de Garantir des Conditions de et prévenir les risques liés aux agents biologiques, chimiques ou physiques susceptibles d'affecter la santé des travailleurs. [1]

I.2.2 Les types de risques hygiéniques

Les risques liés à l'hygiène peuvent être classés selon la nature des agents en cause :

Risques biologiques : liés à l'exposition à des virus, bactéries, champignons ou parasites (dans les hôpitaux, laboratoires, industrie agroalimentaire).

Risques chimiques : inhalation ou contact avec des substances nocives (poussières, solvants, fumées, gaz toxiques...).

Risques physiques : bruit, températures extrêmes, radiations, vibrations qui peuvent altérer la santé.

Risques ergonomiques et psychosociaux : mal de dos, troubles musculo-squelettiques (TMS), stress dû à de mauvaises conditions de travail ou d'hygiène.[2]

I.2.1.1 Les objectifs d'hygiène :

- ✓ Garantir la santé des personnes au travail
- ✓ Prévention des maladies professionnelles et infections
- ✓ Amélioration des conditions sanitaires sur le lieu de travail
- ✓ Contrôle de l'exposition aux agents biologiques, chimiques et physiques
- ✓ Formation et sensibilisation à l'hygiène en milieu professionnel
- ✓ Surveillance et amélioration continue des pratiques d'hygiène.

I.2.1.2 Moyens de prévention en matière d'hygiène

Voici quelques moyens essentiels pour assurer une bonne hygiène en entreprise :

- **Entretien régulier des locaux** : nettoyage, désinfection, ventilation
- **Hygiène personnelle** : mise à disposition de lavabos, savon, gel hydro alcoolique, vestiaires propres
- **Gestion des déchets** : tri, stockage sécurisé, évacuation conforme
- **Contrôle de la qualité de l'air et de l'eau**
- **Formation du personnel** : bonnes pratiques d'hygiène, manipulation de produits, port des équipements de protection individuelle (EPI)
- **Surveillance médicale** : visites médicales, suivi des expositions

Exemples de bonnes pratiques

- Porter des **EPI adaptés** (gants, masques, combinaisons)
- Respecter les **protocoles de nettoyage**
- Ne pas consommer d'aliments sur les zones de travail contaminées
- Signaler tout dysfonctionnement ou anomalie (fuite, moisissure, air vicié, etc.)

I.2.2 Pilier 2 : Sécurité

L'objectif de la sécurité au travail est de réduire au maximum les risques d'accidents et de garantir un environnement sécurisé pour tous les employés. Elle repose sur :

- L'identification et l'évaluation des risques professionnels (document unique d'évaluation des risques – DUER).

- L'application de mesures de prévention (port des équipements de protection individuelle – EPI, formation des employés).
- L'instauration de plans d'intervention et de secours (exercices d'évacuation, plans de secours en cas d'incendie, etc.).
- La mise en conformité avec la réglementation en vigueur (code du travail, normes de sécurité).
- La formation et la sensibilisation des employés aux bonnes pratiques de sécurité.[3]

I.2.2.1 Risques professionnels

Les **risques professionnels** sont des événements potentiels susceptibles de nuire à la santé, à la sécurité ou au bien-être des travailleurs.

a) Classification des Risques Professionnels

Les risques professionnels peuvent être classés en plusieurs catégories en fonction de leur nature et de leur impact sur la santé et la sécurité des travailleurs.

Les Risques Mécaniques

Ces risques sont liés aux mouvements des machines, aux outils et aux structures de l'environnement de travail. Ils peuvent entraîner des blessures graves si des mesures de prévention ne sont pas mises en place.

Les Risques Physiques

Ces risques concernent l'exposition à des agents physiques pouvant avoir des effets néfastes sur la santé des travailleurs.

Les Risques Chimiques

Ils résultent de l'exposition aux substances chimiques présentes sous différentes formes (gaz, liquides, solides).

Les Risques Biologiques

Ces risques concernent l'exposition à des agents pathogènes d'origine biologique pouvant provoquer des maladies infectieuses ou des réactions allergiques.

Les Risques Radiologiques

Ils sont liés à l'exposition aux rayonnements ionisants et non ionisants présents dans certaines industries (nucléaire, médical, recherche).

Les Risques Psychosociaux

Ces risques concernent les facteurs organisationnels et relationnels ayant un impact sur la santé mentale et le bien-être des travailleurs.[4]

Exemples de risques :

- ✓ Accidents du travail : chutes, coupures, écrasements, électrocutions.
- ✓ Incendies et explosions.
- ✓ Chutes de hauteur ou d'objets.
- ✓ Risques liés aux machines ou à l'électricité.
- ✓ Risques chimiques, biologiques ou thermiques.
- ✓ Risques psychosociaux (stress, harcèlement, surcharge).
- ✓ Risques routiers (transport de marchandises, déplacements professionnels).

I.2.2.2 Notions clés

Tableau 1:Notions de base de la sécurité.

Terme	Définition
Danger	Source potentielle de dommage ou d'effet néfaste (ex : machine en mouvement, produit chimique corrosif).[5]
Risque	Probabilité qu'un danger cause un dommage, combinée à la gravité potentielle de ce dommage.[6]
Aléa	Événement incertain dans le temps, pouvant déclencher un accident (ex : intempérie, court-circuit).[7]
Exposition	Mise en contact d'une personne avec un danger dans une situation donnée (ex : travail sans EPI à proximité d'un produit toxique).[8]

I.2.2.3 Méthodes d'évaluation des risques

L'évaluation des risques consiste à **identifier, analyser et hiérarchiser** les risques pour mettre en place des actions de prévention efficaces.

a. Méthode de l'arbre des causes : les principales caractéristiques de cette méthode sont :

- Utilisée après un accident.
- Recherche des **causes profondes** par un schéma logique (enchaînement des faits).
- Permet de corriger les processus ou comportements défaillants.

b. Analyse AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité)

- Méthode préventive.

- Identification des défaillances potentielles d'un système ou d'un processus.
- Évaluation de leur gravité, fréquence et détectabilité.
- Attribution d'un **indice de criticité** pour prioriser les actions correctives.

Autres méthodes :

- Grille d'évaluation des risques (matrice fréquence / gravité).
- HAZOP (pour les industries chimiques).
- Analyse préliminaire de risques (APR).
- Checklist sécurité.

I.2.2.4 Matrice d'Évaluation des Risques : Gravité – Probabilité d'Occurrence

La matrice d'évaluation des risques est un outil clé permettant d'analyser et de gérer les risques industriels en croisant **la gravité des conséquences** et **la probabilité d'occurrence** d'un événement.[9]

Variation du Niveau de Gravité

Le niveau de gravité d'un risque peut différer selon plusieurs facteurs :

- Les spécificités propres à **chaque pays et entreprise**.
- L'**évolution des technologies** et des réglementations.
- Les différences entre **secteurs industriels** et les méthodes d'analyse appliquées.

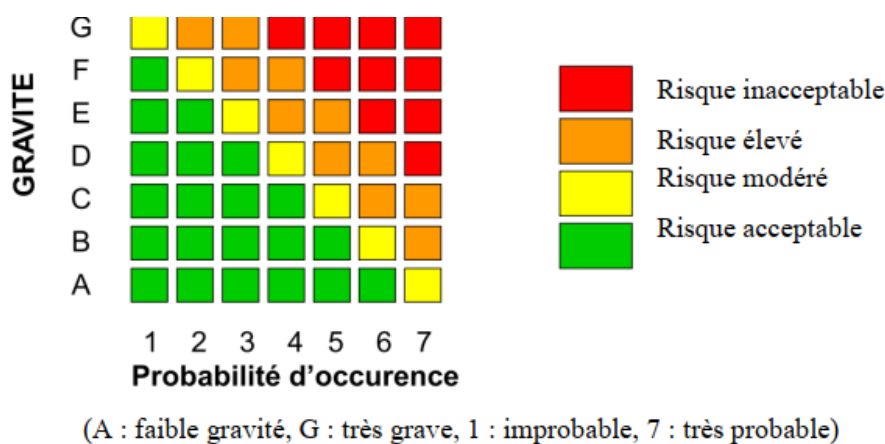


Figure 1: Matrice d'évaluation des risques

Applications de la Matrice d'Évaluation des Risques

1. Analyse des incidents et accidents

- Détermination du **niveau de risque** afin de mieux diffuser l'information et partager l'expérience au sein de l'usine, du groupe ou de l'ensemble de la profession.
- Définition du **niveau de prise de décision** pour valider l'analyse et mettre en œuvre des mesures préventives.

2. Optimisation de la maintenance

- Priorisation des interventions en fonction des risques liés aux défaillances des équipements.
- Gestion optimisée des stocks de pièces de rechange pour assurer une maintenance efficace et réduire les interruptions de production[10]

I.2.2.5 Moyens de prévention et de protection

Tableau 2: Moyens de prévention et de protection

Moyen	Description	Exemples
1. Prévention	Ensemble d'actions visant à éliminer ou réduire les risques à la source, avant qu'un accident ne survienne.	- Formations sécurité- Rédaction de procédures- Conception ergonomique des postes
2. Protection collective	Dispositifs techniques ou organisationnels visant à protéger plusieurs personnes simultanément contre un danger.	- Garde-corps- Ventilation- Détecteurs de gaz- Barrières de sécurité
3. Protection individuelle	Équipements destinés à protéger une personne contre un danger lorsqu'on ne peut pas l'éliminer autrement.	- Casque- Gants- Chaussures de sécurité- Masque respiratoire
4. Plans d'urgence et secours	Organisation des réponses rapides et efficaces en cas d'accident, incendie ou situation critique.	- Plan d'évacuation- Exercices d'alerte- Trousse de secours- Intervention interne

I.2.2.6 Culture sécurité

La culture sécurité représente l'ensemble des valeurs, attitudes et comportements partagés dans une organisation concernant la sécurité, elle consiste à passer d'une sécurité imposée à une sécurité intégrée, où chaque individu devient acteur de sa propre sécurité et de celle des autres.

Composantes :

- ✓ **Leadership** exemplaire des managers.
- ✓ **Communication ouverte** sur les incidents/risques.
- ✓ **Implication active** de tous les salariés.
- ✓ **Retour d'expérience (REX)** après chaque événement.
- ✓ Reconnaissance des bons comportements sécuritaires.[11]

I.2.3 Pilier 3 : Environnement

C'est l'ensemble des éléments physiques, chimiques, biologiques et des facteurs socio-économiques, moraux et intellectuels susceptibles d'avoir un effet direct ou indirect, immédiat ou à terme sur le développement du milieu, des êtres vivants et des activités humaines[12]

La gestion environnementale en entreprise vise à limiter l'empreinte écologique et à assurer la conformité avec les réglementations environnementales. Cela implique :

- La gestion et le traitement des déchets industriels et dangereux.
- La réduction des émissions polluantes (gaz à effet de serre, rejets liquides, déchets solides).
- L'optimisation de la consommation des ressources naturelles (eau, énergie, matières premières).
- L'adoption de technologies propres et de procédés de production respectueux de l'environnement.

La mise en place de systèmes de surveillance et de contrôle environnemental.

I.2.3.1 Les quatre dimensions de la gestion de l'environnement

1. Dimension Technique ou développement et suivi des procédés.

2. Dimension Juridique qui consiste en :

Vérification de la conformité aux normes.

Relations avec l'administration.

3. Dimension Certification

- Collaboration avec les acteurs locaux.

- Relations harmonieuses avec le voisinage de l'usine.
- Valorisation de la contribution économique locale.

4. Dimension Managériale

- Mise en place d'un Système de Management de l'Environnement (SME) conforme aux normes ISO 14001.

Mobilisation et motivation du personnel.[13]

I.2.3.2 Réglementation environnementale (brefs rappels)

La réglementation environnementale encadre les activités pour éviter ou limiter les dommages à l'environnement.

Exemples de textes et principes clés :

Code de l'environnement : cadre juridique de la protection de l'environnement.

ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement) : réglementation applicable aux sites industriels.

REACH : règlement européen encadrant les substances chimiques.

Directive-cadre sur l'eau (DCE) et la directive cadre déchets.

Principe de pollueur-payeur.

Principe de précaution.[14]

I.2.3.3 Outils de gestion environnementale

Les entreprises peuvent utiliser plusieurs **outils structurants** pour maîtriser leur impact :

Tableau 3: Les différentes normes de l'environnement.

Outil	Description
ISO 14001	Norme internationale définissant un système de management environnemental (SME)
Analyse du cycle de vie (ACV)	Méthode d'évaluation des impacts environnementaux d'un produit, de sa fabrication à son élimination
Bilan carbone	Mesure des émissions de gaz à effet de serre d'une organisation ou d'un projet
Audit environnemental	Évaluation systématique de la conformité environnementale d'un site
Plan de gestion des	Organisation du tri, traitement et valorisation des déchets produits

I.2.3.4 Système de management HSE

Un système de management HSE est un ensemble de processus, de procédures et d'outils intégrés permettant à une organisation de gérer efficacement les aspects liés à l'hygiène, à la sécurité et à l'environnement, tout en respectant la réglementation et en améliorant continuellement ses performances.

I.3 Structure HSE

I.3.1 Démarche de développement durable

Protection des personnes et des populations :

- ✚ Assurer la maîtrise des risques sanitaires liés aux postes de travail des salariés.
- ✚ Protection des biens et performance économique :
- ✚ Garantir la rentabilité, préserver la réputation et l'image de marque, assurer la sûreté des installations.

Respect de l'environnement :

- ✚ Contrôler et limiter les rejets chroniques et accidentels ainsi que la gestion des déchets.
- ✚ Prendre en compte l'impact environnemental des produits achetés et vendus tout au long de leur cycle de vie.

Conformité réglementaire :

- ✚ Se conformer aux lois et règlements imposés par les autorités publiques en matière de sécurité, d'hygiène, de santé et de protection de l'environnement.

La mise en œuvre efficace de ces principes repose sur une approche préventive incluant :

- ✚ L'application rigoureuse des réglementations et le suivi des actions mises en place.
- ✚ Une veille continue basée sur l'analyse des textes et le retour d'expérience.
- ✚ La formation régulière du personnel pour renforcer la culture HSE. [15]

I.3.2 Fonctions habituelles d'une structure HSE

I.3.2.1 Rôle de la structure HSE :

Protéger l'homme et son environnement par : La prévention, l'élimination, la réduction des risques[16].

I.3.2.2 Objectifs du service HSE

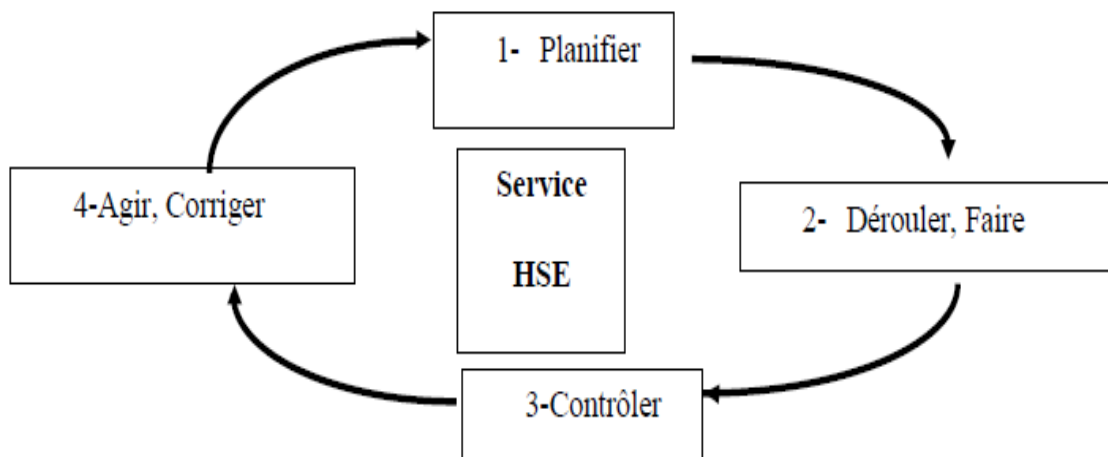


Figure 2: Cycle d'amélioration continue : roue de Deming

I.3.2.3 Processus HSE : Planification et Exécution

1- Planification :

- Définir la politique HSE du site en fixant des objectifs clairs et en allouant les ressources nécessaires.

2- Dérouler/faire :

- Rédiger et actualiser les consignes HSE.
- Centraliser et diffuser les documents clés (réglementations, recommandations, obligations légales, etc.).
- Former le personnel aux bonnes pratiques de prévention HSE.
- Coordonner les actions de sensibilisation et de communication HSE

3- contrôler :

- L'efficacité de la politique HSE
- S'assurer du respect des consignes de sécurité.

- Réaliser quotidiennement des inspections HSE sur site.
- Identifier et analyser les dysfonctionnements en matière de santé, sécurité et environnement.
- Contribuer à la rédaction des rapports annuels du Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail (CHSCT).

4- corriger :

- Corriger les erreurs passées afin d'éviter leur récurrence.
- Mettre en place des actions correctives adaptées à chaque dysfonctionnement HSE.
- Superviser et coordonner la gestion des incidents et situations d'urgence.(7)

5- Missions

Les missions du service HSE s'articulent autour de plusieurs axes stratégiques.

b) Recherche :

- Étudier les accidents et les conditions de travail afin d'identifier les facteurs de risque et proposer des mesures correctives.
- Produire et analyser des statistiques techniques pour améliorer la prévention des incidents.
- Contribuer à l'élaboration et à la mise en place de programmes de prévention des risques professionnels.
- Assurer la gestion et la mise à jour de la documentation technique et réglementaire, tout en effectuant une veille continue sur les évolutions législatives

a) Opérationnelle :

- Organisation de campagnes de sensibilisation à la sécurité, comprenant :
 - L'accueil et l'intégration du personnel
 - La formation aux bonnes pratiques HSE
 - L'animation de conférences de prévention
- Mise en place et suivi des mesures de prévention des incendies
- Inspection et contrôle des installations, équipements, matériels et substances utilisées
- Maintenance des dispositifs de sécurité et des équipements de protection
- Gestion des premiers secours et des opérations d'évacuation en cas d'incident
- Garantie du respect des normes et réglementations en vigueur.

b) Rôle fonctionnel et de conseil :

- Apporte son expertise dans la conception et l'adaptation des installations
- Contribue à la définition des consignes de sécurité et des procédures internes
- Participe à l'élaboration et à la mise en œuvre des plans de prévention des risques

c) Collaboration avec :

- Le service de médecine du travail
- Les différentes directions et services de l'établissement
- Les organismes externes spécialisés en prévention des risques
- Les représentants du personnel au CHSCT (Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail) , les organismes publics compétents[17]

I.4 Principes Généraux d'Hygiène et de Sécurité au Travail

- d)** L'employeur doit garantir un environnement de travail sain et sécurisé.
- e)** Assurer la propreté des espaces de travail.
- f)** Veiller au confort des travailleurs en matière de ventilation, d'éclairage.
- g)** Mettre en place des mesures de protection individuelle.[18]

I.4.1 Principes Fondamentaux de la Médecine du Travail

- h)** Veiller à la protection de la santé des travailleurs.
- i)** Garantir un bien-être physique et mental optimal.
- j)** Prévenir et limiter les risques professionnels susceptibles de causer des accidents, maladies ou atteintes à la santé.
- k)** La médecine du travail est une obligation légale à la charge de l'employeur et doit être exercée directement sur le lieu de travail.[19]

I.5 Règles Générales en Matière de Formation et d'Information

- l)** L'employeur a l'obligation d'informer, d'instruire et de former les travailleurs aux risques professionnels.
- m)** Toute nouvelle recrue ou tout salarié changeant de poste, de méthode ou de matériel doit être sensibilisé aux dangers spécifiques liés à son environnement de travail.

- n) Des formations spécifiques sont mises en place en fonction de la fréquence et de la gravité des risques identifiés, afin de renforcer la prévention.[20]

I.6 Les neuf Principes Généraux de Prévention (PGP)

La loi définit neuf principes généraux de prévention qui guident l'employeur dans l'amélioration de la sécurité et la protection de la santé des travailleurs. Ces principes s'appuient sur trois valeurs fondamentales : le respect du salarié, la transparence et le dialogue social.

1. Éviter les risques

L'objectif est de supprimer le danger à la source ou d'éliminer l'exposition des travailleurs à ce danger.

2. Évaluer les risques inévitables

Lorsqu'un risque ne peut être éliminé, il doit être identifié, analysé et priorisé afin de mettre en place les mesures de prévention adaptées. Cette évaluation repose sur le Document Unique d'Évaluation des Risques Professionnels (DUERP), obligatoire dès qu'une entreprise compte au moins un salarié.

Le DUERP, mis à jour au moins une fois par an ou après toute modification significative (accident, maladie professionnelle, changement de poste), permet une prévention efficace et doit être accessible aux acteurs de l'entreprise. Sur les chantiers, cette démarche est adaptée sous la forme du Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS).

3. Combattre les risques à la source

La prévention doit être intégrée dès la conception des lieux de travail, des équipements et des processus. La sécurité ne doit pas être une contrainte après coup, mais une exigence dès l'élaboration des machines et des modes opératoires.

4. Adapter le travail à l'Homme

Les postes de travail, les outils et les méthodes doivent être pensés pour réduire les impacts sur la santé des salariés, notamment en améliorant l'ergonomie et la prévention des troubles musculo-squelettiques (TMS).

5. Prendre en compte l'évolution technologique

Les avancées techniques et organisationnelles doivent être intégrées pour améliorer continuellement la prévention des risques professionnels.

6. Remplacer le dangereux par une alternative plus sûre

Lorsqu'un danger est identifié, il faut privilégier des solutions moins risquées, par exemple substituer un produit toxique par un équivalent non dangereux.

7. Planifier la prévention

La prévention doit être intégrée dans une stratégie cohérente et durable, prenant en compte tous les aspects du travail (techniques, humains, organisationnels).

8. Prioriser les mesures de protection collective

Les protections collectives doivent être privilégiées avant les équipements de protection individuelle (EPI). Ces derniers ne doivent être utilisés qu'en complément ou en l'absence d'une solution collective efficace.

9. Former et informer les travailleurs

Les salariés doivent être régulièrement **sensibilisés et formés** aux risques et aux mesures de prévention à travers des instructions claires et des formations adaptées.[21]

I.7 Les Enjeux de la Prévention des Risques Professionnels

La prévention des risques professionnels est essentielle pour garantir un milieu de travail sain et sécurisé. Elle s'appuie sur plusieurs enjeux majeurs, qui influencent directement la santé des travailleurs, la performance des entreprises et le respect des obligations légales.

1. L'Enjeu Humain : Garantir la Santé et la Sécurité des Travailleurs

Le premier objectif de la prévention est de protéger les travailleurs contre les accidents et les maladies liés à leur activité professionnelle. Cela passe par plusieurs actions :

Préservation de l'intégrité physique et mentale : réduire les risques d'accidents du travail, de troubles musculo-squelettiques (TMS), de burn-out et d'autres pathologies professionnelles.

Amélioration des conditions de travail : adapter les postes de travail aux capacités et aux besoins des salariés (ergonomie, réduction des nuisances sonores, limitation des efforts physiques excessifs, etc.).

- **Renforcement de la motivation et de l'implication** : un employé qui se sent en sécurité et reconnu dans son environnement de travail est plus engagé, plus performant et moins sujet à l'absentéisme.

2. L'Enjeu Social : Favoriser un Environnement de Travail Équilibré

Une politique de prévention efficace permet de créer un cadre de travail serein et harmonieux en agissant sur plusieurs aspects :

- Amélioration des relations de travail : réduire le stress, les conflits et le harcèlement en mettant en place une culture de prévention de respect.
- Réduction de l'absentéisme : un cadre de travail plus sécurisé et moins contraignant permet de limiter les arrêts maladie et les congés pour accident du travail.
- Renforcement de l'esprit d'équipe et de la cohésion sociale : la prévention contribue à instaurer une atmosphère de confiance et de collaboration entre les employés.

3. L'Enjeu Économique : Réduire les Coûts et Assurer la Pérennité de l'Entreprise

Les accidents du travail et les maladies professionnelles ont un **impact financier important** sur une organisation. Une bonne politique de prévention permet de :

- Diminuer les coûts liés aux accidents et aux maladies : moins d'arrêts de travail signifie une réduction des frais d'indemnisation et une continuité dans l'activité de l'entreprise.
- Éviter les pertes de productivité : en limitant les interruptions dues aux accidents et aux maladies, l'entreprise assure une production continue et efficace.
- Préserver les outils de production : la prévention contribue à réduire l'usure prématurée des machines, les pannes et les dysfonctionnements causés par des conditions de travail inadaptées.
- Renforcer l'attractivité et la compétitivité : une entreprise qui investit dans la santé et la sécurité de ses salariés attire et fidélise plus facilement les talents.

4. L'Enjeu Juridique : Respecter les Obligations Légales et Éviter les Sanctions

La réglementation impose aux employeurs de garantir la sécurité et la santé de leurs travailleurs. Le non-respect de ces obligations peut entraîner :

Des sanctions financières : pénalités pour non-conformité aux normes de sécurité.

- **Des poursuites judiciaires** : en cas de manquement grave, l'employeur peut être tenu responsable devant les tribunaux.
- **Une détérioration de l'image de l'entreprise** : des accidents répétés ou des conditions de travail dégradées peuvent nuire à la réputation de l'organisation[22]

I.8 Le Métier d'Ingénieur HSE (Hygiène, Sécurité, Environnement)

L'ingénieur HSE (Hygiène, Sécurité, Environnement) est un professionnel clé chargé de garantir la sécurité des travailleurs, de protéger l'environnement et d'assurer la conformité aux normes et réglementations en vigueur. Son rôle est essentiel dans la prévention des risques professionnels et environnementaux, notamment dans les secteurs industriels, du BTP, de la chimie, de l'énergie et de la logistique.[23]

I.9 Conclusion

En somme, les notions fondamentales HSE représentent le pilier de toute démarche de prévention des risques professionnels. Elles permettent non seulement d'assurer la santé et la sécurité des travailleurs, mais aussi de préserver l'environnement contre les impacts négatifs des activités humaines. La maîtrise de ces concepts est indispensable pour instaurer une culture HSE durable et efficace dans tout milieu professionnel. Ce socle théorique sera approfondi dans les prochains chapitres, avec l'étude des outils, des méthodes et des réglementations applicables.

Chapitre II

**Analyse de la législation et les normes
réglementaires**

II.1 Introduction

Les lois et règlements en matière de Santé et Sécurité au Travail (SST) sont obligatoires et jouent un rôle clé dans la prévention des risques professionnels. En gros, tout le monde – employeurs comme salariés – doit les respecter, car ils sont imposés par l'État. Ces règles permettent d'organiser et d'améliorer les conditions de travail pour éviter les accidents et les maladies. Bref, suivre la réglementation, ce n'est pas une option, c'est une nécessité pour garantir un environnement de travail sûr pour tous. La contribution des textes juridiques en SST peut être résumée selon les points suivants :

Définir les droits et obligations des travailleurs et des employeurs ;

Définir les règles et consignes de sécurité ;

Définir les seuils et les valeurs limites ;

Définir les voies et les moyens de prévention.

Le HSE repose sur un **cadre réglementaire** strict et des **référentiels normatifs** spécifiques qui imposent aux entreprises une démarche proactive de prévention des risques. Selon la taille et la nature de l'organisation, cette responsabilité peut être confiée à un technicien ou à un ingénieur HSE, dont le rôle est d'analyser les risques, de proposer des mesures de protection adaptées et d'assurer la conformité aux exigences légales en vigueur, alors que la normes HSE donne les moyens aux organisations de s'inscrire dans une démarche à la fois responsable et pérenne. Elle prend en compte les attentes des parties prenantes dans les certifications de conformités, se conforme aux obligations légales et identifie les possibilités d'amélioration.

II.2 Les notions de bases :

II.2.1 La réglementation HSE (Hygiène, Sécurité, Environnement)

Regroupe l'ensemble des règles, normes et prescriptions qui doivent être respectées pour assurer la sécurité des travailleurs, la protection de leur santé, et la préservation de l'environnement dans le cadre professionnel.

Exemple : Les règles concernant l'utilisation des équipements de protection individuelle (EPI), la gestion des déchets dangereux, ou les procédures de prévention des accidents.

2. la Législation est l'ensemble des lois votées par le Parlement. Elle fixe les principes généraux et les obligations légales que les citoyens et les entreprises doivent respecter.

En matière de HSE, la législation peut inclure des lois sur la sécurité au travail, la protection de l'environnement, ou la prévention des risques professionnels.

3. Décret est un acte administratif pris par le gouvernement (le Premier ministre ou le Président de la République) qui précise ou complète une loi.

Les décrets détaillent souvent les modalités d'application d'une loi et ont force obligatoire.

Exemple : Un décret peut fixer les conditions d'utilisation d'un produit dangereux ou définir les sanctions en cas de non-respect d'une réglementation HSE.[24]

II.3 l'Objectif de réglementation HSE

La réglementation HSE vise à encadrer les activités professionnelles afin de garantir la protection de l'humain, de l'environnement et des installations. Elle constitue un socle légal pour toute démarche de prévention des risques dans les organisations publiques ou privées.



Figure 3: l'objectif de le réglementation HSE

II.4 Le cadre législatif et réglementaire HSE en Algérie

II.4.1 Réglementations relatives à hygiène, à la sécurité et la médecine de travail

L'Algérie a adopté un ensemble de lois, décrets et arrêtés pour encadrer les activités industrielles et minimiser les risques. Parmi les textes les plus importants :

Les dispositions législatives et réglementaires relatives à l'hygiène, à la sécurité et à la médecine du travail ;

1. La loi 88-07 du 26 Janvier 1988, relative à l'hygiène, à la sécurité et à la médecine du travail. C'est une loi cadre qui cerne tous les aspects relatifs à l'hygiène, à la sécurité et à la médecine du travail. Elle est basée sur la nécessité de mettre en place une politique de sécurité axée sur la participation de toutes les parties prenantes (employeur, salariés, organismes de l'état,...).[25] Cette loi peut être résumée en 8 principaux thèmes :

Thème 1

- L'employeur et le premier responsable de la SST au sein de son entreprise ;
- La suppression de toute discrimination entre le secteur public et privé (c.à.d. la loi met les 2 secteurs sur le même pied d'égalité).

Thème 2

Il porte sur les règles générales applicables en matière d'hygiène et sécurité.

- L'adaptation des ambiances du travail (ventilation, bruit, éclairage,...)
- L'aménagement des postes du travail (voies de circulation,)
- Protection contre les risques chimiques ;
- Les mesures de lutte contre l'incendie ;
- Les moyens de protection individuelle (EPI) ;
- L'allègement du travail pour les mineurs, femmes enceintes et handicapées.

N.B. Le texte d'application de ce thème est le **décret 91-05 du 19/01/1991**, relatif aux prescriptions générales applicables en matière d'hygiène et sécurité en milieu du travail

Thème 3

La médecine du travail est considérée comme une partie intégrante de la SST Elle peut jouer une double mission :

- Une mission préventive
- Une mission curative

Pour remplir les 2 missions, elle fixe les objectifs suivants :

- La promotion de la santé pour assurer le bien-être physique et mental des salariés
- La prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
- L'emplacement des travailleurs dans des postes en rapport avec leurs capacités physiologiques
- L'organisation des soins pour les travailleurs

N.B. Les employeurs sont obligés par la loi d'assumer tous les frais liés à la médecine du travail.

– Effectif $\geq$ 500 salariés, création d'un service de MT au sein de l'entreprise ;

– Effectif $\leq$ 500 salariés, signer une convention avec le secteur de santé.

L'Algérie a adopté un ensemble de lois, décrets et arrêtés pour encadrer les activités industrielles et minimiser les risques. Parmi les textes les plus importants :

Thème 4

Il porte sur l'instruction, l'information et la formation en matière de prévention des risques professionnels. Pour assurer cela, les employeurs sont appelés à :

- Inclure les règles d'hygiène et sécurité dans les programmes de formation professionnelle
- Instruire les nouveaux recrutés et les salariés qui changent de postes sur les risques liés à leurs nouveaux postes.
- Organiser les actions de formation spécialisées pour les travailleurs qui exercent dans des postes à haut degré de risque.

N.B. Le texte d'application de ce thème est **le décret 02-427 du 07/12/2002**, relatif aux conditions d'organisation de l'instruction, de l'information et de la formation des travailleurs dans le domaine de la prévention des risques professionnels.

Thème 5

Il porte sur l'organisation de la prévention et la création des organes chargés de la prévention tels que la CPHS et le SHS.

a. La Commission Paritaire d'Hygiène et Sécurité (CPHS)

Décret exécutif n° 05-09 du 8 Janvier 2005 relatif aux commissions paritaire et aux préposés à l'hygiène et à la sécurité.

La CPHS est un organe de concertation qui a pour objectif :

- Assurer l'application de la réglementation SST ;

- Suggérer des améliorations concernant les méthodes du travail, les postes,etc.
- Mener des enquêtes à l'occasion des AT ;

Les conditions de son installation Dans les entreprises ayant un :

- Effectif > 9 Salariés (La CPHS est obligatoire).
- Effectif ≤ 9 Salariés (Désigner un seul représentant avec des notions en HSE).

Tableau 4: les représentants de CPHS

Au niveau de l'entreprise (CPHS/Entreprise)	Au niveau de l'unité (CPHS/ Unité)
6 membres – 3 représentants des travailleurs – 3 représentants de l'employeur	4 membres – 2 représentants des travailleurs – 2 représentants de l'employeur

Le président de la CPHS est désigné par l'employeur pour un mandat de 3 ans renouvelables. Fonctionnement de la CPHS

- La CPHS/ entreprise se réunit au moins 1 fois / Trimestre
- La CPHS/ Unité se réunit 1 fois / Mois
- Les CPHS peuvent se réunir suite à un accident ou à la demande de ses membres ou à la demande du médecin du travail ou à l'initiative de son président.

Décret exécutif n° 05-09 du 8 Janvier 2005 relatif aux commissions paritaire et aux préposés à l'hygiène et à la sécurité

b. Le service d'Hygiène et Sécurité (SHS)

Les conditions de son installation :

- La création du SHS est obligatoire pour toute entreprise (Secteur industriel ou BTP) si l'effectif > 50 Salariés.
- Le service d'hygiène et sécurité est mis sous la responsabilité d'une personne compétente en la matière
- L'employeur est appelé à fournir tous les moyens de fonctionnalité de ce service.

Objectifs du SHS :

- Mettre en place les mesures HS arrêtées par la CPHS
- Elaborer en collaboration avec la CPHS la politique générale de sécurité de

l'entreprise ;

- Assurer le bon fonctionnement des moyens de prévention et de protection ;
- Etablissement des plans d'intervention (PII) ;
- Initier toute étude visant l'amélioration des conditions de travail.

N.B. Le service d'hygiène et sécurité est obligé de tenir les documents obligatoires suivants :

- Le registre d'hygiène et sécurité et de la médecine du travail
- Le registre de vérifications techniques des installations ;
- Le registre des accidents du travail.

Thème 6

Il porte sur les différents modes de financement des actions de la prévention qui sont à la charge de l'employeur. Cependant, il existe certaines actions de prévention qui seront financées par le fonds national des accidents du travail et des maladies professionnelles

Thème 7

Il porte sur le contrôle de l'application des règles et des consignes H.S

- Le contrôle est assuré par l'inspection du travail.
- L'inspecteur du travail peut dresser un PV d'infraction lorsqu'il constate des négligences en matière HS.
- Il adresse une mise en demeure à l'employeur pour se conformer aux règles H.S (Délai 8 jours).
- A l'expiration de ce délai, l'employeur sera traduit en justice.

Thème 8

Il porte sur les différentes sanctions réservées aux contrevenants des dispositions de cette loi. Les peines peuvent aller d'une simple amende de 2000 D.A jusqu'à 6 mois d'emprisonnement.[26]

Décret 91-05 du 19/01/1991, relatif aux prescriptions générales applicables en matière d'hygiène et sécurité en milieu du travail.

L'objectif est de fixer les prescriptions générales de protection applicable en matière d'hygiène et sécurité

1- Hygiène et Propreté des locaux

- Nettoyage régulier des locaux et des sols sans production de la poussière ;
- Nettoyage des murs et des plafonds à chaque fois que cela est nécessaire.

2- Aération et assainissement

- L'aération permanente des locaux du travail (Mécanique ou Naturelle) ;
- Des ouvertures assurant une aération et un éclairage naturel (1/6 de la surface des sols) ;

3- L'éclairage

- Assurer un éclairage adapté pour garantir le confort visuel

Le lux est l'unité de mesure du niveau lumineux.

Le responsable HSE fait recours à un **Luxmètre** pour mesurer le niveau lumineux.

Tableau 5: le niveau de l'éclairage dans l'entreprise

Voies de circulation 40 lux intérieures	
Escaliers et entrepôts	60 lux
Locaux du travail, vestiaires, sanitaires	120 lux
Locaux aveugles affectés à un travail permanent	200 lux

4- Bruit

- L'unité de mesure c'est le Décibel (dB)
- Les outils de mesure = -**Sonomètre** (Mesure Ponctuelle)
- **Dosimètre** de bruit (Moyenne/8 heures)
- Seuil de la fatigue auditive est estimé à 85 dB.

Recommandations

- Isoler les ateliers trop bruyants ;
- Utilisation des technologies qui génèrent moins de bruit ;
- Fournir des EPI adéquats (Casque stop bruit,.....);

Décret exécutif n° 93-184 du 27 juillet 1993 réglementant l'émission des bruits

-Fixe les niveaux sonores admis de jour et de nuit dans les zones d'habitation, les lieux publics et privés, au voisinage des établissements hospitaliers et d'enseignement, les aires de repos et de détente.

-Impose à tout exploitant d'activités générant des bruits de niveau supérieur aux valeurs fixées, de mettre en place des dispositifs d'insonorisation ou des aménagements appropriés.

5- Manutention et circulation

La charge autorisée pour une courte distance

- Homme ≤ 50 Kg
- Femme ≤ 25 Kg

Sinon, il faut fournir les moyens adéquats pour soulever et déplacer les charges.

II.5 Prévention des Risques Industriels et Technologiques

Les installations industrielles doivent répondre à des normes strictes pour prévenir les accidents majeurs.

Décret exécutif n° 04-88 du 1er avril 2004 : Exige l'identification et l'évaluation des risques industriels.

Décret exécutif n° 10-89 du 10 mars 2010 : Introduit l'obligation de mise en place d'un **Plan d'Opération Interne (POI)** pour les entreprises manipulant des produits dangereux.

Décret exécutif n° 05-117 du 11 avril 2005 : Classe les installations selon leur niveau de risque pour l'environnement.

Décret 02-427 du 07/12/2002, relatif aux conditions d'organisation de l'instruction, de l'information et de la formation des travailleurs dans le domaine de la prévention des risques professionnels.

L'employeur est tenu d'organiser des actions de formation sur :

- Les risques liés au travail et les mesures à prendre pour se protéger ;
- Les dispositions à prendre en cas d'accident ou de sinistre.

Sachant que la formation des travailleurs doit être de 1 à 3 semaines.

Les formations sont assurées pour tous les travailleurs. Cependant, il existe plusieurs catégories prioritaires notamment :

- Les personnes nouvellement recrutées ;
- Les personnes qui ont changé de poste de travail ;
- Les personnes qui sont de retour d'une longue convalescence suite à un AT ou une MP.

Décret exécutif n°01-342 du 28 octobre 2001 relatif aux prescriptions particulières de protection et sécurité des travailleurs contre les risques électriques au sein des organismes employeurs

A pour objet de fixer les prescriptions particulières de protection et de sécurité des travailleurs contre les risques électriques au sein des organismes employeurs.

-Les règles particulières de protection et de sécurité applicables aux travailleurs exerçant des activités de transport et de distribution d'énergie électriques.

-Présente un classement des installations électriques en fonction des tensions et les conditions générales auxquelles doivent satisfaire ces installations. Précise quelles sont les mesures à prendre pour assurer la protection des travailleurs

Décret exécutif n°05-08 du 27 correspondant au 8 janvier 2005 relatif aux prescriptions particulières applicables aux substances, produits ou préparations dangereuses en milieu de travail

A pour objet de définir les prescriptions particulières de sécurité applicables aux substances, produits ou préparations dangereuses fabriqués localement ou importés afin d'assurer aux travailleurs des conditions de prévention contre les risques professionnels en milieu de travail.

II.6 La Réglementation Environnementale

L'Algérie a adopté plusieurs lois pour protéger l'environnement et promouvoir le développement durable :

Loi n° 03-10 du 19 juillet 2003 : Oblige toute entreprise à réaliser une étude d'impact environnemental avant de démarrer un projet. : Cette loi a pour objectif de la mise en œuvre d'une politique nationale de protection de l'environnement dans le cadre du développement durable. Elle fixe les principes fondamentaux et les règles de gestion de l'environnement: la protection, la restructuration et la valorisation des ressources naturelles; la restauration des milieux endommagés, la prévention et la lutte contre toute forme de pollution et nuisance; l'amélioration du cadre et de la qualité de la vie, la promotion de l'utilisation rationnelle des ressources naturelles disponibles.

- **Décret exécutif n° 06-198 du 31 mai 2006** : Réglemente la gestion des déchets dangereux (stockage, transport, élimination).

- Pour assurer une **gestion déchets** efficace, l'entreprise doit évaluer et diagnostiquer les déchets, puis élaborer une bonne politique de gestion. Elle est également tenue de former et de sensibiliser ses équipes au recyclage et de mettre en place les équipements et les infrastructures nécessaires pour collecter, trier et éliminer les déchets. Enfin, elle doit optimiser sa consommation d'eau et d'énergie pour préserver les ressources naturelles
- **Décret exécutif n° 10-99 du 1er avril 2010** : Impose des règles strictes pour la gestion des déchets industriels et ménagers.
- **Décret exécutif n° 04-409 Fixant les modalités de transport des déchets spéciaux dangereux** :

A pour objet de fixer les modalités de transport des déchets spéciaux dangereux.

- Le transport des déchets spéciaux dangereux est soumis à :

— des conditions générales en matière d'emballage, de moyens de transport et de consignes de sécurité ;

— des conditions particulières en matière d'autorisation de transport des déchets spéciaux dangereux et de documents de mouvement de cette catégorie de déchets.[27]

II.7 Sanctions en cas de non-conformité à la réglementation HSE

Le non-respect des obligations en matière de santé, sécurité et environnement peut exposer l'entreprise, ses dirigeants ou ses salariés à des sanctions administratives, financières, civiles et pénales. Ces sanctions visent à responsabiliser les acteurs, réparer les dommages et éviter la récurrence.

II.7.1 Sanctions administratives

Ce sont des décisions prises par les autorités administratives (Inspection du travail, DREAL, ARS...) en cas de manquement constaté.

Exemples :

Suspension temporaire ou définitive d'une activité dangereuse.

Fermeture d'un site ou d'un atelier non conforme.

Mise en demeure de se mettre en conformité sous délai.

Retrait d'une autorisation d'exploiter une ICPE (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement).

Interdiction de mise sur le marché de produits non conformes.

II.7.2 Sanctions pécuniaires (amendes)

Il s'agit de **sanctions financières** prononcées par l'administration ou la justice pour non-respect des règles HSE.

Exemples :

Amendes pour non-respect des règles de sécurité au travail.

Pénalités pour non-réalisation du Document Unique (DUERP).

Amendes en cas de déversement de substances polluantes dans l'environnement.

II.7.3 Sanctions pénales

Ces sanctions sont décidées par les tribunaux en cas de faute lourde, négligence grave ou mise en danger délibérée de la vie d'autrui.

Exemples :

- Homicide involontaire suite à un accident du travail mortel.
- Mise en danger délibérée.
- Pollution volontaire ou négligente. En cas de récidive : aggravation des peines.

Responsables possibles :

- Chef d'entreprise ou dirigeant.
- Encadrants ou responsables HSE.
- Personne morale (l'entreprise elle-même).

II.7.4 Sanctions civiles

Elles visent à **réparer le préjudice subi par les victimes** (salarié blessé, riverains, environnement), en complément ou indépendamment des autres sanctions.

Exemples :

- Versement de dommages et intérêts à un salarié blessé ou à la famille d'une victime.
- Réparation des dommages environnementaux causés par une pollution.
- Responsabilité contractuelle engagée par un sous-traitant en cas de manquement aux règles HSE.[28]

Résumé synthétique sous forme de tableau :

Tableau 6: les types de sanctions

Type de sanction	Nature	Exemples concrets
Administrative	Décision des autorités de contrôle	Fermeture d'un site, mise en demeure, suspension d'activité, retrait d'autorisation.
Pécuniaire	Amende infligée par l'administration ou le juge	Amendes pour absence de DUERP, pollution, non-port des EPI, majoration AT/MP.
Pénale	Sanction judiciaire en cas de faute ou négligence	Homicide involontaire, mise en danger d'autrui, pollution volontaire.
Civile	Réparation des dommages causés aux victimes	Indemnisation du salarié, dédommagement pour préjudice moral ou environnemental.

II.8 Normes ISO

Les normes HSE (Hygiène, Sécurité, Environnement) sont des standards qui régissent les pratiques et les exigences à respecter dans les entreprises et les organisations afin d'assurer la santé, la sécurité des employés et la protection de l'environnement. Ces normes sont essentielles pour minimiser les risques d'accidents de travail, de maladies professionnelles et pour préserver l'environnement face aux activités industrielles ou commerciales.[29]

II.8.1 La norme Iso 9001 system de management de qualité

L'adoption d'un système de management de la qualité relève d'une décision stratégique de l'organisme qui peut l'aider à améliorer ses performances globales et fournir une base solide à des initiatives permettant d'assurer sa pérennité. En mettant en œuvre un système de management de la qualité fondé sur la présente Norme internationale, la mise en œuvre d'ISO 9001 par votre organisme signifie que celui-ci a établi des processus efficaces et former son personnel afin de proposer de manière systématique des produit ou des services de qualité

II.8.2 Les avantages de cette norme

1. Un excellent moyen d'améliorer la satisfaction des clients.
2. Prenez en considération les risques et possibilités associés au contexte et aux objectifs organisationnels.
3. Propriété pour se conformer aux exigences spécifiées du système de contrôle de la qualité.
4. Cette norme aide à identifier et à éliminer l'utilisation inappropriée des ressources, à réduire le rejet, à rendre les opérations plus efficaces et à prendre des décisions bien découvertes. Cela réduit les coûts et donne de meilleurs résultats.

5. Les audits et les tests réguliers recommandés par l'ISO 9001 permettent aux entreprises d'améliorer continuellement leurs systèmes de gestion de la qualité, de maintenir la compétitivité et d'assurer un succès à long terme.[30]

II.8.3 Les sept principes de management de la qualité

Les sept principes de management de la qualité sont :

PMQ 1 – Orientation client :

1. Augmentation de la valeur pour le client
2. Augmentation de la satisfaction du client
3. Amélioration de la fidélité du client
4. Amélioration de l'activité commerciale récurrente
5. Amélioration de l'image de l'organisme
6. Élargissement du panel des clients

PMQ 2 – Leadership

1. Meilleure coordination des processus de l'organisme
2. Amélioration de la communication entre les différents niveaux et fonctions de l'organisme
3. Développement et amélioration de la capacité de l'organisme et de son personnel à fournir les résultats escomptés

PMQ 3 – Implication du personnel :

1. Plus forte implication du personnel dans les activités d'amélioration
2. Amélioration du développement personnel, des initiatives et de la créativité
3. Amélioration de la satisfaction du personnel
4. Amélioration de la confiance et de la collaboration à tous les niveaux de l'organisme
5. Amélioration de l'intérêt porté aux valeurs partagées et à la culture à tous les niveaux de l'organisme

PMQ 4 – Approche processus :

- Plus grande aptitude à porter ses efforts sur les processus clés et opportunités d'amélioration
- Résultats cohérents et prévisibles au moyen d'un système de processus alignés avec les orientations stratégiques
- Optimisation des performances par un management efficace des processus, une utilisation efficiente des ressources et une réduction des obstacles inter fonctionnels
- Possibilité pour l'organisme d'assurer la confiance des parties intéressées en ce qui concerne sa cohérence, son efficacité et son efficience

PMQ 5 – Amélioration :

1. Amélioration de la performance des processus, de la capacité de l'organisme et de la satisfaction des clients
2. Amélioration de la recherche et de la détermination des causes profondes, suivies d'actions préventives et correctives
3. Plus grande aptitude à anticiper et réagir à des risques et à des opportunités internes et externes
4. Meilleure prise en compte de l'amélioration aussi bien progressive que par rupture
5. Meilleure utilisation de l'apprentissage à des fins d'amélioration
6. Accroissement de l'effort d'innovation

PMQ 6 – Prise de décision fondée sur des preuves :

1. Amélioration des processus décisionnels
2. Amélioration de l'évaluation de la performance des processus et de l'aptitude à atteindre les objectifs
3. Amélioration de l'efficacité et de l'efficience opérationnelles
4. Plus grande aptitude à passer en revue, remettre en question et changer les opinions et les décisions
5. Plus grande aptitude à démontrer l'efficacité de décisions antérieures

PMQ 7 – Management des relations avec les parties intéressées :

1. Amélioration des performances de l'organisme et de ses parties intéressées par la prise en compte des opportunités et des contraintes liées à chaque partie intéressée
2. Compréhension commune des objectifs et des valeurs par les parties intéressées
3. Augmentation de la capacité à créer de la valeur pour les parties intéressées par le partage des ressources et des compétences et par le management des risques liés à la qualité
4. Meilleure gestion de la chaîne d'approvisionnement assurant un flux stable de produits et services

Ces principes ne sont pas présentés par ordre de priorité. L'importance relative de chaque principe est susceptible de varier d'un organisme à l'autre et d'évoluer au fil du temps.[31]

II.8.4 ISO 14001 Système de management environnemental

Un système de management environnemental aide les organismes à identifier, gérer, surveiller et maîtriser leurs questions environnementales dans une perspective «holistique». ISO 14001 s'adresse aux organismes de tous types et de toutes tailles, qu'ils soient privés, sans but

lucratif ou publics. Elle prévoit qu'un organisme doit envisager toutes les questions environnementales liées à ses opérations, telles que la pollution atmosphérique, la gestion de l'eau et des eaux usées, la gestion des déchets, la contamination du sol, l'atténuation des changements climatiques et l'adaptation, et l'utilisation efficace des ressources. [32]

A) Domaine d'application

La présente Norme internationale est destinée à être utilisée par les organismes souhaitant gérer leurs responsabilités environnementales d'une manière systématique qui contribue au pilier environnemental du développement durable.

Permet d'aider un organisme à obtenir les résultats escomptés de son système de management environnemental, lesquels constituent une valeur ajoutée pour l'environnement, pour l'organisme lui-même et pour les parties intéressées. En cohérence avec la politique environnementale de l'organisme, les résultats escomptés d'un système de management environnemental incluent :

- l'amélioration de la performance environnementale;
- le respect des obligations de conformité;
- la réalisation des objectifs environnementaux

B) Les 8 avantages de la norme ISO 14001 pour votre organisation :

1. **Réduction des coûts** : grâce à la norme ISO 14001, vous maîtrisez mieux vos dépenses, vous augmentez votre efficacité énergétique et vous mettez en place une gestion intelligente des déchets.
2. **Renforcement de la confiance des clients** : la durabilité est un aspect de votre activité que les consommateurs, les partenaires et les clients recherchent activement. En améliorant votre performance environnementale, vous améliorez votre réputation et renforcez la confiance.
3. **Outil juridique** : un système de management environnemental permet de confronter votre activité aux réglementations actuelles et futures en matière de performance environnementale, d'une manière objective et factuelle.
4. **Conformité aux objectifs des Nations unies (ODD)** : un système de management environnemental contribue à la réalisation de nombreux objectifs de développement durable. Par exemple : l'ODD 6 (eau propre et assainissement), l'ODD 7 (énergie

abordable et durable), l'ODD 11 (villes et communautés durables), l'ODD 12 (consommation et production responsables), l'ODD 13 (action climatique), l'ODD 14 (la vie dans l'eau) et l'ODD 15 (la vie sur terre).

5. **Renforcer les connaissances au sein de votre organisation** management environnementale suivi des indicateurs environnementaux : noter les indicateurs environnementaux avec précision est une condition préalable à une bonne gestion de l'environnement. Au fur et à mesure que vous commencez à suivre ces indicateurs de plus près et à communiquer davantage à leur sujet, votre organisation acquiert un solide corpus de connaissances.
6. **Un prestige international** fait de travailler avec une norme ISO internationalement reconnue est également synonyme d'une forte augmentation de votre crédibilité. Un atout précieux à la table des négociations.
7. **Pour les grandes, petites et moyennes tailles:** ISO 14001 peut être déployée par toutes les organisations.
8. **Implication de vos collègues:** la transposition des efforts de votre entreprise en matière de climat dans un système de management environnemental confèrera un rôle plus actif à tous les membres de l'entreprise. De la direction à vos collaborateurs directs.[33]

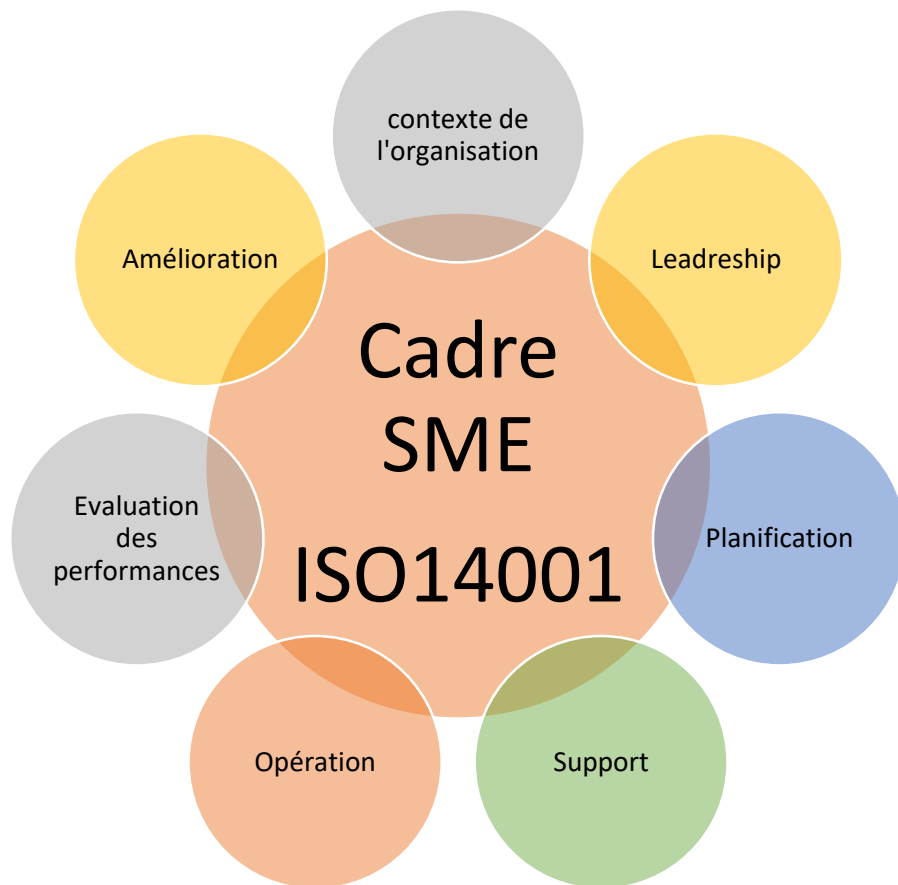


Figure 4: Critères d'ISO14001

II.8.5 ISO 45001 Système de de management de la santé et la sécurité au travail

ISO 45001 est la norme élaborée par l'ISO pour les organisations soucieuses d'améliorer la sécurité de leurs employés, de réduire les risques sur le lieu de travail et de créer des conditions de travail meilleures et plus sûres.

Selon l'Organisation internationale du Travail, plus de 7 600 personnes perdent chaque jour la vie des suites d'un accident du travail ou d'une maladie professionnelle. C'est pourquoi un comité de l'ISO réunissant des experts spécialisés dans les domaines de la santé et de la sécurité au travail a été mandaté pour élaborer une Norme internationale pouvant potentiellement sauver près de trois millions de vie chaque année. Structurée de la même manière que les autres systèmes de management de l'ISO, cette norme sera familière aux utilisateurs de normes telles qu'ISO 14001 ou ISO 9001.



Figure 5: Transition d'OHSAS 18001 vers ISO 45001

1) Domaine d'application

ISO 45001 s'applique à tout organisme souhaitant mettre en place un système de management de la S&ST, indépendamment de sa taille, de son secteur d'activité et de sa localisation géographique. Cette norme est particulièrement utile pour les secteurs présentant davantage de risques comme la construction, l'industrie manufacturière, pétrolière, gazière ou minière, l'agriculture.

2) Pourquoi ISO 45001 est-elle essentielle ?

La mise en œuvre d'ISO 45001 procure une valeur significative aux organismes qui cherchent limiter les incidents sur le lieu de travail et à démontrer leur engagement en matière de S&ST. La norme procure en outre les avantages suivants :

1. ISO 45001 fournit un cadre reconnu à l'échelon international pour gérer les risques pour la santé et la sécurité au travail.
2. Elle permet aux organismes d'évaluer de manière systématique les dangers et de mettre en œuvre des mesures de prévention des risques, ce qui se traduit par une réduction du nombre d'accidents du travail, de maladies professionnelles et d'incidents sur le lieu de travail.
3. L'adoption de cette norme montre aux employés et aux parties intéressées externes que l'organisme s'engage en faveur de la santé, de la sécurité et du bien-être des travailleurs.
4. Elle contribue ainsi à renforcer sa réputation et à motiver et fidéliser ses employés.
5. La norme implique de se conformer à la réglementation en matière de S&ST et contribue ainsi à assurer la conformité aux dispositions légales.

6. Elle promeut en outre une gestion proactive du risque, susceptible de se traduire par une réduction du coût des primes d'assurance.
7. ISO 45001 préconise l'établissement de protocoles de préparation et de réponse aux situations d'urgence, et contribue ainsi à renforcer la résilience de l'organisme face aux situations de crise et aux menaces pesant sur la sécurité.
8. Le cadre fondé sur le cycle PDCA (Planifier, Réaliser, Évaluer, Améliorer) rend possible l'amélioration et l'évolution continues du système de management de la S&ST, et permet ainsi d'accroître la performance en matière de santé et de sécurité des travailleurs sur le long terme.

En résumé, ISO 45001 permet aux organismes de mieux protéger leurs travailleurs et de gérer les risques pour la S&ST. Cette norme s'avère donc incontournable, partout dans le monde.[34]

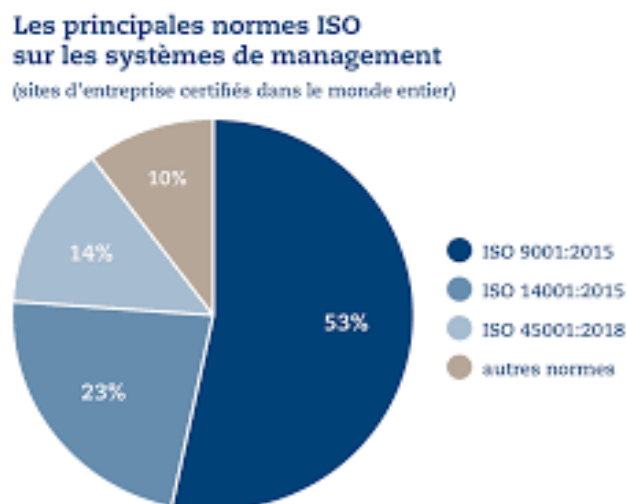


Figure 6: les principales normes ISO

II.8.6 Les avantages de la mise en place d'un système conforme à la norme HSE

La mise en place d'un système conforme à la norme HSE offre une multitude d'avantages pour les entreprises, couvrant des aspects économiques, sociaux, et environnementaux. Voici une synthèse de ces bénéfices :

1) Avantages environnementaux

- Réduire les impacts environnementaux en réduisant les émissions de gaz à effet de serre, en réduisant la consommation d'énergie, en réduisant la production de déchets et en réduisant la pollution des sols et de l'eau.
- Améliorer les performances environnementales en promouvant l'innovation pour se conformer aux normes juridiques, en optimisation des ressources et en meilleure gestion des cycles de vie des produits.
- Évaluer l'image de l'entreprise par obligation de développer la durabilité, l'acquisition de certifications environnementales et la participation à des initiatives écologiques.

2) Avantages sociaux

- Préserver la santé et la sécurité des employés en réduisant le risque d'accidents et de maladies de travail, d'amélioration des conditions de travail et de réduction du stress.
- Renforcer le bonheur et la satisfaction au travail grâce à une meilleure communication, à la reconnaissance des compétences, à l'établissement de la formation et aux opportunités de développement personnel
- Augmenter la motivation et la fidélité des employés grâce à un environnement de Travail amélioré qui contribue à une forte culture d'entreprise.

3) Avantages économiques

- Réductions importantes des coûts et pertes, en particulier celles liées à la consommation d'énergie, à la gestion des déchets, aux accidents de main-d'œuvre, aux sanctions financières et aux conflits.
- Augmenter les revenus et les bénéfices en améliorant les services et la qualité des produits, la fidélisation des clients, la conquête de nouveaux marchés et l'accès à des fonds rentables.

- Adapter le développement du marché et renforcer la compétitivité et la sécurité de l'entreprise par la différenciation agressive de ses concurrents.[35]

II.9 Responsabilité Environnementale des Entreprises (RCE)

Qu'est-ce que la RCE ?

La responsabilité environnementale des entreprises (RCE) représente l'engagement des entreprises à limiter leur impact sur l'environnement en adoptant des pratiques durables. Elle ne se limite pas au respect des lois écologiques : elle implique des actions volontaires pour réduire l'empreinte carbone, préserver les ressources naturelles, minimiser les déchets et protéger la biodiversité.

La RCE est souvent considérée comme une composante de la **Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE)**, avec un accent spécifique sur les enjeux environnementaux.

Pourquoi la RCE est-elle essentielle ?

1. Préserver l'environnement

Les entreprises, de par leurs activités, peuvent avoir un impact considérable sur la nature. En mettant en place des démarches éco responsables, elles participent à la protection de la biodiversité et des ressources naturelles. Certaines entreprises se fixent des objectifs ambitieux : Amazon, par exemple, prévoit d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2040.

2. Lutter contre le changement climatique

La réduction des émissions de gaz à effet de serre est un enjeu mondial. En investissant dans les énergies renouvelables et en réduisant leur empreinte carbone, les entreprises peuvent contribuer efficacement à la lutte contre le réchauffement climatique. L'initiative RE100 rassemble plus de 300 grandes entreprises engagées à utiliser exclusivement de l'électricité renouvelable.

3. Se conformer aux lois

De nombreux pays imposent des réglementations environnementales strictes. Respecter ces lois, et même les anticiper, permet aux entreprises d'éviter sanctions et litiges. Par exemple, la

directive européenne sur la publication d'informations non financières oblige les grandes entreprises à communiquer sur leurs impacts environnementaux.

5. Améliorer leur image de marque

6. Les consommateurs sont de plus en plus sensibles aux questions écologiques. Une entreprise qui adopte des pratiques durables renforce sa réputation et attire une clientèle engagée. Selon une étude Nielsen (2020), 73 % des consommateurs déclarent vouloir modifier leurs habitudes d'achat pour réduire leur impact sur l'environnement.

5. Rester compétitif

La durabilité devient un facteur clé de succès. Les entreprises qui intègrent l'environnement dans leur stratégie gagnent en attractivité auprès des clients, des investisseurs et des partenaires. Patagonie, par exemple, consacre 1 % de son chiffre d'affaires à la préservation de l'environnement.

6. Réduire les coûts

Adopter des processus éco-efficients peut générer des économies importantes : réduction des déchets, baisse de la consommation énergétique, recyclage... Une étude du MIT révèle que les entreprises engagées dans une démarche durable voient leurs marges bénéficiaires augmenter de 3 % en moyenne.

7. Anticiper les risques

Les risques environnementaux – comme la pénurie de ressources, l'évolution des lois ou les critiques du public – peuvent affecter la pérennité d'une entreprise. La RCE permet de mieux les identifier et les gérer.

8. Fédérer les employés

Les collaborateurs sont de plus en plus attirés par des entreprises qui partagent leurs valeurs. Une politique environnementale forte peut améliorer leur engagement, leur motivation et leur fidélité.

9. Séduire les investisseurs

Les critères environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG) prennent de plus en plus d'importance dans les décisions d'investissement. Les entreprises qui intègrent la RCE attirent plus facilement des investisseurs responsables.

10. Assurer leur avenir

Face à l'urgence écologique et aux attentes croissantes des parties prenantes, intégrer l'environnement dans la stratégie de l'entreprise est devenu indispensable pour garantir sa viabilité à long terme.[36]

II.10 Conclusion

La réglementation HSE (Hygiène, Sécurité, Environnement) et les normes ISO associées jouent un rôle fondamental dans la gestion des risques professionnels et la protection de l'environnement. Elles constituent un cadre indispensable pour garantir la sécurité des travailleurs, prévenir les accidents, et réduire l'impact des activités industrielles sur l'environnement. En adoptant ces normes, les entreprises améliorent non seulement leur conformité légale, mais renforcent également leur performance globale, leur image et leur responsabilité sociale. Ainsi, la maîtrise des exigences réglementaires et normatives HSE s'avère être un levier essentiel pour un développement durable et une amélioration continue des conditions de travail.

Chapitre III

**Présentation de l'entreprise Lafarge
Holcim située à Oggaz**

III.1 Introduction

Lafarge Holcim Oggaz, acteur majeur dans le secteur des matériaux de construction, s'inscrit au cœur d'une industrie à la fois essentielle et soumise à des enjeux environnementaux croissants. Située stratégiquement, cette usine joue un rôle clé dans la production de ciment, matériau indispensable au développement des infrastructures. Toutefois, la nature même de son activité impose une vigilance particulière quant à son impact écologique. En effet, la gestion des émissions atmosphériques, la consommation énergétique, ainsi que le traitement des déchets sont autant de défis environnementaux auxquels l'entreprise doit répondre avec rigueur. Par ailleurs, dans un contexte réglementaire en constante évolution, Lafarge Holcim Oggaz a mis en place une veille réglementaire proactive afin d'assurer la conformité de ses opérations aux normes environnementales nationales et internationales, garantissant ainsi une production durable et responsable.

III .2 Présentation général de l'entreprise (LCO) :

Lafarge est une entreprise multinationale, qui sous ce nom commercial, produit et vend principalement du ciment, des granulats et du béton prêt à l'emploi dans le monde entier. Elle est un leader mondial des matériaux de construction et du marché du ciment, et le deuxième producteur mondial de granulats et le quatrième producteur de béton prêt à l'emploi. La cimenterie Lafarge d'Oggaz s'étendant sur une superficie de 100 hectares occupée par les installations. Ses produits et solutions de construction sont utilisés pour construire ou rénover des logements, bâtiments et infrastructures. Sur la base de son chiffre d'affaires et d'analyses internes et externes Elle est la seule et unique usine en Algérie qui



Figure 7: Lafarge holcim oggaz

fabrique et exporte du ciment Blanc vers divers pays étrangers. La qualité du ciment Blanc de LCO est mondialement reconnue, notamment aux USA, Brésil et Angleterre...

III.2.1 L'historique de l'entreprise :

- **1833** : dans le village du Teil en Ardèche, Léon Pavin de Lafarge reprend l'exploitation familiale de carrières de pierre calcaire.
- **1848** : création de la Société Lafarge Frères.
- **1864** : premier chantier international phare. L'entreprise livre 110 000 tonnes de chaux pour la construction du canal de Suez.
- **1887** : ouverture de son premier laboratoire au Teil, dans le Sud de la France
- **1931** : entrée dans le marché du plâtre.
- **1939** : Lafarge devient le premier cimentier français, avec un quart du marché national.
- **1956** : construction de sa première cimenterie au Canada, à Richmond.
- A partir des années **1960** : Lafarge développe une activité de béton prêt à l'emploi.
- **1990** : création du laboratoire de recherche dédié aux matériaux de construction, devenu Centre de Recherche du Groupe LafargeHolcim, à L'Isle d'Abeau, près de Lyon.
- **1997** : rachat du britannique Redland. Le Groupe devient n°1 du marché des Granulats et entre sur le marché de la Toiture.
- **2000** : Lafarge est le premier Groupe industriel à conclure un accord de partenariat mondial avec le WWF. (World Wide Fund for Nature) dans le cadre du programme « Conservation Partner ». Le Groupe s'engage à lutter contre les émissions de CO2.
- **2001** : acquisition du cimentier britannique Blue Circle Industries (B.C.I.) qui propulse Lafarge au rang de premier cimentier mondial.
- **2007** : cession de l'Activité Toiture au fonds d'investissement français PAI partners. L'acquisition d'Orascom Cément, leader du Moyen-Orient et Bassin Méditerranéen, marque l'accélération de la stratégie de développement du Groupe et fait de Lafarge le leader des matériaux de construction dans les marchés émergents.
- **2011** : cession de l'activité Plâtres en Europe au Groupe Etex.
- **2012** : Ambitions Développement Durable 2020.
- **2015** : fusion des entreprises mondiales Lafarge et Holcim. Lafarge France devient membre du Groupe LafargeHolcim.



Figure 8: LOGO de LAFARGE

III.2.2 Localisation :

Lafarge d'Oggaz est située dans un repaire stratégique, ouest Alger environ 400Km, près d'environ 50Km d' Oran, et de 37Km du port d'Arzew. Elle est aussi passée par ou bien près de deux lignes d'énergies Gaz et électricité.

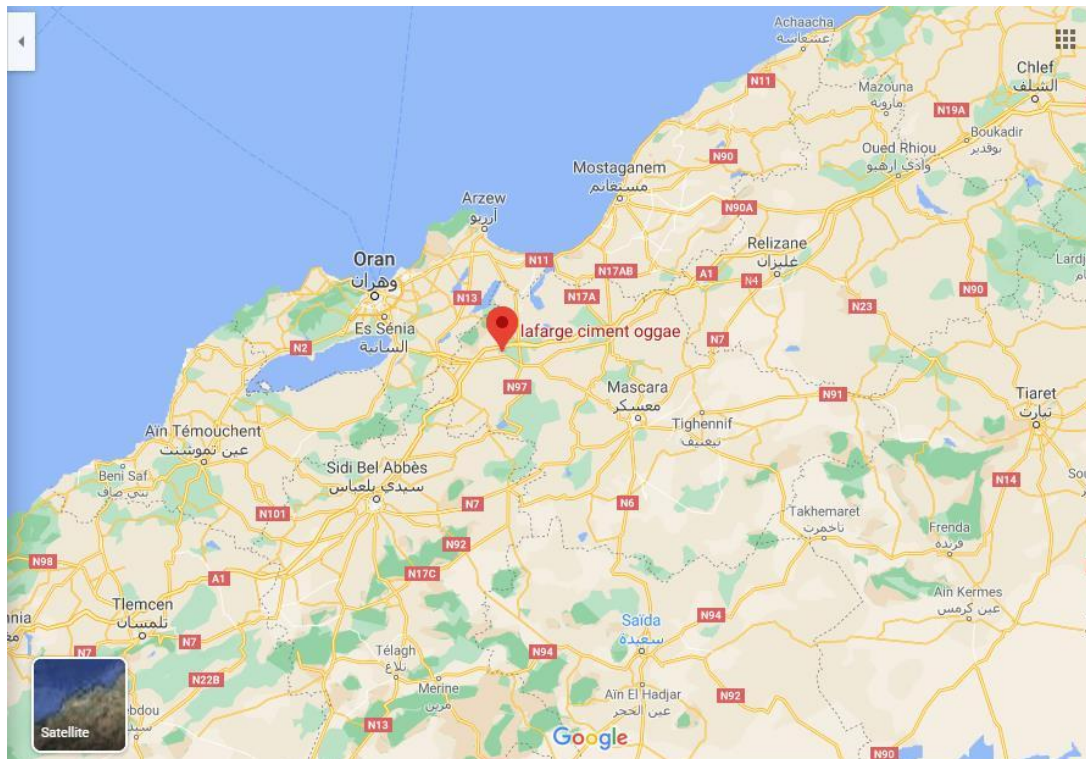


Figure 09: localisation de Lafarge holcim

III.2.3 À propos de Groupe Lafarge Holcim

III.2.3.1 Lafarge Holcim:

Est une société œuvrant à l'échelle mondiale dans les matériaux de construction. Elle est issue de la fusion de Lafarge et Holcim. Son siège central se trouve en Suisse, à Jona.



Figure 10: LOGO de Membre du Groupe Lafarge Holcim

III.2.3.2 LAFARGE HOLCIM dans le monde :

Leader mondial des matériaux de construction, Lafarge occupe des positions de premier plan dans chacun de ses métiers avec près de 84000 employés dans 79 pays. Producteur de matériaux essentiels au développement économique et social, le Groupe est bien positionné pour saisir les opportunités portées par la démographie et les besoins en hébergements et infrastructures

III.2.3.3 Présentation de LAFARGE HOLCIM en Algérie:

L'Algérie est un marché stratégique pour le Groupe Holcim. Le secteur de la construction est en croissance depuis 2000, avec d'importants besoins en matériaux de construction et de solutions constructives. Lafarge Algérie est présent sur toute la chaîne de valeur des matériaux de construction « ciments, liants routiers, ciments spéciaux pour les puits d'hydrocarbures, mortiers, granulats, bétons, plâtres, sacs et distribution » au travers de différents modèles d'affaires. Lafarge Algérie emploie 5500 collaborateurs et est fortement engagé dans le développement économique, social et environnemental du pays-Lafarge Holcim en Algérie est engagée activement dans cette démarche, et nous avons déterminé cinq axes d'actions prioritaires pour agir avec nos communautés proches de nos opérations, qui sont:

1.L'éducation.

2. Le développement de l'employabilité.
3. La création de nouvelles entreprises,
4. L'amélioration des conditions d'habitation,
5. La santé et la sécurité pour tous et avant tout

LAFARGE HOLCIM en Algérie est composée de plusieurs unités de production et deux unités de Siège social implantées sur le territoire national :

- LAFARGE Algérie : Siège social à Mohammedia Alger et aussi LAFARGE Logistique ;
- LAFARGE Ciment du M'sila : LCM et LAFARGE Ciment du OGGAZ ;
- LCO LAFARGE Sacs.

III.2.4 Présentation de LAFARGE D'OGGAZ :

Une Cimenterie du Groupe Lafarge Algérie et membre du Groupe LafargeHolcim, leader mondial des matériaux de construction, la société Lafarge Ciment Oggaz est située dans la commune d'Oggaz, wilaya de Mascara. LCO est entrée en production en 2007 avec sa ligne de ciment blanc, suivie en 2008, par le démarrage de la ligne de ciment Gris. La capacité installée d'LCO est de 3.8 mi T/an dont 3,2 mi t/an (Gris) et 0,6 mi t/an (Blanc), avec la particularité d'être l'unique usine de ciment blanc en Algérie dont une partie de la production est exportée vers différents pays. LCO est la première cimenterie nationale à incinérer des déchets, elle participe ainsi à l'effort collectif pour la préservation des ressources naturelles.

III.2.4.1 Capacité de production :

- ✓ L'usine d'Oggaz a la capacité de fournir près de 3 millions de tonnes de ciment gris et 550 kilo tonne de ciment blanc.
- ✓ La ligne du blanc est la seule usine dans le pays de la production du ciment blanc, elle couvre 100% du marché algérien.

III.2.4.2 Projets réalisé en Algérie :

- Autoroute est-ouest
- Métro d'Alger
- Aéroport d'Alger
- Barrage de Chleff et de Koudiat

- Résidences AADL
- Terminal de Gazier (Arzew, Skikda)
- Faculté de Droit d'Alger
- Centre commerciaux (El Qods, Bab-Ezzouar, etc.)

III.2.4.1 Domaine d'activité :

La société LAFARGE HOLCIM Oggaz est l'acteur majeur des productions et fabrication du ciment sachant qu'elle est la seule et unique usine en Algérie qui fabrique et exporte du ciment Blanc vers divers pays étrangers. La qualité du ciment blanc de LCO est mondialement reconnue, notamment aux USA, Brésil et Angleterre au niveau de deux activités :

- La production des Ciment gris
- La Production des Ciment Blanc

III.2.5 Les différentes qualités du ciment :

Chamil : est un ciment gris pour béton courants et structurels destiné à la construction des maisons. Chamil est certifié conforme à la norme algérienne (NA 422) et européenne (EN 197-1).

Mâtine : est un ciment gris pour béton de haute performance ; destiné à la construction des ouvrages d'Art infrastructure et superstructure pour bâtiments. Mâtine certifiée conforme à la norme algérienne (NA 422) et européenne (EN 197-1)

Malaki : est un ciment blanc pour bétons de haute performance ; destiné à la construction des ouvrages d'Art esthétique et éléments décoratifs. Mâtine certifié ; Conforme à la norme algérienne (NA 422) et européenne (EN 197-1)

SARIE : L'Ultra Haute Performance pour vos grands projets.

Le SARIE, premier ciment Gris 52.5 pour bétons à résistances élevées à jeune âge, destiné aux ouvrages d'art et à la préfabrication.

Mokaoum: Mokaouem est un ciment gris résistant aux sulfates, résultat de la mouture d'un clinker contenant un faible taux d'aluminates de calcium avec une proportion de gypse inférieure à celle d'un ciment portland composé.



Figure 11: LES PRODUITS DE LCO

III.2.6 La définition du ciment :

Le ciment est une matière pulvérulente se présentant sous l'aspect de poudre très fine formant avec l'eau ou avec une solution saline une pâte plastique liante, capable d'agglomérer, en durcissant, des substances variées. Il désigne également, dans un sens plus large, tout matériau interposé entre deux corps durs pour les lier. Autrement on peut dire que le ciment est une gangue hydraulique durcissant rapidement et atteignant en peu de jours son maximum de résistance. Après durcissement, cette pâte conserve sa résistance et sa stabilité, même sous l'eau. Son emploi le plus fréquent est sous forme de poudre utilisée avec de l'eau pour agréger du sable fin et des graviers (granulats) pour donner le béton et le mortier.

III.2.7 Composition de ciment :

Les matières premières qui rentrent dans la fabrication du ciment sont essentiellement de calcaire et d'argile ou de toutes matières renfermant essentiellement de la chaux (CaO), de la silice (SiO_2), de l'alumine (Al_2O_3), et de l'oxyde ferrique (Fe_2O_3).

Les Matières d'ajout sont principalement:

Le Gypse : Son rôle est de régulariser le temps de prise du ciment.

Le Calcaire : Ajout qui diminue la résistance du ciment et qui peut être

Remplacé par la pouzzolane qui a les mêmes caractéristiques. C'est le composant principal du clinker.

Les matières de correction : Le sable et les minerais de fer, elles sont ajoutées à la matière crue.



Figure 12: les composants de ciments

III.2.8 Les phases de fabrication de ciment :

La fabrication du ciment se fait selon un procédé en continu, successivement et en parallèle les 4 phases suivantes :

la phase de l'extraction de la carrière : le calcaire extrait de la carrière par abattage est acheminé par dumpers vers le concasseur pour avoir du calcaire concassé qui va être transporter vers le hall de stockage pour être acheminé après vers la trémie de l'atelier du broyeur cru à l'aide des bandes transporteuses.

La phase de fabrication du cru : la fragmentation, la pré-homogénéisation jusqu'au silo de stockage du cru.

La phase de cuisson : commence par le préchauffage dans les échangeurs à cyclone, l'alimentation du four et se termine dans les silos de stockage du clinker.

La phase de fabrication du ciment : le dosage, l'alimentation des broyeurs, silotage et/ou conditionnement du ciment).

III.2.9 Les méthodes de fabrication du ciment :

Fabrication du ciment par voie humide (la plus ancienne) : le cru est transformé en une pâte fluide par adjonction d'eau (entre 30 et 40% d'eau) avant d'entrer dans le four, il s'agit de la technique la plus simple mais aussi de la plus consommatrice en énergie puisqu'il faut évaporer l'eau lors de la cuisson

Fabrication du ciment par voie semi-humide : le cru est débarrassé d'une partie de son eau dans des filtres presses.

Fabrication du ciment par voie semi sèche : le cru est aggloméré en granules par humidification avant la cuisson.

Fabrication du ciment par voie sèche (la plus utilisée) : le cru entre dans le four sous forme de poudre, cette technique est aujourd'hui utilisée quasiment tout le temps car plus économe. Cette voie de fabrication est utilisé au niveau de la cimenterie « Lafarge d'Oggaz ».

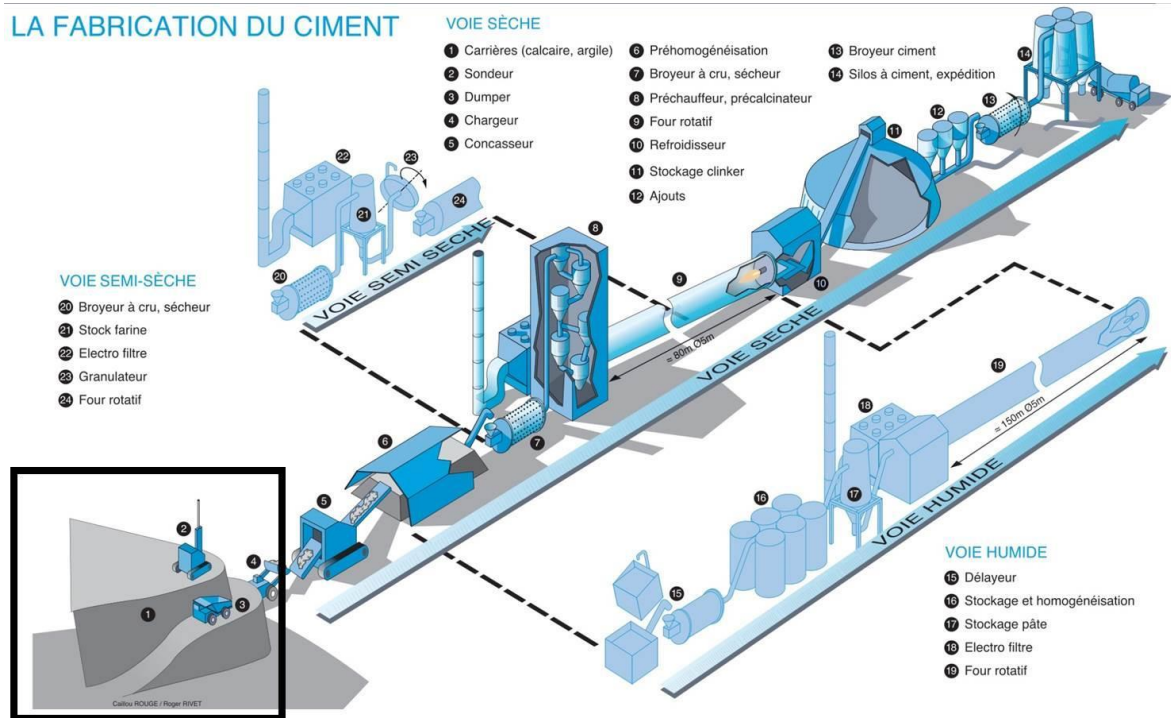


Figure 13: fabrication du ciment

III.2.10 La fabrication du ciment par voie sèche au niveau de la cimenterie Lafarge d'Oggaz :

1) Carrière :

Les matières premières qui apportent les oxydes nécessaires pour synthétiser le clinker sont extraites de carrières.

➤ Extraction : l'extraction s'effectuera par abattage à l'explosif, opération réalisée par l'entreprise elle-même. En moyenne, un tir par semaine.

Les matériaux abattus seront repris à l'aide de pelles chargeuses et seront acheminés par camions vers la station de concassage. Les opérations liées à l'utilisation de l'explosif se feront en conformité avec la réglementation en vigueur.

➤ Concassage : Le concasseur a pour un rôle de ramener les matières premières à des dimensions admissibles pour le broyeur. Les matières premières sont fournies par les carrières en gros morceaux avec leur humidité naturelle et doivent être séchées puis concassés à la granulométrie désirée (0-35mm).

Au niveau du concasseur, les matières premières sont mélangées dans des proportions bien déterminées, ces proportions sont contrôlées par un analyseur, installé sur la ligne de transport vers le stockage de pré-homogénéisation



Figure 14: concassage et extraction

2) Pré-homogénéisation :

Les roches extraites de la carrière concassées et acheminées jusqu'à la cimenterie sont ensuite stockées dans le hall de pré-homogénéisation par des roues pelles, après d'avoir étendue en couches horizontales successives.

Dans ce hall les couches sont reprises verticalement, ce qui permet de prélever en permanence une matière de composition identique.

La pré-homogénéisation de la matière première se fait à l'aide d'un bras râteau, tournant autour d'un axe dans un hall.



Figure 15: hall de pré homogénéisation

3) Broyage du cru :

Les matières sont moulues jusqu'à la finesse adéquate, dans un broyeur à 4 galets verticaux, la poudre fine obtenue est appelée « la farine cru ». La farine est ensuite emportée par le gaz

chaud provenant du four vers le dépoussiéreur à manches. Le dépoussiéreur retient les particules de farine et laisse passer le gaz dépourvu de poussières par la cheminée. La farine retenue est ensuite récupérée et transportée vers le silo d'homogénéisation.



Figure 16: Les broyeurs à meules verticaux.

4) Homogénéisation :

La farine crue est homogénéisée dans deux silos d'une capacité unitaire de 10000 T. Pour augmenter l'efficacité de l'homogénéisation les deux silos sont alimentés et soutirés simultanément.

La méthode généralement utilisée pour l'homogénéisation est envoi de l'air en bas de silos permettant de fluidifier la farine.

5) Préchauffage :

A la sortie du silo d'homogénéisation, la farine est transportée par un système pneumatique vers le haut du préchauffeur. Le préchauffeur est constitué d'une série de cyclones à 4 étages, il permet de préchauffer la farine avant son passage dans le précalcinateur. Le précalcinateur a pour rôle de calciner la farine à 90%. Une fois calcinée, la farine sera prête pour la cuisson dans le four rotatif.

6) Four rotatif :

Le four est un réacteur en forme de tube rotatif incliné de 5%. Le chauffage est assuré par une flamme au charbon installé à l'autre extrémité du four. La farine entrant dans le four à 1000°C environ est chauffée jusqu'à la température de frittage ou clinkérisation 1450°C.

Dès lors les minéraux qu'elle contient, réagissent pour donner de nouvelles combinaisons minéralogiques principalement des silicates et des aluminates de calcium : le clinker

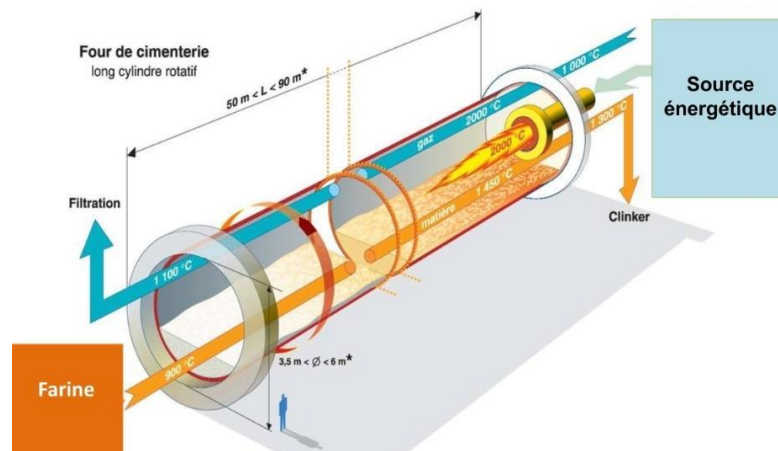


Figure 17: Le principe de four rotatif

6) Refroidisseur à Clinker :

Le clinker sortant du four passe sur la grille vibrante du refroidisseur, où il est trempé rapidement par l'air froid soufflé par le bas de la grille. Ce processus permet la récupération de la chaleur du clinker. L'air chaud généré est réintroduit dans le four pour aider à la combustion.

7) Concassage du clinker :

Le clinker sortant du refroidisseur, est transporté jusqu'au concassage puis au hangar au silo du stockage, surtout ce type de ciment il doit passer de trois silos.

8) Broyeur à Ciment :

En dessous du hall de stockage, le clinker est transporté vers l'atelier de mouture ciment. Le clinker et d'autres ajouts principalement de gypse sont introduits dans le broyeur à ciment pour être broyés finement. Le ciment obtenu est transporté vers les silos de stockage.

9) Stockage :

Après le broyage du clinker et d'ajout additifs, le ciment est prêt à être vendu. Il est stocké dans d'immenses silos.



Figure 18: Silos de stockage

10)Expédition:

L'expédition est constituée d'un atelier de chargement en vrac, d'une ensacheuse, d'un système de palettisation, ou atelier de fardélisation, et d'un pont bascule permettant le pesage des camions (sacs et vrac).[37]

III.3 Les aspects environnementaux significatifs de la cimenterie Lafarge d'Oggaz :

Les aspects environnementaux sont des éléments des activités, produits ou services d'un organisme susceptible de perturber le fonctionnement normal de l'environnement.

Les principaux aspects environnementaux, c'est à dire ceux pouvant polluer d'une manière importante l'environnement, sont dit Significatifs, ce sont les **AES** :

III.3.1 Poussière canalisée :

Les émissions de poussières (PM), en particulier les rejets des cheminées des fours, ont toujours été l'une des préoccupations environnementales principales pour la fabrication de ciment. Les principales sources d'émissions de poussières sont le procédé de préparation du cru (stations de broyage des matières premières), les unités de broyage et de séchage, la cuisson du clinker (fours et refroidisseurs à clinker), la préparation du combustible et l'unité de broyage du ciment (broyeurs à ciment). Que l'on utilise ou non des déchets, certains procédés secondaires d'une cimenterie sont également à l'origine d'émissions de poussières, par exemple : le stockage des matières premières et du ciment, les convoyeurs et tapis élévateurs des matières premières, le concassage des matières premières.

III.3.2 Poussière diffuse :

Des émissions de poussières diffuses peuvent se produire au cours du stockage et du transport des matières premières et des combustibles solides, par exemple sur un lieu de stockage ouvert ou sur les convoyeurs de matières premières, ainsi qu'à la surface des routes à cause du transport. Les émissions qui se produisent lors du conditionnement et de l'expédition du clinker et du ciment peuvent aussi être importantes. Elles peuvent provoquer une augmentation locale du niveau des émissions de poussières alors que les rejets de poussières résultant de la mise en œuvre des procédés (en général, par des cheminées très élevées) peuvent affecter la qualité de l'air d'une zone beaucoup plus étendue. Les convoyeurs et les tapis élévateurs prennent la forme de systèmes clos si des matériaux poussiéreux sont susceptibles de libérer de la poussière. Les routes empruntées par les camions sont pavées et régulièrement nettoyées de manière à éviter les émissions de poussières diffuses. En outre, la pulvérisation d'eau sur le site permet d'éviter ces émissions. Des systèmes de stockage fermés sont utilisés dans la mesure du possible.

III.3.3 Déchets industriels :

Un déchet industriel est un type de déchet produit par l'activité d'industrielle et qui affecte négativement le bien-être.

Les déchets industriels de la cimenterie Lafarge LCO sont classés selon la nomenclature des déchets 06-104 en :

- Déchets ménagers assimilés : Il s'agit des déchets issus de l'industrie, mais collectés dans les mêmes conditions que les déchets ménagers (papier et carton).
- Déchets industriels spéciaux : sont une catégorie de déchets (chimiques, biologiques, radioactifs..), d'origine industrielle et susceptible de présenter un danger pour l'homme et/ou l'environnement.
- Déchets spéciaux dangereux : Les déchets dangereux sont associés à des déchets qui, en raison de leur composition ou de leurs propriétés physico-chimiques (corrosifs, explosifs, toxiques, inflammables, cancérogène, infectieux, etc.) présentent un danger pour la santé humaine ou pour l'environnement.

III.3.4 Déchets cliniques médicaux :

Les déchets médicaux comprennent tous les déchets produits lors d'activités de soins ou de diagnostic, Ils peuvent être divisés en cinq catégories suivant les risques qu'ils représentent-

Déchets piquants et tranchants : Déchets présentant un danger de blessure.

- Déchets présentant un danger de contamination/ déchet infectieux : Déchets contenant du sang ou des sécrétions ou des excréctions ; Déchets contenant d'importantes quantités de matériel, substances ou milieux de culture présentant un risque de propagation d'agents infectieux.
- Déchets de médicaments/ Déchets chimiques : Déchets de médicaments, médicaments périmés et récipients ayant contenu des médicaments ; Déchets contenant des substances chimiques: restes de solvants de laboratoire, désinfectants.
- Réservoirs sous pression.
- Déchets radioactifs : Déchets contenant des substances radioactives: radionucléides utilisés en laboratoire ou en médecine nucléaire, urine ou excréta de patients traités.

III.3.5 Lubrifiants :

Dans l'industrie du ciment, la lubrification est suivie de très près pour améliorer la productivité et éviter tout arrêt impromptu, générateur de pertes d'exploitation considérables. Les lubrifiants apportent à la fois une meilleure performance et une protection supérieure des équipements.

Les lubrifiants peuvent se trouver sous forme liquides ou fluides (huiles), consistants (graisses ou gel de silicone), ou solides (graphite, téflon). Les lubrifiants usagés risquent de contaminer le sol.

III.3.6 Rejets de matières :

Les rejets de matières sont tous résidus de matière issue d'une opération de fabrication de ciment non traité (rejet de broyeur cru 'VRM', rejet de clinker, rejet farine cru, matière contaminé, poudre de broyeur rejeté, sac ciment déchiré,...).

Ces rejets nécessitent une bonne gestion et l'entreprise doit les débarrasser pour éviter toute sorte de contamination, par exemple il ya des rejets qui sont éliminés par des agences autorisées comme aussi ils peuvent être éliminés à l'extérieur du site par le fournisseur qui les recyclera.

III.3.7 Rejet liquide :

Les eaux de processus sont en circuit fermé sauf pour les eaux de purge du système, ces eaux

de purge seront envoyées au réseau de traitement des eaux résiduaires domestiques de l'usine. Les eaux résiduaires domestiques seront traitées par d'additions d'additifs et l'enlèvement de boue dans une unité de traitement des eaux d'égouts sur le site.

L'eau traitée selon la norme algérienne sera soit utilisée pour l'irrigation soit redirigée vers le procédé.

III.3.8 Consommation d'eau :

Durant la phase de production, selon les informations fournies par LCO, la quantité d'eau disponible sera suffisante pour le processus (système de refroidissement, le conditionnement du cru) et l'utilisation quotidienne (lavage, nettoyage,...).

Le besoin en eau est d'environ 3500m³/J, dont la majorité servira au refroidissement.

III.3.9 Produits chimiques :

Les produits chimiques ne sont pas utilisés dans le processus de fabrication, elles sont beaucoup plus utilisées en petites quantités dans les manipulations et les tests de contrôle de qualité dans le laboratoire. Les produits chimiques se trouvent aussi dans la station du traitement des eaux.

Les produits mis en œuvre dans le laboratoire sont les suivantes : Acide fluorhydrique, Sodium hydroxyde, hydroxyde de potassium, Carbonate de sodium, Oxalate d'ammonium, Ammoniaque, Nitrate d'ammonium, Chlorure d'ammonium, Ethanol absolu, Acide chlorhydrique, Triéthanolamine, Acide sulfurique, Glycérol, Acide nitrique, Acide acétique, Acide perchlorique, benzène, Autres (faibles quantités).

III.4 Dégradation d'espace vert:

La configuration et la taille des espaces verts sont variées, le choix de ces plantes est contribué par des spécialistes qui doivent connaître le type des plantes qui résistent contre la pollution engendrée par la cimenterie et parmi ces plantes on a : eucalyptus, acacia, nerprun....

L'extraction de la matière première est considérée comme une source importante de l'émission de la poussière qui a un impact sur la flore autour de la carrière, à cause de cette opération les feuilles des plantes sont couvertes par des poussières qui causent la diminution de la photosynthèse et finalement la dégradation de ces espaces. [38]

III.5 Conclusion

En somme, Lafarge Holcim Oggaz illustre parfaitement la nécessité pour les industries lourdes de conjuguer performance économique et responsabilité environnementale. L'usine, consciente des impacts significatifs de ses activités, déploie des efforts constants pour minimiser son empreinte écologique à travers des actions concrètes et une veille réglementaire rigoureuse. Cette démarche proactive non seulement assure la conformité aux exigences légales, mais contribue également à renforcer l'image de l'entreprise comme un acteur engagé dans le développement durable. À l'avenir, la poursuite de ces initiatives sera essentielle pour répondre aux attentes sociétales et environnementales tout en maintenant la compétitivité sur un marché en mutation.

Chapitre IV

**Etude des émissions atmosphériques
par un simulateur AERMOD**

IV.1 Introduction :

L'industrie cimentière, pilier du développement des infrastructures l'une des activités industrielles les plus polluantes à l'échelle mondiale. En Algérie, la cimenterie d'Oggaz, située dans la wilaya de Mascara, représente un exemple concret d'une unité industrielle générant à la fois des **polluants atmosphériques** et des **déchets industriels solides**. Le processus de fabrication du ciment, particulièrement lors de la cuisson du clinker, est fortement émetteur de **gaz à effet de serre (GES)** tels que le dioxyde de carbone (CO_2), ainsi que de **polluants atmosphériques** comme les **oxydes d'azote (NO_x)**, les **oxydes de soufre (SO_2)**, les **particules fines (PM_{10} et $\text{PM}_{2.5}$)**, et les **composés organiques volatils (COV)**.

En parallèle, cette activité génère une quantité non négligeable de **déchets solides** issus de la manutention des matières premières, des filtres à manches, des résidus de combustion, ou encore des matériaux de construction défectueux. Ces déchets, mal gérés, peuvent constituer un danger pour l'environnement immédiat, les nappes phréatiques, et la santé des riverains.

Pour évaluer et anticiper les effets environnementaux des rejets atmosphériques de la cimenterie, l'utilisation d'outils de modélisation de la dispersion des polluants est indispensable. Dans ce contexte, le logiciel **AERMOD** constitue une solution particulièrement pertinente.

Notre étude combine la caractérisation des émissions polluantes et des déchets générés par la cimenterie d'Oggaz, et une **modélisation de la dispersion atmosphérique des polluants** via AERMOD. L'objectif est double : évaluer l'impact de cette unité industrielle sur l'environnement atmosphérique et proposer des pistes d'atténuation pour une production plus durable.

IV.2 Les déchets existant au niveau de la cimenterie :

Les déchets générés par une cimenterie peuvent être soit des sous-produits à traiter, soit des matières premières secondaires, réutilisables dans le process de fabrication du ciment.

Le tableau ci-dessous dresse la liste des déchets produits par la cimenterie, avec leur classification réglementaire conforme au décret 06-104.[39]

Tableau 7: la Classification des déchets de la déchetterie de LCO

Code	Désignation du déchet	Classe
15.1.1	Fûts vides contaminés par les huiles usées	SD
16.6	Batteries	SD
-	La laine de roche ou de verre	SD
15.1.1	Papier et carton	MA
16.1.1	Caoutchouc et pneumatique	S
17.2.1	Plastiques contaminés	SD
15.1.1	Papiers contaminés	SD
15.2.2	Filtre à manches	S
17.2.1	Bois contaminés	SD
17.4.5	Fer et acier	S
19.12.2	Métaux non ferreux	S
17.2	Plastiques contaminés par des produits chimiques	SD
15.2.1	Chiffons contaminés lubrifiants	SD
16.5.4	Soude caustique	SD
16.5.4	Méta bisulfite de sodium	SD
15.2.1	Emballage des plastiques contaminés en produits chimiques	SD
13.5.3	Boues déshuileurs	SD
16.5.3	Rejets des produits chimiques de laboratoire	SD

Selon le Tableau, nous avons remarqué que la cimenterie OGGAZ génère des déchets à risque ou déchets dangereux désignés par SD qui présentent des risques pour la santé et l'environnement et nécessitent des traitements spécialisés tel que : l'incinération.

Les déchets non dangereux (désignés par S et MA) sont valorisables peuvent être recyclés tel que le fer et acier.

Nous avons également quantifié les déchets produits par la cimenterie, dont les valeurs sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 8: type et quantités des déchets générés à LCO durant l'année 2022

Type de déchets	Quantités (Kg)
Bois	35 700
Ferrailles	239 600
Plastiques	32 550
Papiers	30 000
Métaux non ferreux	15 000
Fûts huiles usagées	8 000
La laine de roche	250
Caoutchouc	26 400
Pneus	5 000
Batteries sèches/ Batteries liquides	3 600
Manches des filtres	29 250
Bois dégradés	113 900
Papier contaminé par ciment	307 150

D'après le Tableau, nous avons constaté que la quantité des déchets générés par la cimenterie est variable, il existe des déchets dominants en volume ; **Papier contaminé par le ciment (307 150 kg) et ferrailles (239 600 kg)** représentent les flux les plus importants.

Tandis que le Bois dégradés (113 900 kg) et bois non dégradés (35 700 kg) pourraient être valorisés en énergie (combustion en cimenterie) ou en matériaux de récupération.

Les déchets dangereux préoccupants tels que : fûts d'huiles usagées (8 000 kg), batteries (3 600 kg), et papier contaminé nécessitent une gestion sécurisée (stockage étanche, traitement agréé).

IV.2.1 Gestion des déchets au niveau de la cimenterie:

LCO s'engage à gérer les déchets industriels de manière responsable et durable dans ses usines de ciment. Voici un aperçu des pratiques de gestion des déchets dans les usines de ciment LCO :

1. Réduction à la source :

- LCO s'efforce de réduire la quantité de déchets générés en optimisant ses processus de production et en utilisant des matériaux durables.
- L'entreprise met en œuvre des programmes de réduction des déchets, tels que la réduction de la consommation d'eau et d'énergie, ainsi que l'utilisation de matériaux recyclés.

2. Recyclage et valorisation :

- LCO recycle et valorise une grande partie de ses déchets industriels.
- Les déchets combustibles, tels que les pneus usagés, les plastiques et les déchets organiques, sont utilisés comme combustibles alternatifs dans les fours à ciment.
- Les déchets non combustibles, tels que les métaux et les matériaux de construction, sont recyclés ou réutilisés dans d'autres applications.

3. Élimination responsable :

- Les déchets qui ne peuvent pas être recyclés ou valorisés sont éliminés de manière responsable conformément aux réglementations locales.
- LCO s'engage à minimiser l'impact environnemental de l'élimination des déchets.

4. Surveillance et reporting :

- LCO surveille et rend compte de ses performances en matière de gestion des déchets.
- L'entreprise utilise des indicateurs clés de performance (KPI) pour suivre la quantité de déchets générés, recyclés et éliminés.

5. Collaboration avec les parties prenantes :

- LCO collabore avec les parties prenantes, telles que les autorités locales, les organisations non gouvernementales et les fournisseurs, pour améliorer ses pratiques de gestion des déchets.

Exemples concrets :

- **Geocycle** : LCO possède une division dédiée à la gestion des déchets industriels, appelée Geocycle. Geocycle offre une gamme de services de gestion des déchets, y compris le recyclage, la valorisation et l'élimination.[40]

IV.3 Les sources des polluants atmosphériques au niveau de la cimenterie :

Les cimenteries sont des installations industrielles émettrices de divers polluants atmosphériques, issus principalement des processus de production, de la combustion, et des **activités annexes**. On retrouve dans ce tableau l'ensemble des polluants majeurs émis lors des différentes étapes du processus cimentier, avec leurs caractéristiques spécifiques.[41]

Tableau 9:les principales sources des polluants atmosphériques

Polluant atmosphérique	Les sources de polluants atmosphériques
Dioxyde de carbone (CO ₂)	<ul style="list-style-type: none">• La calcination du calcaire pour produire du clinker est la principale source d'émissions de CO₂ dans l'industrie du ciment. <p>LCO génère (émet) du CO₂ à partir de deux sources principales lors de la production de clinker :</p> <p>a- Emission directe : La décarbonatation des matières premières est générée par les réactions de fabrication du clinker de ciment, notamment par la décarbonatation du calcaire</p> <p>b-Emission indirecte : Les émissions de combustion sont générées par la combustion de combustibles (hydrocarbures) pour produire de la chaleur dans le four et ses auxiliaires</p>
Poussière	<ul style="list-style-type: none">• La manipulation des matières premières, le broyage du clinker et les opérations de transport génèrent de la poussière.
Oxydes d'azote (NO _x)	<ul style="list-style-type: none">• La combustion de combustibles fossiles dans les fours à ciment produit des NO_x.
Oxydes de soufre (SO _x)	<ul style="list-style-type: none">• Les combustibles fossiles contenant du soufre libèrent des SO_x lors de la combustion
Composés organiques	<ul style="list-style-type: none">• Les combustibles fossiles et les matières premières

volatils (COV)	peuvent contenir des COV qui sont libérés lors de la combustion.
----------------	--

Ce tableau met en lumière la **diversité des sources polluantes** dans une cimenterie, le **CO₂ reste le pollueur majeur incontournable**, les autres polluants (NO_x, SO_x, poussières) nécessitent des **stratégies de contrôle ciblées**.

IV.4 Quantité des polluants émis par la cimenterie

IV.4.1 Quantité du CO

L'analyse du laboratoire nous a permis de quantifier les émissions de monoxyde de carbone (CO) en fonction de la production de clinker, les résultats sont montrés sur la figure 19.

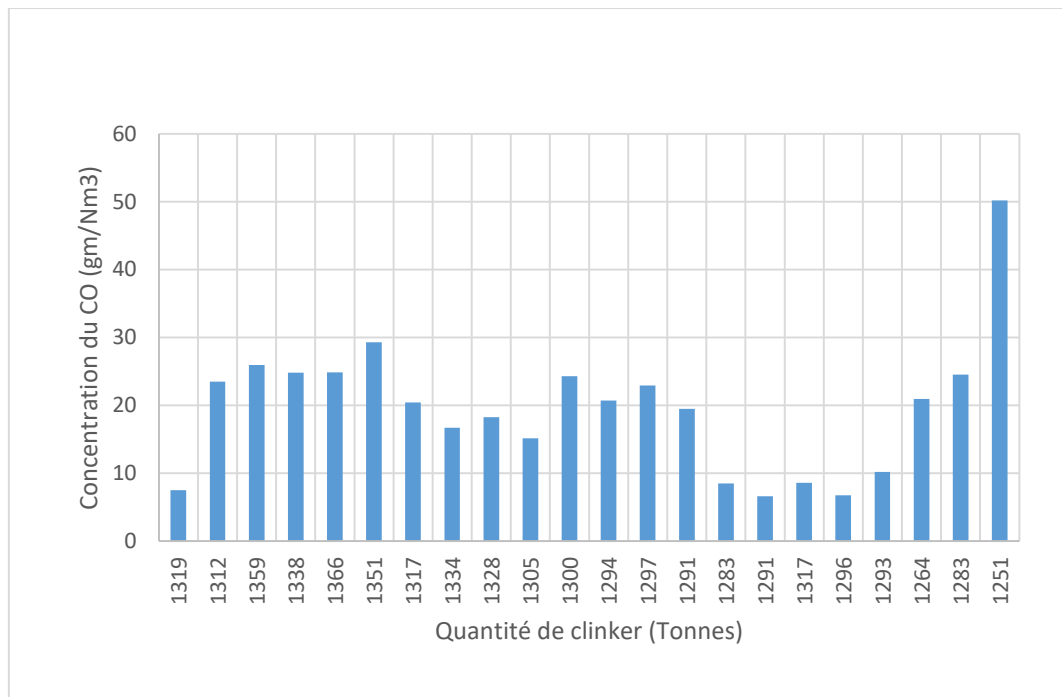


Figure 19: évolution de la concentration en CO(g/Nm3) en fonction de la quantité de clinker

Selon l'histogramme nous avons remarqué que la variation de la quantité du CO avec la quantité du clinker n'est pas linéaire, Les concentrations de CO fluctuent significativement (de **6,62 à 50,9**) pour des productions de clinker similaires de 1250 à 1366 tonnes. Cela suggère que d'autres facteurs que le volume de production influence les émissions.

IV.4.2 Quantité du NO_x

La variation de la concentration des NO_x en fonction de la quantité de clinker produit de la cimenterie est représentée sur la Figure 20.

Le graphe montre une légère tendance à la hausse de la concentration des Nox avec l'augmentation du clinker, mais cette relation est faible et peu significative. Cela suggère que d'autres facteurs influencent fortement les émissions de NO_x (type de combustible, température, oxygénation, filtres, etc.).

Pour des valeurs du clinker, par exemple de 1290-1300 Tonnes, les concentrations de NO_x varient fortement (entre 390 et plus de 550).

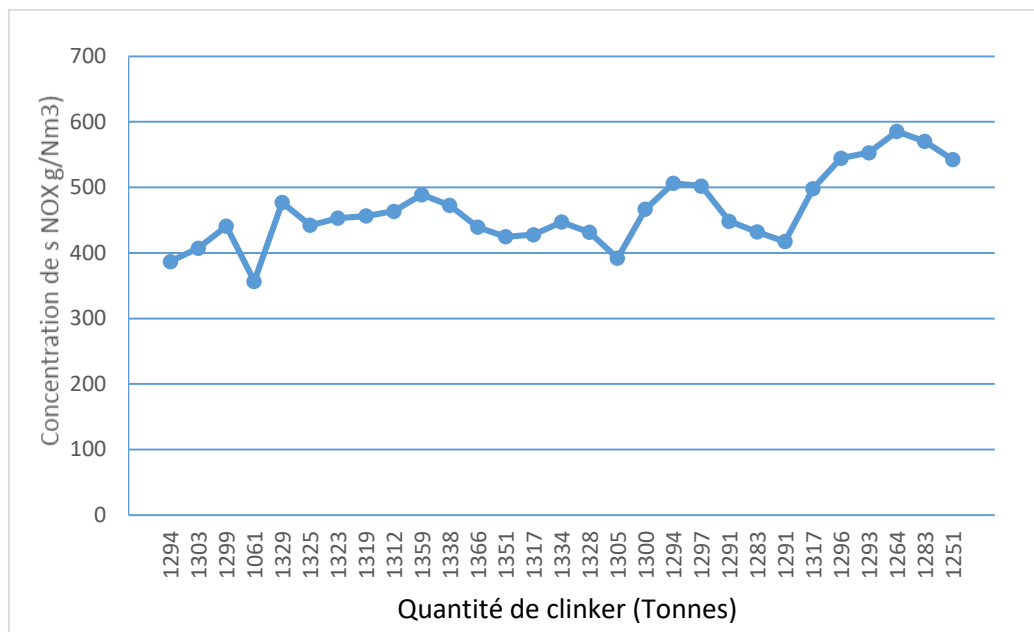


Figure 20: evolution de la concentration de NO_x (mg/Nm³) fonction de la quantité de clinker

IV.4.3 Quantité des COV

La Figure 21 montre la variation de la concentration en COV en fonction de la quantité du clinker.

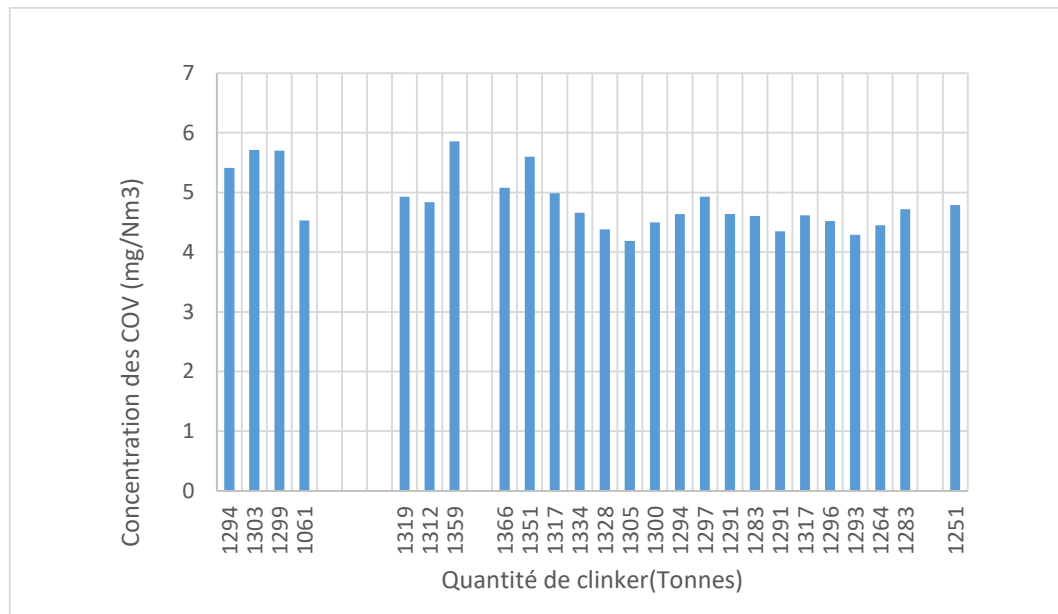


Figure 21: évolution de la concentration des COV (mg/Nm3) en fonction de la quantité de clinker

D'après le graphe, nous avons remarqué que la concentration des COV n'est pas principalement influencé par la quantité du clinker produites cela est dû à l'influence d'autres paramètres, comme :

- Le type et l'humidité du combustible utilisé,
- L'efficacité des filtres ou systèmes de traitement de gaz,
- La température dans le four,
- Les arrêts/redémarrages du four.

IV.4.4 Quantité des poussières

La Figure représente la variation de la quantité de poussières en fonction de la quantité du clinker.

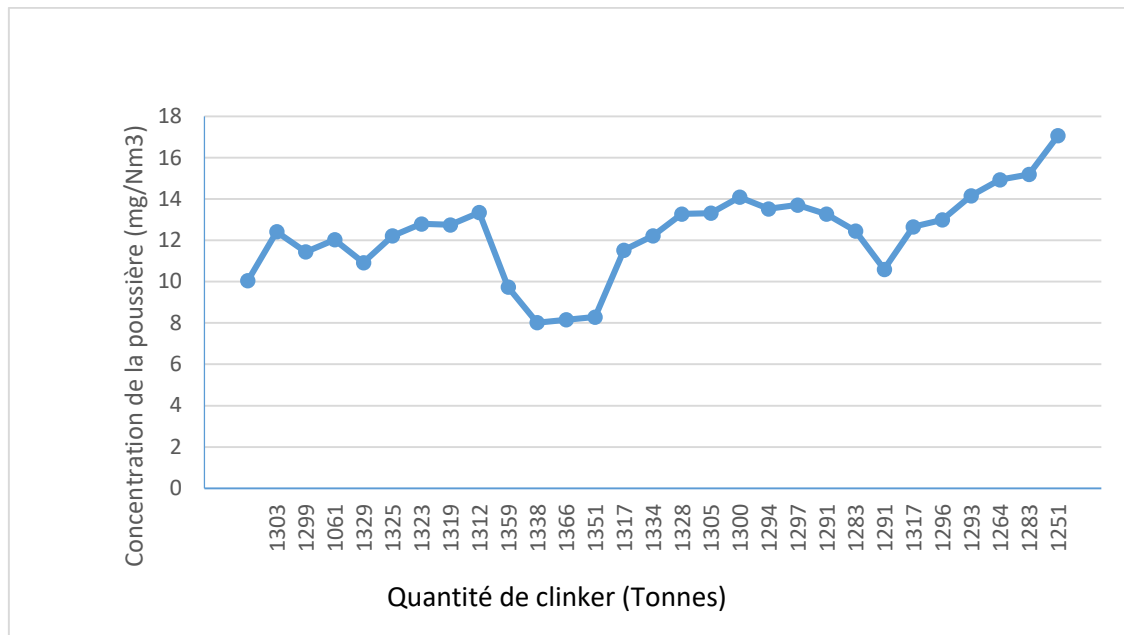


Figure 22: Evolution de la concentration de la poussière (mg /Nm³) en Fonction de la quantité du clinker.

Le graphe montre une légère corrélation positive entre la quantité de clinker produite et les émissions de poussières. Cette tendance est significative, car plus de production signifie plus de combustion et par conséquent plus de particules. Toutefois, les concentrations de la poussière restent maîtrisées, ce qui indique que les filtres à manches sont efficaces.

Tableau 10: Comparaison des résultats avec les valeurs limites des paramètres de rejets atmosphériques dans une cimenterie selon journal officiel de la république algérienne.

Paramètres	unité	Valeurs limites	Tolérance pour les installations anciennes	Valeurs au niveau de LCO	Conformité
Poussière	mg/Nm ³	30	50	15.8	conforme
Monoxyde de carbone	/	100	200	50.9	conforme
Composés organiques volatiles	/	20	50	5.6	Conforme
Oxyde d'azote	/	1500	1800	585.3	Conforme

IV.5 Traitements pour réduire l'émission des poussières au niveau de la cimenterie

Les systèmes de contrôle des poussières sont les méthodes de contrôle des poussières les plus utilisées dans LCO

5-1.Systèmes de dépoussiérage

Ces systèmes utilisent les principes de la ventilation pour capturer le flux d'air rempli de poussière et l'éloigner de la source de production par le biais de conduits jusqu'à l'équipement de filtration des poussières. Les systèmes de dépoussiérage reposent principalement sur deux principes de filtration différents :

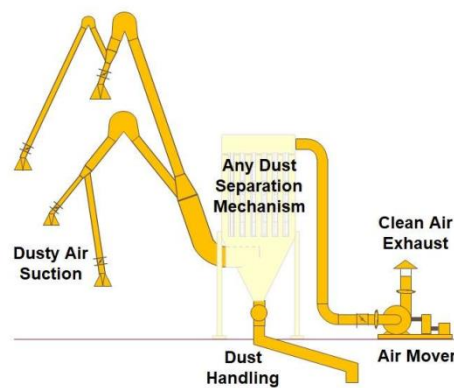


Figure 23:système de dépoussiérage

- **Précipitateur électrostatique:** Capture les particules fines de poussière en les chargeant électriquement et en les attirant vers des plaques collectrices.
- **Filtre à manches:** Capture les particules de poussière en les faisant passer à travers un tissu filtrant.



Figure 24: filtre à manche

5-2.Plantation des **zones tampons végétales** autour du site pour piéger les poussières et améliorer la qualité de l'air localement.



Figure 25: représente la plantation dans LCO.

IV.6 Simulation de la dispersion des polluants de LCO :

Dans le cadre de cette étude, **le simulateur AERMOD** a été choisi comme le moyen le plus approprié pour modéliser la dispersion des polluants atmosphériques, en raison de sa précision, de sa reconnaissance par les instances internationales (notamment l'EPA

américaine) et de sa capacité à intégrer les données météorologiques et topographiques locales. AERMOD permet une simulation réaliste du comportement des polluants en milieu urbain et industriel, en tenant compte des conditions de stabilité atmosphérique et de la géométrie des sources d'émission. Ce choix méthodologique garantit une meilleure évaluation des impacts environnementaux et une prise de décision plus fiable en matière de gestion de la qualité de l'air.

IV.6.1 AERMOD View :

Ce logiciel est basé sur les modèles de dispersion atmosphériques développés et validés par l'USEPA (Environmental Protection Agency of the United State) :

- ISCST3 (Industrial Source Complex-Short Term model). Ce logiciel, très fortement utilisé et reconnu dans le monde, permet de modéliser la dispersion des rejets de complexes industriels suivant un modèle Gaussien. Il est recommandé pour des situations simples (terrain plat et peu d'obstacles).
- ISC-PRIME, évolution d'ISCST3 avec un module de prise en compte des obstacles (Bâtiments) plus avancé,
- AERMOD, modèle gaussien de seconde génération plus précis qu'ISCST3 pour des situations complexes (relief, présence de nombreux bâtiments).

Les modèles de dispersion atmosphérique détaillés ici sont des modèles Gaussiens. Ce sont des modèles déterministes qui établissent une chaîne de cause à effet entre le couple (émissions, météo) et les concentrations. Il est ainsi possible de tester l'effet de scénarii. En l'absence de sources d'informations sur l'exposition d'une population à un polluant émis par une source fixe, la modélisation de la dispersion atmosphérique du polluant permet d'en estimer les concentrations moyennes, sur une période de durée variable, dans la zone d'étude concernée. Les modèles déterministes s'appuient sur des équations physiques de conservation (masse, chaleur, quantité de mouvement).

Ces modèles permettent de prendre en compte l'influence de nombreuses données :

- Présence ou non de plusieurs sources de rejets et de leurs interactions respectives,
- Débit massique en polluant,
- Topographie,
- Vitesse et température des gaz,
- Diamètre et hauteur de la cheminée,

Chapitre IV : Etude des émissions atmosphériques par un simulateur AERMOD

- Données météorologiques annuelles au pas horaires (direction du vent, vitesse du vent, hauteur de couche de mélange, température extérieure, pression atmosphérique, précipitations, nébulosité, etc.),
- Situation en zones urbaines ou rurales,
- Influence des bâtiments environnants sur la dispersion,
- Calcul des concentrations dans l'air ou du dépôt au sol annuel.

Ce logiciel est largement utilisé pour évaluer la dispersion des polluants atmosphériques émis par des sources industrielles ou urbaines sur des distances allant jusqu'à 50 km.[42]



Figure 26:AERMOD.VIEW

IV.6.2 Objectif de l'utilisation d'AERMOD

AERMOD View est principalement utilisé pour :

- **Évaluer l'impact environnemental** des émissions atmosphériques provenant d'installations industrielles, de centrales électriques ou de sites de traitement des déchets.

- **Effectuer des études réglementaires** dans le cadre de demandes d'autorisation environnementale ou de conformité aux normes de qualité de l'air.
- **Analyser les risques sanitaires** en estimant les concentrations de polluants dans l'air ambiant et leur dépôt au sol.
- **Modéliser divers types de sources** : ponctuelles (cheminées), surfaciques (bassins), volumétriques (entrepôts) ou linéaires (routes).

IV.6.3 Les étapes principales pour réaliser une simulation de dispersion atmosphérique avec AERMOD :

1. Définition de l'objectif de l'étude

- Identifier les polluants à modéliser (poussière).
- Définir les sources (cheminée).
- Déterminer la zone d'étude et les points sensibles (La ligne de ciment Blanc).



Figure 27: la cheminée de la production de ciment Blanc



Figure 28: Zone de production de ciment blanc à LCO (image via réalisée par Google Earth)

2. Collecte des données nécessaires

- **Données météorologiques** (sur 1 mois) : vent, température, pression, stabilité atmosphérique.
- **Données de terrain** : topographie de LCO
- **Caractéristiques des sources d'émission** : débit, température, hauteur de cheminée, vitesse du flux, etc.

Tableau 11: les paramètres des sources d'émission durant le mois d'avril 2024

Source d'émission	Débit de gaz	Vitesse de gaz	Diamètre de cheminée	Hauteur de cheminée	Température
Cheminée	311230Nm ³ /h	19.65m/s	3 m	94.1m	157 c°

- **Données de surface** : type de sol, rugosité, humidité, etc.

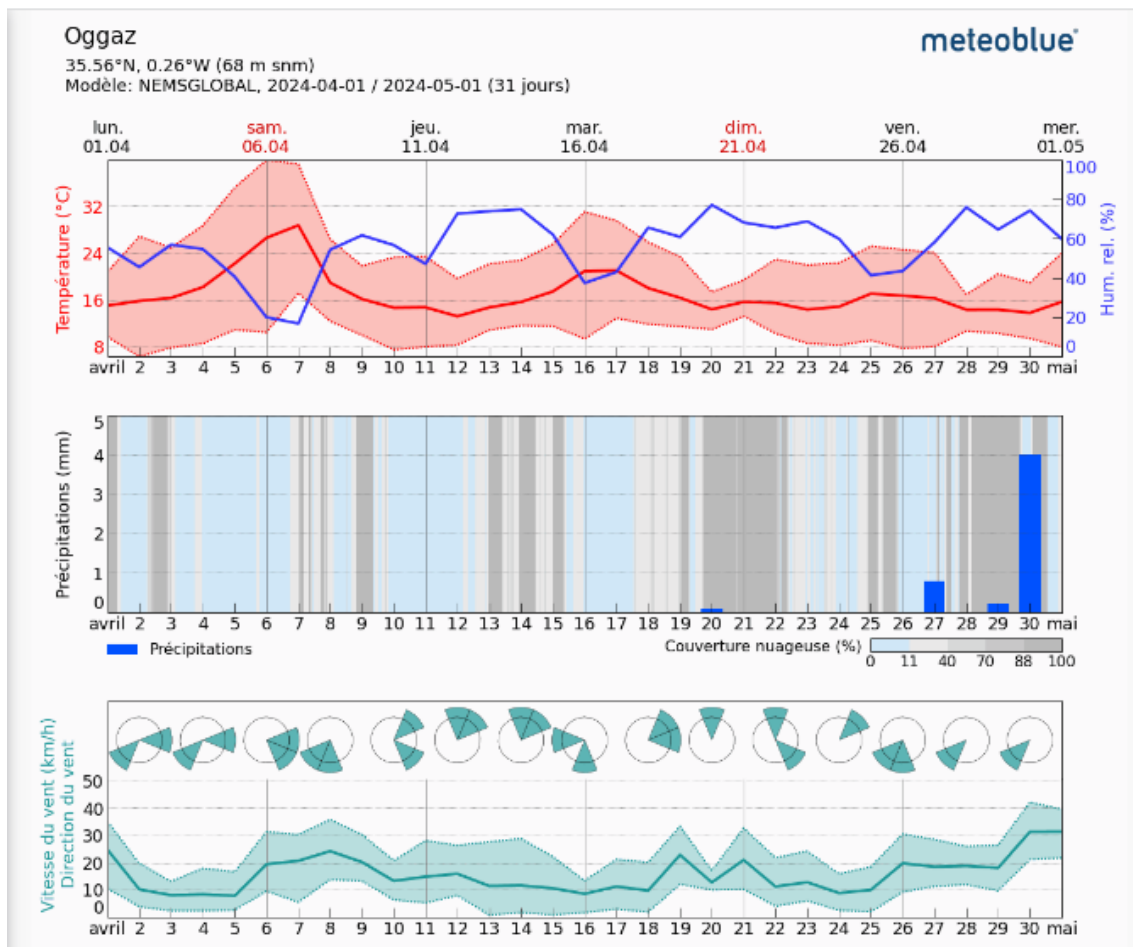


Figure 29: Les données météorologiques d'Oggaz .Avril 2024.

3. Prétraitement des données avec AERMET et AERMAP

- **AERMET** : traite les données météorologiques pour produire des fichiers d'entrée utilisables par AERMOD.
- **AERMAP** : traite les données topographiques pour intégrer les effets du relief

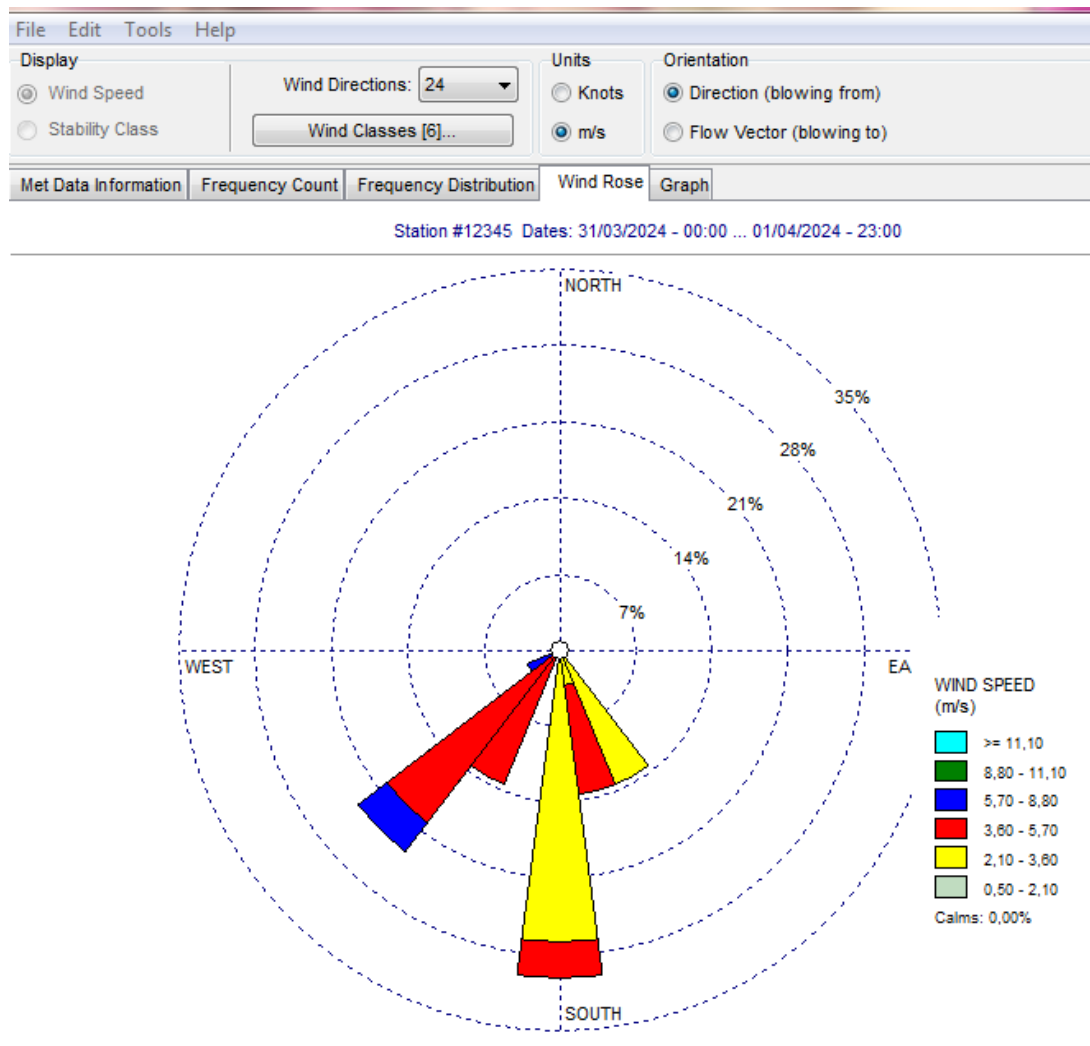


Figure 30: représente la direction de de rose des vents

Ce diagramme indique une période avec une direction de vent stable et soutenue depuis le sud et sud-ouest, avec des vitesses principalement modérées à fortes. Cela a des implications importantes pour la modélisation de la dispersion atmosphérique : les émissions de la cimenterie seront préférentiellement transportées vers le nord-est.

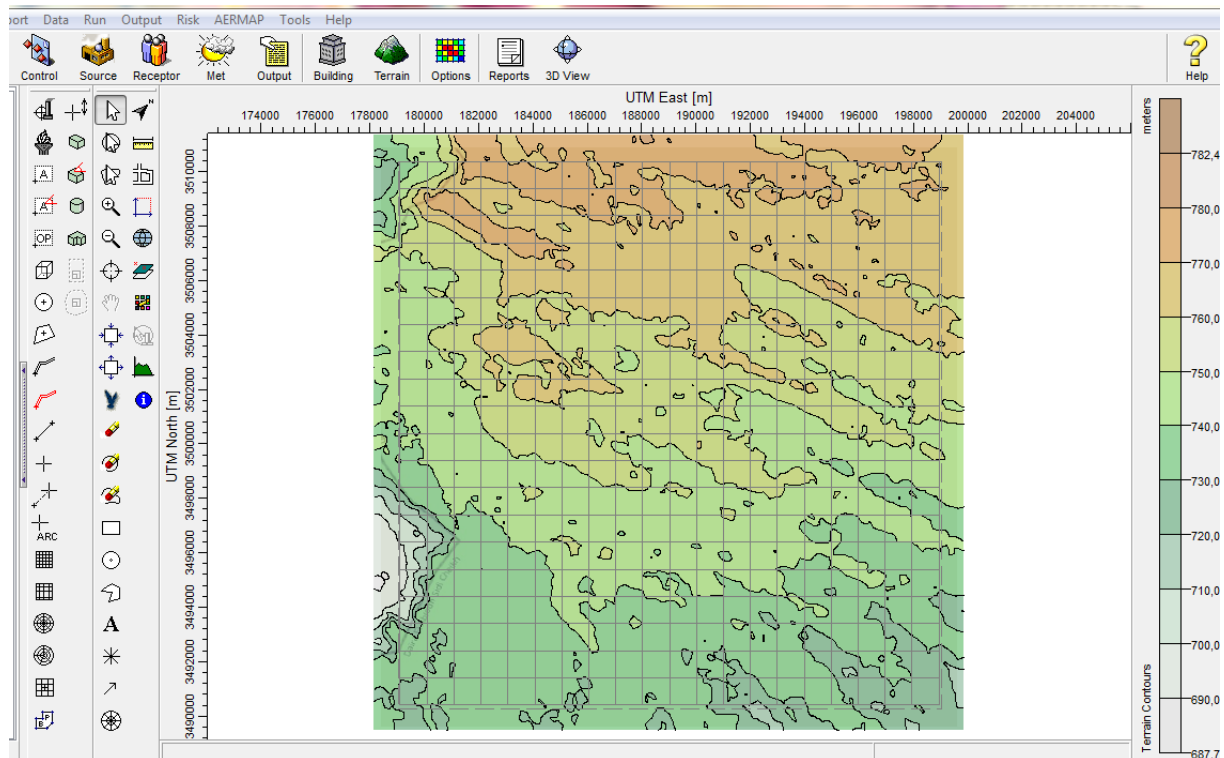


Figure 31:illustrant le relief du terrain

L'image présente une interface de modélisation géospatiale, La carte centrale indique le relief du terrain à l'aide de couleurs, Les zones rouges/orangées indiquent les altitudes les plus élevées, tandis que les zones vertes et bleues correspondent aux altitudes plus basses. Ce type de carte aide à comprendre comment les polluants se déplacent selon la forme du terrain.

Le relief semble s'élever du sud-est vers le nord-ouest, ce qui pourrait impacter la direction du flux de l'air ou des panaches de pollution dans une modélisation AERMOD.

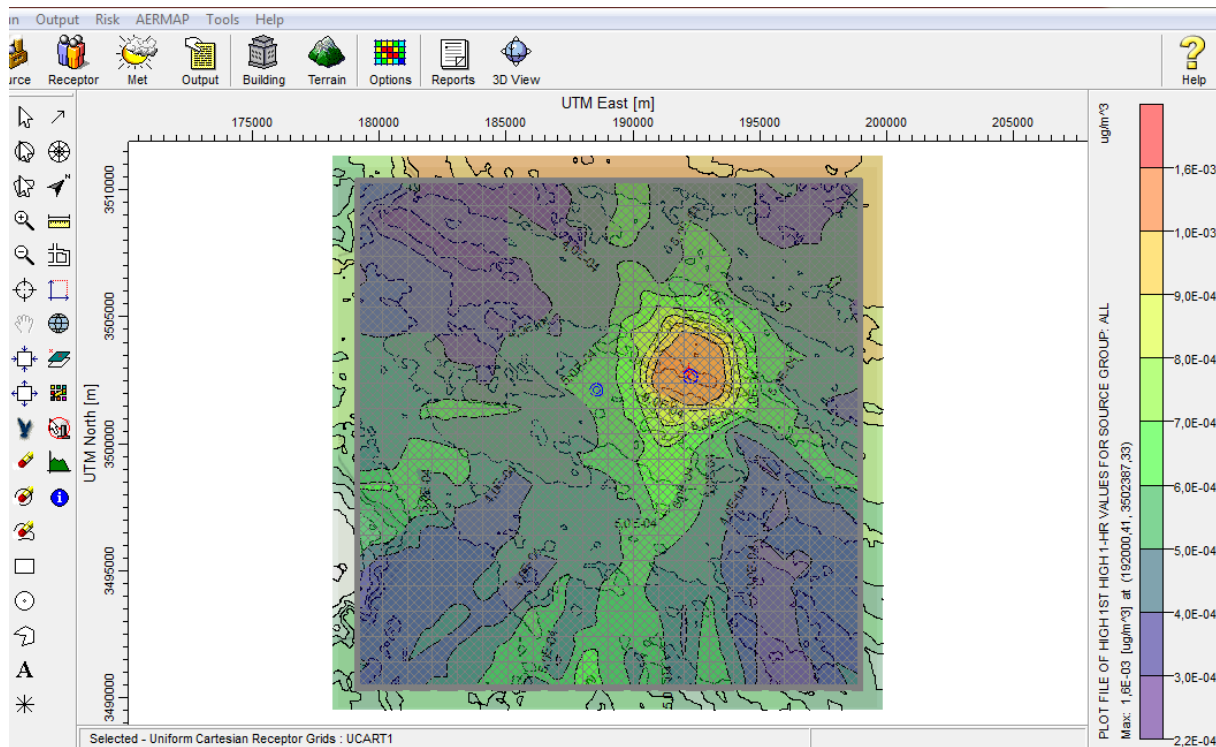


Figure 32 : représente la concentration de polluants atmosphériques après une heure.

Cette image montre une carte de concentration de polluants atmosphériques générée par un modèle de dispersion, en utilisant des courbes de niveau de couleur pour indiquer les différentes concentrations.

L'échelle de couleur à droite (du violet au rouge) montre les valeurs croissantes de concentration, le rouge représentant les niveaux les plus élevés.

Le pic de concentration est localisé au centre (zone rouge/rose), ce qui indique la zone la plus impactée par l'émission (cheminée).

La concentration maximale simulée de poussière est très faible ($1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Elle est largement en dessous des limites réglementaires pour les poussières (PM10 et PM2.5). Aucun dépassement des normes n'est à signaler dans cette modélisation. L'impact sur la qualité de l'air, selon ce scénario, semble très faible ou négligeable.

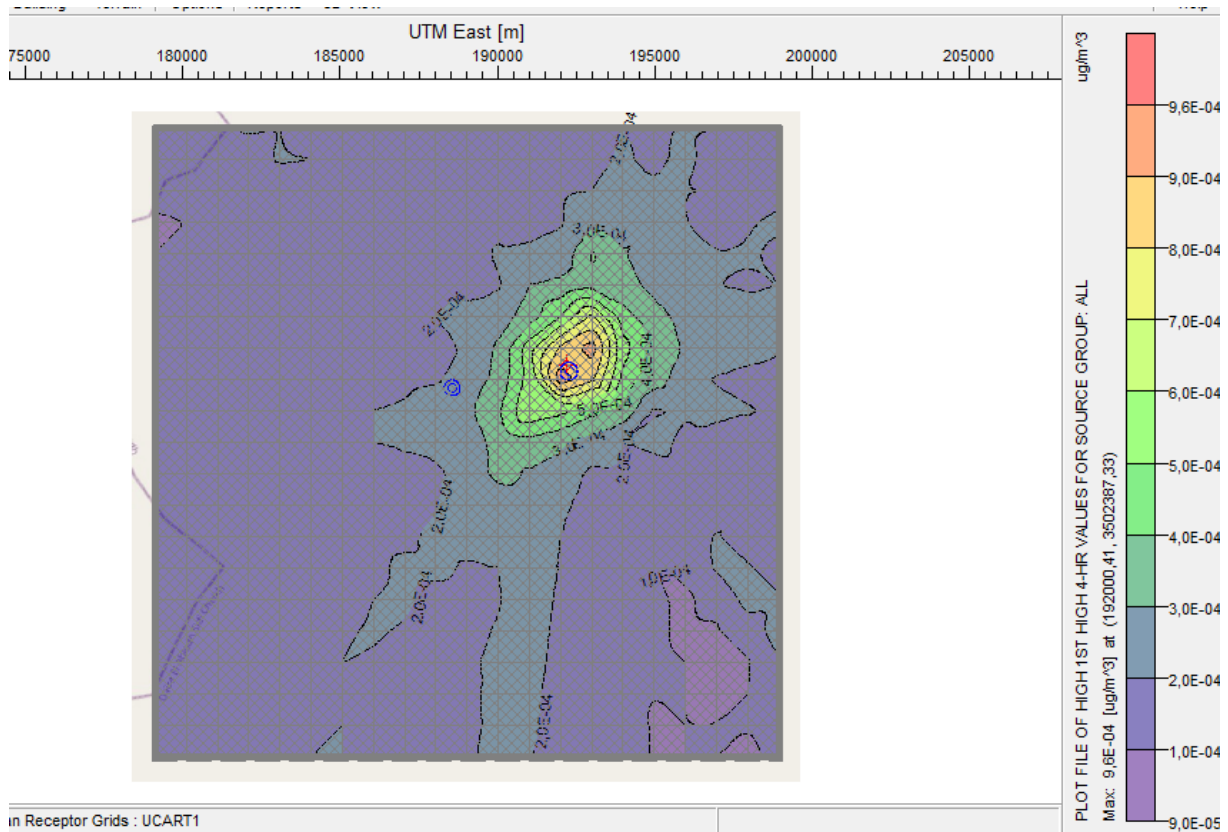


Figure 33 :illustrant des courbes de concentrations autour d'un point source après 4h.

L'image montre des courbes de concentration en forme de cercles concentriques autour d'un point source.

Concentration maximale simulée : $0,96 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($0,00096 \text{ mg}/\text{m}^3$) Cette valeur est : ~52 fois inférieure à la limite journalière PM10 ~41 fois inférieure à la limite annuelle PM10 ~15 fois inférieure à la recommandation OMS pour PM2.5

Aucun dépassement des normes environnementales n'est observé. L'impact sur la qualité de l'air reste négligeable dans ce scénario.

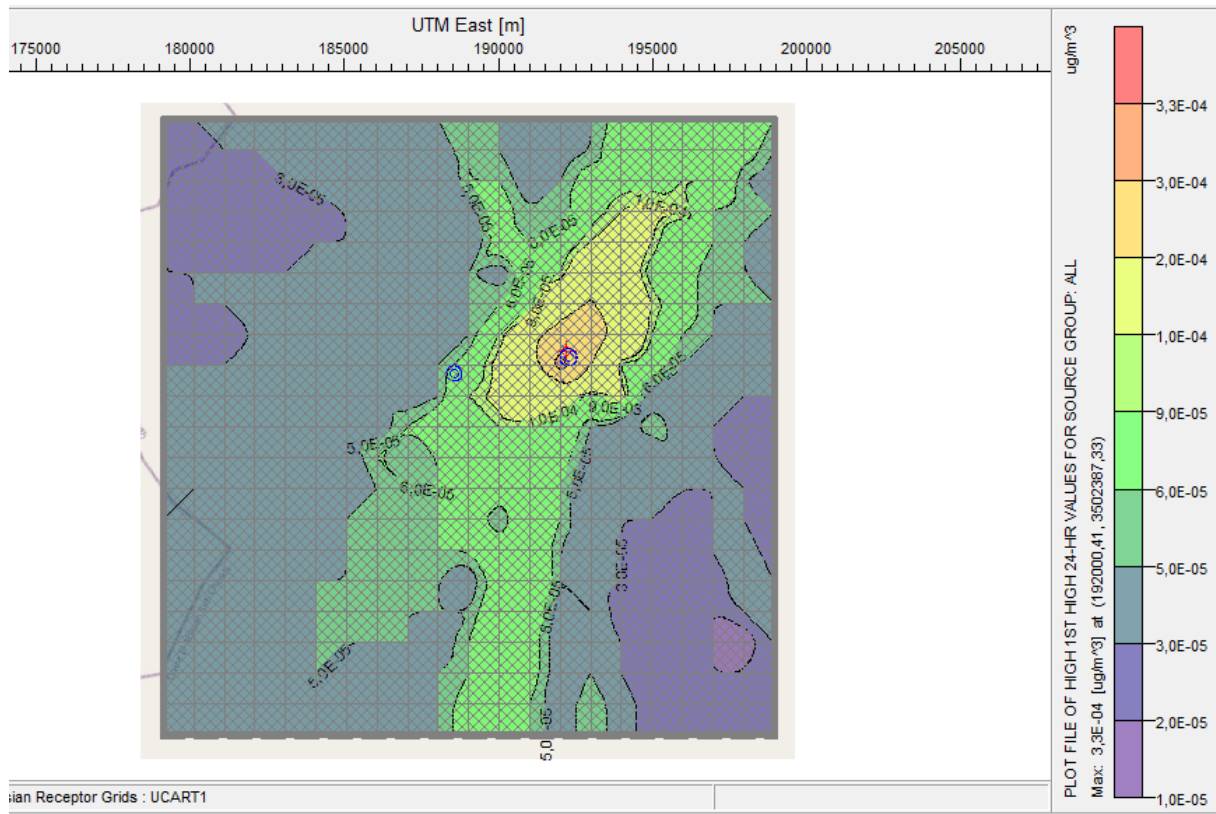


Figure 34 : représente la concentration maximale après 24 h

Cette carte montre la concentration maximale horaire moyenne glissante sur 24h

L'échelle verticale des concentrations s'étend de : $1,0\text{E-}05 \text{ mg/m}^3$ ($0,01 \text{ }\mu\text{g/m}^3$) à $3,3\text{E-}04 \text{ mg/m}^3$, soit $0,33 \text{ }\mu\text{g/m}^3$. La concentration maximale modélisée est donc $0,33 \text{ }\mu\text{g/m}^3$.

Les résultats montrent une dispersion localisée avec un impact très limité dans l'espace. La concentration maximale modélisée est extrêmement faible. Aucune inquiétude réglementaire, ce qui confirme la conformité environnementale. Les zones exposées restent bien en deçà des seuils d'alerte ou de dépassement.

*

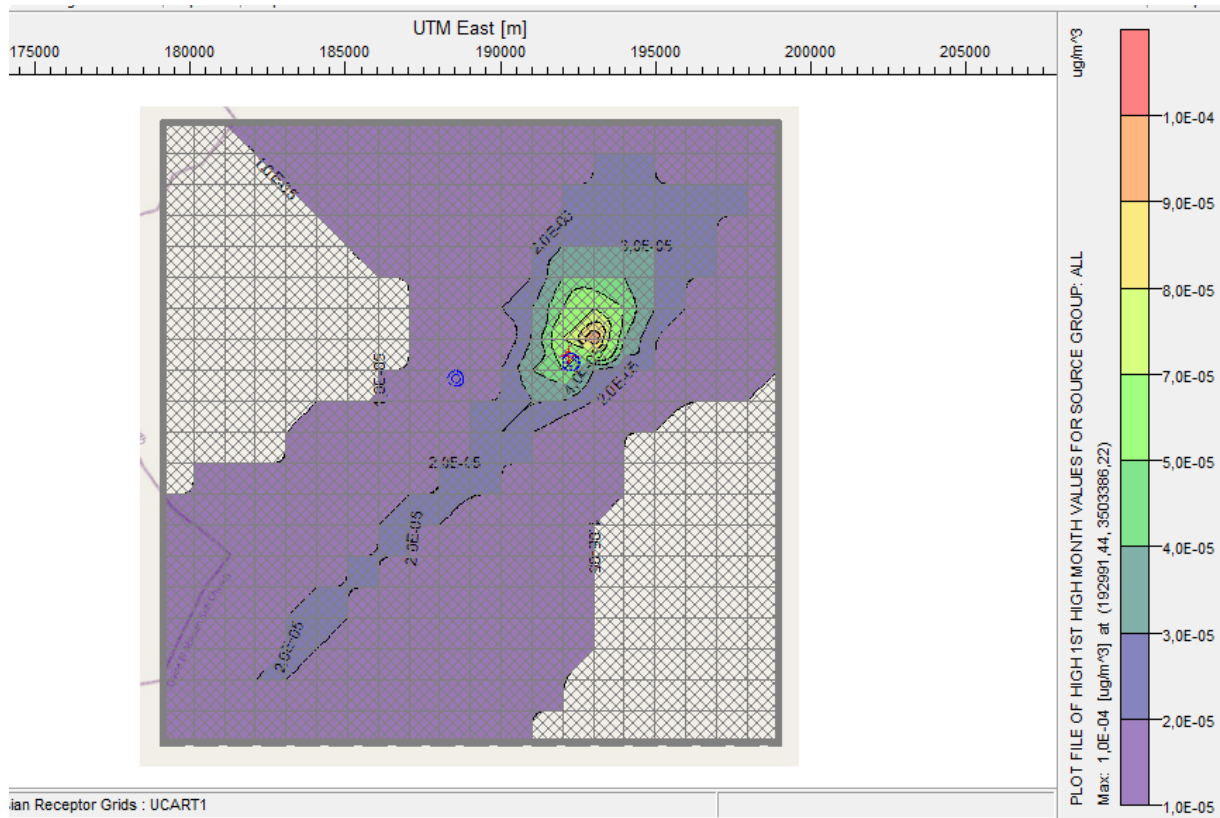


Figure 35:montre la concentrations maximale après 1 mois

Les résultats de modélisation montrent une concentration maximale horaire de l'ordre de $0,0001 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à proximité de la source, avec une dispersion rapide vers le sud. En comparant ces résultats aux seuils réglementaires définis par la directive européenne sur la qualité de l'air (et les recommandations de l'OMS), les concentrations obtenues sont très largement inférieures aux valeurs limites. Aucun impact sanitaire ou environnemental significatif n'est à craindre selon cette simulation.

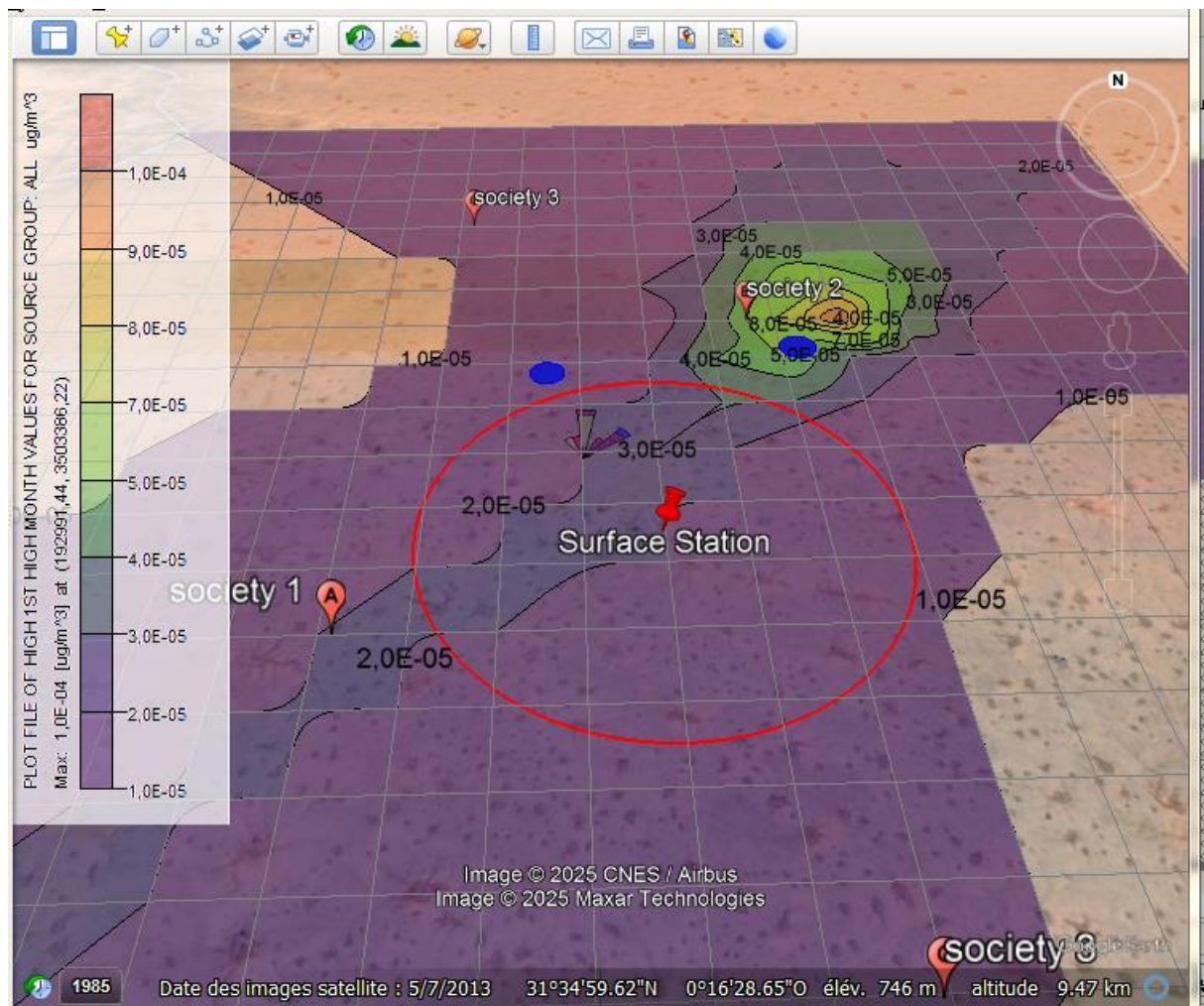


Figure 36: la dispersion de poussières

Cette simulation de dispersion des poussières montre des concentrations très faibles, avec un maximum de $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ enregistré près de la zone "Society 2". Les concentrations autour des sociétés environnantes ainsi qu'à la station de surface restent inférieures à $0,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces valeurs sont très largement en dessous des normes internationales pour les particules fines (PM10 et PM2.5), confirmant un impact négligeable sur la qualité de l'air et sur la santé des populations locales. Aucun dépassement des seuils réglementaires n'est observé dans cette modélisation.

Results Summary

C:\Lakes\AERMOD View Trial\Tutorial\Tutorial 1\Tutorial 1.lsc

DUST - Concentration - Source Group: ALL

Averaging Period	Rank	Peak	Units	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)
1-HR	1ST	0.00163	ug/m^3	192000.41	3502387.33	755.30	2.00	755.30
4-HR	1ST	0.00096	ug/m^3	192000.41	3502387.33	755.30	2.00	755.30
24-HR	1ST	0.00033	ug/m^3	192000.41	3502387.33	755.30	2.00	755.30
MONTH	1ST	0.00010	ug/m^3	192991.44	3503386.22	751.90	2.00	751.90

Période Moyenne Concentration maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Coordonnées (X, Y) Commentaires
 1 heure 0,00163 (192000, 3502387) Très faible
 4 heures 0,00096 (192000, 3502387) Faible
 24 heures 0,00033 (192000, 3502387) Extrêmement faible
 1 mois 0,00010 (192991, 3502386) Négligeable, Les pics sont situés dans un périmètre de moins de 1 km autour de la cimenterie. Cela indique que l'impact reste très localisé.

Tableau 12: Comparaison avec divers normes de qualité d'air

Source/norme	Polluant	Période	Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	comparaison	conformité
Algérie(Décret 06-141)	Poussière	24 heures	230	0.00033<230	conforme
OMS(2021)	Poussière	Annuelle	15	0.00010<15	Conforme
Union européenne	Poussière	Annuelle	40	0.00010<40	Conforme
Etats-unis	Poussière	24 heures	150	0.00033<150	conforme

L'évaluation de la dispersion atmosphérique des poussières autour de la LCO, basée sur la simulation AERMOD, révèle que les concentrations maximales en particules totales sont très en dessous des seuils réglementaires (OMS, UE). Le maximum horaire simulé est de 0,00163 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, soit plus de 30 000 fois inférieure à la limite journalière de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM10. Les émissions modélisées issues des activités de la cimenterie n'engendrent pas de dépassement des normes environnementales ni de risque significatif pour la santé publique, selon les données disponibles.

IV.7 Recommandations :

- Holcim s'est engagé à atteindre la neutralité carbone. Cela commence par réduire les émissions directes de l'étape clinker. Les matières premières décarbonatées offrent plusieurs possibilités de réduction des émissions, Il existe de nombreuses matières premières alternatives décarbonatées permettant d'atteindre cet objectif, notamment :
 - Déchets à base de chaux, sous-produits calcaires issus du traitement des déchets et des gaz
 - Laitiers non cimentaires (fours à poche, fours à arc électrique, fours à oxygène basique...)
 - Produits minéraux de niche (coquilles d'œufs pour le CO₂ biogénique, faible pourcentage de fluor pour une énergie thermique plus faible...)
 - Déchets de construction et de démolition (économie circulaire)
- Maintenance régulière des équipements anti-pollution.
- Traitement des autres polluants :
 - **Désulfuration des gaz de combustion (DGC):** Élimine les SO_x des gaz de combustion en les faisant réagir avec un absorbant, comme la chaux ou le carbonate de calcium.
 - **Réduction catalytique sélective (RCS):** Réduit les NO_x en azote et en eau en utilisant un catalyseur.
 - **Combustion à faible teneur en NO_x:** Utilise des techniques de combustion optimisées pour réduire la formation de NO_x.
 - **Utilisation de combustibles alternatifs:** Remplace les combustibles fossiles par des combustibles alternatifs, comme les déchets et la biomasse, qui réduisent les émissions de NO_x, de SO_x et de COV.

Conclusion générale

L'évaluation de l'impact de la réglementation HSE sur la protection de l'environnement au sein de la cimenterie Lafarge a permis de mettre en évidence la corrélation entre l'encadrement réglementaire et la maîtrise effective des émissions atmosphériques et des flux de déchets industriels.

L'analyse des données de production a permis d'identifier les principales sources de pollution, notamment les émissions de poussières, de NOx, de SOx et de CO, générées principalement lors des étapes de cuisson du clinker. Les quantités relevées ont été confrontées aux normes en vigueur, puis intégrées dans un modèle de dispersion atmosphérique (AERMOD) afin de simuler le comportement des polluants dans l'environnement proche de l'installation.

Les résultats de la simulation ont montré que les concentrations maximales modélisées de poussières restent en deçà des seuils réglementaires définis par la législation nationale. Cela témoigne de l'efficacité des dispositifs de filtration, du suivi environnemental et des bonnes pratiques industrielles mises en œuvre conformément aux exigences HSE.

Par ailleurs, la gestion des déchets solides, notamment les résidus de production et les déchets dangereux, est assurée selon des procédures réglementaires strictes, favorisant la traçabilité, la valorisation et la réduction à la source. Ces pratiques contribuent à limiter les impacts environnementaux et à renforcer la conformité de l'installation.

En définitive, cette étude met en lumière le rôle essentiel de la réglementation HSE comme levier de performance environnementale. Elle impose un cadre strict qui oblige les opérateurs industriels à anticiper, mesurer et maîtriser l'ensemble de leurs impacts, tant atmosphériques que liés aux déchets. Le respect de ces exigences contribue non seulement à la protection de l'environnement, mais également à la mise en œuvre d'une démarche industrielle responsable et durable.

Bibliographie :

- [1] « POLYCOPIÉ DE Cours d'hygiène, sécurité et d'environnement« HSE» Université des Sciences et de la Technologie d'Oran MB ».
- [2] Dr. HASSAINIA ABDELGHANI, « Université 8 Mai 1945 Guelma Faculté de Sciences et de la Technologie Département de Génie des Procédés ».
- [3] « POLYCOPIÉ DE Cours d'hygiène, sécurité et d'environnement« HSE» Université des Sciences et de la Technologie d'Oran MB ».
- [4] Dr. HASSAINIA ABDELGHANI, « Université 8 Mai 1945 Guelma Faculté de Sciences et de la Technologie Département de Génie des Procédés ».
- [5] « INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité - France)
<https://www.inrs.fr/risques.html> ».
- [6] « <https://www.inrs.fr/risques/danger-risque/ce-qu-il-faut-retenir.html> ».
- [7] « AFNOR – Norme NF X50-117 (Management des risques) ».
- [8] « INRS – Exposition professionnelle ».
- [9] « INRS, Évaluation des risques : principes, démarche, outil, ED 840, 2015. »
- [10] AIT AHMED Ourida, « Université des Sciences et de la Technologie d'Oran MB POLYCOPIÉ DE Cours d'hygiène, sécurité et d'environnement « HSE» ».
- [11] « INRS. (2019). Culture de prévention et leadership en sécurité. Institut National de Recherche et de Sécurité. www.inrs.fr ».
- [12] « <https://sie.environnement.gouv.ci/index.php/information-environnementale/facteurs-et-activites/dechets/> ».
- [13] « POLYCOPIÉ DE Cours d'hygiène, sécurité et d'environnement« HSE» Université des Sciences et de la Technologie d'Oran MB ».
- [14] « Code de l'environnement. Gouvernement français. <https://www.legifrance.gouv.fr> ».
- [15] Préparé par AIT AHMED Ourida Maître de conférence B « USTO », « POLYCOPIÉ DE Cours d'hygiène, sécurité et d'environnement« HSE» ».
- [16] « <https://www.ilo.org> ».
- [17] « POLYCOPIÉ DE Cours d'hygiène, sécurité et d'environnement« HSE» Université des Sciences et de la Technologie d'Oran MB ».
- [18] « Officiel Prévention : Sécurité au travail, prévention risque professionnel. Officiel Prévention, annuaire CHSCT ».
- [19] « <https://www.sante-travail-oyonnax.fr/mentions-legales/> ».
- [20] « <https://www.entrepriseetsante.fr/problematiques/devoirs-et-obligations-generales/obligations-dinformation-et-de-formation> ».
- [21] « <https://www.inrs.fr/risques/principes-prevention.html> ».
- [22] « • <https://www.cdg2b.com/wp-content/uploads/2020/10/41-enjeux-prevention.pdf>(politique général de hse) ».
- [23] « <https://www.onisep.fr/> (rechercher “ingénieur HSE”) ».
- [24] « Loi n° 01-19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets. Journal Officiel de la République Algérienne (JORA), n°77, 15 décembre 2001. »
- [25] « e Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire ».
- [26] « Fichier pdf réglementation et normes hse ».

- [27] « e Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire ».
- [28] « <https://www.ilo.org/> ».
- [29] « <https://www.yvea.io/fr/services/certifications-marchandises/norme-hse#:~:text=La%20norme%20HSE%20donne%20les,identifie%20les%20possibilit%C3%A9s%20d%27am%C3%A9lioration.> »
- [30] « <https://www.iso.org/fr/standard/62085.html> ».
- [31] « https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/fr/PUB100080_fr.pdf ».
- [32] « https://www.iso.org/iso/fr/introduction_to_iso_14001_fr_ld.pdf ».
- [33] « <https://hse-reglementaire.com/normes-iso-14-001-iso-45-001-systemes-de-management-hse/> ».
- [34] « <https://www.inrs.fr/> ».
- [35] « <https://hse-reglementaire.com/normes-iso-14-001-iso-45-001-systemes-de-management-hse/> ».
- [36] « <https://www.ademe.fr/> ».
- [37] « Documentation fournit par le service de formation et le service de l'environnement au sein de la cimenterie Lafarge d'Oggaz « LCO ». »
- [38] « mémoire, La pollution engendrée par la cimenterie Lafarge d'Oggaz HOLCIM : 'La poussière diffuse' ». 2019/2020.
- [39] « Documentation fournit par le responsable de l'environnement au sein de la cimenterie Lafarge d'Oggaz « LCO ». ».
- [40] « Documentation fournit par le responsable de l'environnement au sein de la cimenterie Lafarge d'Oggaz « LCO ».Hint ». ».
- [41] « Documentation fournit par le responsable de l'environnement au sein de la cimenterie Lafarge d'Oggaz " CO2 and decarbonization et Dust emission" ». ».
- [42] « pdf.bureau d'étude"modelisation de la desperssion atmosphériques des polluants" ». ».