

Remerciements

J'adresse mes remerciements aux personnes qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire.

En premier lieu, je remercie Mme MAZARI Tassadit pour l'orientation, la confiance et la patience qui ont constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pu être mené au bon port. Qu'elle trouve dans ce travail un hommage vivant à sa haute personnalité.

En second lieu, je tiens à remercier Mr DERBOUDJE Abdeslam pour son aide inestimable qu'il m'a apporté tout au long de mon stage.

Ma reconnaissance à Mme OUABADI Nadia, Maitre de Conférences B à l'UMMTO d'avoir accepté de présider le jury de ma soutenance.

Je remercie également Mme DERMECHE Leila, Maitre de Conférences A à l'UMMTO et Mr SAAL Amar, Maitre de conférences A à l'UMMTO, d'avoir accepté d'examiner mon travail.

Mes sincères remerciements vont au directeur de la société des ciments de Tébessa, aux ingénieurs et techniciens du laboratoire contrôle qualité de la cimenterie surtout Mlle HADDAD Ouassila, ainsi qu'à l'ensemble des membres du personnel de la société des ciments de Tébessa.

Dédicace

A mes très chers parents,

Je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Que Dieu, le tout puissant, vous préserve et vous accorde santé, longue vie et bonheur.

A mon très cher époux Amine,

Sans ton aide, tes conseils et tes encouragements ce travail n'aurait vu le jour. Que Dieu réunisse nos chemins pour un long commun serein. Je t'aime

A mes très chère sœurs Yasmine et Lina,

Malgré la distance, vous êtes toujours dans mon cœur. Je vous souhaite tout le bonheur du monde. Je vous aime

A mon beau-frère et grand frère Farouk,

Je t'exprime à travers ce travail mes sentiments de fraternité et je te souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et sérénité.

A ma binôme et fille adorée Anaïs,

Ça n'a pas été toujours facile, mais on a réussi. C'est à toi mon petit trésor que maman dédie son travail pour te dire que tu resteras pour toujours mon rayon de soleil.

A tous les membres de ma famille, petits et grands, à ma belle famille, amis et collègues,

Veillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection.

ABREVIATIONS

ATMO : Indice de la qualité de l'air

CFC : Chlorofluorocarbures

COV : Composés organiques volatils

CPJ : Ciment portland avec ajouts

CRS : Ciment résistant aux sulfates

ERCE : Entreprise régionale des ciments de l'est

ISO : Organisation internationale de normalisation

PAN : Nitrate de peroxyacétyl

PM : Matière particulaire

SCT : société des ciments de Tébessa

SPA : Société par action

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure I.1 : Les différentes couches de l'atmosphère	04
Figure I.2 : Variation de la concentration de l'ozone	05
Figure I.3 : Schéma simplifié d'oxydation des COV induit par le radical OH• et impact sur la formation d'ozone troposphérique	10
Figure II.1 : Organigramme représentatif de la structure de la cimenterie de Tébessa	20
Figure II.2 : Etapes de fabrication du ciment	21
Figure III.1 : Pastilleuse	28
Figure III.2 : Composition chimique de la poussière au niveau du filtre à manche	30
Figure III.3 : Filtre à manche	31
Figure III.4 : Analyseur de gaz	32
Figure III.5 : Suivit du CH ₄ , CO et O ₂ en fonction du temps	32
Figure III.6 : Suivit du NO et SO ₂ en fonction du temps	33
Tableau I.1 : Caractéristique de certaines techniques d'analyse des polluants	11
Tableau I.2 : Valeur de l'indice ATMO et qualificatif correspondant	12
Tableau III.1 : Composition chimique des matières premières	28
Tableau III.2 : Composition chimique de la farine crue, ajouts, clinker et ciment	29
Tableau III.3 : Bilan de comparaison entre filtre à manche et électro-filtre	30

SOMMAIRE

Liste des figures et tableaux

Liste des abréviations

Annexe

INTRODUCTION GENERALE 01

Chapitre I: Introduction à la pollution atmosphérique

1. L’AIR 03

2. L’ATMOSPHERE 03

3. POLLUTION ATMOSPHERIQUE 04

3.1 Définition 04

3.2 Catégories de pollutions de l’air 04

3.2.1 Pollution globale 04

3.2.2 Pollution régionale 05

a. La pollution acide 05

b. La pollution photochimique 05

c. L’eutrophisation 05

3.2.3 Pollution locale (urbaine) 06

3.3 Sources des polluants atmosphériques 06

3.3.1 Les sources naturelles 06

3.3.2 Les sources anthropiques 06

3.4 Les familles des polluants 07

3.4.1 Les polluants primaires 07

3.4.2 Les polluants secondaires 07

3.4.3 Autres polluants de l’atmosphère 08

4. REACTIONS CHIMIQUES DANS L’ATMOSPHERE 09

5. TECHNIQUES DE MESURE ET D’ANALYSE 10

6. RESEAUX DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L’AIR 12

7. IMPACTS DES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES SUR L’HOMME ET 13

L’ENVIRONNEMENT

7.1 Les effets du monoxyde de carbone CO 13

7.2 Les effets des oxydes d’azote NO_x 13

7.3 Les effets de l’ozone O₃ 14

7.4 Les effets des particules en suspensions (PM)	14
7.5 Les effets des oxydes de soufre	15
7.6 Les effets composés organiques volatils COV	15
7.7 Les effets du plomb	16
7.8 Les effets du méthane CH₄	16
7.9 Les effets des chlorofluorocarbures CFC	16

Chapitre II : Présentation de la cimenterie SCT

1. INTRODUCTION	17
2. GENERALITES SUR L'ENTREPRISE	17
2.1 Présentation de la société (cimenterie)	17
2.2 Structures de la cimenterie	18
2.2.1 Direction générale	18
2.2.2 Direction finance et comptabilité (DFC)	18
2.2.3 Direction ressource humaine (DRH)	18
2.2.4 Direction exploitation	18
2.2.5 Direction développement	19
2.2.6 Direction commerciale	19
2.2.7 Direction approvisionnement	19
3. PROCESSUS DE FABRICATION DU CIMENT	20
4. TYPES DE POLLUANTS ENGENDRES PAR LA CIMENTERIE (ORIGINE ET TRANSFORMATION)	21
4.1 Composés gazeux	22
4.1.1 Le dioxyde de soufre (SO ₂)	22
4.1.2 Les oxydes d'azote (NO + NO ₂ = NO _x)	23
4.1.3 Les oxydes de carbone	23
4.2 Les poussières (particules)	24
4.3 Les métaux lourds	24
5. LES BONNES PRATIQUES ENVIRONNEMENTALES TENUES PAR LA SOCIETE DES CIMENTS DE TEBESSA	24
5.1 Air	24
5.2 Sol	25

5.3Eau	25
5.4 Énergie	25
5.5 Management	26

Chapitre III : Partie pratique et discussion des résultats

1. INTRODUCTION	27
2. ANALYSE DES DIVERS CONSTITUANTS DU CIMENT	27
2.1 Protocole expérimental	27
2.2 Résultats et discussion	28
3. ANALYSE DES POUSSIERES	30
4. ANALYSE DES GAZ	31
4.1 Analyse des CO, CH₄ et O₂	32
4.2 Analyse des NO_x et du SO₂	33
5. EVALUATION	34
6. PROPOSITIONS DE CONDUITE A ADOPTER POUR LA REDUCTION DES IMPACTS DE LA CIMENTERIE	34
CONCLUSION GENERALE	36

INTRODUCTION

Entre industrialisation exponentielle et augmentation drastique de l'activité anthropique, la problématique de la pollution de l'air n'a cessé de croître. Compte-tenu des progrès technologiques réalisés en matière de mesures d'espèces gazeuses dans l'atmosphère, avec des limites de détections atteignant quelques particules par trillion, des dizaines de normes et directives ont vu le jour et réglementent désormais le nombre de polluants dans l'atmosphère. Certaines de ces espèces peuvent affecter notre environnement naturel, comme les pluies acides, liées aux émissions d'oxyde de soufre, qui détruisent la végétation, ou avoir un impact négatif sur la santé humaine allant de la simple irritation à des allergies comme l'asthme ou encore déclencher des maladies graves aux conséquences létales.

En effet, l'étude de la pollution atmosphérique vise à bien en comprendre ses particularités dans le but de limiter au mieux ses effets, afin de répondre aux problématiques environnementales, des organismes nationaux et internationaux dédiés à la mesure en continu des différents types de pollution ont été créés. Leur but étant de vérifier les niveaux par rapport aux standards de qualité environnementale exigés et de prévoir des actions (solutions) d'urgence en cas de dépassement. Le suivi de ce type de pollution se fait actuellement via des réseaux de mesure, dont les données s'appuient sur des analyseurs industriels placés dans des stations fixes réparties judicieusement sur le territoire à surveiller. Avec ces stations de mesures, il est possible d'effectuer un suivi continu et précis des teneurs des polluants réglementés sur des lieux stratégiques.

Toutefois, la pollution de l'air est peut être la plus dissimulée et la plus difficile à combattre à cause de l'activité industrielle qui ne cesse de croître chaque jour créant ainsi des polluants très variés. Un des secteurs industriel participant massivement à cette pollution est celui des cimenteries. En effet, le ciment est lui-même un élément polluant malgré sa nécessité absolue pour la vie sociale et économique, et la grande importance que lui accorde le monde entier d'un côté. D'un autre côté, ce secteur est à l'origine d'émission de variété très complexe de polluants.

C'est dans cette problématique que se situe ce projet de fin d'études dont l'objectif est triple. En premier, la détermination ou l'identification des polluants atmosphériques générés par la cimenterie d'Elma Labiod de Tébessa. En second, faire un suivi analytique (quantitatif) de ces polluants à savoir : les NOx, les SOx, les COx et les poussières en utilisant des analyseurs spécifiques présents au sein de la cimenterie afin d'estimer l'apport de cette cimenterie en polluants d'une part et d'évaluer son système de lutte contre la pollution

atmosphérique d'autre part. En dernier, la proposition de quelques solutions visant à minimiser ou à limiter cette pollution afin d'assurer un environnement plus sain doté d'une meilleure qualité de l'air.

Dans le premier chapitre, on propose de familiariser le lecteur avec la problématique de la pollution atmosphérique ainsi que son origine et ses effets sur l'homme et l'environnement.

Le second chapitre est consacré à la présentation de la société des ciments de Tébessa d'Elma Labiod, et les polluants engendrés par cette dernière.

Dans le troisième et dernier chapitre, les principaux travaux de mesure et d'analyse de pollution réalisés au niveau de la cimenterie seront détaillés et discutés et des solutions seront envisagés.

CHAPITRE I

Chapitre I

Ce chapitre est un modeste aperçu sur la problématique de la pollution atmosphérique vue d'un angle chimique.

1. L'AIR

D'après l'encyclopédie Encarta l'air est défini comme : « un fluide gazeux qui constitue l'atmosphère, indispensable à la vie car il participe au processus de la respiration et à la photosynthèse des végétaux ». Il est constitué d'un mélange de plusieurs gaz, dont les deux principaux sont l'oxygène à 21% et l'azote à 78%. Le 1% qui reste est un mélange d'argon, de gaz carbonique, d'ozone, d'hydrogène, d'hélium, auquel il faut rajouter une fraction marginale de vapeur d'eau et de particules solides en suspension [1].

2. L'ATMOSPHERE

L'atmosphère est composée de six couches distinctes qui diffèrent par leur composition et leur température. Elles sont classées par ordre croissant de leur altitude comme suit : Troposphère, Stratosphère, Mésosphère, Thermosphère, Ionosphère et Exosphère (fig I.1). C'est dans les couches les plus basses (Troposphère et Stratosphère) que l'on observe les phénomènes météorologiques, les activités aéronautiques ainsi que la concentration maximale de polluants atmosphériques. C'est pour cette raison que nous nous intéressons uniquement à ces deux couches dans la suite de ce document.

La troposphère : épaisse d'une dizaine de kilomètres à partir de la surface terrestre, la température y décroît en moyenne de 6,5°C quand l'altitude croît de 1000 mètres.

La couche de transition, relativement mince, entre troposphère et stratosphère, s'appelle la tropopause. Son altitude et sa température sont d'environ 8 kilomètres et -50°C dans les régions polaires, 17 kilomètres et -80°C à l'équateur

La stratosphère : elle est caractérisée par une croissance de la température quand on s'élève, pour atteindre 0°C au sommet (50Km). C'est dans cette dernière entre 25 et 30km d'altitude que se trouve la concentration maximale d'ozone (couche d'ozone).

Les basses couches atmosphériques (altitude inférieure à 10 km) sont divisées en deux parties distinctes :

La couche libre est la partie supérieure de la troposphère dont le vent y est déterminé par de grands mouvements d'ensemble à l'échelle de la planète (vent géostrophique). Il résulte de l'équilibre entre les forces de gradient de pression et la force de Coriolis due à la rotation de la terre.

La couche limite atmosphérique (CLA) est la partie proche de la surface terrestre où le sol perturbe l'écoulement de l'air et donne naissance à une forte agitation appelée turbulence [2-3].

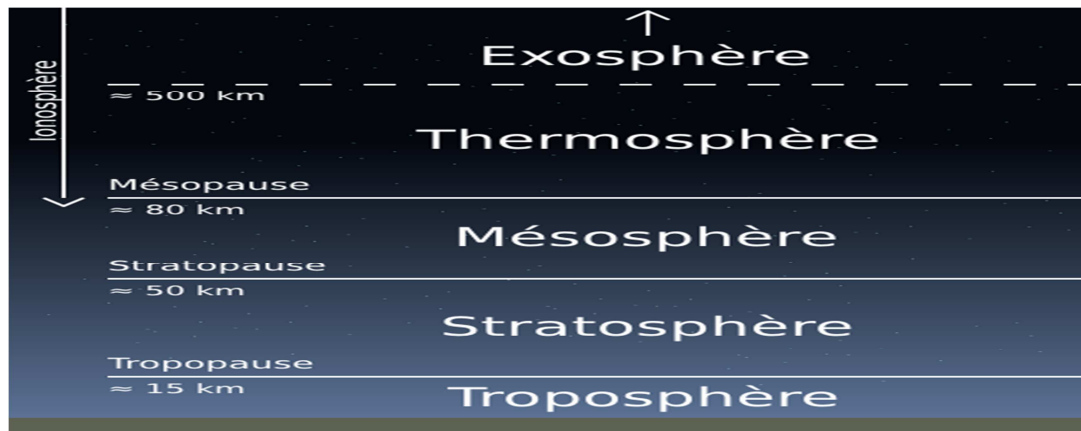


Figure. I. 1 : Différentes couches de l'atmosphère

3. POLLUTION ATMOSPHERIQUE

3.1 Définition

La pollution atmosphérique est clairement définie par la loi (article 2 de la loi N° 96-1236 du 30 décembre 1996) : «Constitue une pollution atmosphérique l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives excessives ». Bien que cette définition fasse référence aux polluants introduits par l'être humain, il faut considérer que certains polluants atmosphériques peuvent provenir de sources naturelles comme par exemple le radon, gaz radioactif émis notamment par les roches granitiques [1].

3.2 Catégories de pollution de l'air

On distingue trois types de pollutions : planétaire, régionale et locale.

3.2.1 Pollution planétaire

On distingue deux phénomènes, la dégradation de la couche d'ozone, observée depuis quelques années déjà (fig.I.2), et l'accroissement de l'effet de serre, dû à l'accumulation de certains gaz (dioxyde de carbone, méthane, protoxyde d'azote...), est responsable du réchauffement climatique.

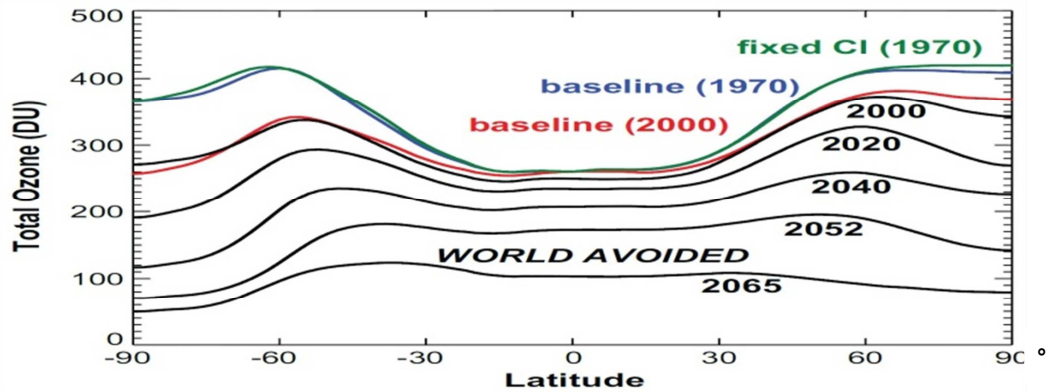
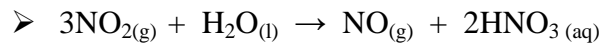


Figure. I.2 : Variation de la concentration de l'ozone

3.2.2 Pollution régionale

Elle peut être constatée jusqu'à plus de 1000Km autour de sa source d'émission. Elle prend principalement trois formes : l'acidification, la pollution photochimique et l'eutrophisation :

a. Pollution acide : est provoquée par la transformation dans l'atmosphère des oxydes de soufre et d'azote en acides sulfurique et nitrique. Elle se dépose sous forme de retombées sèches ou humides (pluies acides) et provoque une altération des écosystèmes et la corrosion des matériaux.



b. Pollution photochimique : se manifeste principalement sous forme de brouillard photochimique dit « smog ». Ce dernier se compose principalement d'ozone troposphérique (résultat d'une réaction photochimique entre des composés organiques volatils et des oxydes d'azote) et de substances particulaires primaires (pollen et poussière) et secondaires (oxydes de soufre, ammoniac et composés organiques volatils). Le smog est à l'origine de plusieurs maladies respiratoires, des irritations des yeux et de la peau, de la destruction de l'écosystème végétal, de la dégradation des statuts et musés,

c. Eutrophisation : est un phénomène de dégradation de la qualité des eaux qui se manifeste par la prolifération d'un nombre illimité d'espèces végétales dans des eaux trop chargées en nutriments (azote, phosphore, oligo-éléments). Les algues en se décomposant consomment d'énormes quantités d'oxygène dissous dans l'eau et appauvrissent le milieu aquatique. Les polluants atmosphériques peuvent participer à la contamination des eaux par le phénomène d'eutrophisation.

3.2.3 Pollution locale (urbaine)

Elle est rencontrée au voisinage direct des sources d'émissions comme les foyers industriels de combustion, les axes de circulation, le chauffage domestique, l'incinération de déchets, etc. Elle engendre des pollutions de proximité et des nuisances olfactives à des distances inférieures à quelques kilomètres. Son impact sur la santé dépend de la durée d'exposition, de l'état général et de l'âge des personnes concernées [2-3].

3.3 Sources des polluants atmosphériques

Les polluants atmosphériques peuvent être d'origine naturelle ou anthropique :

3.3.1 Sources naturelles

A côté des éléments de base, l'atmosphère renferme, une quantité variable de substances naturelles qui, dépassant un seuil, crée une source de pollution à savoir :

- Les feux de forêts, de cultures ou des prairies contribuent à des émissions importantes de noyaux de condensation, d'imbrûlés et de gaz.
- Les volcans émettent des gaz comme le dioxyde de soufre, de l'hydrogène sulfureux et des particules de cendres en grande quantité.
- Les embruns marins sont constitués par des aérosols (des cristaux de sels)
- Les végétaux sont à leur tour à l'origine d'une pollution par les pollens, les spores et les champignons.
- L'ozone formé naturellement à haute altitude à partir de réaction photochimique impliquant l'oxygène de l'air [4].

3.3.2 Les sources anthropiques

On appelle émissions atmosphériques anthropiques les émissions d'origine humaine. Ainsi, la majorité des activités humaines sont à l'origine, directe ou indirecte, d'émissions de grandes quantités de polluants.

- L'industrie est un des secteurs majeur des émissions atmosphériques en dioxyde de soufre (SO₂), poussières, métaux lourds, composés organiques volatils (COV), les oxydes d'azote (NO_x), ...
- Le transport, qu'il soit aérien, maritime ou terrestre, il émet des quantités considérables de NO_x, des particules (PM) dans les gaz d'échappement, du monoxyde de carbone (les imbrûlés), des COV, ...
- Les combustions et les incinérations sont aussi à l'origine de l'émission des métaux, des dioxines, des COV, des CO_x, des aérosols,

- Le secteur agricole est un responsable majeur des émissions de poussières et d'ammoniac (NH_3) à cause du recours aux produits phytosanitaires et aux épandages.
- Les activités domestiques, en utilisant des produits phytosanitaires, des peintures, des produits ménagers, en cuisinant... nous émettons tous des polluants atmosphériques (COV).
- Le chauffage est aussi à l'origine d'une grande partie des émissions du SO_2 , du CO, des NO_x et des PM. Même la climatisation génère indirectement des émissions du fait de sa grande consommation d'électricité mais également si le gaz réfrigérant n'est pas récupéré [5].

3.4 Les familles de polluants

Les principaux polluants atmosphériques se classent en deux grandes familles bien distinctes : les polluants primaires et les polluants secondaires.

3.4.1 Les polluants primaires

Ils sont directement issus des sources de pollution, on y trouve : des CO_x , SO_2 , des NO_x , des hydrocarbures légers, des (COV), des particules contenant ou non des composés métalliques (plomb, mercure cadmium...) ou organiques (PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$). Ces polluants primaires peuvent se transformer dans la basse atmosphère, sous l'action des rayons solaires et de la chaleur, en polluants dits secondaires tels que l'ozone et autres polluants photochimiques (les PAN ou nitrates de peroxyacétyle, aldéhydes, cétones, etc.).

3.4.2 Polluants secondaires

Ils sont formés par transformation chimique de certains polluants primaires. La formation de ces derniers nécessite un certain temps durant lequel les masses d'air se déplacent. Ce qui explique pourquoi les pointes de polluants secondaires concernent des territoires souvent plus étendus que les pointes de polluants primaires. On y trouve :

- L'ozone (O_3) troposphérique formé à partir de la réaction d'oxydes d'azote (NO_x) et des composés organiques volatils (COV) en présence de chaleur et des rayons ultraviolets ($\text{COV} + \text{NO}_2 + h\nu \rightarrow \text{O}_3$).
- Les oxydes d'azote (NO_x) : tels que : le NO_2 qui se forme à partir de l'oxydation du NO par d'autres polluants atmosphériques tel qu' O_3 et le PAN (peroxyacylnitrate) qui résulte de l'action des peroxyacyles sur les oxydes d'azote.
- Le monoxyde de carbone, résultat de la combustion incomplète et rapide des combustibles et carburants.

- Les particules en suspension (PM), de toutes petites particules solides ou liquides en suspension, appelées aérosols. Ce sont des particules insédimentables car elles ne peuvent pas se déposer sur le sol sous l'effet de la gravitation. Leur taille varie de quelques nanomètres à presque 100 microns, soit l'épaisseur d'un cheveu. En moyenne globale, environ 3 milliards de tonnes d'aérosols sont émis chaque année par une multiplicité de sources à la fois naturelles (cendres volcaniques, poussières désertiques, embruns marins) et humaines (fumées d'industrie, gaz d'échappement, poussières issues de feux agricoles), ce qui induit une très grande diversité de leurs propriétés.
 - Les dérivés soufrés en particulier le SO₂ proviennent principalement des centrales thermiques, des grosses installations de combustion de l'industrie et du secteur tertiaire et résidentiel (chauffage individuel ou collectif). Ainsi, SO₂ peut se transformer en trioxyde de soufre (SO₃) et acide sulfurique (H₂SO₄) en association avec les particules, à l'origine des fameuses pluies acides.
 - Les composés organiques volatils (COV) sont des gaz émis par la combustion de carburants ou l'évaporation de solvants contenus dans certains matériaux et produits. Leur point commun est de s'évaporer plus ou moins rapidement à température ambiante et de se retrouver dans l'air. Ils participent à des réactions photochimiques dans l'atmosphère donnant ainsi naissance à une multitude de substances de différentes familles chimiques. En réagissant avec les NO_x, ils forment des photo-oxydants dans l'air ambiant. Ils comprennent notamment le benzène, le toluène, l'éthylbenzène, les xylènes et le 1, 2, 4 triméthylbenzène (124 TMB) des hydrocarbures volatils (alcanes, alcènes, aromatiques) des composés carbonylés (aldéhydes et cétones) ... Ces substances ont des propriétés chimiques et toxicologiques qui varient d'un composé ou d'une famille à l'autre [6].

3.4.3 Autres polluants de l'atmosphère

En plus des polluants primaires et secondaires, il existe d'autres polluants tels que :

- Le CO₂ avec une très faible teneur dans l'air (environ 0,03%) naturellement, mais qui ne cesse d'augmenter au rythme de 0,5% par an avec l'augmentation de la consommation d'énergie fossile dans le monde et la diminution importante des couverts forestiers. Participant ainsi activement à l'effet de serre.
- Le méthane qui participe directement au phénomène d'accroissement de l'effet de serre (sa contribution est estimée à 18 % environ) et sa concentration dans l'air ambiant augmente encore plus vite que celle du CO₂. Les principales sources émettrices sont :

l'exploitation des mines de charbon, les décharges d'ordures ménagères, l'élevage, la distribution du gaz, etc.

- Les CFC – Chlorofluorocarbures sont totalement artificiels (à l'exception du chlorure de méthyle d'origine marine). Ils sont utilisés dans les biens de consommation courante (aérosols propulseurs, mousses, extincteurs, réfrigérants, etc.). Ce sont aussi des gaz à effet de serre et surtout les premiers perturbateurs de l'équilibre de Chapman. Ils sont ainsi considérés comme des destructeurs majeurs de la couche d'ozone. Malgré l'interdiction de leur production, ces substances d'une durée de vie dépassant le siècle pour la majorité, continueront encore leur action destructive pendant longtemps [2].

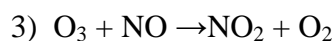
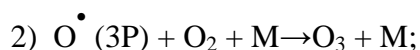
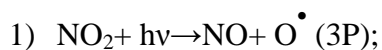
4. REACTIONS CHIMIQUES DANS L'ATMOSPHERE

Conséquence des réactions de transformation des polluants ou de celles de leur dégradation, notre atmosphère (la troposphère) est assimilée à un réacteur chimique en pleine effervescence. Ainsi, divers types de réactions se déroulent simultanément à chaque instant. On peut citer :

- Les réactions photochimiques en particulier celles dites de photolyse à savoir la photolyse de l'ozone, du dioxyde d'azote, du formaldéhyde et de l'acide nitreux (espèces photolysables).

- Les réactions radicalaires faisant intervenir les deux principaux radicaux, le radical hydroxyle OH^\bullet (le jour) et le radical nitrate NO_3^\bullet (la nuit), sont des réactions de dégradation d'une grande variété de polluants (en particulier les COV).

- La formation de l'ozone, ce polluant photo-oxydant, très nocif et très destructif qui est au centre de préoccupations de nombreuses études. En effet, la présence de l'ozone dans la troposphère est régit par un équilibre photo stationnaire naturel $\text{NO}_2/\text{NO}/\text{O}_3$ comme suit :



Or, seul, ce mécanisme ne peut expliquer l'accumulation de l'ozone dans la troposphère principalement en zone urbaine, en effet, NO et O₃ sont produits en quantités égales. Il faut un processus reconvertissant NO en NO₂ sans consommer O₃. C'est le rôle tenu par les COV dans les cycles de pollution photo-oxydante. Cette production de NO₂ à partir de NO par l'intermédiaire d'une chaîne complexe de réactions photochimiques n'est possible que si

connaître la concentration moyenne en polluant durant la période d'exposition. Cette technique de surveillance en plus d'être non couteuse, permet de disposer d'un grand nombre de points de mesure sur une zone donnée.

Le prélèvement actif (automatique): Cette technique a l'avantage de permettre le contrôle des conditions de prélèvement (volume, date et heure, fréquence, localisation de l'air aspiré, etc...), mais présente aussi l'inconvénient d'être plus coûteuse et délicate qu'un prélèvement passif [8].

Le tableau I.1 résume les techniques d'analyse les plus fréquemment utilisées pour l'analyse des polluants atmosphériques selon leur nature et leur composition.

Tableau.I.1 : Caractéristiques de certaines techniques d'analyse des polluants [9].

Technique utilisée	Principe	Produits détectés	Gammes de mesure	Avantages	Inconvénients
Absorption infrarouge	Absorption par le produit à détecter d'un rayonnement IR ($\lambda \geq 800$ nm)	Par exemple Alcanes (CH), CO, CO ₂ , etc	De ppm à 100 % v/vselon l'appareil et le réglage	*Assez sélectif si domaine de λ est faible. Stable dans le temps.	*Sensible à l'humidité, à l'empoussièrement et au dioxyde de carbone.
Absorption visible/UV ou Fluorescence	Absorption d'un rayonnement UV visible ($\lambda \leq 800$ nm)	Produits non détectés par l'IR :SO ₂ , NO.	Quelques ppm ou moins	Spécifique et susceptible d'être miniaturisé	*Onéreuse *Encombrante
Chimiluminescence	Emission lumineuse par un intermédiaire excité, lors d'une réaction chimique	NO, NO ₂	1 ppb	Très spécifique	*Maintenance *Etalonnage délicat
Chromatographie en phase gazeuse	Séparation de composés gazeux sur une colonne, suivie d'analyse par FID, PID etc	Tous produits (selon le type de détecteur et de colonnes)	* \ll 1ppm à beaucoup plus *selon colonne et détecteur	Sensible, spécifique, stable si correctement étalonné	*Peu portable, *Réponse assez longue. *Nécessite plusieurs détecteurs

La détection et la quantification permanente et quotidienne de ces polluants dans l'air est une nécessité vitale pour l'homme et son environnement, d'où l'installation des réseaux de surveillance de la qualité de l'air dans toute agglomération ayant un certain nombre d'habitants.

6. RESEAUX DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L’AIR

La surveillance de la qualité de l'air situé près du sol est d'une importance capitale car, en tout lieu, c'est « l'air public », respiré par l'ensemble de la population, c'est-à-dire y compris par les personnes sensibles : jeunes enfants, personnes âgées, personnes allergiques, personnes ayant des problèmes respiratoires, oculaires, cardiaques et autres.

Parmi les objectifs de ces réseaux :

- Etablir des statistiques sur les niveaux des polluants (Polluants réglementés),
- Vérifier les normes de pollution et effectuer des mesures ponctuelles des autres polluants,
- Déclencher des alertes (arrêt momentané d'une centrale thermique, des normes sur la circulation des véhicules ...),
- Informer le public de l'état de l'air à travers les médias (indice ATMO) [2,10].

La qualité de l'air est concrétisée par un indicateur journalier appelé « Indice ATMO » qui est calculé par rapport au taux des quatre polluants réglementaires. Sont ainsi pris en compte les taux d'ozone (O₃), de dioxyde de soufre (SO₂), de dioxyde d'azote (NO₂) et celui de particules fines (PM10). Leur valeur est exprimée en µg/m³. L'indice de qualité de l'air est souvent représenté par une " girafe " nommée Atmo, dont l'attitude varie selon la valeur de l'indice. Un qualificatif et une couleur sont associés à chaque valeur de l'indice.

Tableau .I.2 : valeurs de l'indice ATMO et qualificatif correspondant

Indice	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Qualificatif	Très bon	Très bon	Bon	bon	Moyen	mediocre	mediocre	mauvais	Mauvais	Très mauvais

Il est à noter qu'à chaque type de polluant réglementé correspond une valeur d'indice Atmo. L'indice ATMO ainsi retenu pour définir la qualité de l'air est celui correspondant au plus élevé [11].

Pour surveiller la qualité de l'air, il existe 3 types de réseaux : télémétriques, non télémétriques et mobile.

En Algérie, « Sama Safia » est le réseau de surveillance de la qualité de l'air, cette station de base, localisée à Annaba ville, œuvre depuis sa création, en juillet 2002, à l'amélioration de la qualité de l'air par la détermination de l'indice de pollution au niveau de

la wilaya d'Annaba. Elle a pour rôle, de mesurer le degré de pollution urbaine à travers une action renforcée de ses trois points d'observation et de collecte de données sur la forte pollution, situés à l'aéroport "Rabah Bitat" et deux au niveau des communes d'El Bouni et de Sidi Amar où se concentre l'essentiel du tissu industriel dans la région [12].

7. IMPACTS DES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES SUR L'HOMME ET L'ENVIRONNEMENT

Les polluants atmosphériques ont un impact négatif et destructeur aussi bien sur la santé humaine que sur l'environnement.

7.1 Effets du monoxyde de carbone CO

Sur la santé humaine

- A fortes doses, il est un toxique cardio-respiratoire souvent mortel.
- A faibles doses, il diminue la capacité d'oxygénation du cerveau, du cœur et des muscles. Sa nocivité est particulièrement importante chez les insuffisants coronariens et les fœtus.

Sur l'environnement

Le CO, au même titre que les NO_x et COV, intervient en tant que précurseur dans le processus de formation de la pollution photochimique, notamment de l'ozone troposphérique.

7.2 Effets des oxydes d'azote NO_x

Sur la santé humaine

- Gaz irritant pouvant pénétrer profondément dans les poumons. Il altère l'activité respiratoire et augmente les crises chez les asthmatiques.
- Chez les plus jeunes, il favorise des infections microbiennes des bronches. Les effets de ce polluant ne sont pas tous identifiés.

Sur l'environnement

- Les NO_x interviennent dans le processus de formation de l'ozone dans la basse atmosphère. Ils contribuent également au phénomène des pluies acides.
- Les dépôts azotés issus des émissions d'oxydes d'azote peuvent aggraver les problèmes nutritionnels des peuplements de végétaux sensibles.
- Les NO_x, en présence de divers autres constituants et de rayonnement solaire énergétique ultraviolet, constituent, en tant que précurseurs, une source importante de pollution photochimique et, notamment, d'ozone troposphérique.

7.3 Effets de l'ozone O₃

Sur la santé humaine

- Gaz agressif, fortement irritant pour les muqueuses oculaires et respiratoires.
- Il pénètre aisément jusqu'aux voies respiratoires les plus fines. Il peut ainsi entraîner des irritations du nez, des yeux et de la gorge, des altérations de la fonction pulmonaire, des essoufflements et des toux.
- Il redouble les crises d'asthme.

Il ne semble pas possible de déterminer un seuil en dessous duquel ce polluant serait totalement inoffensif. De plus, les effets d'une exposition chronique sur le long terme restent encore mal connus.

Sur l'environnement

- Il peut perturber l'activité photosynthétique des végétaux, altérer leur résistance, diminuer la productivité des cultures et provoquer des lésions caractéristiques. La sensibilité varie selon les espèces : mélèzes, tabac (espèces sensibles), pin sylvestre, pin (espèces moyennement sensibles), épicéa commun, chêne pédonculé (espèces peu sensibles). Les effets chroniques se traduisent par l'apparition de petites taches nécrotiques réparties sur la surface des feuilles.
- L'ozone contribue aussi avec les dépôts acides et d'autres facteurs défavorables (sécheresses, pauvreté des sols...) aux troubles forestiers et accentue le pouvoir acidifiant des NO_x et des SO₂ en accélérant leur oxydation en sulfates et nitrates.
- Ce polluant photochimique accélère la dégradation des matériaux tels que le caoutchouc (craquelures).
- L'ozone contribue à l'effet de serre.

7.4 Effets des particules en suspensions (PM)

Sur la santé humaine

- Les plus grosses sont retenues par les voies aériennes supérieures. Les plus dangereuses sont les plus fines, car elles peuvent pénétrer profondément dans les poumons et transporter des composés toxiques.
- Elles augmentent le risque d'infections respiratoires aiguës chez l'enfant et renforcent des sensibilités allergiques ou des pathologies préexistantes.
- Une grande partie de cette pollution vient des transports. Les émissions des moteurs diesels sont particulièrement riches en particules de petites tailles. De plus, certaines

particules en suspension contiennent des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) aux propriétés mutagènes et cancérigènes

Sur l'environnement

- Les particules en suspension sont à l'origine de salissure sur les bâtiments.
- D'autre part, elles ont une influence sur la formation des nuages, des brouillards et des précipitations.
- Elles tendent à réduire la visibilité.
- Chez les végétaux, elles peuvent provoquer une réduction de la croissance et des nécroses.

7.5 Effets des oxydes de soufre

Sur la santé humaine

- Gaz irritant pouvant entraîner des crises chez les asthmatiques, augmenter les symptômes respiratoires aigus chez l'adulte et l'enfant : gêne respiratoire, accès de toux ou crises d'asthme

Sur l'environnement

- En présence d'humidité, il forme de l'acide sulfurique qui contribue au phénomène des pluies acides et à la dégradation de la pierre et des matériaux de certaines constructions.
- La formation des dépôts acides (pluies acides) peut avoir des effets néfastes sur la végétation et changer les caractéristiques des sols. Lorsque ces sols sont déjà très pauvres, ils entraînent des pertes importantes de cations aggravant ainsi les difficultés d'alimentation en magnésium et en calcium des végétaux.
- Des particules charbonneuses ou alumino-silicatées ayant absorbé du SO₂ peuvent se déposer sur les pierres. L'acide sulfurique formé en présence d'eau réagit avec le calcium contenu dans les particules et donne naissance à des cristaux de gypse qui par leur action mécanique et chimique participent à la dégradation des monuments.

7.6 Effets des composés organiques volatils COV

Sur la santé humaine

Les effets sur la santé sont appréhendés à partir des études en milieu professionnel.

- Les solvants organiques peuvent être responsables de céphalées, de nausées... Les composés oxygénés sont plus ou moins réactifs (alcools).
- Les plus réactifs regroupent formaldéhyde, acétaldéhyde, acroléine,... responsables d'irritations des yeux, du nez, de la gorge et des voies respiratoires, de modifications

pouvant aggraver l'état d'un asthmatique, voire sensibiliser les voies respiratoires (participation au développement de phénomènes allergiques).

- Certains composés sont probablement cancérigènes (formaldéhyde)

Sur l'environnement

- Les COV au même titre que les NO_x et CO interviennent en tant que précurseurs dans le processus de formation de la pollution photochimique, notamment de l'ozone troposphérique [13].

7.6 Effets du plomb

Sur la santé humaine

- Le plomb est à l'origine de perturbations neurologiques, hématologiques et rénales.
- Le saturnisme est une pathologie ancienne dont les symptômes sont bien corrélés au taux de plomb dans le sang. Les taux mesurés dans une population urbaine sont inférieurs à 200 µg/l chez l'homme, 150 µg/l chez la femme. Chez l'enfant, à partir de 100 µg/l et peut-être en dessous, une altération du développement intellectuel est à craindre (mesurable par le Quotient Intellectuel). Elle est démontrée au-delà de 250 µg/l.

Sur l'environnement

- Les effets du plomb sur l'environnement, résident essentiellement dans son accumulation au sein de la faune, de la flore et du sol.

7.7 Les effets du méthane CH₄

Sur la santé humaine

- Il peut s'enflammer et exploser.
- Il peut engendrer une insuffisance cellulaire en oxygène (agit comme un gaz asphyxiant par privation d'oxygène).

Sur l'environnement

- Il participe directement au phénomène d'accroissement de l'effet de serre.

7.8 Les effets des chlorofluorocarbures CFC

Sur la santé humaine

- Une augmentation des cancers de la peau.
- Un risque accru d'être atteint de cataracte.

Sur l'environnement

- Ils participent fortement à la diminution de la couche d'ozone.

Après avoir évoqué l'énigme de la pollution atmosphérique dans ce chapitre, le chapitre suivant est réservé à la présentation d'une cimenterie nationale située à Tébessa, un exemple concret d'un secteur industriel responsable de l'accroissement de cette pollution.

CHAPITRE II

Chapitre II

Dans ce chapitre, on s'intéresse d'abord à la présentation de la cimenterie D'ELMA L'ABIOD, puis au mode de fabrication du ciment et particulièrement aux différents polluants engendré par ce processus et enfin aux moyens et actions environnementales entrepris par la SCT pour faire face aux soucis de cette pollution.

1. INTRODUCTION

La réalisation d'une cimenterie à Tébessa était une nécessité pour le développement du pays. En effet, avec une population qui ne cesse de croître chaque jour les secteurs du bâtiment et des travaux publics sont de plus en plus demandeurs.

Les ciments usuels sont fabriqués à partir d'un mélange de calcaire (CaCO_3) à 80% et d'argile ($\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$) à 20%. Selon l'origine des matières premières, ce mélange peut être corrigé par apport de bauxite, oxyde de fer ou autres matériaux fournissant le complément d'alumine et de silice requis.

2. GENERALITES SUR L'ENTREPRISE

La société des ciments de Tébessa, entreprise publique économique, SPA est une filiale de l'entreprise régionale des ciments et dérivés de l'est (E.R.C.E), promoteur initial du projet. Elle est implantée à 26km au sud de Tébessa et à 35km des frontières Algérienne et Tunisienne. Créée en 1993, rentrée en exploitation en 1994, elle est dotée d'une ligne de cuisson par voie sèche des matières premières et produit du ciment portland (CPJ 45) et CRS. Elle a été certifiée aux normes de qualité ISO 14001 en 2004, ISO 9001 et TEDJ, une démarche globale pour la mise en place d'un système de management intégré (Qualité – Sécurité et Environnement) a été engagée selon les normes ISO.

2.1 Présentation de la société (cimenterie)

Date de création: 29 November 1993	Siege social : Tébessa
Mise en vigueur du contrat: 15 Aout 1990	Localisation: Elma l'Abiod, Tébessa.
Date du 1 ^{er} allumage du four: 11 octobre 1994	Capital social : 2700, 000,000 DA
Date de production du 1 ^{er} clinker: 14 octobre 1994	Capacité de production: 500.000 T/ an
Date du 1 ^{er} sac expédié: 22 mars 1995	Produit : ciment gris
Montage mécanique: E.N.C.C/ETTERKIB	Actionnaires: ERCE 100%
Montage électrique: MERLIN GERIN France	Effectifs : 380
Matières premières	Coût de l'investissement :
Calcaire : carrière 230 ha (à 2km)	Partie en devises : 119.443.840 U\$\$.
Argile: carrière 70 ha (à 10 km)	Partie en dinars : 2.300.000.000 DA
Sable : carrière 21 ha (à 6 km)	
Gypse : Ain Mlila (à 100 km)	
Fer: mine Boukhadra (à 70 km)	

2.2 Structures de la cimenterie

Comme toute autre entreprise, la cimenterie est constituée de différents départements qui veillent sur le bon fonctionnement de cette dernière.

2.2.1 Direction générale

En haut de la hiérarchie on trouve le président directeur général (PDG) qui a pour mission de :

- définir la stratégie générale, la politique et les objectifs qualitatifs
- établir les budgets et mettre à disposition les ressources nécessaires à la mise en œuvre du SMQ (Système de Management de la Qualité)
- exercer ses fonctions dans la limite des statuts réglementés et directives établis par le C.A (Conseil Administrative)

2.2.2 Direction finance et comptabilité (DFC)

Comporte 16 employés et a pour rôle de :

- participer à l'élaboration de budget
- évaluer les besoins et chercher les meilleures conditions de financement

2.2.3 Direction ressource humaine (DRH)

Comporte le département de gestion du personnel et a 17 employés, son rôle est de :

- Développer et améliorer le système de communication
- Gérer les relations socioprofessionnelles

2.2.4 Direction exploitation

C'est la direction qui contient le plus gros nombre de départements et d'employés, on y trouve aussi plusieurs services tel que le service contrôle qualité, le service assistance sécurité et environnement ainsi que 3 départements : matière première, production et maintenance.

Le rôle de cette direction est de :

- Contrôler la qualité du ciment produit et s'assurer qu'il est aux normes exigées,
- Respect des normes de sécurité (port des casques, l'utilisation convenable des produits et machine ...),
- Produire la quantité qu'il faut en ciment,
- Réparer les appareils défectueux et assurer une maintenance régulière des machines,

2.2.5 Direction développement

Sa mission est de :

- élaborer et proposer à la direction générale la politique commerciale de l'entreprise.
- déterminer les orientations stratégiques, les objectifs à atteindre et les moyens à mettre en place, après analyse et évaluation des différentes composantes du marché.
- animer, coordonner et contrôler, les activités de conception et de mise en œuvre nécessaires au développement sur le marché des biens ou des services proposés par l'entreprise.

2.2.6 Direction commerciale

Elle est chargée de :

- définir la place des canaux de vente
- piloter et manager les équipes afin de développer le chiffre d'affaires de l'entreprise et sa marge.

2.2.7 Direction approvisionnement

La gestion de l'approvisionnement est une fonction logistique qui consiste essentiellement à gérer tous les éléments «bruts» d'une chaîne d'approvisionnement, soit : l'approvisionnement, l'acquisition, l'entreposage ainsi que la gestion générale des matières premières, des pièces et d'autres composantes nécessaires à la fabrication d'un produit qui sera vendu et livré aux utilisateurs finaux.

Son rôle est de :

- connaître divers systèmes de gestion de chaîne d'approvisionnement et d'outils d'évaluation afin de s'assurer de la bonne exécution des livraisons.
- être en mesure de respecter les calendriers de production, de planifier les besoins en matière d'achat de matériaux ou de services, et d'assurer la livraison des matériaux au service de production conformément aux calendriers établis.

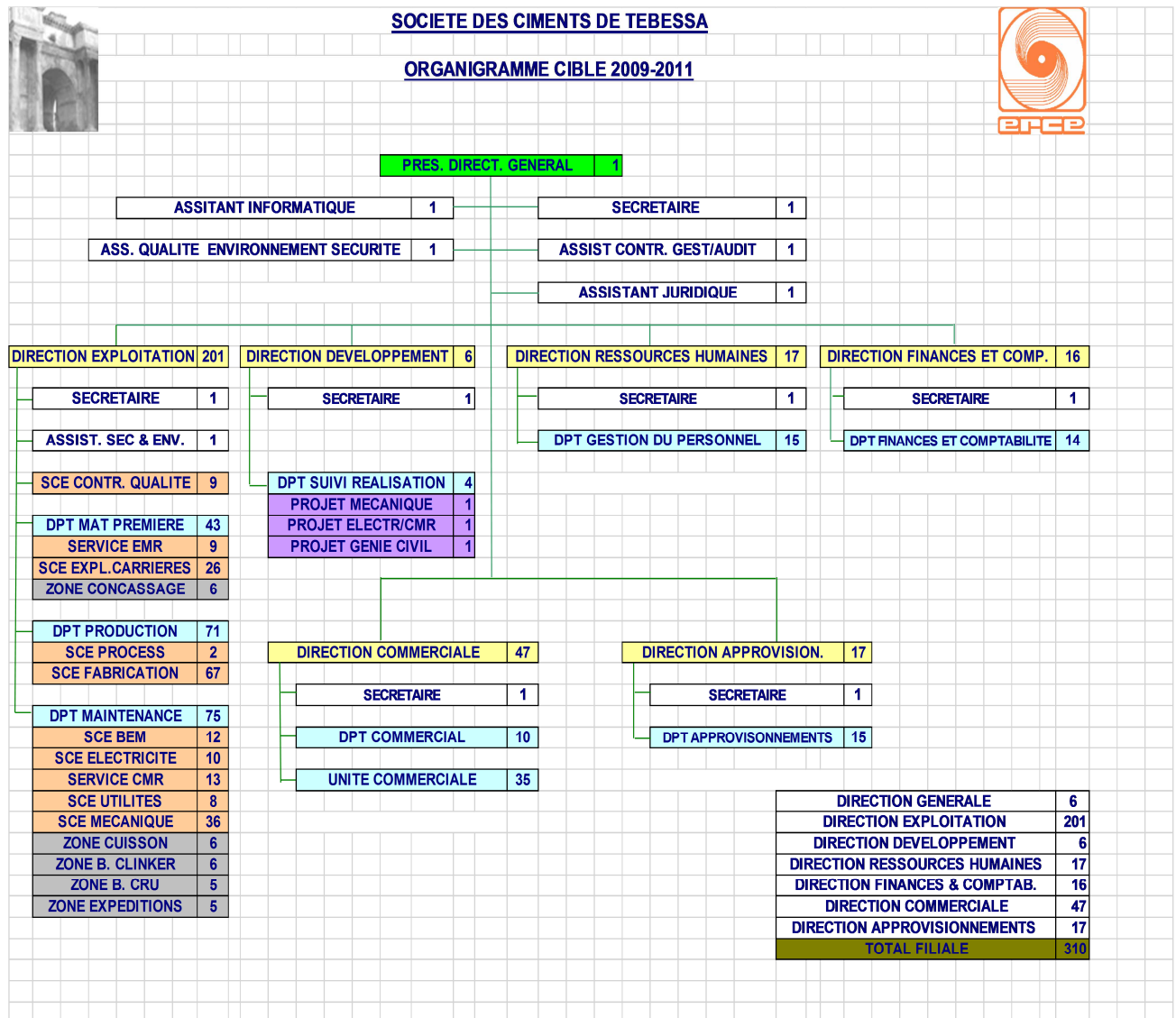


Figure II.1 : Organigramme représentatif de la structure de la cimenterie de Tébesa

3. PROCESSUS DE FABRICATION DU CIMENT

La majorité des cimenteries modernes utilise le procédé dit « en voie sèche », qui est le plus économique en consommation d'énergie (environ 0,9 KWh, par kg de clinker). Le procédé de fabrication du ciment consiste à « cuire », à haute température (1450 °C), un mélange de calcaire et d'argile, convenablement dosé et broyé sous la forme d'une « farine crue » (figure II.2).

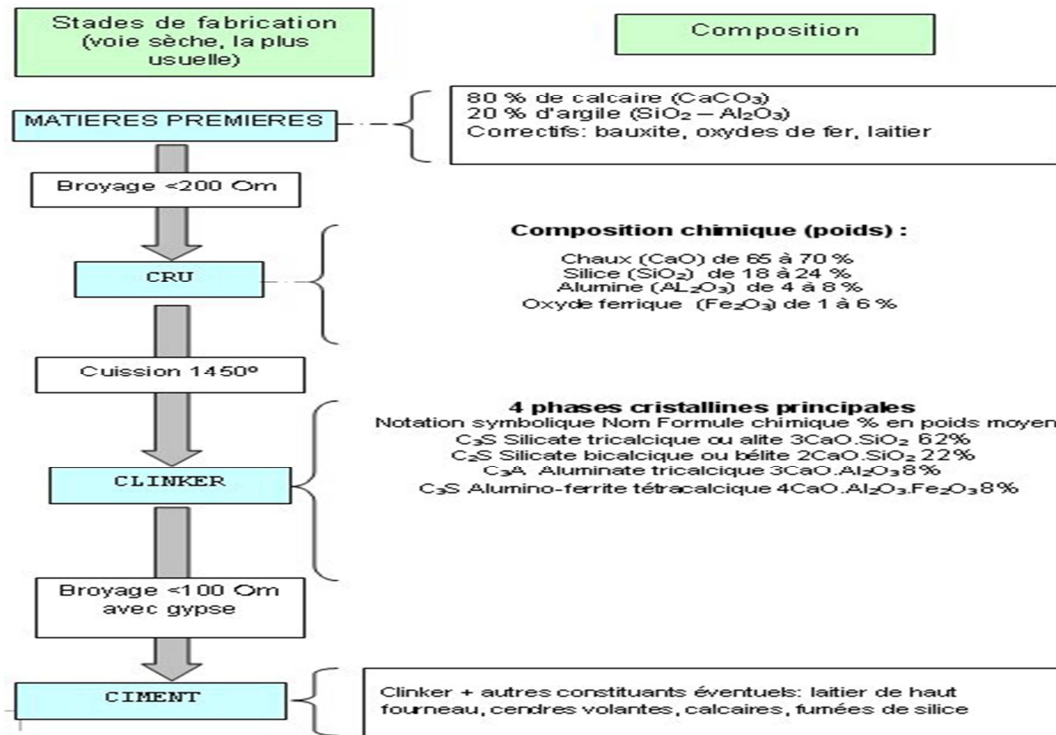


Figure II.2 : Etapes de fabrication du ciment.

4.TYPES DE POLLUANTS ENGENDRES PAR LA CIMENTERIE (ORIGINE ET TRANSFORMATION)

Les principales émissions de la fabrication du ciment sont les émissions atmosphériques des fours, dues aux réactions physico-chimiques des matières premières et à la combustion des matériaux utilisés.

Les principaux constituants des gaz résiduaux d'un four à ciment sont l'azote (issu de l'air carburant), le CO₂ (produit par la calcination du CaCO₃ et par la combustion), la vapeur d'eau (produite par la combustion et les matières premières) et l'excès d'oxygène. Il existe également des émissions de poussières canalisées provenant d'autres sources, comme les opérations de broyage et de manutention (matières premières, combustible solide et produit). Tous les stocks extérieurs de matières premières et de combustibles solides ainsi que tous les systèmes de transport des matériaux, y compris ceux servant à charger le ciment, constituent un risque potentiel d'émissions de poussières diffuses qui peuvent être importantes si elles ne sont pas prises en compte correctement du point de vue technique. Ainsi, des problèmes de nuisance peuvent apparaître localement si elles ne sont pas réduites et maintenues à un niveau bas.

4.1 Composés gazeux

Les principaux polluants gazeux dans l'industrie du ciment sont le SO₂, les NO_x, le CO et le CO₂.

4.1.1 Le dioxyde de soufre (SO₂)

Les émissions de SO₂ des cimenteries dépendent de l'apport total de composés soufrés et du type de procédé utilisé. Elles sont principalement déterminées par la quantité de soufre volatil présent dans les matières premières et éventuellement par les combustibles. Elles dépendent également de la circulation du soufre à l'intérieur du four provenant de différentes sources, comme le SO₂ des gaz résiduaux, le CaSO₄ et d'autres composés combinés dans le clinker et les poussières.

En fonction de leurs dépôts respectifs, les matières premières peuvent contenir du soufre sous forme de sulfate ou de sulfure. En effet, les sulfates sont des composés stables qui ne se décomposent que partiellement à hautes températures dans la zone de clinkérisation des fours rotatifs. Par conséquent, le soufre présent sous forme de sulfate est plus ou moins complètement rejeté par le système avec le clinker quand la qualité du clinker le requiert. Les sulfures, à l'inverse, s'oxydent dans le préchauffeur et sont partiellement rejetés sous forme de dioxyde de soufre. Ainsi, se créent des cycles du soufre qui s'équilibrent avec des rejets à travers le clinker.

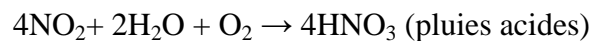
Il est à noter que la zone de décarbonatation (dans un four) apporte les conditions idéales pour capturer le SO₂ des gaz qui s'échappent du four. Cependant, lorsque les conditions de conduite du four, par exemple la concentration en oxygène à l'intérieur, n'ont pas été optimisées pour capturer le SO₂, des émissions peuvent se produire. De surcroît, divers facteurs peuvent influencer l'efficacité de la réaction, comme la température, la teneur en humidité, le temps de séjour, la concentration d'oxydes en phase gazeuse, la disponibilité d'une surface solide, etc. Une fois rejeté, le SO₂ s'oxyde en SO₃ dans l'atmosphère. En présence d'humidité, de fines gouttelettes d'acide sulfurique et des sulfates peuvent être formés :



Cependant, vu que la plupart des cimenteries du pays fonctionnent au gaz naturel, les émissions de SO₂ sont considérablement réduites.

4.1.2 Oxydes d'azote ($NO + NO_2 = NO_x$)

La cuisson du clinker est un procédé à haute température qui entraîne la formation d'oxydes d'azote (NO_x) qui sont à l'origine d'une très importante pollution de l'air. Ils se forment au cours de la cuisson par la combinaison soit de l'azote du combustible et de l'oxygène dans la flamme soit de l'azote atmosphérique et l'oxygène de l'air comburant. Leurs émissions varient en fonction du procédé de cuisson utilisé. Outre la température et la teneur en oxygène la formation des NO_x peut être influencée par : la forme et la température de la flamme, la configuration de la chambre de combustion, la réactivité et la teneur en azote du combustible, la présence d'humidité, la durée de la réaction et la conception des brûleurs. En effet, leur formation est favorisée par un excès d'oxygène mais surtout par la température de la flamme qui conduit à une dissociation des molécules d'azote et d'oxygène. Le NO obtenu peut s'oxyder dans l'atmosphère pour former en présence d'humidité de fines gouttelettes d'acide nitrique. On aura alors:



4.1.3 Oxydes de carbone

- **Monoxyde de carbone (CO)**

Ce sont les petites quantités de composants organiques apportés par les matières premières naturelles (restes d'organismes et de plantes incorporés dans la roche au fil de l'histoire géologique) qui sont généralement à l'origine des émissions de CO et du carbone organiquement lié pendant la cuisson du clinker. Pendant le préchauffage du cru introduit dans le four, ces composants subissent une transformation et s'oxydent pour former du CO et du CO_2 . Cependant, d'autres émissions de CO peuvent également provenir d'une mauvaise combustion et de conditions insatisfaisantes dans la zone de cuisson secondaire.

- **Dioxyde de carbone (CO_2)**

Selon les estimations, la fabrication d'une tonne de clinker gris entraîne des émissions de 900 à 1000 kg de CO_2 , pour un besoin thermique spécifique de 3500 à 5000 MJ/tonne de clinker, ce qui dépend aussi du type de combustible utilisé. Comme le ciment est broyé avec des additions minérales, les émissions de CO_2 par tonne de ciment fabriquée sont réduites. Environ 62% des émissions de CO_2 sont issues de la décarbonatation et les 38% restant issus de la combustion du combustible.

4.2 Poussières (particules)

La pollution par les poussières représente la forme de pollution la plus importante au niveau des cimenteries. La granulométrie des poussières est un facteur important. Les poussières fines restent en suspension dans l'atmosphère alors que les plus grosses sont appelées à se déposer sur le sol à différentes distances de la source selon leur taille.

4.3 Métaux lourds

Les métaux lourds sont dangereux pour l'homme et pour l'environnement car ils ne sont pas dégradables, de plus ils sont enrichis au cours des processus minéraux et biologiques, et finissent par s'accumuler dans la nature. Ils peuvent également être absorbés directement par le biais de la chaîne alimentaire entraînant alors des effets chroniques ou aigus. Dans les cimenteries, ils proviennent des déchets utilisés comme combustible et leurs concentrations sont variables selon l'origine des déchets [14].

5. BONNES PRATIQUES ENVIRONNEMENTALES TENUES PAR LA SOCIÉTÉ DES CIMENTS DE TEBESSA

Pour la Société de ciment de Tébessa, l'arrivée à la performance recherchée ne peut être atteinte qu'après la réalisation de la performance environnementale, afin d'assurer le développement durable de l'entreprise et son milieu externe.

Pour arriver à cet objectif des actions environnementales ont été engagées dans les domaines suivants :

5.1 Air

- Remplacement de l'électrofiltre par un filtre à manche (un système de dépoussiérage plus performant) garantissant des rejets de poussière largement inférieur aux normes (< 10mg/m³).
- Installation des équipements d'autocontrôle pour les rejets atmosphériques, afin de mesurer en continue les rejets des gaz et des poussières. Ainsi, la SCT a équipé les deux ateliers, cuisson et cru, par des dispositifs d'autocontrôle :
 - Installation d'un analyseur de gaz, dispositif de mesure des gaz (CH₄, NO_x, CO et O₂)
 - Installation d'un opacimètre, dispositif de mesure des poussières.

- Changement de la méthode d'exploitation pour maîtriser les impacts environnementaux au niveau de la carrière calcaire (poussières, nuisances acoustique et vibratoire, énergie...etc.) : la SCT a choisi de substituer l'abattage à l'explosif (méthode traditionnelle) par une nouvelle technique qui est l'extraction du calcaire par la machine (Surface Miner).

- Incinération interne des déchets solides.

5.2 Sol

- **Gestion des déchets**: mise en œuvre des procédures de gestion (tri, stockage et traitement) des déchets générés aux différentes étapes des processus de fabrication et de maintenance.

- **Contamination du sol** : acquisition des moyens de récupération des matières (ciment, farine crue etc.) et renouvellement de mise en sac et du système de conduite

- Plantation de 7800 oliviers au niveau de la carrière calcaire.
- Entretien des espaces verts à l'intérieure de l'usine.

5.3Eau

L'eau est essentiellement consommée dans : le processus de broyage clinker; le conditionnement des gaz du four pour le dépoussiérage électrostatique; l'arrosage des pistes, des oliviers et des espaces verts; les utilités sanitaires ainsi que pour les autres ateliers de ligne de production. Il est à noter que cette eau utilisée est recyclée.

Des actions ont été réalisées pour réduire sa consommation telle que :

- L'élimination des fuites dans le réseau d'alimentation.
- L'installation de nouvelles pompes (ateliers cuisson, ciment et cru).
- L'installation des compteurs aux niveaux des puits pour suivre la consommation journalière.
- L'utilisation d'ajout à forte teneur en humidité (laitier) et d'adjuvant de mouture dans le broyage clinker.

5.4 Énergie

- **Énergie électrique** : elle est consommée essentiellement par les ateliers de broyage (cru et ciment).

- **Gaz** : l'atelier cuisson consomme environ 90 % de la quantité totale facturée, le reste est consommé par l'atelier broyage cru et par la cantine.

Actions réalisées :

- Réduction de la consommation d'énergie électrique de l'atelier BK par l'utilisation de l'adjuvant de mouture.
- Réduction de la consommation d'énergie électrique du concasseur calcaire suite à l'utilisation des machines (surface miner).
- Réalisation d'un audit énergétique.

Actions envisagées :

- Maîtrise des heures de délestage de gros équipements

5.5 Management

Le plan de formation annuel de la société a pris en considération l'aspect environnemental d'où des actions de formation dans les domaines suivants :

- la gestion des déchets,
- les postes ayant une incidence sur l'environnement (opérateurs –rondiers....etc.),
- le management environnemental,
- la maîtrise de la consommation de l'énergie,
- les risques industriels,
- des exercices de simulation pour maîtriser les interventions en cas d'urgence,

CHAPITRE III

Chapitre III

Ce dernier chapitre décrit la partie expérimentale de ce projet de Master à savoir l'analyse ou le suivi de certains polluants dégagés par la cimenterie, la description des techniques adoptées (matériel, méthode, principe), la discussion des résultats de ces analyses et enfin la proposition de quelques solutions ou de quelques méthodologies que la cimenterie doit prendre en considération pour faire face au danger de cette pollution sur l'homme et sur l'environnement.

1. INTRODUCTION

La fabrication du ciment est l'un des secteurs industriels participant grossièrement à la pollution atmosphérique. En effet de part sa nature, le ciment est lui-même un polluant potentiel vue l'énorme quantité d'aérosols (poussières) qu'il peut engendrer. D'où cette initiative qui a comme premier objectif l'analyse (la quantification) des poussières recueillies dans le filtre à manche (dispositif placé à la sortie du four de la cimenterie), des gaz tels que : les CO_x, les NO_x et les SO_x dégagés vers l'atmosphère et de comparer les résultats obtenus aux normes environnementales afin d'optimiser l'apport de cette cimenterie dans la pollution de l'air. Par la suite, envisager ou proposer certaines démarches à suivre afin de limiter ou de minimiser les effets néfastes de cette pollution et d'assurer une meilleure qualité de l'air.

2. ANALYSE DES DIVERS CONSTITUANTS DU CIMENT

Avant de passer à l'analyse des polluants, il faut d'abord commencer par l'analyse des divers constituants du ciment afin d'avoir déjà une première idée sur la nature et la composition chimique de quelques polluants susceptibles d'être dégagés lors de la fabrication de ce dernier.

2.1 Protocole expérimental

Au niveau du laboratoire de contrôle qualité de la cimenterie, des analyses des matières premières, du clinker et du ciment se font toutes les 2 heures. Pour cette étude nous avons prélevé 5 échantillons de chaque constituant.

Pour ce faire, nous avons eu besoin de :

Etuve	Récipient	Balance
Pastilleuse	Broyeur	Spectrophotomètre à rayon X

Les divers constituants sont :

- Matières premières (calcaire, argile, sable et minerai de fer)
- Farine crue (mélange des matières premières après broyage)
- Clinker (boules noires obtenues après cuisson et trempé)
- Ciment (clinker + ajouts)

8g ont été pris de chaque constituant, séché à l'étuve pendant 24h à °C et broyé mécaniquement pendant 5mn, ensuite des pastilles ont été préparées à l'aide d'une pastilleuse (Fig III.1) puis analysée par spectrophotomètre à rayon X (QCX). Le QCX est un système de contrôle de qualité par rayon X qui permet de détecter les neufs éléments suivants : CaCO₃, SiO₂, Al₂O₃, MgO, K₂O, Fe₂O₃, Na₂O, SO₃ et Cl, les résultats sont affichés sur un ordinateur piloté par un logiciel spécial.



Figure III.1: Pastilleuse

Remarque : Les échantillons ont été prélevés à plusieurs niveaux dans la cimenterie (les carrières de matière première, l'atelier d'expédition...), alors que les ajouts comme le laitier proviennent de l'usine d'El HADJAR Annaba.

2.2 Résultats et discussion

2.2.1 Analyse des matières premières, de la farine, du clinker, des ajouts et du ciment

Les résultats sont la moyenne des cinq échantillons en pourcentage pour chacun des neufs éléments. Ces derniers sont portés sur les tableaux III.1 et III.2 ci-dessous :

Tableau III.1 : Composition chimique des matières premières

Eléments	Argile (%)	Sable (%)	Calcaire (%)	Minerai de fer (%)
SiO ₂	56,90	86,090	02,920	19,410
Al ₂ O ₃	14,60	01,330	01,630	05,180
Fe ₂ O ₃	07,50	00,200	00,100	67,260
CaCO ₃	15,0	12,480	93,910	06,990
MgO	02,98	00,002	00,300	00,430
K ₂ O	2,50	00,140	00,100	00,700
Na ₂ O	0,30	00,010	00,020	*
SO ₃	0,20	00,030	00,120	*
Cl	0,02	00,002	0,008	*

(*) : Trace de l'ordre de 0,0001

D'après le tableau III.1, on constate que les matières premières contiennent d'énormes pourcentages en CaCO₃. Ces dernières sont une source potentielle de dioxyde de carbone et

des COx. En plus, des quantités non négligeables en SO₃ sont aussi observés (0,12% dans 8g), source des SOx.

Tableau III.2: Composition chimique de la farine crue, clinker, ciment et ajouts

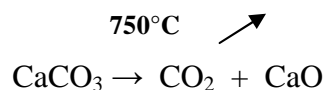
Eléments	Farine crue(%)	Ajouts(%)		Clinker(%)	Ciment(%)
		Tuf	Laitier		
SiO ₂	14,890	63,930	27,040	42,840	22,510
Al ₂ O ₃	04,690	13,530	06,590	09,850	06,380
Fe ₂ O ₃	03,360	05,450	03,870	01,440	03,480
CaCO ₃	75,500	10,100	55,820	/	/
CaO	/	/	/	41,490	65,490
MgO	00,720	01,070	02,400	03,320	01,080
K ₂ O	00,430	03,010	00,770	00,470	00,560
Na ₂ O	00,050	02,750	00,011	*	00,150
SO ₃	00,250	00,020	02,810	00,060	00,270
Cl	00,016	00,056	00,120	00,004	00,008

(*) : Trace de l'ordre de 0.0001

D'après les résultats obtenus, la composition du ciment produit dans la cimenterie de Tébessa est dans la norme réglementaire ainsi :

- Les carbonates de calcium : 60-70%
- La silice : 18-24%
- L'alumine : 5-10%
- L'oxyde ferrique : 1-5%

On remarque que le taux du CaO dans le ciment et le clinker est inférieur à celui du CaCO₃ de la farine, ceci est expliqué par la réaction de décarbonatation de la farine crue dans le four de cuisson. En effet, la dissociation des carbonates commence à partir de 750°C conduisant ainsi au dégagement du CO₂ et à la formation du CaO comme le montre la réaction suivante :



D'après les résultats des analyses précédentes, on peut prévoir la nature de certains dégagements de la cimenterie à savoir :

- Des COx → Décarbonatation + combustion incomplète
- Des SOx → matières premières + combustible
- Des poussières → matières premières + farine crue + ciment

3. ANALYSE DES POUSSIÈRES

Après l'analyse des constituants du ciment, nous allons passer à l'analyse des poussières recueillies dans le filtre à manche juste à la sortie du four de la cimenterie.

Les résultats de cette analyse sont reportés sur l'histogramme suivant :

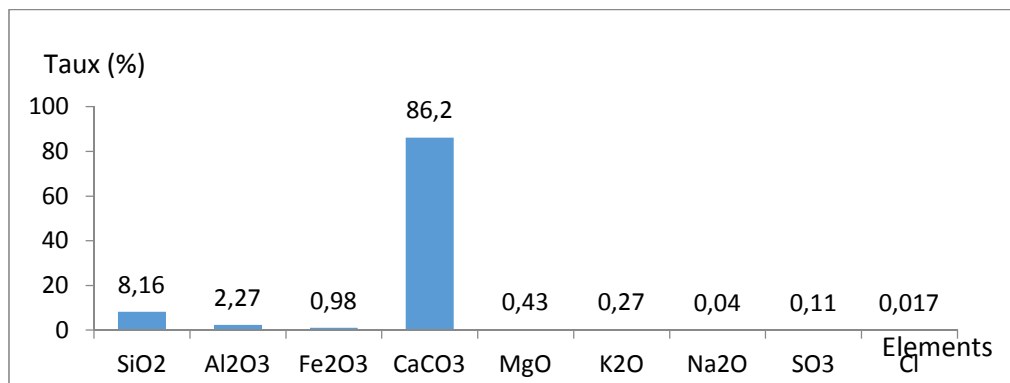


Figure III.4 : Composition chimique de la poussière au niveau du filtre à manche

On constate ainsi de très fortes teneurs en CaCO₃ supérieure à 86%. Pour le SO₃, les analyses montrent qu'ils sont à l'état de traces dans les échantillons de poussières.

Auparavant, l'entreprise utilisait un électro-filtre afin de récupérer les poussières dégagées, mais à cause de pannes répétées et du taux élevé des pertes de poussières, l'entreprise a fait un pas vers la prévention de l'environnement et a remplacé l'électro-filtre par un filtre à manche qui permet de récupérer 98% des poussières (voir la comparaison dans le tableau III.3 ci-dessous). L'entreprise utilise également un opacimètre modèle 4200 pour suivre les quantités de fumée et poussières dégagées lors de la fabrication du ciment.

Tableau III.3 : Bilan de comparaison entre le filtre à manche et l'électro-filtre

Dispositif	Filtre à manche	Electro-filtre
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> -Garantie plus élevée (10 mg/Nm) -Seuil de rejet garanti quelque soit le combustible -Seuil de rejet constant en sortie -Coûts d'investissement moins élevé -Le coût d'investissement dépend du nombre de manches, donc plus adaptable en fonction de la puissance de la chaudière 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque incendie beaucoup plus faible -Pertes de charges moins importantes, (donc consommations électriques associées moins élevées) -Coût d'exploitation inférieur
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> - Changement des manches peut nécessiter jusqu'à 2 jours d'intervention. - Nécessite un personnel qualifié - Pertes de charges plus importantes - Sensible aux polluants acides (surtout problématique pour le charbon) - Risque incendie - Nuisances acoustiques - Coût d'exploitation plus élevé 	<ul style="list-style-type: none"> - Encombrement: nécessite vitesse d'écoulement des gaz plus faible, donc volume plus élevé - Induit coût génie civil plus élevé, lorsque le filtre est placé à l'intérieur - Nécessite habilitation électrique pour entretien - Nuisances acoustiques

Principe de fonctionnement du filtre à manche

Les fumées chargées en poussières sortent de la chaudière à environ 200°C. Elles pénètrent alors dans le filtre à manches. Ce dernier est constitué de plusieurs cellules de filtration comprenant chacune des rangées de manches filtrants en feutre ou en tissu (fig III.5) Les gaz sont tout d'abord dirigés vers les différentes cellules puis traversent les manches, de l'extérieur vers l'intérieur. Les poussières s'accumulent en gâteau sur le média filtrant. La collecte des gâteaux de filtration est effectuée régulièrement par soufflage d'air comprimé à l'intérieur des manches. Les poussières sont collectées dans une ou plusieurs trémies.



Figure III.5 : Filtre à manche

Il est à noter que les poussières récupérées par le filtre à manche sont réexpédiées vers des silos pour rejoindre à nouveau la chaîne de fabrication du ciment donc recyclées. Ceci est un grand pas économique et écologique pour cette entreprise. Il permet ainsi de préserver l'atmosphère d'un énorme danger, celui des aérosols.

4. ANALYSE DES GAZ

En plus des poussières, l'unité dégage d'importantes quantités de fumées (CO_x,SO_x). Leur analyse se fait à l'aide d'un analyseur de gaz type ABB (Fig. III.6), constitué d'accessoires qui prélèvent le gaz échantillon, le conditionne et le transporte dans un système d'analyse. Ensuite, l'analyseur de gaz mesure les concentrations des composants du gaz échantillon et les convertit en un signal électrique. Le traitement du gaz dépend de :

- La teneur en poussière
- La température
- Le point de rosée
- La pression

Pour cela des appareils supplémentaires tels qu'une sonde à prélèvement, une ligne de prélèvement chauffée, un refroidisseur de gaz ainsi que des pompes et des filtres permettent de garantir l'exactitude des résultats des mesures.



Figure III.6 : Analyseur de gaz

4.1 Analyse des CO, CH₄ et O₂

Le suivi de l'analyse des gaz CO, CH₄ et O₂ est donné dans la figure III.7 suivante :

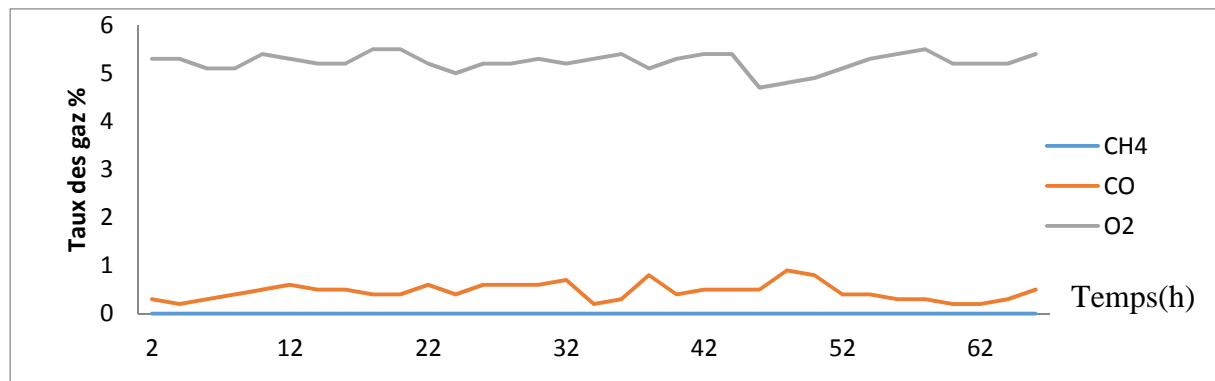


Figure III. 7 : Suivi du CH₄, CO et O₂ en fonction du temps

Discussion

D'après les normes, le taux de CH₄ et CO devraient être nul. C'est le cas du CH₄ et non pas du CO. En effet, l'émission de CO dépend essentiellement de la teneur en matières organiques dans le combustible, comme elle peut aussi être due à la mauvaise qualité de la combustion provoquée par une mauvaise régulation de l'alimentation en oxygène.

D'après les informations récoltées au sein de l'unité de production de ciment, le combustible utilisé est principalement du gaz naturel, une des formes les plus propres des énergies fossiles, ainsi que des déchets comme le papier et le carton. Dans ce cas on peut expliquer ce taux élevé en CO par le problème de ventilation existant dans la cimenterie. En effet, l'augmentation de la vitesse de ventilation engendre des vibrations qui peuvent endommager l'appareil. Le CO provient aussi du préchauffeur du broyeur cru.

Quant au taux d’oxygène, il devrait se situer aux alentours de 3 à 4 %, mais ici il se situe entre 4 - 5% cela est dû à l’air faux, un air parasite qui s’introduit à partir des petit trous et fissures des cyclones.

4.1 Analyse des NOx et du SO₂

La figure III.8 suivante montre le suivi des analyses des NOx et SO₂

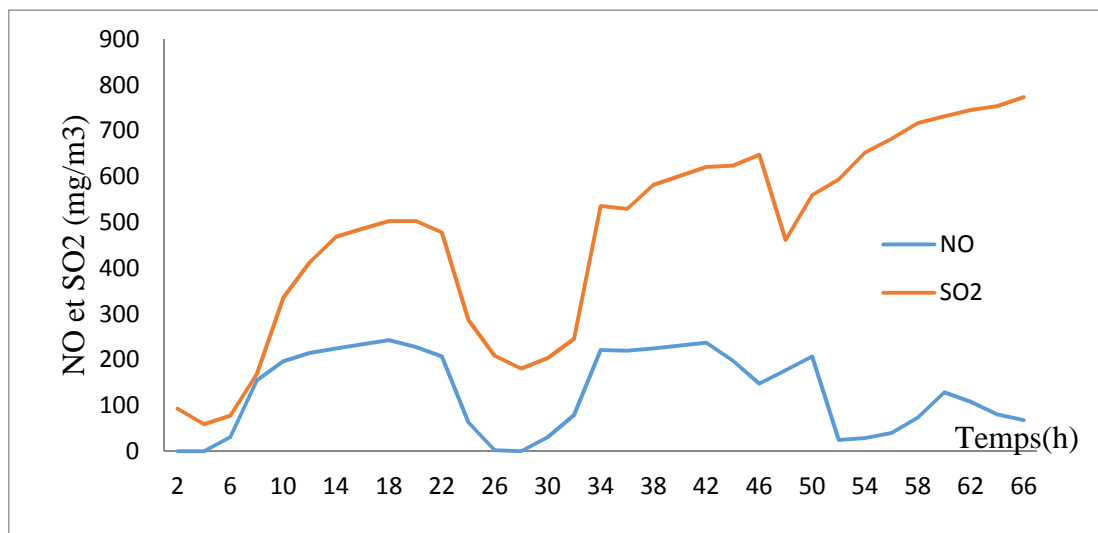


Figure III.8 : Suivi du NOx et SO₂ en fonction du temps

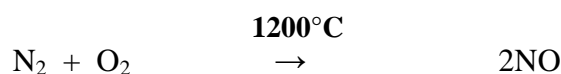
Discussion

Ce suivi montre que le taux des NOx et SO₂ dégagés est amplement supérieur aux normes exigées par la cimenterie qui doivent être ≤ 100 mg/m³.

a.Les NOx

Le NO et le NO₂ sont les principaux oxydes d’azote présents dans les gaz résiduaire des fours de cuisson du ciment (NO >90 % des oxydes d’azote). Il existe deux grandes sources de production de NOx :

- **Les NOx thermiques :** se forment au-dessus de 1200°C à partir de la combinaison des molécules d’azote et celle de l’oxygène de l’air comburant (voir réaction ci-dessous). La majeure partie se forme dans la zone de clinkérisation du four où la température est assez élevée (1450 °C)



La quantité des NOx thermique qui y est produite dépend de la température et de la teneur en oxygène (facteur d’excès d’air) de cette zone. Aussi, les mélanges qui ne peuvent brûler qu’à une température très élevée dans la zone de clinkérisation tendent à former une quantité de NOx thermique supérieure à celle des mélanges qui brûlent facilement.

- **Les NO_x combustibles** : résultent de la combustion de l'azote présent dans le combustible. Ce dernier se combine avec d'autres atomes d'azote pour former le gaz N₂ et réagit avec l'oxygène pour former les NO_x combustibles.

b. Les SO_x

Les émissions des SO_x de cette cimenterie sont principalement déterminées par la quantité de soufre volatil présente dans les matières premières et le combustible utilisé (déchets). Le SO₂ est le principal composé soufré des émissions (99%).

5. EVALUATION

Malgré tous les efforts employés par les responsables de la cimenterie (cités en chapitre II) pour réduire ou au moins minimiser la quantité des polluants atmosphériques engendrés par la cimenterie, particulièrement l'acquisition d'un filtre à manche dans le but de la récupération des poussières, le processus de fabrication du ciment reste l'un des secteurs le plus poussiéreux dans le monde industriel. En effet, une quantité très élevée en aérosols s'échappent de cette unité chaque jour. Concernant les gaz, l'entreprise n'utilise aucun système ni pour réduire ni pour récupérer ou éliminer les gaz dégagés. Ceci a de nombreux effets néfastes sur l'homme, tels que : l'altération de l'activité respiratoire, l'augmentation des crises d'asthmes et la diminution de la capacité d'oxygénation du cerveau, du cœur et des muscle. Ainsi que des effets sur l'environnement comme : les pluies acides, la pollution photochimique notamment l'excès d'ozone troposphérique et surtout la participation au réchauffement climatique avec l'augmentation de l'effet de serre.

Après cette brève évaluation on juge opportun de proposer quelques conduites à suivre ou de donner quelques recommandations aux responsables de la cimenterie afin de pouvoir respirer un air de meilleure qualité.

6. PROPOSITIONS DE CONDUITE A ADOPTEE POUR LA REDUCTION DES IMPACTS NEFASTES DE LA CIMENTERIE

Afin que la cimenterie puisse réduire de manière générale les émissions des polluants atmosphériques et leur impact sur l'environnement dans son ensemble, voici quelques pratiques et mesures qu'elle pourra entreprendre :

- Optimiser la conduite du four : la réduction de la longueur de la flamme et des températures de cuisson entraîne des réductions d'émission de NOx entraînant en outre la réduction du combustible.
- Choisir rigoureusement les combustibles et les matières premières pourrait limiter l'apport de substances pouvant être à l'origine d'émissions des NOx, COx et SOx.
- Utiliser les déchets comme combustible (double effets positif)
- Recouvrir les convoyeurs et les tapis élévateurs afin de réduire les émissions de poussières.
- Diminuer les fuites d'air (afin de réduire le taux d'oxygène) et les points de déversement
- Nettoyer à l'aide de système d'aspirations fixes et mobiles
- Effectuer le stockage en milieu clos et utiliser des sachets résistants qui sont biodégradables
- Veillez sur la maintenance et l'entretien des appareils et machines afin d'éviter les pannes.
- Améliorer la combustion, à travers l'optimisation des propriétés du brûleur, du tirage du four, de la température de combustion et du temps de séjour pourrait réduire les émissions de CO.
- Opter pour des techniques émergentes comme par exemple la technique du lit fluidisé
- Utiliser des revêtements internes et externes en matériaux amortissant.
- Addition de minéralisateurs : L'apport de minéralisateurs, comme le fluorure, dans la matière première permet d'ajuster la qualité du clinker et d'abaisser la température dans la zone de clinkérisation, ce qui abaisse la température de cuisson et réduit aussi la formation des NOx.

En tenant compte de ces solutions, la société des ciments de Tébessa pourrait atteindre un niveau de protection de l'environnement élevé permettant aux habitants de la région d'Elma Lebiod et de Tébessa une meilleure qualité de l'air.

CONCLUSION

CONCLUSION GENERALE

Comme notre système socioéconomique fonctionne en circuit « ouvert », se traduisant par un taux de recyclage minime par rapport à ce qui est produit, les activités de presque tous les secteurs sont responsables de pollution. De plus, les rejets polluants ne connaissent ni de frontières physiques ni administratives et contaminent aussi bien l'air, le sol et le sous-sol, que les rivières, les aquifères et les océans. Ainsi, aucune région terrestre n'est épargnée, y compris des zones peu soumises à l'action directe de l'être humain ou peu industrialisées. C'est pour cette raison que nous avons effectué cette étude d'analyse et d'évaluation de rejets atmosphériques engendrés par un des secteurs les plus polluants qui est celui des cimenteries (cimenterie d'Elma Labiod à Tébessa).

En effet, avec un potentiel de production annuel de plus de 500000 t par an, la cimenterie d'Elma Labiod dégage d'énormes quantités de rejets de plusieurs catégories de polluants avec des pourcentages différents mettant ainsi en danger une population de plusieurs habitants.

Les résultats des suivis effectués ont montré que malgré les systèmes de prévention et de récupération employé par l'unité, des quantités très importantes en aérosols et surtout en dioxyde de soufre, en oxydes d'azote et en oxydes de carbone s'échappent chaque jour de cette cimenterie. Pour cela, nous avons proposé certaines stratégies à adopter en chapitre III afin d'assurer une meilleure qualité de l'air aux habitants de la région et de préserver, du mieux qu'on peut, notre environnement.

En outre, d'après nos dernières informations, la société des ciments de Tébessa semble avoir fixé l'environnement comme une de ses priorités d'intervention pour ses futures différentes unités de production.

REFERENCES

- [1] GERMAIN G. La pollution atmosphérique. 30/03/2017 article du journal d saint Germain en Laye..
- [2] MAZARI T, Cours master 2, chimie de l'environnement : pollution atmosphérique, université Mouloud Mammeri Tizi-ouzou.
- [3] Anthony.Ung « Cartographie de la pollution atmosphérique en milieu urbain à l'aide de données multisources » Thèse de doctorat en science de l'environnement d'Ile de France, université Paris 7- Denis Diderot,2003.
- [4] Mohammed MEHDI « experience marocaine en matière de lutte contre la pollution atmosphérique » Atelier sous-régional sur la qualité de l'air en Afrique du Nord Tunis du 23 au 25 novembre 2009.
- [5] ACNUSA. Autorité de contrôle des nuisances aéroportuaires. Les principales sources de pollution atmosphérique. 03/04/2017. <http://www.acnusa.fr/fr/la-pollution-de-lair/sources/18>
- [6] Notre-planete.info. Pollution de l'air. 10/04/2017. https://www.notre-planete.info/environnement/pollution_air/pollution-atmospherique.php
- [7] CAPLAIN Isabelle. 2005. Mesure des émissions polluantes automobile. Application à la modélisation eulérienne 3D de la formation des oxydants photochimiques dans la troposphère : réactions chimique dans l'atmosphère. Doc : science et technologie : lille.
- [8] OUCHER N. 2011. Les polluants indicateurs de pollution atmosphérique et leurs techniques de prélèvement dans l'air ambiant. Recherche et développement, 21, 2-3
- [9] ZDANEVITCH Veille 1. 2000. Technologique capteurs de gaz, INERIS DRC. 00-23446-AIRE- rap 567-3.doc-IZd
- [10] Cristelle Michelle « l'aérosol de combustion dans une région en grande mutation, l'Asie » univesité Paul Sabatier Toulouse III, 2001.
- [11] planet. Qu'est-ce que l'indice Atmo ?. 23/04/2017. <http://www.futura-sciences.com/planete/questions-reponses/pollution-quest-ce-indice-atmo>
- [12] Annaba sama safia au service de la qualité de l'air. 2007. El Watan
- [13] MOUACI Karim.2002 étude de quelques sources de polluants atmosphériques : polluants atmosphériques. Ing : écologie et environnement : pathologie des écosystèmes : Bejaia
- [14] REBOUH Samia. Impact de la pollution de l'air provoquée par la cimenterie TAHAR DJOUAD sur la santé publique et le cadre bâti : cas de HAMMA BOUZIANE. Ing : ville et risque urbain : Constantine.

Annexe



المجمع الصناعي لإسمنت الجزائر GROUPE INDUSTRIEL DES CIMENTS D'ALGERIE

SOCIETE DES CIMENTS DE TEBESSA

« S.C.T »

ش.ذ.ا. - رأس مالها الاجتماعي : 2 700 000 000 د.ج : S.P.A. au capital social de :

Ref...../CQ/2017

ELMALABIOD LE 31/08/2017

SUIVI DES GAZ DEGAGES PAR LE FILTRE DE LA CIMENTRIE D'ELMALABIOD

DATE	HEURES	CH4	CO	O2	NOX	SOX	debit de Gaze
31/08/2017	15 ^h	00	0.3	5.3	00	93	5800
	17 ^h	00	0.2	5.3	00	59	5830
	19 ^h	00	0.3	5.1	31	78	5830
	21 ^h	00	0.4	5.1	155	169	5891
	23 ^h	0.0	0.5	5.4	197	336	5891
01/09/2017	01 ^h	0.0	0.6	5.3	215	413	5750
	03 ^h	00	0.5	5.2	225	469	5808
	05 ^h	00	0.6	5.2	234	486	5750
	07 ^h	00	0.4	5.5	243	503	5760
	09 ^h	00	0.4	5.5	228	503	5758
	11 ^h	00	0.6	5.2	207	478	5758
	13 ^h	00	0.4	5.0	63	287	5757
	15 ^h	00	0.6	5.2	02	209	5758
	17 ^h	00	0.6	5.2	00	181	5758
	19 ^h	00	0.6	5.3	31	204	5758
	21 ^h	00	0.7	5.2	79	246	5759
	23 ^h	0.0	0.2	5.3	221	536	5758
02/09/2017	01 ^h	0.0	0.3	5.4	220	530	5738

CHEF DE SERVICE PROCESS
Société des Ciments de Tébessa
Cimenterie El - Malabioud
SERVICE PROCESS



المجمع الصناعي لإسمنت الجزائر GROUPE INDUSTRIEL DES CIMENTS D'ALGERIE

SOCIETE DES CIMENTS DE TEBESSA

« S.C.T »

ش.ذ.ا. - رأس مالها الاجتماعي : 2 700 000 000 D A : S.P.A. au capital social de :

Ref...../CQ/2017

ELMALABIOD LE 31/08/2017

SUIVI DES GAZ DEGAGES PAR LE FILTRE DE LA CIMENTRIE D'ELMALABIOD

DATE	HEURES	CH4	CO	O2	NOX	SOX
	03h00	00	0.8	5.1	225	582
	05h00	00	0.4	5.3	231	602
	07h00	00	0.5	5.4	232	621
	09h00	00	0.5	5.4	232	621
	11h00	00	0.5	4.7	148	648
	13h00	00	0.9	4.8	177	462
	15h00	00	0.8	4.9	207	560
	17h00	00	0.4	5.1	25	594
	19h00	00	0.4	5.3	29	653
	21h00	00	0.3	5.4	40	683
	23h00	00	0.3	5.5	74	717
03/09/2017	01h00	00	0.2	5.2	129	732
	03h00	00	0.2	5.2	108	746
	05h00	00	0.3	5.2	81	754
	07h00	00	0.5	5.4	68	774
	09h00					
	11h00					
	13h00					

CHIEF DE SERVICE PROCESS
Société des Ciments de Tebessa
Cimenterie El Malabiod
SERVICE PROCESS

Résumé

Cette étude se base sur l'identification, la mesure de certains polluants atmosphérique (NOx, COx, SOx et poussières) générés par la société des ciments de Tébessa, ainsi que la proposition de quelques solutions visant à minimiser cette pollution. Ces polluants ont fait l'objet d'une analyse par rayon X, ainsi qu'un suivit grâce à un détecteur de gaz. Les résultats montrent que le taux de dégagement des gaz est supérieur à la norme ce qui a un effet néfaste sur l'homme et sur l'environnement, d'où la nécessité de proposer des solutions afin de limiter et réduire cette pollution.

Mots clés : Pollution atmosphérique, Poussières, COx, NOx, SOx

Abstract

This study is based on the identification, measurement of certain atmospheric pollutants (NOx, COx, SOx and dust) generated by the society of cements of Tebessa, as well as the proposal of some solutions to minimize this pollution. These pollutants were analyzed by X-ray analysis and followed by a gas detector. The results show that the rate of release of gases is higher than the norm, which has an adverse effect on man and the environment, hence the need to propose solutions to limit and reduce this pollution.

Keywords : Atmospheric pollutants, Dust, COx, NOx, SOx