



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique



Université Larbi Tébessi - Tébessa  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département d'Architecture

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de master  
en Architecture

**Option : Architecture, Environnement**

**Pollution des villes algériennes  
Cas d'étude EL MA LABIODH  
-TEBESSA-**

Élaboré par :

- Zeghdoudi Abdellatif
- Haouam Akrem

Encadre par :

Tadjine Brahim

Année universitaire 2015/2016

# *Remerciement*

Je remercie avant tout dieu pour son aide a l'accomplissement de ce travail, aussi je tiens à remercier mon encadreur MR: TADJINE MOURAD pour son aide à développer mes connaissances en architecture, aussi tous mes professeurs en générale et Des membre DES JURYS Dr Mr FEZAI et Dr Mr BOUDHARSA de leurs orientations et leurs soutiens durant les années D'études a l'université sans oublier toutes les personnes qui nous ont reçus durant ma visite d'études pour l'accomplissement de ce projet.

## **DEDICACE**

Je dédie ce travail a :

Mon père et ma mère et Mes chères sœurs et frères.

A toute la famille Haouam et Zeghdoudi

À tous mes chers amis et mes collègues et.

Et à tous ce qui ont enseigné moi au long de ma vie  
scolaire

## SOMMAIRE

<b>Introduction.....</b>	<b>06</b>
<b>Problématique.....</b>	<b>07</b>
<b>Hypothèses.....</b>	<b>08</b>
<b>Objectifs de la recherche .....</b>	<b>09</b>
<b>Méthodologie d’approche.....</b>	<b>10</b>
- Approche conceptuelle.....	10
- Structure du mémoire.....	10
<b>CHAPITRE I : Description de la pollution de l’air et identification des principales sources de polluants atmosphériques</b>	
<b>I.1. Introduction.....</b>	<b>12</b>
<b>I.2. Définitions.....</b>	<b>12</b>
I .2.1. L’air.....	12
I .2.2. L’atmosphère.....	12
I .2.3. La pollution .....	12
I .2.4. La pollution atmosphérique .....	13
<b>I.3. Les sources de la pollution atmosphérique.....</b>	<b>14</b>
I.3.1. Pollution d’origine naturelle.....	15
I.3.2. Pollution d’origine anthropique .....	16
I.3.2.1. Les transports et l’automobile.....	17
I.3.2.2. Les déchets.....	17
I.3.2.3. Les activités agricoles.....	17
<b>I.4. Les polluants de l’air.....</b>	<b>17</b>
I.4.1. Identification des polluants de l’air.....	18
<b>I.5. Les effets de la pollution de l’air.....</b>	<b>19</b>
I.5.2. Effets sur le cadre bâti.....	19
I.5.3. Effets sur l’environnement.....	19
<b>I.6. Conclusion du chapitre.....</b>	<b>20</b>

## **CHAPITRE II : La pollution de l'air par les cimenteries**

<b>II.1. Introduction .....</b>	<b>21</b>
<b>II.2. Fabrication du ciment : Techniques et Procédés.....</b>	<b>21</b>
<b>II.2.1. Les matières premières et leur extraction :.....</b>	<b>23</b>
<b>II.2.2. Stockage et préparation des combustibles :.....</b>	<b>24</b>
<b>II.2.3. Utilisation des déchets :.....</b>	<b>24</b>
<b>II.2.4. Broyage et stockage du ciment :.....</b>	<b>24</b>
<b>II.2.5. Conditionnement et expédition.....</b>	<b>24</b>
<b>II.3. Emissions atmosphériques.....</b>	<b>24</b>
<b>II.4. Types de polluants rejetés : origine et transformation.....</b>	<b>26</b>
<b>II.4.1. Composés gazeux.....</b>	<b>27</b>
<b>II.4.2. Les poussières (particules).....</b>	<b>27</b>
<b>II.5. Les effets des polluants sur la santé :.....</b>	<b>27</b>
<b>II.5.1. Les polluants gazeux.....</b>	<b>27</b>
<b>II.6. Les effets des polluants sur le cadre bâti.....</b>	<b>29</b>
<b>II.7. Les effets des polluants sur l'environnement :.....</b>	<b>31</b>
<b>II.8. L'impact de la pollution sur l'environnement et le cadre bâti .....</b>	<b>32</b>
<b>II.9. Conclusion.....</b>	<b>34</b>

## **CHAPITRE III: La cimenterie ERCE D EL MA LABIODH : procédés de fabrication, émissions de polluants et techniques de réduction**

<b>III.1. Introduction.....</b>	<b>35</b>
<b>III.2. PRESENTATION DE LA COMMUNE DE EL MA LABIOD.....</b>	<b>35</b>
<b>III .2.1. Population .....</b>	<b>35</b>
<b>III .2.2. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE.....</b>	<b>36</b>
<b>III.3. LA Cimenterie Erce.....</b>	<b>40</b>
<b>III .4. Emplacement d'usine par rapport la ville d'El MA LABIODH.....</b>	<b>41</b>
<b>III .5. Impact de pollution sur l'environnement .....</b>	<b>42</b>
<b>III .6. Des exemples internationaux sur les techniques de protection des façades contre la pollution .....</b>	<b>43</b>
<b>III .7. Conclusion.....</b>	<b>46</b>

## **CHAPITRE IV: Conclusions & Recommandations et solutions**

<b>CONCLUSIONS.....</b>	<b>67</b>
<b>RECOMMANDATIONS.....</b>	<b>49</b>

<b>Solutions architectural pour la pollution.....</b>	<b>51</b>
<b>Liste des figures.....</b>	<b>66</b>
<b>Liste des photo.....</b>	<b>66</b>
<b>Liste des tableaux.....</b>	<b>66</b>
<b>Liste des cartes.....</b>	<b>66</b>
<b>Liste des symboles .....</b>	<b>66</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>67</b>
<b>RESUME.....</b>	<b>69</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>70</b>
<b>ملخص.....</b>	<b>71</b>

## **Introduction**

L'homme vit dans les villes depuis les Sumériens mais avec les excès de l'industrialisation et le développement des moyens de transports individuels il subit une grave dégradation de son environnement urbain.

Pays traditionnellement agricole, l'Algérie s'est résolument engagée, dès son indépendance, dans un processus d'industrialisation visant à faire sortir le pays, le plus tôt possible, du sous-développement et à le hisser au rang des nations industrialisées.

Le rythme accéléré du processus d'industrialisation en Algérie n'a pas permis de prendre en compte les aspects environnementaux des projets industriels. Faute d'études d'impact, la plupart des usines ont été mal implantées et posent actuellement des problèmes graves de santé publique.

De nombreuses unités industrielles ont été ainsi implantées sur les terres les plus fertiles du pays, dans des zones vulnérables à la pollution ou aménagées sur des nappes d'eau souterraines très sensibles à la pollution. En conséquence, des complexes industriels qui émettent des polluants très dangereux pour la santé publique réalisés en zone périphérique urbaine se trouvent actuellement après l'extension des villes ; en plein centre urbain et leurs rejets dans l'air constituent une des pollutions les plus accablantes de l'atmosphère. A cet effet, la pollution atmosphérique s'impose aujourd'hui comme un sujet qui préoccupe de plus en plus les citoyens, les journalistes, les politiques, les chercheurs et les gouvernements. C'est un problème d'actualité qui a des effets néfastes sur l'environnement et cet environnement constitué de terre, d'eau, de plantes et d'air est un ensemble très important pour notre bien et pour l'équilibre naturel.

Les polluants émis sont dispersés dans l'atmosphère et/ou déposés dans l'environnement tout en subissant, éventuellement, des modifications physico-chimiques. Le principal facteur impliqué dans ces deux processus, transfert et transformation, est la météorologie, qui joue sur des phénomènes de turbulences et d'irradiation.

Pour comprendre de manière plus juste le problème de cette pollution et de l'influence de l'homme sur son milieu vital, il est nécessaire d'examiner son impact sanitaire et environnemental et d'étudier les méthodes utilisées pour la réduction des émissions de polluants.

## Problématique

Ce thème de recherche portera sur la pollution de l'air et son impact sur l'environnement bâti, la qualité architecturale et surtout la dégradation des façades, d'une part et d'autre part la santé des habitants et l'environnement d'El Ma El Abiod une zone urbaine proche de la cimenterie qui présente une source importante de pollution de son atmosphère et un souci majeur pour ses habitants. Les effets polluants touchent même les communes avoisinantes jusqu'au chef-lieu de wilaya

Implantée depuis l'année 93, la cimenterie «d'El Ma El Abiod» n'a cessé de produire différents polluants affectant ainsi l'air et l'environnement de la zone précédente

- Parmi les polluants importants rejetés par la cimenterie ; on compte les différents gaz de combustion au niveau des fours de cuisson : le dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ), l'oxyde d'azote ( $\text{NO}_x$ ), le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) et les poussières qui sont très ressenties par la population pour des raisons physiologiques et psychologiques. 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.

- Celles fines ; affectent directement la santé humaine à court et long terme :

□ A court terme, les poussières fines atteignent les alvéoles et peuvent pénétrer dans le sang. Elles peuvent transporter d'autres polluants qui y sont adsorbés ( $\text{SO}_2$ , métaux lourds, hydrocarbures...). Elles sont associées aux hospitalisations et aux décès pour cause respiratoire et cardio-vasculaire.

□ A long terme, ces polluants peuvent provoquer des maladies respiratoires telles :

- asthme, bronchite, emphysème (poussières,  $\text{SO}_2$ ),

- cancer des poumons (particule et  $\text{NO}_2$ ).

Celles plus grosses contaminent les vergers de cette zone qui était d'une production qualitative Des différents végétaux et fruits.

L'importance et la nécessité de prendre en compte le problème de la pollution de l'air et ses Différents impacts qui sont liés à plusieurs raisons, parmi elles on cite :

- la diminution inquiétante de la quantité d'ozone au dessus de l'antarctique détectée dans les années 1980.

- l'effet de serre qui est un phénomène naturel, mais qui est aujourd'hui perturbé par les activités humaines qui rejettent de nombreux gaz dans l'atmosphère.

- les risques du réchauffement de la planète, un des risques les plus graves pesant sur l'humanité.
- la dégradation de la santé publique, le patrimoine bâti , architectural et l'environnement.
- la modification des systèmes climatiques à différentes échelles (planétaire à locale).

Dans le but de cerner la problématique de notre étude, nous avons procédé à identifier la notion globale sur la pollution de l'air due aux rejets de la cimenterie et à délimiter les principales questions auxquelles nous pensons répondre d'une façon convenable. Nos principales questions Seront les suivantes :

- 1- Quels sont les types de polluants générés par la cimenterie ERCE et quels sont leurs impacts sur la santé des habitants D EL MA LABOIDH ?
- 2- De quelle manière ces polluants affectent l'environnement urbain et quelles sont les conséquences ?
- 3-Comment peut-on éliminer ou réduire au maximum cette pollution ?
- 4- Par quels moyens techniques faut-il protéger les façades des bâtiments ?

### **Hypothèses**

Le souci de traiter des problèmes de la pollution et des nuisances ou l'accroissement des industries à bouleversé l'équilibre entre l'homme et son environnement, nous a conduit à Identifier les différents éléments constitutifs de ce phénomène qui porte atteinte à la santé de l'homme et a la dégradation du cadre bati et architectural .

Ce travail de recherche qui essaye de montrer le caractère de plus en plus inquiétant de la dégradation environnementale et de l'intensification de la pollution de l'air nous a conduit à Formuler notre hypothèse suivante :

Elle consiste à vérifier que l'abondance des rejets de polluants dans la nature non seulement aggrave le phénomène de la pollution de l'air mais a un impact direct sur la santé des habitants, ainsi que l'environnement immédiat et la qualité architecturale des batiments. En particulier, examiner l'impact des polluants rejetés par les cimenteries sur ces derniers, afin de protéger l'homme, l'environnement et le cadre bâti.

## **Objectifs de la recherche :**

Ce travail a pour principal objectif l'évaluation de la pollution atmosphérique de l'espace de la commune d'EL MA EL ABIODH résultant des polluants de la cimenterie ERCE et son impact sur la santé humaine de ses habitants , son cadre bâti et son environnement .

Aussi, cette recherche a pour autre objectif d'apporter des solutions sous forme de recommandations à adopter pour éliminer ou réduire la pollution dans la région et protéger les façades des bâtiments contre toutes dégradations en s'inspirant des réussites déjà acquises dans les pays développés et/ou de proposer d'autres volets de Recherches pour résoudre ce problème.

## **Méthodologie d'approche**

Dans le but de mieux comprendre la pollution atmosphérique et de reconnaître les solutions Possibles qui permettent de diminuer ou éliminer cette pollution dans la commune D EL MA LABOIDH nous allons expliquer l'existence des contraintes auxquelles font face les habitants de cette commune et les causes majeures qui rendent l'impact de ce risque plus grave sur la santé ainsi que sur l'environnement. Enfin, à l'aide d'enquêtes (sanitaire, sociale et environnementale) menées sur place nous identifierons les causes polluantes et essayerons d'apporter les solutions nécessaires.

Pour accomplir cette tâche, nous allons recourir aux approches méthodologiques suivantes :

### **- Approche conceptuelle**

Afin de mieux cerner les points essentiels autour desquels s'articule notre réflexion et saisir les Principaux aspects attachés au phénomène de la sauvegarde du cadre bâti ,et surtout l'esthétique et la qualité architecturale des façades, nous avons effectué des études conceptuelles et atmosphériques, en se basant sur une vision globale qui permet l'acquisition d'une vision générale sur le sujet. Celle-ci consistait à préparer des multiples définitions, des descriptions et d'explications générales.

D'autres part nous présentons a partir des exemples de bâtiments les solutions techniques pour pouvoir protéger les bâtiments contre la pollution

Ainsi, les références bibliographiques ont permis de développer les différents concepts qui sont la pollution atmosphérique, les polluants des cimenteries, leurs différents impacts... etc. Il en ressort que la pollution de l'air n'est ainsi pas un phénomène récent mais s'inscrit au contraire sur l'échelle multiséculaire de l'histoire de l'homme et de ses activités. Seule la sensibilité à cette problématique a réellement évolué au fil du temps, devenant aujourd'hui un enjeu de santé publique fortement médiatisé.

### **- Structure du mémoire**

Le travail de recherche s'effectue autour des points suivants :

- une recherche théorique sur la pollution de l'air, les différents polluants et les différentes sources de pollution d'une manière générale et celle induite par les cimenteries d'une manière particulière, à l'échelle internationale et nationale.
- une investigation sur les conséquences de ce type de pollution sur la santé humaine et le cadre bâti ainsi que les solutions adoptées pour diminuer et dans certains cas éliminer ce type de pollution.

- une enquête sur l'exemple de la cimenterie ERCE »avec identification des polluants dérivant de celle-ci et une étude de leur impact sur l'air de la commune de EL MA LABIODH et par conséquent l'étude de l'impact de cet air pollué sur la santé des riverains d'El MA LABIODH et son cadre bâti.

- des recommandations établies en fonction des différentes études effectuées et des résultats obtenus de l'enquête.

**Dans le premier chapitre**, on complète l'étude de la pollution de l'air à travers les définitions, et l'identification des différentes sources de cette pollution, aussi par la description des différents polluants et enfin par l'explication des différents impacts sanitaire et environnementale engendrés par cette pollution.

**Dans le Deuxième chapitre**, on explique les techniques et procédés de fabrication du ciment, on identifie les différentes nuisances et types de polluants engendrés par sa production qui affectent la population ainsi que l'environnement à proximité des cimenteries. Ensuite, on explique l'impact de chacune des nuisances sur la santé humaine, le cadre bâti et l'environnement.

**Dans le troisième chapitre.**, on s'intéresse à la présentation de la cimenterie ERCE

D EL MA LABOIH : procédés de fabrication et émissions. On présente le cas d'étude dans ses détails, l'implantation dans le site, les procédés de fabrication du ciment, les différents niveaux d'émissions de polluants, ainsi que les moyens de réduction utilisés

à tous les niveaux.et nous présentons les exemples internationaux sur les techniques de protection des façades contre la pollution

**Enfin, dans les conclusions et recommandations**, on synthétise le travail par des résultats obtenus des investigations et qui permettent de proposer des solutions aux échelles locale et nationale.

## I.1. Introduction

L'air demeure un élément fondamental et indispensable pour les êtres vivants. Ainsi, chaque jour, nous inspirons environ 20m<sup>3</sup> d'air. Celui-ci est composé de 99% de deux gaz (azote 78%, oxygène 21%), le dernier pourcentage étant un mélange d'une multitude de substances très diverses (gaz carbonique, gaz rares, composés organiques...). La présence et la concentration de ces derniers sont telles que la vie est possible, ce qui reste pour l'instant un cas unique dans l'ensemble des planètes connues.

Ce premier chapitre a pour objectif de synthétiser toutes les connaissances acquises sur la pollution atmosphérique qui ont été développées par plusieurs auteurs en expliquant d'une manière générale le phénomène de la pollution de l'air.

Ce chapitre se scinde en quatre parties avec :

- une étude de la pollution de l'air à travers les définitions,
- une identification des différentes sources de cette pollution atmosphérique,
- une investigation des différents polluants,
- enfin une explication d'impacts sanitaire et environnementale engendrés par cette pollution.

## I.2. Définitions

**L'air** : Selon le dictionnaire encyclopédique des pollutions : « l'air est un mélange gazeux constituant l'atmosphère terrestre ».

L'air ambiant: « un terme désignant l'état physicochimique de l'air se trouvant au niveau du sol dans une zone donnée ou encore celui qui est propre à des locaux d'habitations ou professionnels ».

**L'atmosphère** : Selon le dictionnaire encyclopédique des pollutions : « l'atmosphère est une couche la plus extérieure de la planète, de nature gazeuse, constituant donc la partie la plus extérieure de l'écosphère, et dont la présence constitue l'agent moteur du cycle de l'eau, on appelle « atmosphère réduite » une atmosphère théorique dont la pression serait uniforme et égale à sa valeur normale au niveau du sol, dans une telle hypothèse, l'atmosphère toute entière aurait une épaisseur de 8 km, alors que l'épaisseur de l'atmosphère réelle excède 1000 km ».

**La pollution** : Selon le dictionnaire encyclopédique des pollutions ; « fort utilisé de nos jours le terme de pollution recouvre bien des acceptions et qualifie une multitude d'actions qui dégradent l'environnement, ce vocable désigne sans aucune ambiguïté les effets de l'ensemble des composés toxiques libérés par l'homme dans la biosphère. A l'opposé, son emploi paraît moins évident au profane lorsqu'il concerne des substances inoffensives pour

les êtres vivants parfois même favorables à ces derniers mais qui peuvent exercer une action perturbatrice dans les écosystèmes pollués du fait de leur trop grande concentration, tel est par exemple le cas du gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) rejeté dans l'atmosphère par suite des combustions continentales ».

La définition la plus générale du terme de pollution a été donnée par le premier rapport du conseil sur la qualité de l'environnement de la maison blanche (1965) « la pollution » dit ce rapport « est une modification défavorable du milieu naturel qui apparait en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, au travers des effets directes ou indirects altérant les critères de répartition des flux de l'énergie des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou au travers des ressources agricoles, en eau et en produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède ou les possibilités récréatives du milieu »

Par conséquent, une définition plus restrictive de ce terme a été donnée : « constitue une pollution toute modification du flux de l'énergie, de l'intensité des rayonnements, de la concentration des constituants chimiques naturels ou encore l'introduction dans la biosphère de substances chimiques artificielles produites par l'homme »

**La pollution atmosphérique :** Plusieurs définitions ont été développées pour expliquer la pollution de l'atmosphère, on cite parmi elles :

- La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30 décembre 1996, définit la pollution de l'air comme « 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 et à provoquer des nuisances olfactives excessives ». (Article 220-2 « ex-art 2 » du code de l'environnement France)
- Le Conseil de l'Europe dans sa déclaration de mars 1968 proposa la définition suivante : « il y a pollution atmosphérique lorsque la présence d'une substance étrangère ou une variation importante dans la proportion de ses composants est susceptible de provoquer un effet nocif, compte tenu des connaissances scientifiques du moment, ou de créer une nuisance ou une gêne ».
- Selon wikipedia, « la pollution de l'air (ou pollution atmosphérique) est un type de pollution défini par une altération de la pureté de l'air, par une ou plusieurs substances ou

particules présentes à des concentrations et durant des temps suffisants pour créer un effet toxique ou écotoxique ».

- Au sens de la Loi Française n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement, On entend par pollution de l'atmosphère, « l'émission dans l'atmosphère de gaz, de fumées ou de particules solides ou liquides, corrosives, toxiques ou odorantes, de nature à incommoder la population, à compromettre la santé ou la sécurité publique ou à nuire aux végétaux, à la production agricole et aux produits agroalimentaires, à la conservation des constructions et monuments ou au caractère des sites ».

- La pollution est définie par l'organisation mondiale de la santé (OMS) comme étant « la présence dans l'atmosphère de substances étrangères à la composition normale de cette atmosphère et à des concentrations suffisamment élevées pour entraîner un impact sur l'homme, les animaux, les végétaux, les matériaux ou l'environnement d'une manière générale ».

- Pacyna et Graedel définissent la pollution de l'air comme « la résultante de multiples facteurs : croissance de la consommation d'énergie, développement des industries extractives, métallurgiques et chimiques, de la circulation routière et aérienne, de l'incinération des ordures ménagères, des déchets industriels, etc. » (Pacyna, 1984, p.18 ; Pacyna et Graedel, 1995, p.20). Plus spécifiquement, la pollution atmosphérique peut être définie comme 'la présence de substances dans l'atmosphère, résultant des activités synthétiques ou des processus naturels, entraînant des effets nuisibles pour l'homme et pour l'environnement'. La pollution atmosphérique est un terme employé pour décrire tous les produits chimiques non désirés ou d'autres matériaux qui contaminent l'air que nous respirons ayant pour résultat la dégradation de la qualité de l'air.

Par conséquent, la pollution de l'air est donc le résultat de présence dans l'atmosphère de plusieurs agents polluants, à savoir ; les fumées, les gaz, les particules liquides ou solides et d'autres produits de simple combustion que l'on associe à la nuisance, aux maladies, aux épidémies, à l'agression de l'environnement, à la dégradation du cadre de vie et le déséquilibre des écosystèmes, au réchauffement de la planète, aux catastrophes écologiques, et au dérèglement du système climatique.

### **I.3. Les sources de la pollution atmosphérique**

Pour mieux connaître et maîtriser la pollution de l'air, il est nécessaire de savoir quelles sont les sources de pollution, de les identifier et les quantifier. Cette connaissance permet ensuite de prendre des mesures de réduction des émissions à la source. Les inventaires

d'émissions sont également une donnée de base nécessaire pour réaliser des évaluations de qualité de l'air et estimer les impacts de cette pollution sur la santé, les écosystèmes, etc. La grande majorité des polluants, gaz ou particules proviennent de l'utilisation des combustibles fossiles (pétrole, gaz naturel et charbon) qui, à eux seuls, comblent environ 80 % des besoins énergétiques mondiaux. Ces combustibles sont surtout utilisés pour le transport, l'industrie, le chauffage et dans les centrales thermiques de production d'électricité. Ils se concentrent, en majorité, en milieu urbain. Il faut aussi noter que dans plusieurs grandes villes, le chauffage au bois est une source très importante de pollution atmosphérique.

La provenance et la concentration des polluants varient d'un endroit à l'autre en fonction de la densité de la population, du type d'industries, des normes environnementales en vigueur, etc. Dans un même quartier et selon l'heure ou la saison, on peut aussi observer des différences importantes. Ainsi, les taux de pollution sont souvent plus élevés aux abords des grandes artères routières ou des industries, et les taux élevés d'ozone s'observent presque seulement en été. Il faut aussi se rappeler que l'ozone peut se retrouver jusqu'à 800 km plus loin que son point d'origine.

La pollution émane donc de sources variées qui rejettent **des polluants dits primaires**. Puis, au contact les uns des autres, par synergie et réactions chimiques avec d'autres composants de l'atmosphère, ces "précurseurs" engendrent **des polluants dits secondaires**, même à forte dilution, qui sont très toxiques. A titre d'exemple : "l'anhydride sulfureux ( $\text{SO}_2$ ) va s'oxyder dans l'air en  $\text{SO}_3$ , lequel, à son tour, donnera, avec la vapeur d'eau, de l'acide sulfurique. Il contribuera ainsi, de façon déterminante, avec l'acide nitrique formé à partir des oxydes d'azote, à l'apparition du phénomène de pluies acides, véritable fléau qui sévit dans les pays industrialisés." Avec l'avènement de nos civilisations modernes, les quantités de substances diverses rejetées dans l'atmosphère, altérant la composition normale de l'air, n'ont cessé d'augmenter. Or, ces substances peuvent avoir des origines très variées. Elles peuvent être émises naturellement par la végétation, les océans, les volcans, l'érosion éolienne, etc. (phénomènes non contrôlables) et elles sont aussi le résultat des activités humaines qui sont en perpétuel développement.

### **I.3.1. Pollution d'origine naturelle**

Il y a beaucoup de sources naturelles de pollution qui sont souvent beaucoup plus grandes que leurs équivalents synthétiques, à savoir :

- Les sources normales de **dioxyde de soufre** incluent les dégagements des volcans, de la décomposition biologique et les feux de forêts.

- Les sources naturelles d'**oxydes d'azote** incluent les volcans, les océans, la décomposition biologique et les éclairs.
- **L'ozone** est un polluant photochimique secondaire formé au niveau du sol à cause de réactions chimiques avec le soleil.
- Les sources naturelles de **particules en suspension** sont moins importantes que les sources synthétiques. Celles-ci incluent les volcans et les orages de poussière.
- Les **composés organiques volatils** (COVs) sont naturellement produits par les plantes et les arbres.

**I.3.2. Pollution d'origine anthropique :** On peut dire que la quasi-totalité des activités humaines est une source de pollution de l'air, qui apparaît essentiellement sous deux formes de substances polluantes :

- Gazeuse : présence de gaz nouveaux ou augmentation de la proportion d'un gaz existant naturellement,
- Solide : mise en suspension de particules (poussière, fumées).

On estime que les gaz représentent 90 % des masses globales de polluants rejetées dans l'air et les particules les 10% restants.

Les principales sources sont les installations de combustion et les procédés industriels tels que extractions de minéraux, cimenterie, aciérie, fonderie, verrerie, plâtrière, chimie fine, etc. Les émissions de poussière ont très fortement diminué depuis 20 ans. Les particules solides servent de vecteurs à différentes substances toxiques voire cancérigènes ou mutagènes (métaux lourds, HAP,...) et restent de ce fait un sujet important de préoccupation. (CITEPA)  
Ce phénomène de pollution atmosphérique reste donc complexe et ce schéma I.1 résume l'ensemble des paramètres et processus qui y concourent

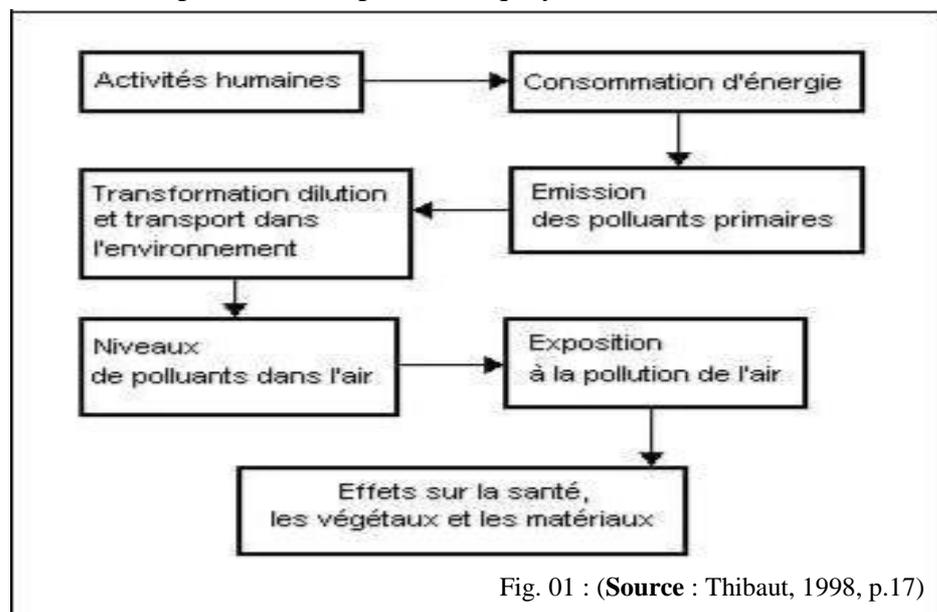


Fig. 01 : (Source : Thibaut, 1998, p.17)

Les activités humaines les plus significatives, dans la contribution à la pollution de l'air, sont les suivantes :

#### **I.3.2.1. Les transports et l'automobile**

La pollution due aux transports a longtemps été considérée comme un problème de proximité, essentiellement perçue dans les villes en raison de la densité du trafic. Aujourd'hui, on sait que les transports, essentiellement routiers et en particulier l'automobile, sont une source de pollution importante. Les moteurs à explosion sont ainsi de très loin la première cause d'émissions d'oxydes d'azote et de divers hydrocarbures. Les moteurs diesels, moins polluants pour ce qui concerne ce dernier type d'émissions, sont en revanche à l'origine de particules et de dioxyde de soufre. La contribution des transports à la pollution ne cesse de s'accroître du fait de l'augmentation du trafic directement liée à l'évolution économique, en dépit des nombreux progrès technologiques réalisés au cours des dernières années.

Le poids de l'opinion publique peut certes jouer avec autant de force sur les grands choix de sociétés relatifs aux transports ( modification des habitudes de déplacement , développement des transports collectifs ...etc.) mais rien n'est moins sûr car les rapports entre citoyens et thèmes environnementaux sont ambigus, tant qu'il s'agit de développer des idées nobles et généreuses à l'échelle de la planète le consensus environnemental est fort, par contre des que les propositions écologistes touchent aux intérêts financiers et aux modes de vie auxquels sont attachés les citoyens le soutien disparaît .

#### **I.3.2.2. Les déchets**

Les déchets sont considérés comme l'une des plus grandes sources de pollution. Qu'ils soient abandonnés dans une décharge ou incinérés, par leur décomposition ils sont producteurs de plusieurs polluants, tels que le méthane, l'acide chlorhydrique, les métaux lourds, les dioxines et les furanes.

#### **I.3.2.3. Les activités agricoles**

L'agriculture contribue également à la pollution atmosphérique. Ses émissions (essentiellement l'ammoniac, le méthane, le protoxyde d'azote, le monoxyde de carbone et les produits phytosanitaires) sont liées à la décomposition des matières organiques et à l'utilisation d'engrais et de produits phytosanitaires.

Les sources domestiques de pollution atmosphérique sont également nombreuses et impliquent une responsabilité de la société vis -à-vis de la salubrité des locaux

### **I.4. Les polluants de l'air**

Les polluants atmosphériques se produisent dehors ou dans les logements, et peuvent être naturels ou synthétiques. La pollution atmosphérique à l'extérieur, parfois

appelée la pollution atmosphérique ambiante, se produit dans des zones urbaines et rurales, bien qu'un mélange différent des polluants atmosphériques puisse être trouvé dans la campagne comparé à celui trouvé dans une ville. Les polluants atmosphériques urbains typiques venant des activités de l'homme incluent les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone, le dioxyde de soufre, les hydrocarbures et les particules en suspension. Tous ces polluants s'appellent des polluants primaires parce qu'ils sont émis directement dans l'atmosphère. Les sources communes de ces polluants primaires incluent les centrales électriques et les usines industrielles (dioxyde de soufre), et les transports routiers (monoxyde de carbone, particules en suspension et oxydes d'azote). L'ozone est un polluant secondaire, formé dans le ciel en raison de réactions chimiques. Tandis que l'ozone s'accumule dans les villes les jours chauds d'été, des niveaux plus élevés sont habituellement trouvés dans la campagne, en raison de la nature spéciale des réactions impliquant la formation de celui-ci.

Les polluants atmosphériques communs dans les logements incluent le monoxyde de carbone et le dioxyde d'azote provenant des radiateurs et des cuisinières à gaz défectueux, le monoxyde de carbone et le benzène provenant de la fumée de cigarette, et les composés organiques volatils (COV) provenant d'ameublement, de plancher en vinyle et de peintures synthétiques. En outre, il y a des polluants biologiques tels que les acariens et les moisissures. Puisque la plupart d'entre nous utilisent 80 à 90% de notre temps à l'intérieur, la qualité de l'air pourrait avoir un vrai impact sur notre santé.

#### **I.4.2. Identification des polluants de l'air**

Selon le dictionnaire encyclopédique des pollutions ; les polluants de l'air « sont des substances gazeuses ou particulaires introduites par les activités humaines dans l'atmosphère ou naturellement présentes dans cette dernière mais dont la concentration est accrue par suite de diverses sources technologiques ».

Il existe un grand nombre de polluants atmosphériques ces derniers peuvent être classés en deux grands groupes : les effluents gazeux et les particules.

L'ensemble des sources de pollution de l'air émet vers l'atmosphère des composés sous forme gazeuse ou particulaire avec des tailles et des compositions variables suivant leurs origines.

Ainsi, les émissions gazeuses concernent principalement des composés sous forme d'oxydes tels que les oxydes de carbone ou d'azote ou encore les dioxydes de carbone, d'azote ou de soufre.

Les particules sont, quant à elles, principalement formées de composés minéraux tels que les métaux, les sels, les nitrates, les sulfates et de composés organiques tels que les

hydrocarbures aromatiques polycycliques, les hydrocarbures aliphatiques, ou les dioxines. La nature dynamique de l'atmosphère favorise ensuite le transport de ces éléments et composés à différentes échelles spatiales et temporelles.

### **I.5. Les effets de la pollution de l'air :**

- effets immédiats, tels que ceux observés lors des accidents historiques,
- effets à brève échéance,
- effets à long terme, constatés après une exposition chronique, à des concentrations qui peuvent être très faibles.

#### **I.5.2. Effets sur le cadre bâti :**

Les matériaux sont essentiellement affectés par la pollution acide qui entraîne une dégradation des édifices, monuments ou façades d'immeubles. La pollution atmosphérique met en danger notre patrimoine culturel et occasionne d'onéreux travaux de ravalement de façades ou de restauration des monuments.

#### **I.5.3. Effets sur l'environnement :**

D'après Kalaora « L'environnement s'inscrit d'abord dans une logique de rationalisation administrative et non dans une logique de participation et de communication écologique » L'effet de la pollution atmosphérique sur l'environnement est divers, par exemple les arbres vivent et dépérissent pour des causes naturelles très variées ne serait-ce que l'âge.

Le dépérissement soudain constaté surtout depuis 1980 semble relever de causes tout à fait inhabituelles. Les responsables considèrent que la pollution atmosphérique est l'un des nombreux éléments participant aux dépérissements forestiers. En France, le programme DEFORPA (dépérissement des forêts attribué à la pollution atmosphérique) ainsi que des recherches en laboratoires, ont montré que les causes du dépérissement forestier sont très complexes telles que les sols de mauvaise qualité, sécheresse anormale, présence de polluants dans l'atmosphère principalement la pollution acide et l'ozone.

## **I.6. Conclusion du chapitre**

L'air est un élément vital, si on ne prend pas garde de sa qualité en continuant de le polluer il deviendra un souci majeur pour notre santé ainsi que pour l'environnement.

Ce chapitre rassemble les informations sur la caractérisation et la description de la pollution atmosphérique. Il a été identifié que les polluants se distinguent en deux catégories : polluants gazeux ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ...) et polluants particuliers (poussières, métaux lourds...) ces polluants sont appelés, polluants primaire puis, au contact les uns avec les autres produits des réactions chimiques avec d'autres composants de l'atmosphère, ce qui génère des polluants dits secondaires,

Ainsi, l'étude de cette pollution a permis, d'une part, d'identifier les principales sources de polluants (naturelles et anthropiques) et d'autre part, d'investiguer les impacts sanitaires et environnementale engendrée par celle-ci.

Par conséquent, il est nécessaire de réduire les émissions de polluants atmosphériques nocifs afin d'instaurer une qualité de vie sans nuisance. Ainsi cette réduction permet de minimiser les effets nocifs sur la santé humaine en accordant une attention particulière aux populations sensibles et à l'environnement dans son ensemble, d'améliorer la surveillance et l'évaluation de la qualité de l'air.

Dans cet objectif notre recherche va porter sur l'étude d'impact d'une source polluante qui est l'industrie de ciment.

## **II.1. Introduction :**

Le ciment est le matériau de base répondant à une utilisation homogène entrant dans les activités de réalisation et de construction de bâtiments et d'ouvrages de génie civil. Un matériau fondamental dans la construction mais dont la fabrication génère des émissions polluantes et nuisibles, si celles-ci se développent à proximité d'agglomérations habitables. De cette manière, elle constitue un risque urbain par la pollution qu'elle cause aussi bien pour la population que pour l'environnement.

Les principales émissions polluantes des cimenteries qui doivent être traitées sont celles de poussières, d'oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ) et de dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ), ainsi que celles de composés organiques volatils (COV), des polychlorodibenzo-para-dioxines (PCDD), de chlorure d'hydrogène (HCl) et des polychlorodibenzo furanes (PCDF). En outre, les émissions d'oxydes de carbone (CO,  $\text{CO}_2$ ), de fluorure d'hydrogène (HF), d'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), de benzène, toluène, éthylbenzène et xylène (BTEX), d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (PAH), de métaux et leurs composés, de bruit et d'odeurs peuvent être prises en considération dans des circonstances spéciales.

Dans ce chapitre, on explique les techniques et procédés de fabrication du ciment, on identifie les différentes nuisances et types de polluants engendrés par sa production qui affectent la population ainsi que l'environnement à proximité des cimenteries. Ensuite, on explique l'impact de chacune des nuisances sur la santé humaine, le cadre bâti et l'environnement.

## **II.2. Fabrication du ciment : Techniques et Procédés**

La production du ciment dans l'Union européenne est environ 10,5 % de la production mondiale. En 2008, on dénombrait dans l'Union européenne 268 installations produisant du clinker et du ciment fini, regroupant 377 fours au total. On recensait également 90 usines de broyage (broyeurs à ciment) et deux installations de production de clinker sans broyeur. En règle générale, les fours ont une capacité d'environ 3 000 tonnes de clinker/jour. La production du ciment en Algérie est d'environ 15,5 millions de tonnes /an. Le pays compte 13 installations de cimenteries, 12 publiques et 1 privée, réparties à travers le nord du territoire. La réaction chimique de base de la fabrication du ciment commence avec la décomposition du carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) en oxyde de calcium (CaO, chaux) accompagnée d'un dégagement de gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ), à environ 900 °C. Ce procédé appelé calcination est suivi de la cuisson du clinker, ou clinkérisation, pendant laquelle l'oxyde de calcium réagit à une haute température (en général entre 1 400 et 1 500 °C) avec la

silice, l'alumine et l'oxyde ferreux pour former des silico-aluminates de calcium composant le clinker. Celui-ci est ensuite broyé et mélangé à du gypse et à d'autres constituants ce qui permet d'obtenir le ciment. Le carbonate de calcium est extrait de formations naturelles de roches calcaires, de marne ou de craie. La silice, l'oxyde de fer et l'alumine se trouvent dans divers minerais et minéraux

Plusieurs types de déchets peuvent également être utilisés pour remplacer une partie des matières premières naturelles. La cuisson du clinker est réalisée dans un four rotatif qui peut faire partie d'un système du type four long à voie sèche ou à voie humide, du type four avec préchauffeur à grille (Lepol) à voie semi-sèche ou à voie semi-humide. On a alors, quatre grands procédés de fabrication du ciment : la voie sèche, semi-sèche, semi-humide et humide.

Dans la voie sèche, les matières premières broyées et séchées forment le cru, ou farine, qui a l'aspect d'une poudre fluide. Le cru est ensuite introduit dans le préchauffeur ou le précalcinateur du four ou, plus rarement, dans un four tubulaire long en voie sèche.

Dans la voie semi-sèche, « la farine » mélangée à de l'eau forme des granules qui sont introduites dans un préchauffeur à grilles situé en amont du four ou dans un four long équipé de croisillons.

Dans la voie semi-humide, la pâte est d'abord débarrassée de son eau dans des filtres - presses. « Le gâteau » de filtre-pressé est ensuite extrudé sous forme de granules et introduit dans un préchauffeur à grilles ou directement dans un sécheur pour la fabrication du cru.

Dans la voie humide, les matières premières (dont la teneur en humidité est souvent élevée) sont broyées dans l'eau pour former une pâte pouvant être pompée. Elle est ensuite introduite directement dans le four ou peut passer auparavant dans un sécheur.

Le choix du procédé dépend dans une large mesure de l'état des matières premières (sèches ou humides). Une grande partie de la production mondiale de clinker est toujours fabriquée en voie humide.

Les opérations suivantes sont communes à tous les procédés :

- stockage et préparation des matières premières
- stockage et préparation des combustibles
- utilisation de déchets en tant que matières premières ou combustibles, ou les deux, exigences
- de qualité, de contrôle et de préparation
- les fours, les procédés de chauffe du four et les techniques de réduction des émissions
- stockage et préparation des produits
- conditionnement et expédition.

Le procédé de fabrication du ciment blanc est tout à fait semblable à celui du ciment Portland gris. La principale différence technique réside toutefois dans le refroidissement et le blanchissement. Nécessaires, ces étapes ont pour but d'améliorer la blancheur de ce type particulier de ciment et de lui conférer une couleur uniforme.

La Figure II.1 représente de manière schématique le procédé type d'une cimenterie.

### **II.2.1. Les matières premières et leur extraction :**

La presque totalité des matières premières est extraite dans des mines ou des carrières, généralement à ciel ouvert. Les opérations nécessaires comportent : le forage dans la roche, l'abattage à l'explosif, l'excavation, le transport et le concassage.

Les principales matières premières (pierres calcaires, marnes crayeuses et schistes argileux ou argiles) sont extraites dans des carrières généralement proches de l'usine. Après un concassage primaire, les matières premières sont transportées vers l'usine où elles sont stockées et préparées. D'autres matériaux tels que la bauxite, le minerai de fer, le laitier de haut fourneau ou le sable de fonderie sont approvisionnés par d'autres sources.

#### **Stockage et préparation des matières premières :**

- Stockage : L'utilisation de halls de stockage dépend des conditions climatiques et de la quantité de matière fine (farine ou cru) produite par l'installation de concassage. Pour une usine d'une capacité de production de 3 000 tonnes/jour, ces bâtiments peuvent contenir de 20 000 à 40 000 tonnes de matériaux. Toutes les matières premières potentiellement nocives pour la santé des personnes ou l'environnement doivent être stockées et préparées dans les conditions particulières appropriées.

- Broyage : Les matières premières, dans des proportions soigneusement contrôlées, sont broyées et homogénéisées de façon à former un mélange de composition chimique requise. Dans la voie sèche et semi-sèche, elles sont broyées en poudre fine et séchées principalement à l'aide des gaz chauds du four et/ou de l'air d'exhaure du refroidisseur. Un four auxiliaire peut être nécessaire pour fournir le complément de chaleur nécessaire si les matières premières contiennent une forte proportion d'humidité et pour le démarrage du four. Le broyage humide est réservé aux matières premières préparées en voie humide ou semi-humide. Leurs composants sont broyés avec de l'eau pour former une pâte. Pour obtenir le degré de finesse requis et satisfaire aux critères de qualité actuels, les industriels privilégient l'utilisation d'installations de broyage en circuit fermé.

### **II.2.2. Stockage et préparation des combustibles :**

Différents combustibles (conventionnels et résiduaires) peuvent fournir la chaleur et l'énergie nécessaires au procédé. Les différents types de combustibles conventionnels les plus utilisés dans les fours à clinker sont :

- les combustibles solides, par exemple le charbon, mais aussi le coke de pétrole, le lignite et, dans certains cas, les schistes bitumineux,
- les combustibles liquides, comme le fioul, notamment le fioul à haute viscosité,
- les combustibles gazeux, comme le gaz naturel.

Les cendres produites par la combustion de ces produits sont majoritairement formées de silice et d'alumine, et peuvent également contenir des traces de métaux, qui se combinent avec les matières premières et deviennent partie intégrante du clinker.

### **II.2.3. Utilisation des déchets :**

En Europe, l'industrie du ciment utilise une quantité importante de combustibles dérivés de déchets qui peuvent, dans certaines usines, remplacer les combustibles fossiles jusqu'à hauteur de 80 %. Ainsi, l'industrie du ciment peut apporter sa contribution à la réduction des émissions de gaz à effet de serre et à la diminution de la consommation des ressources naturelles. Il est possible de remplacer les combustibles conventionnels par des déchets combustibles, c'est-à-dire issus de fractions de déchets prétraités et triés, y compris par des combustibles solides et liquides valorisés ou de la biomasse, ou les deux. De nombreux types de déchets différents sont utilisés en tant que combustibles, y compris les cendres résiduelles. Qu'ils se présentent sous forme solide, liquide ou pâteuse, les déchets sont définis par leur origine, par exemple industrielle, agricole et urbaine. Les conditions de la cuisson du clinker sont idéales pour l'utilisation des différents types de déchets à la place des combustibles conventionnels. La qualité constante des déchets utilisés comme matières premières ou combustibles, ou les deux, dans les fours à ciment est essentielle. Étant donné qu'ils sont entièrement absorbés par le clinker, ils doivent atteindre différents niveaux de qualité et il convient également de réduire au minimum leurs effets négatifs en matière d'émissions atmosphériques.

### **II.2.6. Broyage et stockage du ciment :**

Le clinker et les autres constituants du ciment sont stockés dans des silos ou dans des hangars fermés. Si les stocks sont très importants, ils peuvent être entreposés à l'extérieur à condition de prendre toutes les précautions nécessaires pour éviter l'envol de poussières.

Le ciment Portland est obtenu par broyage et mélange de clinker et de sulfates comme le gypse et l'anhydrite. Les ciments composés contiennent d'autres constituants comme du laitier granulé de haut fourneau, des cendres volantes, des pouzzolanes naturelles ou artificielles, des calcaires ou des fillers inertes. Ces constituants sont broyés avec le clinker ou doivent être séchés et broyés séparément (les stations de broyage peuvent être implantées ailleurs que sur le site de production du clinker). Le type de ciment à fabriquer détermine le choix du procédé et celui de l'installation de broyage. L'aptitude au broyage, l'humidité et le comportement à l'abrasion des constituants du type de ciment fabriqué sont tous particulièrement importants. Les différents types de ciments sont stockés dans des silos différents, mais il faut souvent plusieurs silos pour stocker un type donné de ciment. Cependant grâce aux nouvelles conceptions, il devient possible de stocker des ciments différents dans un même silo.

### **II.2.7. Conditionnement et expédition**

Le ciment est chargé directement en vrac dans des camions citernes, des péniches ou des wagons ou envoyé dans un atelier d'ensachage.

### **II.3. Emissions atmosphériques**

La fabrication du ciment est à l'origine de rejets de polluants dans l'air et d'émissions sonores. Chacune de ces opérations engendre des pollutions directes ou indirectes affectant les éléments de la nature. La cuisson du clinker est l'étape qui contribue le plus aux problèmes environnementaux associés à la fabrication du ciment, à savoir la consommation d'énergie et les émissions dans l'air. En fonction des procédés de production mis en œuvre, les cimenteries rejettent des émissions dans l'air et produisent des déchets. Dans de rares cas, des rejets dans l'eau sont possibles. Peuvent s'y ajouter des nuisances sonores et olfactives. Les principales substances polluantes émises dans l'atmosphère sont des poussières, des oxydes d'azote et du dioxyde de soufre. S'y ajoutent des émissions d'oxydes de carbone, de dibenzo -p-dioxines et de dibenzofurannes polychlorés, de carbone organique total, de métaux, de chlorure d'hydrogène et de fluorure d'hydrogène. Le type et le volume des polluants atmosphériques dépendent de plusieurs paramètres, notamment des intrants (matières premières et combustibles utilisés) ainsi que du type de procédé mis en œuvre.

D'après Stenger ; ces pollutions ne sont pas uniquement une agression contre l'environnement, mais peuvent être une source de gênes pour les riverains tout en constituant des sources de conflits potentielles. Cependant, cette panoplie de nuisances exige une étroite surveillance du fonctionnement des ateliers et la mise en œuvre de moyens capables de réduire les inconvénients, ainsi qu'une maintenance accomplie correctement. Il faut aussi remarquer que si la maîtrise des pollutions est assurée dans l'usine, le personnel employé travaillera dans de meilleures conditions, les qualités du produit et de la vie seront meilleures et l'environnement mieux respecté.

#### **II.4. Types de polluants rejetés : origine et transformation**

Les principales émissions de la fabrication du ciment sont les émissions atmosphériques des fours. Elles sont dues aux réactions physico-chimiques des matières premières et à la combustion des matériaux utilisés pour chauffer les fours. Les principaux constituants des gaz résiduels d'un four à ciment sont l'azote (issu de l'air comburant), le CO<sub>2</sub> (produit par la calcination du CaCO<sub>3</sub> et par la combustion), la vapeur d'eau (produite par la combustion et les matières premières) et l'excès d'oxygène. Dans tous les procédés, les matières solides progressent à contre-courant des gaz chauds de combustion. Cette circulation à contre-courant a un effet positif sur les émissions de polluants, car elle agit comme un lit fluidisé circulant intégré. De nombreux produits gazeux issus de la combustion ou de l'information des matières premières en clinker sont absorbés par le flux de matières premières circulant à contre-courant ou se condensent. Ce pouvoir d'absorption des matières premières varie avec leur état physico-chimique qui lui-même dépend de leur position dans le four. Par exemple, la matière qui sort de l'étage de calcination contient beaucoup d'oxyde de calcium, ce qui lui donne une grande capacité d'adsorption de certains acides, comme le HCl, le HF et le SO<sub>2</sub>. 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 ; des problèmes de nuisance peuvent apparaître localement si elles ne sont pas réduites et maintenues à un niveau bas.

### **II.4.1. Composés gazeux**

Les polluants contenus dans les gaz de combustion dépendent de la nature du combustible utilisé (charbon, fuel ou gaz naturel) et de la composition du minerai (qui peut contenir également du soufre). Les principaux polluants gazeux dans l'industrie du ciment sont le SO<sub>2</sub>, les NO<sub>x</sub>, le CO, et le CO<sub>2</sub>.

- Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

- Les oxydes de carbone

Le monoxyde de carbone (CO)

- Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)

### **II.4.2. Les 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.

### **II.5. Les effets des polluants sur la santé :**

La partie du corps de l'être humain la plus touchée par les polluants rejetés par les cimenteries sont les poumons qui sont une vaste surface d'échange (75 m<sup>2</sup>) L'appareil respiratoire a une fonction essentielle, celles des échanges gazeux (apport d'oxygène et élimination de gaz carbonique). A cette fonction est associée la fonction d'épuration qui assure la bonne qualité de l'air qui arrive dans les alvéoles pulmonaires en éliminant les aéro-contaminants. L'appareil respiratoire peut être divisé en deux parties :

- les voies aériennes supérieures ou proximales : nez (poils, cornets), bouche, pharynx, larynx,

-les voies aériennes inférieures ou distales extra - puis intra-thoracique : trachée-artère, arbre bronchique ramifié, (bronches souches, bronches lobaires, bronches segmentaires, bronchioles), Alvéoles.

#### **II.5.1. Les polluants gazeux**

Parmi les polluants gazeux cités au début du chapitre et qui peuvent être rejetés pour une raison ou une autre en ayant un impact sur la santé de manière significative sont les suivants :

**Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)** : C'est un gaz irritant qui affecte le système respiratoire. Le mélange acido-particulaire peut, selon les concentrations des différents polluants, déclencher des effets broncho spastiques chez l'asthmatique, augmenter les symptômes respiratoires aigus chez l'adulte (toux, gêne respiratoire), altérer la fonction respiratoire chez l'enfant.

**Oxyde d'azote (NO<sub>x</sub>)** : Perturbe la fonction respiratoire, en provoquant des troubles respiratoires chroniques, et à forte dose il peut engendrer des lésions. Il pénètre dans les plus

fines ramifications des voies respiratoires. Il peut, dès  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , entraîner une altération de la fonction respiratoire et une hyper réactivité bronchique chez l'asthmatique et chez les enfants.

**Monoxyde de carbone (CO) :** Il perturbe le transport de l'oxygène dans le sang et peut provoquer des anémies, des vertiges, des migraines, comme il peut être mortel à forte dose.

### **2.5.2. Les poussières**

-**A court terme**, les poussières fines inférieures à  $1 \mu$  atteignent les alvéoles et peuvent pénétrer dans le sang. Elles peuvent transporter d'autres polluants qui y sont adsorbés ( $\text{SO}_2$ , métaux lourds, hydrocarbures...). Elles sont associées aux hospitalisations et aux décès pour cause respiratoire et cardio-vasculaire

**A long terme**, ces polluants peuvent provoquer des maladies respiratoires telles :

- asthme, bronchite, emphysème (poussières,  $\text{SO}_2$ )
- cancer des poumons (particule et  $\text{NO}_2$ )

Leurs effets sur la santé dépendent de trois facteurs :

- Des niveaux de concentration auxquels est exposé l'organisme (exemple : milieu professionnel par rapport aux sites propres)
- De la durée d'exposition (le temps durant lequel on est exposé à ce niveau)
- De l'activité physique : l'effort physique s'accompagne d'une augmentation de la ventilation pulmonaire et donc de la quantité de polluants introduits dans l'organisme.

## II.6. Les effets des polluants sur le cadre bâti

**Tableau 1** : Exemples d'effets sur différents récepteurs de la pollution atmosphérique.

POLLUANTS	EFFETS	RECEPTEURS
Particules primaires	Salissure	Matériaux
Particules secondaires : Nitrates, sulfates, composés organiques ...	Réduction de visibilité  Impacts sur la santé	Homme psychisme  Homme biologique Homme psychisme
Oxydants photochimiques : ozone, aldéhydes, peroxyacétyle, nitrate.	Corrosion  Impacts sur la santé Ecotoxicité	Matériaux  Homme psychisme Homme biologique Cultures Ecosystèmes terrestres Ecosystèmes aquatiques
Oxydes d'azote	Ecotoxicité  Acidification Impacts sur la santé  Eutrophication	Ecosystèmes <input type="checkbox"/> terrestres Ecosystèmes <input type="checkbox"/> aquatiques <input type="checkbox"/> cultures Ecosystèmes <input type="checkbox"/> aquatiques Ecosystèmes <input type="checkbox"/> terrestres <input type="checkbox"/> Homme biologique Homme psychisme Ecosystèmes terrestres

		Ecosystèmes aquatiques
Oxydes de soufre	Impacts sur la santé Ecotoxicité Acidification	<input type="checkbox"/> Homme biologique <input type="checkbox"/> Homme psychisme <input type="checkbox"/> Cultures <input type="checkbox"/> Ecosystèmes terrestres <input type="checkbox"/> Ecosystèmes aquatiques <input type="checkbox"/> Ecosystèmes aquatiques <input type="checkbox"/> Ecosystèmes terrestres
Monoxyde de carbone	Impacts sur la santé	<input type="checkbox"/> Homme psychisme <input type="checkbox"/> Homme biologique
Composés organiques volatils.	Impacts sur la santé	<input type="checkbox"/> Homme psychisme <input type="checkbox"/> Homme biologique
Hydrocarbures aromatiques polycycliques.	Ecotoxicité Impacts sur la santé	<input type="checkbox"/> cultures <input type="checkbox"/> Ecosystèmes terrestres <input type="checkbox"/> Ecosystèmes aquatiques <input type="checkbox"/> Homme psychisme <input type="checkbox"/> Homme biologique
Métaux lourds	Impacts sur la santé Ecotoxicité	<input type="checkbox"/> Homme psychisme <input type="checkbox"/> Homme biologique <input type="checkbox"/> cultures <input type="checkbox"/> Ecosystèmes terrestres <input type="checkbox"/> Ecosystèmes aquatiques
Dioxyde de carbone	Changement climatique	Ecosphère

(Source: Glomsrod, 1996 « [http://lpsc.in2p3.fr/gpr/Dautreppe/Landrieu/Landrieu\\_texte2.htm](http://lpsc.in2p3.fr/gpr/Dautreppe/Landrieu/Landrieu_texte2.htm) ).

## II.7. Les effets des polluants sur l'environnement :

Tableau 2 : effets des polluants sur l'environnement

Polluants	Effets sur l'environnement
Dioxyde de soufre SO <sub>2</sub>	<p>En présence d'eau, le dioxyde de soufre forme de l'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) qui contribue, comme l'ozone, à l'acidification de l'environnement</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Participation au phénomène des pluies acides par transformation en acide sulfurique au contact de l'humidité de l'air.</li> <li>Dégradation de la pierre et des matériaux de nombreux bâtiments.</li> </ul>
Poussières ou Particules en suspension dont PM <sub>10</sub> et PM <sub>2,5</sub>	<p>Les poussières absorbent et diffusent la lumière, limitant ainsi la visibilité. Elles suscitent la formation de salissure par dépôt et peuvent avoir une odeur désagréable.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Effets de salissure des monuments et bâtiments.</li> </ul>
Oxydes d'azote NO et NO <sub>2</sub>	<p>Les NO<sub>x</sub> interviennent dans la formation d'ozone troposphérique et contribuent au phénomène des pluies acides qui attaquent les végétaux et les bâtiments</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Participation à l'augmentation de l'effet de serre</li> </ul>
Ozone O <sub>3</sub>	<p>En quantité très élevée, l'ozone peut avoir des conséquences dommageables pour l'environnement. Il contribue à l'acidification de l'environnement qui perturbe la composition de l'air, des eaux de surface et du sol. Ainsi, l'ozone porte préjudice aux écosystèmes (déperissement forestier, acidification des lacs d'eau douce, atteinte à la chaîne alimentaire,...) et dégrade les bâtiments et les cultures.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diminution des rendements agricoles</li> <li>Dégradation des matériaux (caoutchouc par exemple)</li> <li>Participation à l'augmentation de l'effet de serre</li> </ul>
Monoxyde de carbone CO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participation à la formation de l'ozone troposphérique</li> <li>Dans l'atmosphère, il contribue à l'augmentation de l'effet de serre par transformation en dioxyde de carbone CO<sub>2</sub>.</li> </ul>
Composés Organiques Volatils COV dont le benzène	<p>Les COV interviennent dans la formation d'ozone troposphérique et contribuent au phénomène des pluies acides qui attaquent les végétaux et les bâtiments.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Participation à la formation de l'ozone troposphérique (rôle majeur avec les oxydes d'azote)</li> <li>Participation indirecte à l'augmentation de l'effet de serre (par intervention dans des mécanismes conduisant à la formation des gaz à effet de serre).</li> </ul>
Métaux Lourds dont Plomb Pb, Arsenic As, Nickel Ni, Cadmium Cd	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contamination des sols et des aliments</li> <li>Accumulation dans les organismes vivants et perturbation des mécanismes et équilibres biologiques.</li> </ul>
Dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> )	<p>L'augmentation de la concentration en CO<sub>2</sub> accroît sensiblement l'effet de serre et contribue à une modification du climat planétaire.</p>

(Source : <http://www.airfobep.org/impact-pollution-environnement.html>)

Au XXI<sup>e</sup> siècle, la protection de l'environnement est devenue un enjeu majeur, en même temps que s'imposait l'idée de sa dégradation à la fois globale et locale, à cause des activités humaines polluantes. La préservation de l'environnement est un des trois piliers du développement durable. C'est aussi le 7<sup>ème</sup> des huit objectifs du millénaire pour le développement, considéré par l'ONU comme « crucial pour la réussite des autres objectifs énoncés dans la Déclaration du Sommet du Millénaire »

### **II.8. 1 impacte de la pollution sur l'environnement et le cadre bâti**

L'air est le premier élément nécessaire à la vie pour les êtres humains. L'air circule à raison de 8000 (repos) à 15 000 litres (marche) par jour dans nos poumons, sans que nous puissions choisir sa qualité. Pour garantir un bon cadre de vie, il faut vérifier si la protection de la santé humaine est assurée d'où la nécessité de contrôler la qualité de l'air.

La pollution de l'air est un problème majeur de santé environnementale. Les polluants ont pour origine des sources d'émission de poussières, de gaz, d'aérosols (dispersion en particules très fines d'un liquide dans un gaz) et de fumées.

Les substances polluantes présentes dans l'air ambiant peuvent attaquer les poumons et le système respiratoire des organismes vivants. Des retombées de polluants particuliers sous forme de poussières qui se sédimentent peuvent se déposer dans notre environnement direct et contaminer les aliments et l'eau en causant des problèmes d'ordre sanitaire.

Les gaz produits par les véhicules, les fumées des usines, la combustion fossile et l'évaporation des solvants et la libération d'hydrocarbures sont les principales sources qui sont à l'origine de la pollution de l'air. La pollution de l'air a des effets variés sur la santé et l'environnement et se manifeste à différents niveaux géographiques.

L'échelle mondiale concerne les phénomènes susceptibles de affecter l'équilibre de l'écosystème Terre dans son ensemble.

La destruction de la couche d'ozone due essentiellement à l'action de certains composés halogénés libérés par les activités humaines réduit le pouvoir filtrant de la couche d'ozone stratosphérique (19-30 km d'altitude). L'accroissement du rayonnement UV-B résultant de cet appauvrissement représente une menace réelle pour la santé (cancers de la peau) et l'environnement.

L'augmentation de l'effet de serre lié à la production excessive de gaz de combustion (CO<sub>2</sub>) entraînera des changements climatiques significatifs (élévation de

la température du globe et modifications climatiques lourdes de conséquences pour la vie terrestre).

L'échelle régionale rassemble des pollutions dont les effets peuvent être sensibles sur des centaines de kilomètres.

La pollution acide (ou pluies acides) est liée aux polluants acides émis par les activités humaines qui retombent sous forme de retombées sèches ou humides. Elles ont des effets sur les matériaux, les écosystèmes forestiers et les écosystèmes d'eau douce.

La pollution photochimique (ou pollution photo-oxydante) est un ensemble de phénomènes complexes qui conduisent à la formation d'ozone et d'autres composés oxydants à partir de polluants primaires (appelés précurseurs): oxydes d'azote et composés organiques volatils (COV). L'énergie apportée par le rayonnement Ultra Violet (UV) solaire entretient la formation de l'ozone troposphérique. Ces phénomènes ont lieu dans les couches d'air proche du sol et dans la troposphère libre. L'ozone formé à ce niveau est qualifié de "mauvais ozone" en raison de ses effets néfastes sur la santé humaine et sur les végétaux. L'ozone de la stratosphère, au contraire est qualifié de "bon ozone" puisqu'il nous protège du rayonnement UV solaire.

L'échelle locale réunit des pollutions de proximité; ayant un impact direct sur l'air respiré. Ozone, dioxyde de soufre et particules en suspension, plomb, dioxyde d'azote et monoxyde de carbone, sont autant de substances responsables d'une dégradation de la qualité de l'air. Les polluants sont émis par les transports, les établissements industriels, ou encore les installations de chauffage.

## **II.10. Conclusion**

Le ciment est un produit indispensable pour la construction et le développement de tous les pays mais dont la fabrication est un risque potentiel qui a un mauvais impact sur la santé et sur l'agriculture avoisinante si des mesures ne sont pas mises en œuvre pour une bonne protection.

Les cimenteries ne sont pas appelées uniquement à améliorer la qualité de leurs ciments et abaisser leurs coûts, mais aussi à remédier aux problèmes de pollution causés par les rejets des gaz et des poussières qu'elles dégagent à tous les niveaux de la fabrication de leurs ciments. Concernant la localisation : la nocivité des cimenteries serait moindre si les usines étaient installées dans des régions à faibles densités humaines et sur des terres non agricoles.

### **III.1. Introduction**

La pénurie d'eau est devenue un problème crucial en Algérie surtout dans les zones industrielles comme la plaine d'El Ma El Abiod qui possède des ressources hydriques très importantes et en même temps possède plusieurs sources de pollution essentiellement la cimenterie ERCE. Dans le but d'évaluer l'impact de pollution d'origine industriel par l'industrie du ciment sur la qualité de l'eau, une étude a été effectuée dans la plaine d'El Ma El Abiod, cette étude est basée sur la collection des poussières accumulées dans les bacs placés autour de la cimenterie suivant un rayon de 4Km et le prélèvement de l'eau des puits distribués dans la plaine d'El Ma El Abiod.

### **III .2. PRESENTATION DE LA COMMUNUNE DE EL MA LABIOD**

#### **III.2.1.. Population**

La population d'EL MA LABIODH est estimée à 12 922 HABITANTS

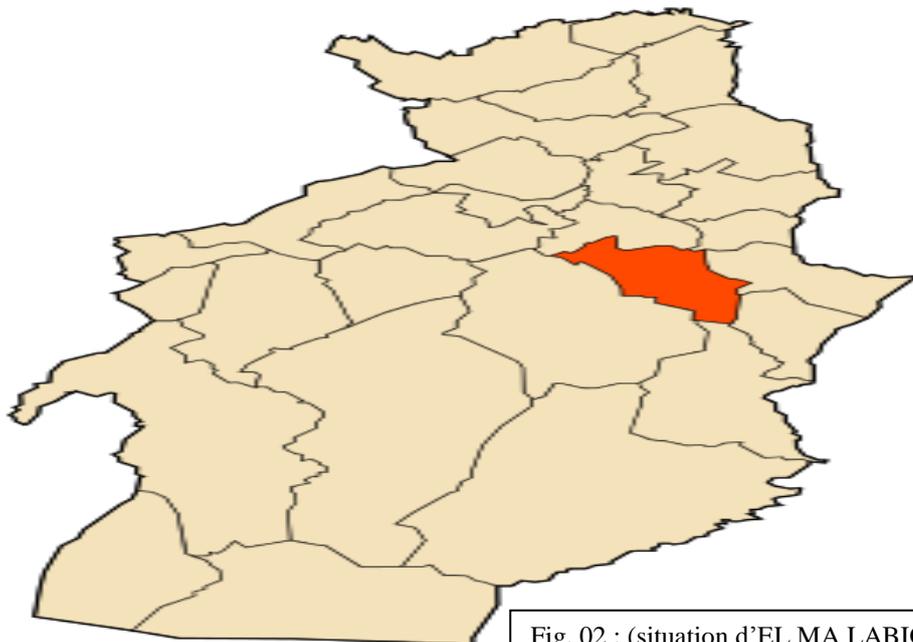


Fig. 02 : (situation d'EL MA LABIODH dans la ville de Tébessa) source internet

### III 3.2. 1. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE

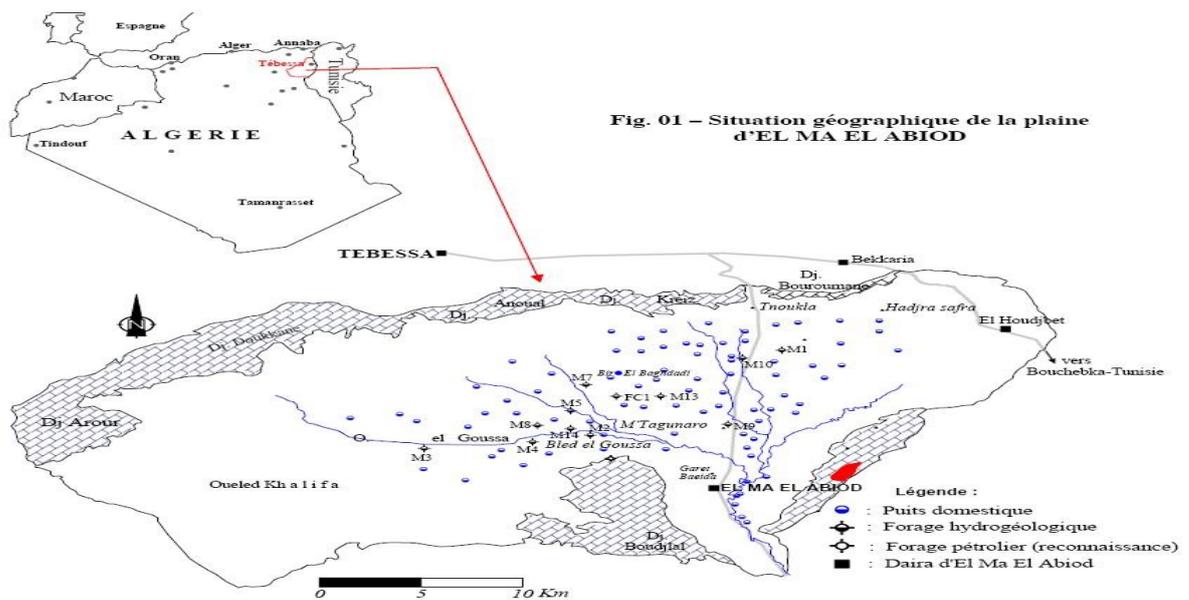
La commune d'El Ma Labiod est située sur les marges sud de hautes plaines constantinoises ; dans les coordonnées géographiques sont :

X=longitude 8° Est ;

Y= latitude 35° Nord ;

Z= altitude moyenne de 1000m

Elle est située au sud du chef-lieu de la wilaya de TEBESSA et s'étend sur une superficie globale de 29839 ha.



Sur le plan physique, la commune d'EL MA LABIOD correspond à une vaste plaine, (haut plateaux)

D'après le dernier RGPH 2008 La commune d'EL MA LABIOD est constituée d'un chef-lieu et d'une zone rurale. Elle était peuplée de 12922 habitants répartis selon les

Proportions suivantes :

67.18 % au chef-lieu

32.82 % en zone épars

L'agriculture (élevage) est l'activité principale de la commune.

Ce qui lui confère la vocation de région agropastorale.

Elle fait partie du bassin versant du chott Melhrir. La topographie est presque régulière, la région est soumise à un climat semi-aride.

La limite Nord de la plaine est formée par Dj Doukane, Dj Anoual et Dj Bouroumane.

La limite Est de la plaine s'approche du territoire tunisien dans la région d'El Houdjbatte.

A l'Ouest se trouve la plaine de Cheria. La limite du Sud constituée par Bir El Ater

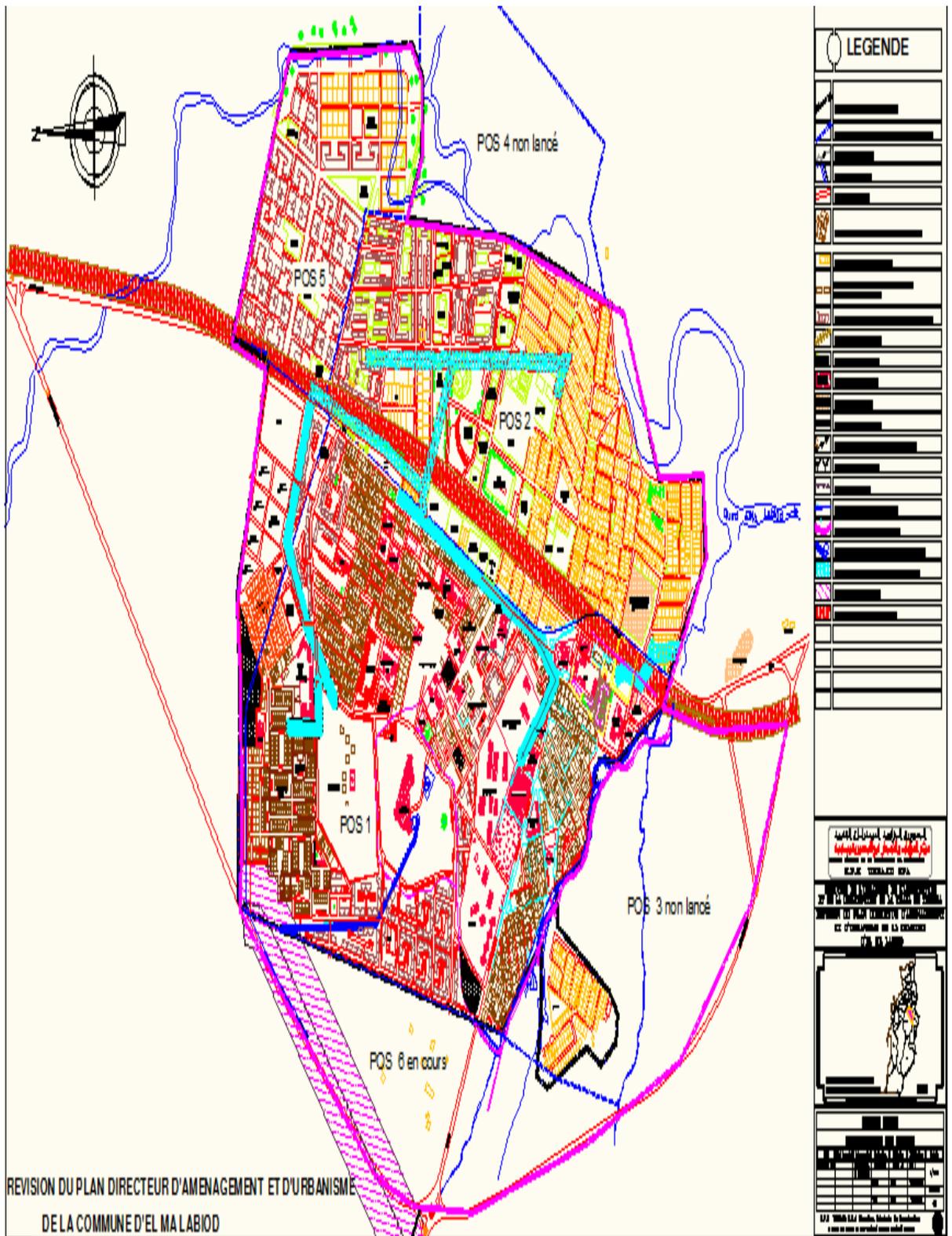
La moyenne annuelle des précipitations est de l'ordre de 220mm, tandis que

l'évapotranspiration réelle et l'infiltration sont respectivement de 210 et 10 mm/an.

La plaine a vocation essentiellement agricole, a connu un développement industriel très important et consommatrice d'eau, présente principalement par l'industrie du ciment ERCE, celle du verre SOVEST, celle des tubes roulés ANABIB.

la nature du sol : La nature du sol de la région est sable argileuse

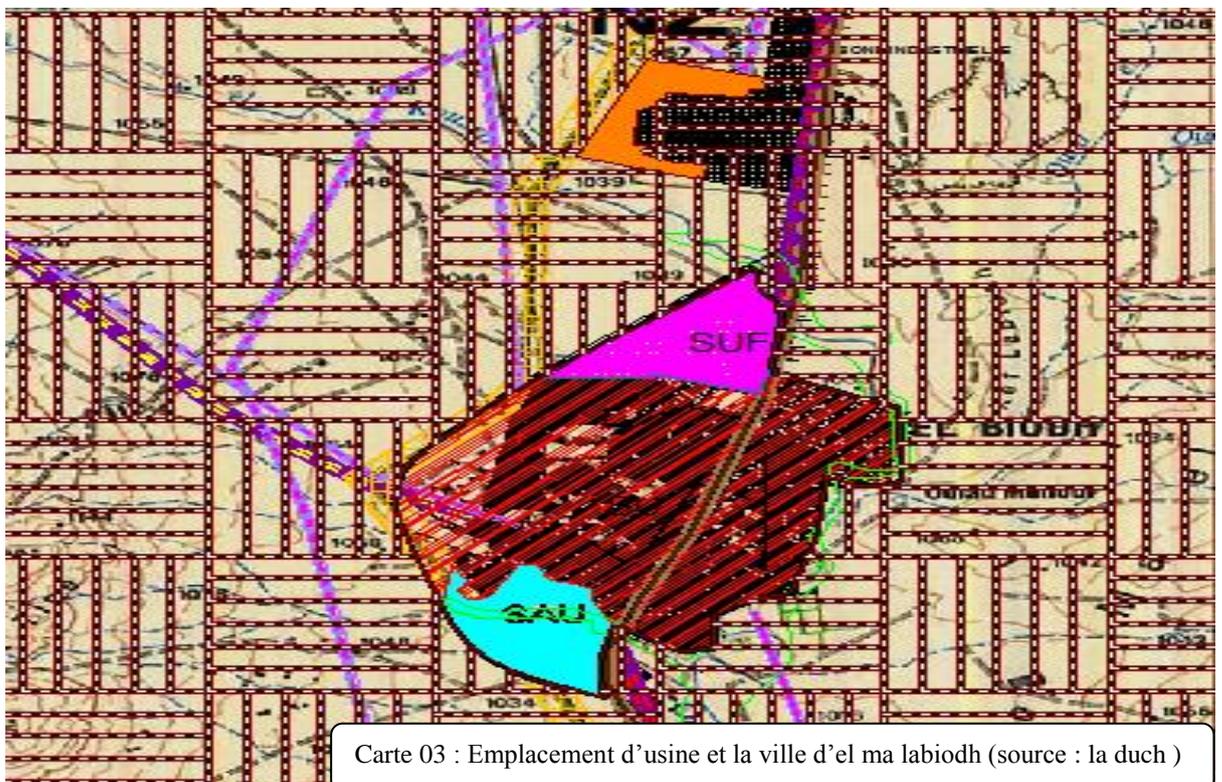


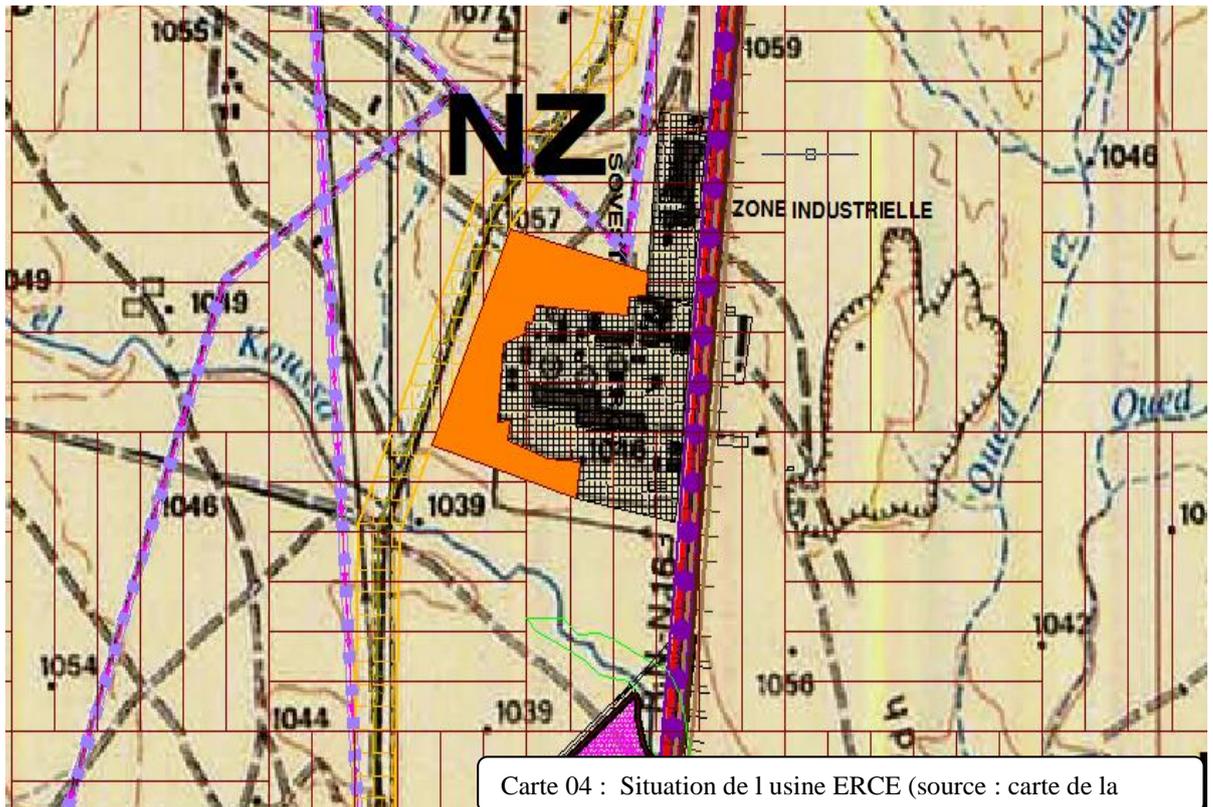


Carte 02 : Plan d'aménagement d'el ma labiodh tebessa (source : la duch Tébéssa )

## I-2-LA Cimenterie Erce

Elle est implantée à 26 km au sud de Tébessa et à 35 km des frontières Algéro-Tunisienne, elle a été créée en 1993, est rentrée en exploitation en 1994, avec une capacité de production de 500000 tonnes/an. Elle est dotée d'une ligne de la cuisson par voie sèche des matières premières, elle produit du ciment portland (CPJ 45) à partir du clinker, du gypse et du laitier, elle a été certifiée aux normes de qualité ISO





### **Emplacement d'usine par rapport la ville d'El MA LABIODH :**

La distance entre la cimenterie et le tissu urbain D'El ma labiodh est : 1.88 km



Fig. 06: emplacement d'usine d'El MA LABIODH (source : Google earth )

## Impact de pollution sur l'environnement :

Des signes de déséquilibre écologique ont été remarqués lors la réalisation du travail :

**Au niveau atmosphérique :** ces signes se traduisent par une couche poussiéreuse résultant des rejets de la cimenterie et de sa carrière.



Présence, de poussière et de bruit



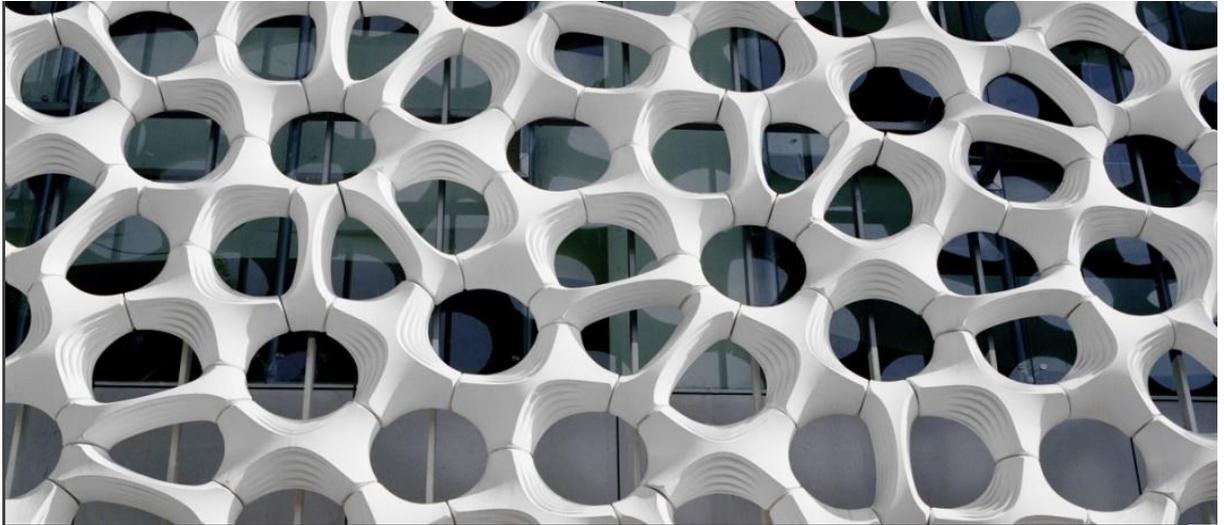
Présence de gros blocs, de poussière et propagation d'ondes sismiques (tir à l'explosif)

**Au niveau de l'agriculture :** par une diminution sensible de la production potagère et végétale.

**Au niveau sanitaire :** par multiplication des cas des maladies.

## Des exemples internationaux sur les techniques de protection des façades contre la pollution :

### 1- les bâtiment mangeur de smog



Les bâtiments mangeurs de smog : la recette pour sauver les villes polluées

9 septembre 2015

Photo 1 : Des tuiles anti-pollution recouvrent la façade d'un hôpital à Mexico.  
source (Alejandro Cartagena/ElegantEmbellishments)

C'est peut-être plus facile à dire qu'à faire, mais des ingénieurs et des architectes cherchent à neutraliser les pires polluants aériens en produisant des bâtiments capables d'absorber la pollution. Leur allié : le dioxyde de titane ( $\text{TiO}_2$ ). À Mexico, par exemple, la façade de l'hôpital Manuel Gea González se compose de tuiles recouvertes d'une couche ultrafine de ce composé, qui a la propriété de rendre inoffensives des particules normalement nocives pour la santé. Le prochain bâtiment anti-pollution sera-t-il construit dans votre ville ?



Photo 2 : Des tuiles anti-pollution recouvrent la façade d'un hôpital à Mexico.  
source (Alejandro Cartagena/ElegantEmbellishments)

L'hôpital Manuel Gea González, à Mexico, purifie l'air aux alentours. (Alejandro Cartagena/ElegantEmbellishments)

L'hôpital Manuel Gea González porte la signature du cabinet d'architectes berlinois ElegantEmbellishments. L'architecte américaine qui en est la codirectrice, Allison Dring, explique les principes à la base de cette invention high-tech dans une conférence TEDx. Soucieux d'esthétique et à l'esprit pratique, Allison Dring et son collègue Daniel Schwaag ont conçu une structure alvéolaire parce que cette forme favorise la circulation de l'air, ce qui optimise les propriétés photocatalytiques du dioxyde de titane. « Améliorer les environnements à l'échelle moléculaire », telle est leur devise. Déjà utilisé comme agent blanchissant dans la crème solaire et la peinture, le TiO<sub>2</sub> a été employé pour la première fois en architecture par le groupe italien Italcementi, qui a mis au point un béton auto-nettoyant il y a une dizaine d'années. La découverte, peu de temps après, que le dioxyde de titane a également la propriété de purifier l'air, a ouvert de nouvelles perspectives à l'industrie verte du bâtiment.

### **Un bâtiment innovant capable d'absorber la pollution fait ses preuves en Italie**

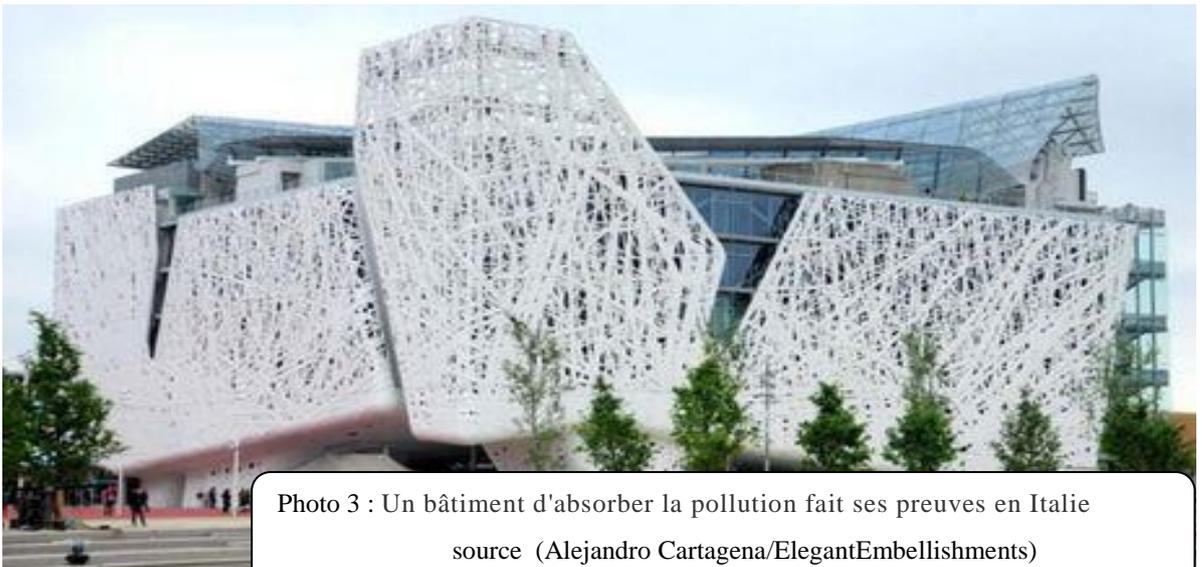


Photo 3 : Un bâtiment d'absorber la pollution fait ses preuves en Italie  
source (Alejandro Cartagena/ElegantEmbellishments)

Développé par une entreprise italienne, ce béton capable d'absorber la pollution a été utilisé pour la construction du pavillon italien de l'exposition universelle de Milan. Il a désormais largement fait ses preuves.

Développer un matériau innovant et durable, tel est le défi que s'est lancé Italcementi, un groupe italien reconnu comme le cinquième producteur mondial de ciment. C'est au sein de ses laboratoires que la société a vu naître i.active BIODYNAMIC.

Ce béton biodynamique a été sélectionné pour revêtir le PalazzoItalia, édifice phare de l'exposition universelle qui s'est tenue à Milan en 2015. Mais il ne s'agit pas d'un matériau comme les autres : il est littéralement capable d'absorber la pollution. Au total, 9.000 mètres carrés de la surface externe du bâtiment italien ont été recouverts de dalles de béton.

Ce revêtement blanc unique est composé d'agréats recyclés et de dioxyde de titane. Il fonctionne grâce à la lumière du soleil via une réaction dite "photocatalytique". Lorsque la structure est exposée aux rayons lumineux, elle capture certaines particules en suspension dans l'air pour les transformer en sels inertes.

Nettoyer l'atmosphère

Ces résidus sont ensuite débarrassés par le ruissèlement des eaux, dès la première pluie. Ce procédé permet ainsi d'épurer l'atmosphère ambiante en le débarrassant de la plupart de ses polluants.

Avec du recul, le béton biodynamique a largement répondu aux attentes des concepteurs du PalazzoItalia. Le pavillon considéré comme une véritable vitrine pour le pays d'accueil, témoigne des avancées en terme de recherche et d'innovation. D'ailleurs, nombre des meilleures entreprises italiennes ont été impliquées dans sa conception.

"Le pavillon italien est une opportunité pour nous de renforcer la capacité d'innovation des entreprises et encourager le développement de produits durables et de technologies respectueuses de l'environnement", a expliqué Diana Bracco, présidente de l'Expo 2015.

## **IV. Conclusion**

Toutefois, la cimenterie D EL MA LABIODH semble avoir fixé l'environnement comme une de ses priorités d'intervention pour ses futures différentes unités de production avec les améliorations qu'elle a commencé à instaurer. Seulement, celles-ci restent minimales car selon les enquêtes menées, il reste plusieurs installations à changer tels que ; les filtres à gravier et les filtres à manches à basse pression, et d'autres nouvelles à introduire pour l'entretien et le nettoyage.

Il est aussi reconnu que parmi les options technologiques retenues comme efficaces pour réduire la pollution, le stockage organisé et clos des matières premières et du cru qui constitue un élément important dans l'émission de la poussière diffuse. Si celui-ci n'a pas un aménagement adéquat comme espaces clos ou protégés naturellement ou artificiellement, la poussière restera toujours un polluant crucial de l'environnement. Cependant, dans nos analyse le stockage constitue un des éléments défaillant dans la réduction de poussière et qu'aucune amélioration n'a été entretenue.

## **CONCLUSION GENERALE**

De cette étude émane deux conclusions importantes liées entre elles, La première est d'ordre général. La pollution atmosphérique est l'une des atteintes à l'environnement les mieux perçues par les citoyens. Ses conséquences sanitaires et environnementales sont néanmoins encore considérables et beaucoup d'efforts sont encore à faire en matière de réduction et de prévention, notamment dans les pays en développement.

La pollution atmosphérique sous toutes ses formes et particulièrement celle industrielle qui est liée aux rejets des cimenteries est devenue l'une des causes des fléaux humains actuels, tels que les maladies liées au système respiratoire (asthme, bronchite, emphysème, cancer, etc.) au sang (anémie) à la peau (dermites allergiques), etc., que la médecine contemporaine ne parvient pas à les enrayer. Malgré le progrès des recherches médicales, elle risque de ne pas pouvoir les éradiquer. Théoriquement, si l'ensemble des dispositions sont prises et des travaux sont effectués en amont de toute installation industrielle concernant les cimenteries en prévention de la pollution de l'environnement, des milliers de personnes seront à l'abri de tous les maux engendrés par les activités de celles -ci. En fait, c'est ce qu'on a essayé d'expliquer à travers les chapitres deux et trois, où on a présenté les meilleures techniques de réduction de polluants de cimenteries utilisées à travers les pays de l'Europe.

La deuxième conclusion est spécifique à l'exemple d'étude, la cimenterie ERCE de la commune D EL MA LABIODH . Une investigation sur les installations de cette cimenterie ainsi que les enquêtes environnementales, sanitaires et sociales effectuées au niveau de ce site ont démontré que; malgré la restauration de l'usine en la dotant de nouveaux filtres à poussières et de capteurs des gaz avec un système moderne d'optimisation, la pollution de l'air persiste même à un degré inférieur. Une amélioration a été perçue au niveau des émissions du four de cuisson , mais le risque potentiel de pollution et d'impact par le reste des autres installations telles que; le broyeur à ciment et refroidisseur, n'a pas été éradiqué ou réduit à un degré acceptable. Parce que les travaux effectués restent insuffisants et d'autres installations de la cimenterie nécessitent des réaménagements spécifiques.

L'évidence pour chacune de ces conclusions a été tirée de la littérature et de l'étude du cas d'exemple de la cimenterie d'El MA LABOIDH . En premier lieu et basée sur la littérature :

- Il a été identifié un grand nombre de types de nuisances, telles que; polluants, bruit et odeur,

pouvant être causés lors de la fabrication du ciment et à différentes étapes. Ces nuisances sont la cause de plusieurs effets qui s'apparentent à la santé humaine, au cadre bâti et à l'environnement

- Il a été présenté les meilleures mesures possibles utilisées dans la production du ciment dans la communauté européenne pour éviter et, lorsque cela s'avère impossible, réduire de manière générale les émissions et l'impact sur l'homme et l'environnement dans son ensemble. Parmi ces mesures, il y a celles qui touchent les installations lourdes tels que; les types de fours, refroidisseurs, broyeurs, filtres, etc, et d'autres qui concernent les petites démarches à faire telles que la maintenance, le nettoyage, le contrôle, le capotage des stocks et moyens de transports, etc.

En second lieu et basée sur l'étude d'exemple de la cimenterie d'El MA LABIODH :

- Une étude détaillée des installations de cette cimenterie a été effectuée ou les techniques de prévention et de contrôle utilisées dans cette cimenterie sont exposées afin de déterminer les niveaux de pollution atteints avec l'actuelle situation. Une étude comparative a été effectuée avec les meilleures techniques utilisées en Europe afin de déceler les ressemblances et recenser les différences.

En outre ces polluent influent directement sur le bâti en général et les façades en particulier se qui porte atteinte aux couleurs naturelles et paysagères, ces polluants ont une influence négative sur les espaces verts et plantés de la région surtout dans un climat semi-aride qui caractérise a région d'el ma labiod ,A cet effet nous avons proposé des solutions de traitement de façades inspiré d'exemples internationaux , pour ce qui est des plantations et espaces verts nous avons proposes plantes , la façade végétale , béton capable d'absorber la pollution , un revêtement en oxyde de titane.

## **- RECOMMANDATIONS**

Pour une meilleure amélioration de la situation au niveau de la cimenterie ERCE D EL MA LABIODH et avec l'aide de la cellule de l'environnement de la cimenterie, les recommandations suivantes sont alors proposées :

### **- Reboisement :**

- Prévoir et généraliser le reboisement à l'intérieur et à la périphérie du site .
- Transformer la décharge de matières irrécupérables située derrière l'atelier ensachage en aire de verdure.
- Reboiser l'aire qui a été aménagée au dessus de l'oued à la limite de la cimenterie .

### **- Nettoyage des sols :**

- Eviter l'amoncellement et le durcissement de farine qui en résulte au niveau de l'atelier ensachage et entre les silos.
- Mise en place d'équipements (suceuses mobiles) mécaniques de nettoyage industriel.

### **-Visites régulières :**

- Visites d'inspection quotidiennes avec des programmes définis à l'avance permet de réduire les sources de panne, et donc de surconsommation énergétique .

### **-Sécurité des postes de travail :**

- Améliorer les conditions d'hygiène du travail.
- Elaborer des guides de procédures d'intervention au niveau des différentes activités de maintenance.
- Améliorer la signalétique sécurité qui est insuffisante dans les ateliers
- Nettoyage des ateliers.
- Déclarer dans les meilleurs délais à la direction de l'environnement les accidents ou les incidents.

### **-Bitumage ou bétonnage :**

- Bitumage ou bétonnage de la voie donnant accès au gisement argile .

### **-Gestion des flux de transport :**

- Meilleur contrôle du trafic sur le site de l'unité.
- Considérer les nuisances engendrées autour du site par le transport important lié aux fournisseurs/clients.
- Exiger aux clients l'utilisation des bâches pour éviter les pertes .
- Imposer aux clients de fermer les portes de remplissage des cocottes au niveau de l'expédition avant de quitter l'unité.

**-Diminution des rejets de poussières :**

- Assurer les filtres à manche au niveau des broyeurs ciment, du hall stockage clinker et du refroidisseur.
- Les installations de traitement doivent être exploitées et entretenues de manière à réduire les durées d'indisponibilité.
- Arrêter immédiatement les installations en cas de dépassement des valeurs des rejets atmosphériques fixé dans l'annexe du décret exécutif n°06-138 du 15/04/2006

**-Auto-contrôle et auto-surveillance :**

- Assurer le suivi en continu de la pollution:
  - effectuer des mesures analytiques des eaux usées rejetées pour vérifier la mise en conformité avec les normes.
  - installer des outils de mesures pour la quantification des nuisances et des consommations de ressources (eau, gaz, électricité) au niveau des différentes unités .
- Assurer une meilleure maîtrise des différentes sources de pollution.
- Etudier l'impact environnemental au niveau local et régional.

**Recyclage et récupération des déchets :**

- Agrandir la plate forme du centre de transit pour un tri des déchets solides (prévu 2007).
- Meilleure utilisation rationnelle des matières premières et auxiliaires

Aussi la meilleure recommandation c'est de construire les cimenteries loin des sites urbains afin de protéger les agglomérations des nuisances qu'engendrent ces dernières.

## **Solution architectural pour la pollution**

### **Paysage**

**Plantation de 7800 oliviers au niveau de la carrière calcaire.**

**Entretien des espaces verts a l'intérieure de l'usine.**



### **D'autres solutions vertes aux défis urbains**

De leur côté, des scientifiques de l'université de Californie-Riverside testent une nouvelle génération de toiture faite de tuiles qui mangent le smog\*. Aux Pays-Bas, leurs confrères qui pulvérisent du dioxyde de titane sur la chaussée\* font état de résultats spectaculaires : la pollution aurait diminué de 45 %.



Voilà un toit qui pourrait améliorer la qualité de l'air : la peinture utilisée sur les tuiles contient du dioxyde de titane. (© photowind/Shutterstock)

Toutes ces solutions sont prometteuses, et l'amélioration de la qualité de l'air fait l'unanimité. Mais attention. La fabrication du dioxyde de titane libère des substances nocives, et il faut étudier davantage les effets du ruissellement des eaux de pluie provenant des bâtiments traités de même que les répercussions possibles des nanoparticules de TiO<sub>2</sub> sur la santé.

## **L'éco-façade ou comment piéger les gaz d'échappement**



Voici la façade de l'hôpital Manuel Gea Gonzalez à Mexico : un trésor d'architecture, pas tant pour le côté esthétique de ces 2500 mètres carré d'alvéoles, mais surtout pour sa capacité à neutraliser les gaz d'échappement.

### **Un revêtement en oxyde de titane**

La façade est en effet recouverte d'une couche ultra fine d'oxyde de titane, un revêtement qui s'active au contact des ultra-violets et qui se transforme en machine à filter l'air.

L'oxyde d'azote et les particules organiques se retrouvent piégées dans ces blocs. Des substances retraités ensuite en eau et en gaz carbonique.

“Avec une technologie comme la nôtre, l'avantage c'est que vous mettez cette façade Résolve quelque part et sans doute qu'elle ne va pas réduire tout de suite la pollution de l'air au niveau global dans une ville comme Mexico, mais ce qu'elle peut faire c'est avoir un impact direct et localisé sur la pollution de l'air dans un lieu donné. Donc, vous pouvez améliorer la santé des personnes qui travaillent dans ce bâtiment et celle des gens qui passent par là tous les jours”, explique Allison Dring, architecte pour ElegantEmbellishments.

### **Absorber la pollution de 9000 véhicules**

Le bâtiment serait ainsi capable d'absorber les gaz émis par près de 9000 véhicules par jour. Un bon début dans l'une des villes les plus polluées au monde.

Durée de vie de ce revêtement intelligent : cinq à dix ans.

## **LA TOUTE PREMIÈRE FORÊT DE CONIFÈRES VERTICALE AU MONDE !**

Dans le tout récent quartier milanais de Porta Nuova, s'élèvent deux tours géantes où poussent des arbres. On doit cela au célèbre architecte italien Stefano Boeri, reconnu pour ses folies végétales ! Ainsi, il crée la première « forêt de conifères verticale » du monde ! Stefano, audacieux et urbaniste visionnaire, est l'auteur du Bosco Verticale (Forêt verticale), projet composé de deux tours de 110 et 80 mètres de hauteur. Projet avec lequel il a remporté le prix d'architecture The International Highrise Award 2014, à Francfort.

L'architecte a imaginé une relation « du citadin à la verdure ». Bosco Verticale exploite d'une part l'énergie géothermique et solaire. Mais aussi, les bâtiments usent des végétaux comme alliés. Les arbres absorbent le CO<sub>2</sub>, et fournissent aux habitants, oxygène, ombre, humidité, ainsi qu'une protection contre la pollution sonore et les particules de poussière.



Photo 05 : Un bâtiment d'absorber la pollution  
source (auteur)



Photo 06 : Un bâtiment d'absorber la pollution source (auteur)

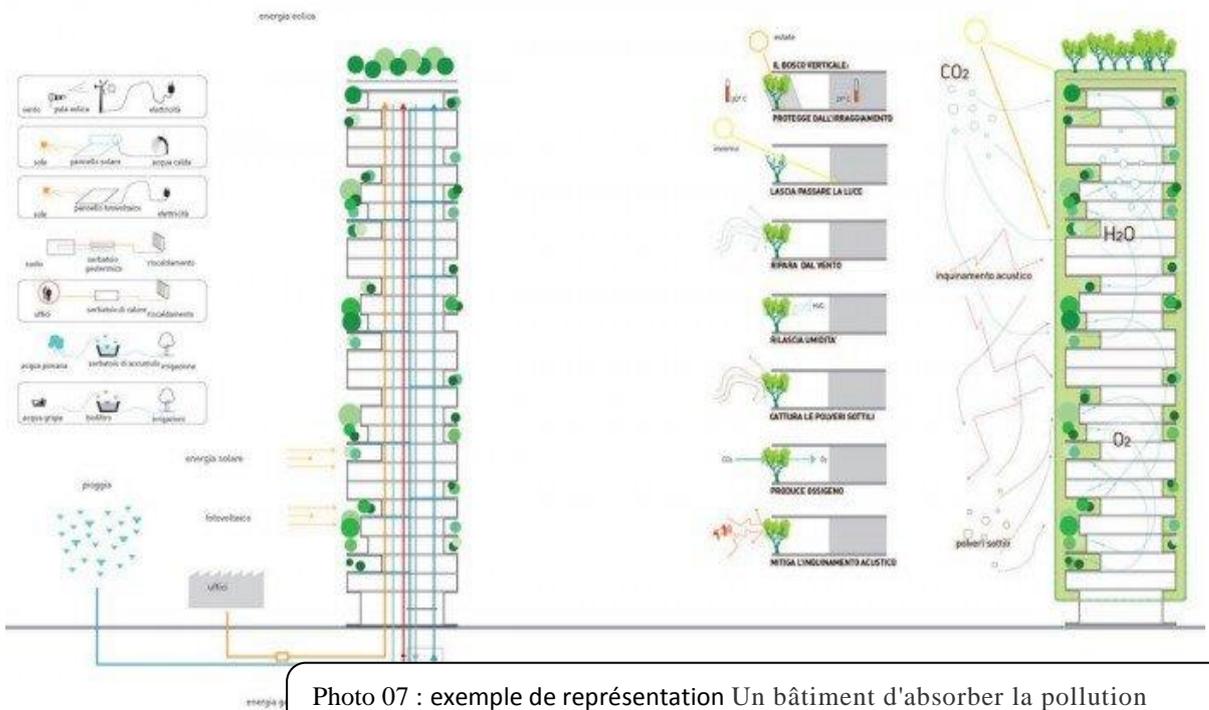


Photo 07 : exemple de représentation Un bâtiment d'absorber la pollution source (auteur)

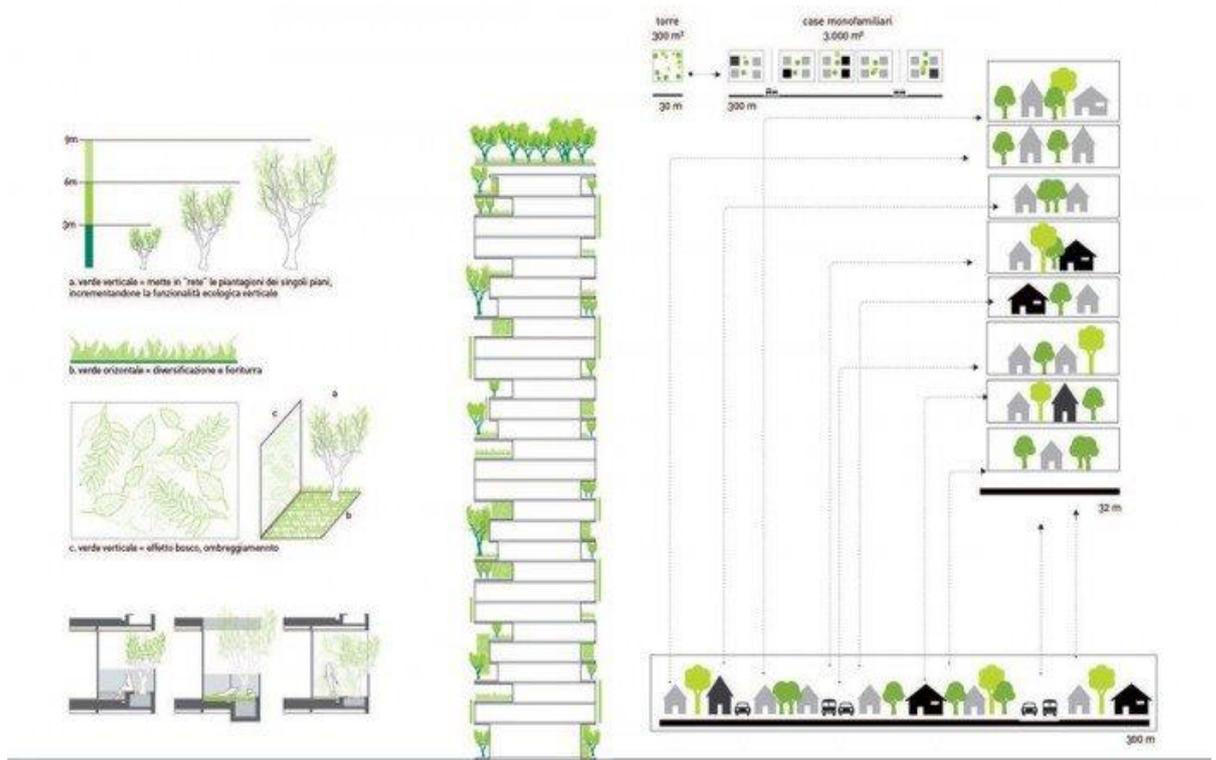


Photo 08 : exemple de représentation Un bâtiment d'absorber la pollution source (auteur)



Photo 09 : exemple de représentation le pont sur Un bâtiment pour absorber la pollution source (auteur)

## **Le bâtiment qui absorbe la pollution urbaine :**

### **La façade d'un hôpital de Mexico assainit l'air en captant et en transformant les gaz d'échappement.**

Non seulement la façade de l'hôpital Manuel Gea González (à Mexico) est d'une rare beauté architecturale, mais elle agit également pour notre santé. Les 2500 mètres carrés de revêtement aux allures de gigantesque ruche sont un véritable piège à pollution. Imaginée et réalisée par l'entreprise allemande ElegantEmbellishments, l'installation fait office de filtre géant. Sa structure alvéolée permet à l'air de circuler à travers, et aux particules fines de pollution d'être piégées par le matériau: du dioxyde de titane aux propriétés de photocatalyse.

Lorsque les rayons du soleil frappent la façade, ils déclenchent une réaction chimique qui permet d'emprisonner les gaz d'échappement des véhicules et de tous les composés organiques volatiles (COV) présents dans l'air. Ces derniers sont alors transformés en eau et en gaz carbonique.

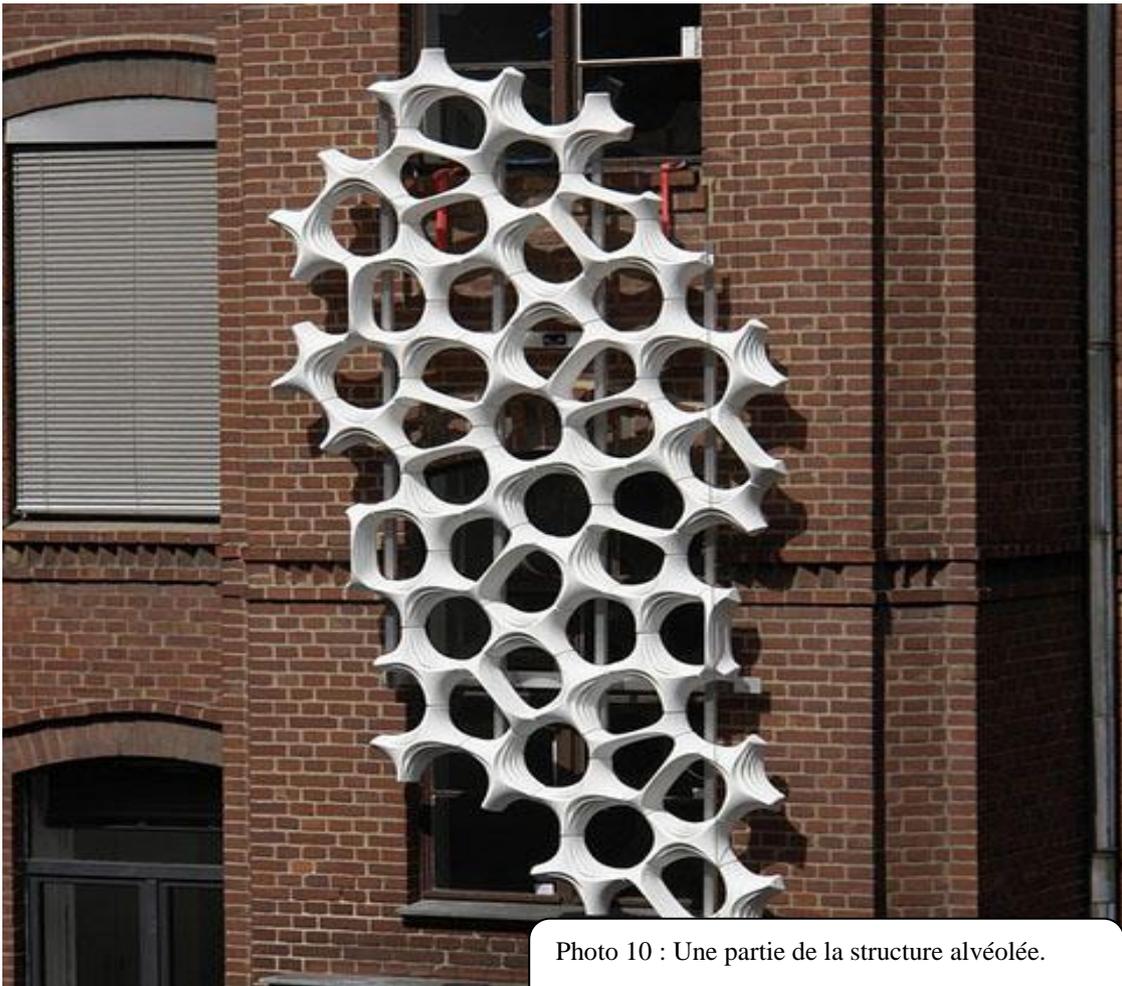


Photo 10 : Une partie de la structure alvéolée.

source (Crédit:ElegantEmbellishment)

Ce procédé permettrait de neutraliser l'équivalent des rejets quotidiens en CO2 de "1000 véhicules", selon le co-directeur d'ElegantEmbellishments, Daniel Schwaag. En 1992, les Nations Unies ont fait de la capitale mexicaine la ville la plus polluée de la planète. Seulement huit jours avec une bonne qualité de l'air avaient alors été comptabilisés.

Cette technique est porteuse d'espoir pour bon nombre de mégapoles. Pékin, par exemple, étouffe régulièrement sous un épais brouillard de pollution. Le nombre de personnes souffrant de difficultés respiratoires et de problèmes pulmonaires y aurait augmenté de 20%, en janvier 2013.

### **Des bâtiments qui absorbent la pollution, enfin une réalité !**

Le monde connaît une urbanisation forte, rapide, et souvent non contrôlée, chose qui n'est pas sans conséquences sur nos modes de vie et notre environnement de plus en plus touché par la pollution.

La question soulevée par l'accroissement de la pollution des villes a amené à trouver des solutions, et ce par le biais de l'innovation technologique. La recherche scientifique s'est longuement penchée sur l'élaboration de matériaux respectueux de l'environnement, mais la technologie est allée bien au-delà de cela, par la conception d'un matériau de construction capable d'absorber la pollution de l'air ambiant.

Il s'agit, en effet, de la dernière innovation technologique d'une entreprise italienne, Italcementi Group, cinquième producteur mondial de ciment, qui a mis au point un type de ciment innovant ayant des «propriétés nettoyantes ».

Nous sommes loin du classique matériau de construction inerte, le ciment i.active® BIODYNAMIC, composé à 80 % d'un matériau recyclé de prestige: du marbre de Carrare concassé, et de dioxyde de titane, utilise par un processus dynamique dit photocatalytique, la lumière du soleil pour capturer les polluants en suspension présents dans l'air ambiant et les transformer grâce à cette réaction en sels inertes.

Les particules ainsi transformées sont ensuite, transportées par le ruissellement des pluies. C'est en quelque sorte le même principe que celui de l'éponge qui piège en son sein l'eau et qu'on essore par la suite.

Une innovation technologique qui répond parfaitement aux enjeux actuels de la construction urbaine : esthétique, pérennité et contribution à un environnement plus sain et qui présente bien la preuve qu'urbanisation et respect de l'environnement sont des concepts qui peuvent bel et bien coexister.

Le ciment i.active® BIODYNAMIC a été utilisé pour revêtir le pavillon italien de l'Exposition universelle 2015 à Milan. Le PalazzoItalia, qui a marqué les esprits par ses propriétés dynamiques, son design élégant, et sa durabilité, dispose également de sources d'énergie propres à savoir verres photovoltaïques. Le PalazzoItalia, par ses caractéristiques étonnantes et respectueuses de l'environnement inspirera-t-il un nouveau mode de construction pour parvenir enfin à la réduction de la pollution ambiante ?

### Ces matériaux qui absorbent la pollution urbaine



Photo 11 : matériaux qui absorbent la pollution urbaine

Source : Posted by Il Blog di Isopan / 04 Sep 2014 .

L'utilisation dans le secteur du bâtiment de matériaux absorbant la pollution (appelés photocatalytiques) représente une solution particulièrement intéressante, en particulier dans les villes. Nombreux sont les produits pouvant être fabriqués avec ces matériaux, comme par exemple tuiles, béton, peintures, vernis, carrelage...

L'intérêt pour la photocatalyse ne cesse d'augmenter en Europe et son utilisation se développe essentiellement dans le secteur du bâtiment. L'application de cette technologie permet d'obtenir l'élimination de certaines substances polluantes de l'air, transformant les matériaux et les produits soumis à cette technologie en éléments multifonctionnels.

Le succès de ces matériaux s'explique par le fait que leur fonctionnement se base sur un phénomène naturel assez simple, dans lequel une substance définie photocatalyseur modifie la vitesse de la réaction chimique à travers l'action de la lumière. Cette réaction permet d'accélérer l'oxydation, favorisant la décomposition des agents polluants. Les substances nocives présentes dans l'air et sur les matériaux sont ainsi transformées en sels inorganiques, solubles dans l'eau et surtout inoffensifs. Grâce à la photocatalyse, l'oxyde d'azote (NOx), les particules fines (PM10) ou les VOC (Volatile Organic Compound) se

transforment en substances inoffensives tant par rapport à l'environnement ou à la santé de l'homme. Le dioxyde de titane (TiO<sub>2</sub>), le catalyseur le plus souvent utilisé, associe une action antibactérienne à un pouvoir anti-pollution.

La photocatalyse peut s'appliquer tant à l'extérieur qu'à l'intérieur. L'élément indispensable au processus est la présence de la lumière, soit naturelle soit artificielle. Dans les espaces intérieurs, l'utilisation de cette technologie représente une opportunité grâce à ses propriétés antibactériennes et constitue une opportunité intéressante dans les milieux hospitaliers. En outre, son utilisation dans les lieux publics comme les cantines, hôtels et restaurants est en cours d'étude.

La recherche s'oriente vers une utilisation des matériaux photocatalytiques sur les façades qu'elles soient opaques ou transparentes ; dans un futur proche, il sera bientôt possible d'avoir des fenêtres et des façades qui, grâce à l'action du soleil et de ces matériaux, seront capables de nettoyer l'air en réduisant les niveaux de pollution et d'éliminer l'éventuelle buée, avantages non négligeables pour les édifices de grande taille où les opérations d'entretien sont difficiles.

Le secteur routier est également propice à l'utilisation de matériaux de ce type, en raison de la circulation et de la concentration de la pollution. Doter les murs anti-bruit de matériaux photocatalytiques permet en une solution unique de résoudre le double problème de la pollution sonore et environnementale. Selon les estimations du CNR, une surface d'un mètre carré traité à l'aide de matériaux photocatalytiques, est en mesure de purifier en 45 secondes jusqu'à 90 pour cent de ce mètre carré. La diffusion de cette technologie, associée aux applications du photovoltaïque, pourrait consentir une transformation importante des zones urbaines, en augmentant la qualité de vie et réduisant considérablement la pollution de l'air.

### **Un béton capable d'absorber la pollution :**

Une entreprise italienne a mis en place un matériau très particulier. Il s'agit en fait d'un béton qui serait capable d'absorber la pollution.



Photo 12 : matériaux qui absorbent la pollution urbaine.

Source : Pixabay, image libre de droits.

Le groupe italien Italcementi, reconnu comme le cinquième producteur mondial de ciment, a voulu créer un matériau nouveau et respectueux de l'environnement.

L'article explique que « ce béton biodynamique a été sélectionné pour revêtir le PalazzoItalia, édifice phare de l'exposition universelle qui s'est tenue à Milan en 2015. » Mais il ne s'agit pas d'un matériau comme les autres, puisqu'il est « capable d'absorber la pollution. Au total, 9.000 mètres carrés de la surface externe du bâtiment italien ont été recouverts de dalles de béton. Ce revêtement blanc unique est composé d'agrégats recyclés et de dioxyde de titane. Il fonctionne grâce à la lumière du soleil via une réaction dite 'photocatalytique'. »

## Le béton aspirateur de pollution va-t-il s'imposer dans les villes?

Chaque année, en France, la pollution génère un coût évalué à 100 milliards d'euros, mais également un impact non-négligeable sur la santé des citoyens. Pour en réduire les effets, des entreprises du BTP ont trouvé une solution.

Les villes sont souvent accusées de bétonner, au détriment des enjeux écologiques, leurs derniers poumons verts. Et si le béton, permettait aux citoyens de mieux respirer. C'est le pari fait par plusieurs entreprises du BTP, qui tentent de calquer leurs technologies sur le principe de la photosynthèse des plantes. Habituellement, dans la nature, les végétaux absorbent du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et rejettent de l'oxygène.

Ici, l'idée est que le pavage agisse comme un filtre. La société espagnole PVT, vient donc de développer une gamme complète de dallages urbains utilisant ce principe. Baptisée "Ecorganic", ce nouveau matériau a pour mission d'absorber les particules fines présentes dans l'air pollué et de restituer, au contact du soleil, du sel... et de l'eau !

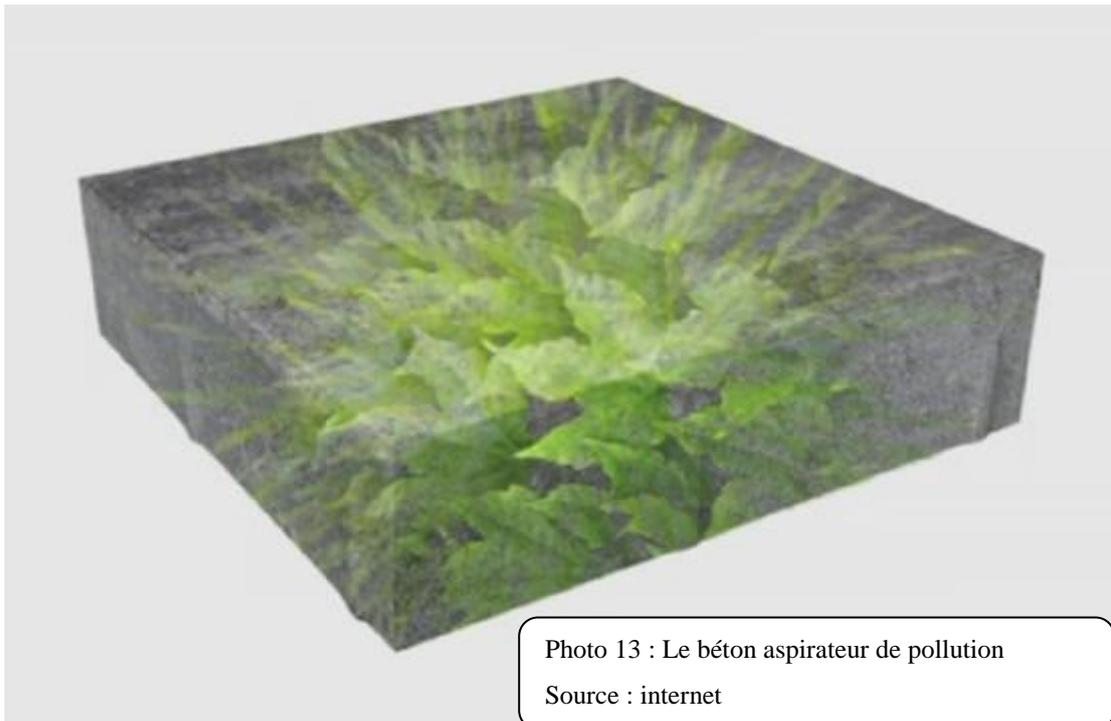


Photo 13 : Le béton aspirateur de pollution

Source : internet

Le principe appliqué aux dalles "Ecorganic" est comparable à la photosynthèse des plantes. Le tout étant rendu possible par l'intégration dans la couche supérieure du béton d'une molécule spéciale. L'entreprise promet qu'à 1,50 mètres du sol, plus de 80% de la pollution est ainsi supprimée. Séduites par ces prouesses technologiques, plusieurs villes françaises testent actuellement ces nouveaux matériaux de construction. Toulouse, Grenoble ou encore la ville la plus polluée de France, Marseille, se sont laissées convaincre.

## **Du ciment "anti-pollution" pour l'Expo universelle de Milan**

Reprenant ce principe, le béton "dépolluant" connaît également un succès grandissant autour de la planète. A Mexico (Mexique), une résille de ciment biodynamique est venue habiller les 2.500 mètres carrés de la façade de l'hôpital Manuel GeaGonzález. De quoi absorber, selon ses concepteurs, les effets polluants d'un millier de véhicules.

Dans le cadre de l'Exposition universelle de Milan (Italie), qui se tient jusqu'au 31 octobre 2015, l'architecte Michele Molè a également repris cette technique à son compte. Concepteur du pavillon italien, il a travaillé avec la firme Italcementi pour parer son bâtiment d'un ciment composé d'agréments recyclés et aux facultés dépolluantes. Au contact de la lumière, et grâce à ses propriétés photocatalytiques, ce béton capture la pollution pour la convertir en sels inertes. La firme transalpine a d'ailleurs déposé de nombreux brevets et entend commercialiser prochainement ce produit.

## **le nouveau programme façade végétale LE PRIEURÉ**



Si l'esthétique d'une façade végétalisée convainc le grand public, pour les investisseurs cet attrait visuel ne vaut que s'il s'avère durable. C'est cette exigence de pérennité et de respect de l'environnement qui est à l'origine du programme Vertipack FIABILIS®, avec la mise au point de protocoles rigoureux garantissant le succès d'une façade végétale dans le temps.

Ce nouveau programme est composé de 4 étapes essentielles pour garantir la durabilité d'une façade végétale : la conception de la palette végétale (choix de la palette végétale et

étude technique), la mise en culture, l'installation et la mise en place d'un protocole d'irrigation, et enfin le suivi et l'entretien de la façade. Chacune de ces phases mobilise l'expertise de l'ensemble de la société LE PRIEURÉ, les services étant tous intégrés.

### **La façade végétale, emblématique d'une éco-conception plus intelligente et responsable des villes de demain**

Les atouts des façades végétales ne sont aujourd'hui plus à démontrer : valorisant les bâtiments, elles participent à leur régulation thermique et offrent, notamment dans les grandes villes, des corridors biologiques bienfaisants et particulièrement agréables à l'œil. Si leur dimension esthétique est indéniable, elles présentent aussi de nombreux avantages sur le plan environnemental. Grâce à l'évapotranspiration des plantes, la façade végétale permet de lutter contre les effets d'îlots de chaleur urbains et réduit l'ensoleillement des bâtiments, favorise la biodiversité et contribue à l'amélioration de la qualité de l'air... En somme, une solution verte et éco-responsable qui répond aux objectifs de la transition énergétique et à la lutte contre le dérèglement climatique.

### **Les 7 engagements du Programme VERTIPACK FIABILIS®**

Spécialiste de solutions sur-mesure, LE PRIEURÉ mobilise ses équipes sur chaque projet et ce, à tous les stades : de la phase de conception à la phase de maintenance.

Avec son programme Vertipack FIABILIS®, la société a défini 7 engagements :

- **L'accompagnement sur-mesure**, pendant toute la phase de conception de la façade végétale
- **L'expertise 100 % intégrée**, de la phase d'études jusqu'à l'entretien de la façade, tous les intervenants étant salariés du PRIEURÉ (aucune sous-traitance) ;
- **Un interlocuteur unique**, dédié à chaque projet ;
- **Un suivi 2.0**, dès la fin de la mise en œuvre de la façade, avec une surveillance journalière, un pilotage à distance et la tenue d'un carnet d'entretien ;
- **Un entretien mensuel**, pour vérifier sur site chaque palette végétale ;
- **La réactivité**, avec une intervention garantie sous 48h en cas d'activation d'alertes ;
- **Le bilan performance semestriel**, incluant la consommation en eau de la façade et la liste

## **Liste des figures**

**Figure 01**-Résumé l'ensemble de paramètre

**Figure 02**-Situation d'El ma labiodh

**Figure 03**- Situation géographique d'El ma labiodh

**Figure.04** Situation géographique d'El ma labiodh

**Figure 05**-usine d'El ma labiodh

**Figure 06**-Emplacement d'usine ERCE

## **Liste des photos**

**Photo 01, Photo 02** : bâtiment manger de smog

**Photo 03,04,05,06** : bâtiment d'absorber la pollution en italie

**Photo 07,08,09** : exemple de représentation le pont sur Un bâtiment pour absorber la pollution

**Photo 10** : partie de la structure alvéolée

**Photo 11** : matériaux qui absorbent la pollution urbaine.

**Photo 12** : matériaux qui absorbent la pollution urbaine.

**Photo 13** : Le béton aspirateur de pollution

## **Liste des tableaux**

**Tableau 1** : Exemples d'effets sur différents récepteurs de la pollution atmosphérique

**Tableau 2** : Effets des polluants sur l'environnement

## **Liste des cartes :**

**Carte 01** : pdeau d'el ma labiodh

**Carte 02** : plan d'aménagement d'El ma labiodh

**Carte 03** : emplacement d'usine et el ma labiodh

**Carte 04** : situation de l'usine ERCE

## **Liste des symboles :**

As : Arsenic

Ag : Argent

Al : Aluminium

ACGIH : American

Be : Béryllium

BTEX : Benzène,

CO<sub>2</sub> : Dioxyde de carbone

COV : Composés organiques volatils

## **Bibliographie**

- AFSSE (Agence française de sécurité sanitaire environnementale), (2004), « L'impact de la pollution atmosphérique urbaine », Rapport 2, France (disponible à l'adresse internet suivante : ([www.afsse.fr](http://www.afsse.fr))).
- AFSSET (Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail), Pollution atmosphérique urbaine, (2006), « environnements et milieu », France. Disponible sur ([http://www.futura-sciences.com/fr/definition/t/developpement-durable-2/d/afsset\\_5434/](http://www.futura-sciences.com/fr/definition/t/developpement-durable-2/d/afsset_5434/))
- Albin M, (1998), Encyclopédie Universalis, (1998). Paris.
- Aoudia M. T, (2001), « Les rejets atmosphériques dans le secteur de la production du ciment et leurs impacts sur l'environnement. Moyens d'évaluation et de contrôle ». Séminaire CETIM, du 28-30 Octobre, Hôtel Hilton d'Alger.
- Ali-Khodja H & all, (2007), « Air quality and deposition of trace elements in idouche Mourad », Algeria.
- Colloque international Environnement et transports dans des contextes différents, Ghardaïa, Algérie, 16-18 fév. Actes, ENP ed, Alger, p. 157-162.
- Organisation mondiale de la santé, (2000), « Quantification of health effects of exposure to air pollution », Report of a who working group, Rapport no:EUR/01/5026342E74256), Pays-Bas.
- Amri B, (2008), « Pollution et nuisances environnementales des problèmes de décharges et carences en assainissement à Constantine », Mémoire de doctorat Université Mentouri Constantine.
- 2- Ait-ali L & Labii A, (2010), « Simulation de l'évaluation et du captage du CO<sub>2</sub> émis par une cimenterie d'Alger » Mémoire d'ingénieur, Université de d'Alger.
- 3- Azimi Sam, (2004), « Sources, flux et bilan des retombées atmosphériques de métaux » Mémoire de doctorat option : Sciences et Techniques de l'Environnement, Île-de-France.
- 4- Belala Assia & Demmene Debbih Wahiba, (2003), « Pollution particulaire et métallique aéroportée dans la ville de Didouche Mourad », Mémoire de fin d'étude en écologie et environnement, Université Mentouri Constantine.
- 5- Benyoucef K, (1992), « Mesure des retombées totales et humides à Blida ». Mémoire de fin d'étude de cycle d'ingénieur, Université Blida.

**Site internet :**

- Wikipedia ([http://fr.wikipedia.org/wiki/Pollution\\_de\\_l'air](http://fr.wikipedia.org/wiki/Pollution_de_l'air))  
([http://www.ace.mmu.ac.uk/eae/french/air\\_quality/older/natural\\_air\\_pollution.html](http://www.ace.mmu.ac.uk/eae/french/air_quality/older/natural_air_pollution.html))
- <http://www.environnement.ccip.fr/Thematique/Air/Entreprises-comment-reduire-vos-emissions-atmospheriques/Les-particules-et-poussieres/Definition-Particules-et-Poussieres>
  - [http://www.actu.environnement.com/ae/dictionnaire\\_environnement/definition/compose\\_organique\\_volatil\\_cov.php4](http://www.actu.environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/compose_organique_volatil_cov.php4)

**RESUME**

La pollution de l'air résulte de multiples facteurs anthropiques et surtout ceux industriels. La pollution atmosphérique et spécialement celle résultante des émissions des cimenteries est un phénomène très complexe compte tenu de la diversité des polluants. Les niveaux de cette pollution dépendent de la nature et des conditions de rejets ainsi que des conditions atmosphériques qui déterminent le transport, la diffusion et les retombées de ces polluants.

La fabrication du ciment est un processus polluant malgré la nécessité absolue de ce matériau pour la vie sociale et économique, et la grande importance que lui accorde le monde entier. Les nuisances engendrées des activités de sa fabrication, à savoir ; les polluants qui sont de diverses natures (gaz, poussières et métaux lourds), le bruit et les odeurs, ont un impact nocif sur la santé humaine, animale et végétale et l'environnement bâti.

A cet effet notre recherche s'énonce à :

- Définir les différents types de polluants émis par les cimenteries et leur impact sur la santé et l'environnement ;
- Investiguer les meilleures techniques de prévention et de contrôle de la pollution, utilisées dans les cimenteries des pays de la communauté Européenne afin de l'éliminer ou à défaut de la réduire à des taux acceptables.

De cette recherche théorique, une projection est effectuée sur la cimenterie « ERCE » d'EL MA LABIODH où des enquêtes ont été menées à différentes échelles ; environnementale, sanitaire et sociale, afin de :

- Définir les polluants émis par cette cimenterie ainsi que les niveaux de leurs taux ;
- Exposer les techniques de prévention et de contrôle utilisées dans cette cimenterie ;
- Comparer ces techniques avec celles investiguées des cimenteries européennes.

De ce qui précède nous sommes amenés à conclure qu'en théorie il y a possibilité de réduire les émissions des polluants engendrés par les activités de fabrication de ciment avec l'instauration de techniques et mesures appropriées et un meilleur contrôle.

Des recommandations sont alors proposées :

- à court terme : introduire les mesures de nature simple et rapide à réaliser, telles que le remplacement des filtres défectueux, le nettoyage des sols, la régularité de la maintenance des installations, la gestion des stockages et transports, le reboisement du site, etc.
- à long terme, accéder à des installations de fabrication plus écologiques et rechercher des sites pour la fabrication du ciment loin des zones urbaines.

**Mots clés** : pollution de l'air, cimenterie, techniques, émissions, impacts environnementale et sanitaire, el ma labiodh ,erce

### **Abstract**

The air pollution results from multiple anthropogenic factors and especially industrial ones. Air pollution and especially that resulting from cement plants emissions is a very complex phenomenon given the variety of pollutants. Levels of this type of pollution depend on the nature and conditions of releases and weather conditions that control transport, distribution and impacts of these pollutants.

The cement manufacturing is a pollutant process, despite the absolute necessity of this material for the social and economic life, and the great importance given by the worldwide. Nuisance caused by its manufacturing activities, namely, the pollutants that are of various kinds (gas, dust and heavy metals), noise and smells, have a harmful impact on human animal and vegetation health, the built environment.

To this effect our research proposes to:

- Define different types of pollutants emitted by cement plants and their impact on health and environment;
- Investigate best techniques to prevent and control pollution, used in cement plants of European community countries, in order to eliminate or even reduce them to acceptable levels.

From this theoretical research, a projection is made on the cement plant "ERCE" of El MA LABIODH where surveys were conducted at different scales: environmental, health and social, in order to:

- Define pollutants emitted by this cement plant and the levels of their rates;
- Describe techniques of prevention and control used in the cement plant;
- Compare these techniques with those investigated in European cement plants.

From above, we come up to conclude that, in theory there is a possibility to reduce emissions of pollutants generated by cement manufacturing with the introduction of appropriate techniques and measures and better control.

Recommendations are then proposed:

- in short-term: introduction of simple and quick to perform measures; such as filters replacement, floor cleaning, regular maintenance of facilities, management of storage and transport, reforestation of the site, etc..
- In long-term: access to manufacturing facilities more environmentally and search for sites for the manufacture of cement far away from urban areas.

**Key words:** air pollution, cement plant, techniques, emissions, environmental and health impacts, el ma labiodh ,erce

## ملخص

تلوث الهواء الناجم عن عوامل بشرية متعددة وخصوصا في مجال صناعي. تلوث الهواء وخصوصا أن الانبعاثات الناتجة من مصانع الاسمنت هي عملية معقدة للغاية نظرا لتنوع الملوثات. مستويات تلوث الهواء تعتمد على طبيعة وظروف الطقس وظروف الافراج التي تتحكم في النقل والتوزيع وتأثيرات هذه الملوثات.

عملية تصنيع الاسمنت هو ملوث، على الرغم من الضرورة القصوى لهذه المواد عن الحياة الاجتماعية والاقتصادية ، والأهمية المعطاة لها في جميع أنحاء العالم. تسبب إزعاجا لأنشطة الصناعة التحويلية، وهي الملوثات التي هي من أنواع مختلفة (الغاز والغبار والمعادن الثقيلة)، والضوضاء والروائح، ولها تأثير ضار على صحة الإنسان والحيوان والنبات، وبنيت والبيئة تحقيقا لهذه الغاية يقرأ في بحثنا:

-- تحديد أنواع مختلفة من الملوثات المنبعثة من مصانع الاسمنت وتأثيرها على الصحة والبيئة ؛

-- التحقيق في أفضل التقنيات لمنع ومكافحة التلوث في صناعة الاسمنت المستخدمة في دول الاتحاد الأوروبي إلى إلغاء أو تخفيض خلاف عليها إلى مستويات مقبولة.

هذا البحث النظري، يتم إسقاط على مصنع الاسمنت "ERCE" أين أجريت التحقيقات على مختلف المستويات، البيئية، والنظام الصحي والاجتماعي:

-- لتحديد الملوثات التي تنبعث من الاسمنت ومستويات أسعارها؛

-- وصف أساليب الوقاية والسيطرة المستخدمة في صناعة الاسمنت؛

-- مقارنة هذه التقنيات في التحقيق مع مصانع الاسمنت الأوروبي.

من أعلاه يقودنا إلى استنتاج مفاده أن من الناحية النظرية من الممكن للحد من انبعاثات الملوثات الناتجة عن صناعة لاسمنت مع إدخال التقنيات والتدابير وتحكم أفضل.

ويقترح توصيات ثم اتخاذ تدابير على المدى القصير لتنفيذ مثل بسيطة وسريعة، مثل تنظيف الأرضيات، وصيانة دورية للمرافق، وإدارة التخزين والنقل، وإعادة التحريج للموقع ، الخ. وعلى المدى الطويل لمنشآت تصنيع أكثر ملاءمة للبيئة والبحث عن مواقع لصناعة الاسمنت بعيدا عن المناطق الحضرية.

مفتاح الكلمات : تلوث الهواء ، الاسمنت، التقنيات، الانبعاثات، والتأثيرات البيئية والصحية ,الماء الابيض