



Université d'Oran 2
Faculté des Sciences Economiques, Commerciales et des Sciences de
Gestion
Ecole Doctorale d'Economie et de Management

MEMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Magister
En Sciences Economiques

PROBLEMATIQUE DES POLLUTIONS DES ZONES INDUSTRIELLES
EN ALGERIE : CAS DES CIMENTERIES

Présenté et soutenu publiquement par :
M^{me} HAZAB Zineb Khadidja

Devant le jury composé de :

M ^r BOURI Chawki	MCA	Université d'Oran 2	Président
M ^r SALEM Abdelaziz	Professeur	Université d'Oran 2	Rapporteur
M ^r MOULAI Ali	MCA	Université d'Oran 2	Examineur
M ^{me} TAIBI BenyahiaGhalia	MCA	Université d'Oran 2	Examineur

Année 2016/2017

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciement

Mes remerciements s'adressent à :

Monsieur le professeur SALEM Abdelaziz pour l'attention et la disponibilité dont il a su faire preuve au cours de ces années de thèse.

Je voudrai également remercier les membres de mon jury : pour l'honneur qu'ils m'ont fait en portant leur attention sur ce travail.

A tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.

*A monsieur le directeur des ressources humaines à la société des ciments de Saïda
MR. HACHEMI Mohamed.*

Dédicace

*À mon trésor, l'amour de ma vie, à celle qui ma accordée l'honneur de devenir
maman, Meriem (mimiche)*

*Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la
reconnaissance, c'est tout simplement que ; Je dédie cette thèse de magistère à :*

À Ma tendre Mère qui n'a pas cessé de m'encourager.

*À Mon très cher Père, Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour
mon éducation et mon bien être.*

Ce travail est le fruit des sacrifices de mes parents

*À mon très cher époux, ton soutien moral et matériel m'a permis de réussir Ce
travail.*

À mes chers frères.

À mes chers beaux-parents.

À mes chères belles sœurs, mes chers beaux-frères.

À ma très chère amie : Hakima.

À tous les membres de ma promotion.

Liste des abréviations

B.M.C. Bâtiment et Matériaux de Construction

C.O.V. Composés Organiques Volatils

D.B.O. Demande Biologique en Oxygène

D.C.O. Demande Chimique en Oxygène

D.I.B. Déchets Industriels Banaux

D.I.S. Déchets Industriels Spéciaux

E.R.D. Eau Résiduelle Domestique

E.R.I. Eau Résiduelle Industrielle

E.R.U. Eau Résiduelle Urbaine

G.E.S. Gaz à Effet de Serre

G.I.C.A. Groupe Industriel des Ciments d'Algérie

M.E.S. Matières En Suspension

N.F. Norme Française

P.C.B. Poly ChlorBiphényles

P.N.U.D. Projet des Nations Unis pour le Développement

U.I.A.P.P.A. l'Union International des Associations pour la Préservation de la Pollution de l'Air et la protection de l'environnement

U.I.C.N. Union International pour la Conservation de la Nature

U.V. Ultra-Violet

Table des matières

Introduction générale	1
Chapitre I Pollution industrielle	
Introduction	5
1. La dimension des problèmes environnementaux.	6
a. L'épuisement des ressources naturelles et Les pollutions.	6
a.1 La surpêche	7
a.2 La déforestation	7
a.3 Les pollutions atmosphériques	10
a.4 Les pollutions chimiques	12
b. La réduction de la biodiversité et le problème des déchets.	13
b.1 Les niveaux de biodiversité	13
b.2 Le problème des déchets	14
a) Les déchets des ménages	14
b) Les déchets industriels	15
c) Autres déchets spéciaux	15
c. Le dérèglement du climat de la planète et la pression démographique.	17
c.1. L'alimentation	17
c.2 L'économie politique de l'eau	18
c.3 Les migrations climatiques	18
c.4 La mutation du système énergétique mondial	19
c.5 Une guerre climatique	20
c.6 La pression démographique	20
2. La pollution industrielle.	21
a. Air.	21
a.1 Toxicité des composés en trace émis par l'homme	21
a.2 Polluants de l'air et sources des rejets	23
a.3 Réduction des rejets	25
b. Mer.	27
b.1 l'eau résiduaire industrielle	29

b.2	Résidus et rejets	30
b.3	Traitement des effluents pollués	31
b.4	Les polluants de l'eau et le traitement	32
b.5	L'assainissement	34
c.	Terre.	35
c.1	La qualité des sols	35
c.2	Les polluants et le sol	38
c.3	Prévention et évaluation des risques	39
c.4	Les procédés de dépollution	40
Conclusion		43
Chapitre II les instruments de protection de l'environnement et l'industrie cimentière		
Introduction		45
1.	Les instruments de protection de l'environnement	47
a.	Les techniques douces	47
a.1	La lutte biologique	48
a.2	L'agriculture biologique	48
a.3	les énergies renouvelables	49
a.4	Le recyclage	50
b.	Les pouvoirs publics	50
c.	Stratégie des entreprises	52
c.1.	Le plan de déplacement d'entreprises	52
c.2.	le système de management environnemental ISO 14001	52
c.3.	L'audit d'environnement	53
c.4.	Les stratégies environnementales des entreprises	54
c.5	l'écologie industrielle	55
d.	Autres techniques	56
d.1.	Pour la sécheresse	56
d.2.	Les inondations	56
d.3.	La déforestation	57
d.4.	La dégradation du sol	57
2.	L'industrie cimentière dans le monde.	59

a.	Les ciments dans l’histoire.	59
a.1	L’évolution historique du ciment	59
a.2	L’évolution de l’industrie cimentière	60
b.	Cycle et procédé de fabrication.	62
b.1	Généralités et principes de fabrication	62
b.2	Le cycle de production	63
b.3	Préparation de la matière première	64
b.4	Broyage, conditionnement et transport	65
b.5	Classification des ciments et leurs codification	66
c.	La France comme exemple chiffre.	71
c.1	Chiffres clés production consommation	71
c.2	Chiffres clés production de ciment par catégorie	73
c.3	Chiffres clés d’exportation et d’importation	85
3.	La pollution par le ciment.	87
a.	Causes de pollution industrielle.	87
a.1	La production d’énergie	87
a.2	Les combustibles fossiles	88
a.3	L’énergie nucléaire	88
a.4	Les activités de l’industrie chimique	89
a.5	Les activités agricoles	90
b.	Impact environnemental des ciments.	91
c.	L’industrie cimentière aux effets positifs.	93
c.1	Capter du CO2 et des polluants dans le ciment	93
c.2	la chaux remplace le ciment	93
c.3	Les enjeux de l’industrie du ciment	94
	Conclusion	96
Chapitre III cas de la société des ciments de Saïda.		
	Introduction	98
1.	La présentation du groupe GICA	99
a.	Les Missions du Groupe GICA et sa localisation	99
a.1	les missions du groupe	99

a.2	La localisation du groupe	100
b.	L'organigramme du groupe et son plan de développement	100
b.1	l'organigramme du groupe	101
b.2	Le plan du développement du groupe	103
C.	les grandes infrastructures réalisées du groupe et son plan pour l'environnement	104
c.1	Les grandes infrastructures réalisées avec les ciments GICA	104
c.2	Au plan de protection d'environnement	105
2.	Présentation de la société.	107
a.	L'historique de l'industrie cimentière en Algérie.	107
b.	La SCIS et ses ateliers.	109
b.1	Identification et la localisation e la Société	109
b.2	Les ateliers de la société	110
b.3	Lescaractéristiques des ateliers	112
c.	L'évolution de la production dans la SICS.	115
3.	L'investissement en matière de préservation de l'environnement	117
a.	Les investissements au sein de la SCIS.	117
b.	La politique environnementale de la société.	119
c.	D'électrofiltre au filtre à manches.	121
c.1	Inconvénients des Electrofiltres	121
c.2	Avantages du Filtre à manches	121
c.3	Les Etapes de remplacement des Electrofiltres par le Filtre à manches	122
c.4	Perspective de l'entreprise en matière d'environnement	123
	Conclusion	124
	Conclusion générale	127
	Liste des abréviations	128
	Liste des tableaux	129
	Liste des figures	130
	Liste des graphes	131
	Bibliographie	132
	Annexes	135

Liste des tableaux

Tableau n° 01	désignation des différents types de ciment en fonction de leur composition	Page : 68
Tableau n° 02	spécification et valeurs garanties en fonction de la classe	Page :69
Tableau n° 03	tableau de production-consommation de ciment en France en milliers de tonnes	Page :71
Tableau n° 04	tableau de production de ciment en France par catégorie 2010 (en pourcentage)	Page :73
Tableau n° 05	tableau de production de ciment en France par catégorie 2012 (en pourcentage)	Page :74
Tableau n° 06	tableau de production de ciment en France par catégorie 2013 (en pourcentage)	Page :76
Tableau n° 07	tableau de production de ciment en France par catégorie 2014 (en pourcentage)	Page :77
Tableau n° 08	tableau d'exportation et d'importation en milliers de tonnes	Page :78
Tableau n° 09	l'impact environnemental d'une tonne de ciment	Page :84
Tableau n° 10	recommandations pour améliorer l'activité de l'industrie cimentière	Page :88
Tableau n° 11	Evolution de la Production de Ciment de Puis le Démarrage de l'Usine de (1979 – 2011)	Page :120

Liste des figures

Figure n° 01	schéma définissant les horizons du sol	Page : 37
Figure n° 02	cycle de production du ciment	Page :63
Figure n° 03	principes de fabrication du ciment	Page :65
Figure n° 04	Organigramme du groupe GICA	Page : 93
Figure n° 05	l'évolution de la production du ciment de 2009 à 2014.	Page : 97
Figure n° 06	l'évolution du chiffre d'affaire de la société depuis 2010 jusqu'à 2015	Page : 98
Figure n° 07	l'évolution de la production du ciment de 2010 à 2015.	Page : 98
Figure n° 08	L'évolution du résultat financier de la société.	Page : 102
Figure n° 09	l'évolution de la production du ciment dans la SCHS.	Page : 102
Figure n° 10	l'évolution de la production du clinker dans la SCHS.	Page : 102
Figure n° 11	organigramme de la société SCIS	Page :112
Figure n° 12	la direction commerciale	Page : 113
Figure n° 13	la direction technique	Page : 113
Figure n° 14	la direction des ressources humaines	Page : 114
Figure n° 15	la direction finance et comptabilité	Page : 114
Figure n° 16	l'organigramme du laboratoire	Page : 115
Figure n° 17	Organigramme de la société SCIS	Page : 127
Figure n°18	Changement de la tour de préchauffage	Annexe
Figure n°19	Réhabilitation du refroidisseur à clinker	Annexe
Figure n°20	Changement des tronçons de virole	Annexe
Figure n°21	Automatisation du système contrôle commande	Annexe
Figure n°22	Changement du filtre à lit de gravier par un filtre à manches AIR /AIR	Annexe
Figure n°23	Changement du refroidisseur à bain d'air par un refroidisseur pendulaire	Annexe
Figure n°24	Changement des pompes de transport cru et ciment	Annexe
Figure n° 25	Changement du réducteur du broyeur cru	Annexe
Figure n° 26	Changement de tronçons de virole four	Annexe
Figure n° 27	schéma représentant la récupération des eaux de refroidissement	Page : 118
Figure n° 28	schéma simplifié d'un filtre à manches	Page : 122

Liste des graphes

Grappe n° 01	l'évolution de la production et la consommation du ciment	Page : 72
Grappe n° 02	cercle graphique présente la production des catégories de ciments 2010	Page :73
Grappe n° 03	cercle graphique présente la production des catégories de ciments 2012	Page :74
Grappe n° 04	cercle graphique présente la production des catégories de ciments 2013	Page :93
Grappe n° 05	cercle graphique présente la production de ciments par catégories 2014	Page :97
Grappe n° 06	l'évolution d'exportation et d'importation du ciment	Page :98

Introduction générale

Introduction générale

" L'écologie est aussi et surtout un problème culturel, le respect de l'environnement passe par un grand nombre de changements comportementaux " Nicola HULOT

Le changement des comportements ne concerne pas les citoyens ni les entreprises seulement mais et surtout les gouvernements qui doivent prendre des décisions courageuses, fermes et engageantes tout en les respectant.

L'évènement marquant de ce nous avançons est la conférence actuelle sur le climat de Paris "COP 21" auquel participent plus de 500 000 personnes dont plus de 20 000 officiels a pour objectif principale de maintenir un réchauffement climatique en dessous de 2°C.

L'évènements tout aussi important que le COP 21 est le matin Pékinois du 14 Avril où la ville s'est éveillée sur une tempête de sable qui ne s'était vue depuis plus de dix ans et où le masque n'a pu faire face à l'importance de la pollution qui a obligé la population d'être cloîtrée. Ceci n'est pas nouveau en Chine (1^{er} Pollueur au monde avec 27%) ; selon une étude menée par l'université Californienne de Berkley sous le titre : " Air pollution in China :Mapping of concentration and sources " par A. Rohde et R A Muller, il y a environ 4 000 morts par jour en Chine suite à la pollution de l'air.

Un proverbe chinois dit : *" lorsque tu bois de l'eau souviens-toi de la source "*. Le développement qui est un processus universel-selon ROSTOW- ; dépend du taux d'investissement et de l'industrialisation. Puisque les ressources naturelles sont d'un prix négligeable, il faut prendre en considération son usage rationnel et responsable en investissant et en matière d'industrie notamment cimentière.

Le processus de production du ciment nécessite une consommation importante de matières premières et d'énergie et par conséquence génère des résidus et des rejets. Ces deux derniers ont donc un impact important sur l'environnement.

Tous ces événements et l'importance des changements constatés et prévues, et qui ne laissent indifférents nous amène à poser plusieurs questionnements auxquels il va falloir trouver des solutions. Ces questionnements nous ont inspirés à se demander s'il existe une politique de protection de l'environnement pollué par les cimenteries.

Afin de pouvoir répondre à notre problématique principale ; il était indéniable de trouver des réponses d'abord à des sous questions et qui sont :

Introduction générale

- Quelles sont les problèmes de l'environnement ?
- Sous quelle forme se présente la pollution industrielle ?
- Les cimenteries en Algérie investissent-elles en matière de protection de l'environnement ?

Les raisons pour lesquelles on a adopté ce sujet

- Raison objective : C'est un sujet d'actualité et qui ne laisse indifférent.
- Raison subjective : Etant sensible à tous ce qui concerne la nature et l'environnement.

Comme pour toute recherche scientifique, notre problématique se conforme à une des deux hypothèses :

- Il existe une politique de protection de l'environnement pollué par les cimenteries en Algérie.
- Les cimenteries en Algérie négligent les politiques de protection de l'environnement pollué.

Le sujet a été traité d'une façon descriptive en commençant par, une observation de l'environnement direct. Ensuite, par une documentation diversifiée et de lectures et enfin par des entretiens sur site avec des cadres de la société des ciments de Saida tels le DRH et le Chef de département santé et environnement.

Notre réflexion à été construite sous l'influence de travaux semblables tels que :

- Philippe Bontems Et Gilles Rotillon dans "Economie de l'environnement"
- Jacques-André Hertig dans "Etude d'impact sur l'environnement"

Ceci dit, notre étude sur la politique de protection de l'environnement pollué par les cimenteries à été scindée en trois chapitres :

En premier lieu, la pollution industrielle. Le chapitre est consacré à une analyse des problèmes environnementaux dans une première partie, alors que la seconde partie fera l'objet de la pollution industrielle dans ses trois formes : Air Mer et Terre ;

A titre d'exemple, on a pris la France comme exemple on présentant des statistiques qui reflètent l'état de l'industrie cimentière en France le pays parmi les dix-huit premiers pays producteurs du ciment pendant la dernière décennie.

Introduction générale

Le second chapitre consiste à faire connaître l'industrie cimentière les instruments de protection de l'environnement et comprend dans sa première partie quelques techniques de protection d'environnement, l'histoire du ciment ainsi que les procédés de fabrication. Dans sa deuxième partie, le chapitre est consacré sur l'impact environnemental de chaque type de ciment avec des perspectives souhaitées.

En dernier lieu ; le troisième chapitre, dans une première partie est quant à lui, consacré à un bref historique de l'industrie cimentière en Algérie (GICA) et à une présentation de l'entreprise, cas de notre travail : la SICS ex : SNMC. Dans sa deuxième partie, il est question des investissements consentis au sein de l'entreprise et la présentation de sa politique environnementale. On a détaillé le plus grand et le plus important investissement dans l'histoire de la société des ciments de Saida, en l'occurrence, le remplacement des électrofiltres par le filtre à manches.

Le plan de travail :

Introduction générale

Chapitre I Pollution industrielle

1. La dimension des problèmes environnementaux.

- d. L'épuisement des ressources naturelles et Les pollutions.
- e. La réduction de la biodiversité et le problème des déchets.
- f. Le dérèglement du climat de la planète et la pression démographique.

2. La pollution industrielle.

- d. Air.
- e. Mer.
- f. Terre.

Chapitre II les instruments de protection de L'environnement et l'industrie cimentière

- 1. Les instruments de protections de l'environnement
 - a. Les techniques douces.
 - b. Les pouvoirs publics.
 - c. La stratégie des entreprises.

Introduction générale

d. Autres techniques.

2. L'industrie cimentière dans le monde.

- d. Les ciments dans l'histoire.
- e. Cycle et procédé de fabrication.
- f. La France comme exemple chiffre.

3. La pollution par le ciment.

- d. Causes de pollution industrielle.
- e. Impact environnemental des ciments.
- f. L'industrie cimentière aux effets positifs.

Chapitre III cas de la société des ciments de Saïda.

1. La présentation du groupe GICA.

- a. Les missions du groupe GICA et sa localisation.
- b. L'organigramme du groupe et son plan de développement.
- c. Les grandes infrastructures réalisées du groupe et son plan pour l'environnement.

2. Présentation de la société SCIS.

- d. L'historique de l'industrie cimentière en Algérie.
- e. La SCIS et ses ateliers.
- f. L'évolution de la production dans la SICS.

3. L'investissement en matière de préservation de l'environnement

- d. Les investissements au sein de la SCIS.
- e. La politique environnementale de la société.
- f. De l'électrofiltre au filtre à manches.

Conclusion générale

Comme tous projet de recherches, notre travail a rencontré des contraintes et principalement :

- La documentation relative à la pollution industrielle par le ciment est très peu fournie et quand elle existe ; elle est inaccessible.

Introduction générale

- Les données sont souvent inexistantes d'où l'influence sur notre recherche, à l'exemple des données de la production des types de ciments en France qui sont sous le monopole du syndicat de l'industrie cimentière français et auquel les chiffres de l'année 2011 manquent et l'année 2015 n'est pas encore publiée. Et même au niveau de la cimenterie, cas de notre étude (Saida) les données concernant l'évolution de la production des années 2013, 2014 et de 2015 n'ont pas été fournies et on ignore les causes.

Chapitre I

Pollution industrielle

Introduction du chapitre

L'industrie occupe une grande place dans la crise mondialisée de l'environnement. Elle est au banc des accusés et elle demeure, dans l'esprit de la population, la principale responsable de la dégradation des écosystèmes, des espaces et ressources naturelles et de la réduction de l'air propre ;

Dans ce chapitre, en va voir un bref survol sur la dimension des problèmes de l'environnement dont le dérèglement du climat de la planète a eu le grand espace de cette dimension, l'épuisement des ressources naturelles et la réduction de la biodiversité ainsi qu'on va citer le problème des déchets ;

Ensuite on va essayer de clarifier les divers types de pollution industrielle dans la deuxième partie du chapitre, tel que la pollution Air, Mer et la pollution du sol.

1. La dimension des problèmes environnementaux:

L'homme épuise les ressources naturelles renouvelables telles que la surpêche et la déforestation et les ressources non renouvelables telles que l'épuisement du pétrole.

a. L'épuisement des ressources naturelles et Les pollutions.

a.1) la surpêche :

La surpêche pour une espèce de poissons donnée, est lorsque la quantité de poissons capturés annuellement est supérieure à la production nette de cette espèce.

Malgré la prise de conscience croissante des menaces liées à la surpêche, le taux d'exploitation des stocks reste trop élevé pour permettre aux espèces marines de se reconstituer.

La capture mondiale de poisson a plus que quadruplé au cours des quarante dernières années ; le concept de surpêche est évoqué pour la première fois dans la convention des Nations Unies sur le droit de la mer en 1982, qui définit un certain nombre de lois et pratiques internationales visant à la protection du milieu marin, malgré l'engagement des 159 pays signataires, la situation s'est terriblement aggravée en trente ans.

Les causes de la surpêche :

- La surcapacité des navires de pêche : les nouvelles techniques comme les grands filets dérivants pouvant atteindre 50 km de longueur, les systèmes perfectionnés de détection au sonar, la mécanisation des opérations ou les navires-usines dont l'autonomie en haute mer atteint plusieurs mois, ont considérablement augmenté les possibilités de capture.
- Les techniques non sélectives : donnant lieu à des captures accessoires non désirées, entraînent un gaspillage important.
- La mauvaise volonté des états.

Les conséquences de la surpêche peut se résumer en deux principales conséquences : la biodiversité des océans sera en danger et la pêche artisanale des pays côtiers du sud sera menacée.

Face à cette situation dramatique, de sévères mesures s'imposent ; après la conférence internationale sur la pêche de mai 1992 à Cancún et la conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement de Rio en juin 1992, un code de conduite international en matière de pêche a été élaboré ; ce code inclut l'accroissement du contrôle des pavillons des bateaux de pêche et le développement des informations sur les espèces en danger, mais il

n'aborde pas la question de l'arrêt des subventions aux navires de grande capacité, ni la nécessité d'un moratoire sur la construction de nouveaux navires industriels et la mise en place d'un plan de désarmement.¹

a.2) la déforestation :

On appelle déforestation tout processus qui aboutit à la disparition d'une forêt en tant qu'écosystème stable.

Les causes principales de la déforestation sont :

- Le bois de feu ou bois de chauffe : les arbres fournissent plus de 90% de l'énergie totale utilisée dans les pays pauvres ; ils satisfont un besoin d'énergie de survie puisque le bois et le charbon de bois sont indispensables pour couvrir les besoins énergétiques de bases : la cuisson des aliments et le chauffage des maisons.

C'est le problème des ressources gratuites qui sont utilisées sans prise de consciences réelle par les habitants de leur disparition puisqu'ils les trouvent aux alentours et coupent des arbres sans payer de taxes.

- Le bois de construction ou de fabrication : on peut constater une dégradation qualitative des forêts, conséquence d'une sélection de certaines espèces pour l'exportation ; la forte demande des pays industrialisés a des effets sur la composition des forêts.

Le bois d'œuvre est utilisé pour la construction de maison mais aussi d'outillage divers ; ce bois est une source de revenus importante pour bon nombre de pays, il rapporte des devises tout en créant des emplois ; pour les pays possédant peu de ressources naturelles et de possibilités industrielles, les exportations de bois sont souvent essentielles à leur stratégie de développement.

- Le défrichement des terres en vue de l'agriculture : cette conversion des terres forestières à l'agriculture a deux causes principales ;
 - L'agriculture itinérante : elle consiste à défricher une petite surface de terrain en abattant en brulant la plus grande partie de la végétation ; la surface défriché est cultivée pendant deux à quatre ans puis retourne à la jachère forestière, l'agriculture se déplace alors et va plus loin abattre puis brûler une nouvelle parcelle ; de nombreuses années plus tard le

¹ Vincent PLAUCHU, Socio-Economie de l'environnement : problèmes, analyses, stratégies d'acteurs, édition Campus ouvert, septembre 2013, pages 20,22.

même agriculteur ou un autre revient dans la région laissées en jachère et défriche à nouveau la forêt secondaire installée pendant cette période.

- Les défriches permanentes : la régression des grands massifs forestiers est le fait des pouvoirs publics qui pratique une *défriche permanente* ; des politique gouvernementales délibérées favorisent l'exploitation du bois puis la mise en valeur des terres ainsi récupérées sur les surfaces forestières denses par émigration de colons venus d'ailleurs.
- Les feux de brousse ;
- Les cultures de l'arachide et du tabac ;
- Les cultures du soja et du palmier à huile font des ravages en Amazonie et en Indonésie.
- Erosion du sol, agriculture et forêts :

« Les bonnes sols produisent de bonnes végétations » qui fournissent alimentation et habitat pour les animaux. Une préoccupation majeure dans la gestion des bonnes terres et de garder le sol en état de maintenir sa fertilité ; l'érosion du sol et la perte de la fertilité du sol résultant des médiocres pratiques des exploitations agricoles sont de sérieux problèmes dans le monde entier ; les systèmes indigènes sont insuffisants seuls pour prévenir les terres agricoles de continuer à perdre des sols productifs, de l'eau et des ressources alimentaires ; les terres agricoles ne sont pas toutes protégées par des mesures de conservation et les érosions ne se produisent pas dans toutes les terres agricoles et par exemple quinze tonnes de sols perdus par hectare de terre dans une simple tempête diminueront l'épaisseur du sol de 1mm. ²

Citant à titre d'exemple, Durant la seconde moitié du vingtième siècle, la population mondiale est passée de 2,5 milliards d'habitants à plus de 6,5 milliards, les ressources agricoles ont été mobilisées pour répondre à cette augmentation des besoins alimentaires :

- Dans les pays développés, cette mobilisation s'est faite malgré un net recul des surfaces utilisées, l'intensification des cultures et de l'élevage a été obtenue par l'utilisation croissante de produits chimiques, le recours à la sélection génétique et la progression de l'irrigation.
- Dans les pays en développement, la mobilisation des ressources agricoles a provoqué une extension des terres cultivées ou pâturées ; le recours à l'irrigation et aux produits chimiques dans le cadre de la « révolution verte » a complété cette expansion.

² A .Machenzi et A .S.Ball, Ecologie, Berti édition, paris 2000, pages 342, 343.

Les forêts, La forêt fournit de multiples services écologiques. Ces services sont souvent menacés par la surexploitation de ses ressources économiques et par le défrichage. Une exploitation durable de la forêt doit viser à concilier les bénéfices économiques tirés de la forêt avec le nécessaire maintien de ses services économiques.³

Les conséquences de la déforestation :

Les forêts et les arbres ont un rôle protecteur envers les sols et un rôle de régulateur hydraulique ;

- Les sols forestiers retiennent bien l'eau : la dégradation des forêts conduit au lessivage du sol qui perd ses substances nutritives essentielles et peut donc perdre sa fertilité ;
- Les sols des régions à forêts humides sont souvent pauvres : la forêt y est luxuriante grâce à la rapidité de décomposition et de recyclage ;
- La déforestation apporte une contribution notable à l'effet de serre puisque la suppression de la masse végétale par combustion libère une quantité importante de gaz carbonique.⁴

La forêt est multifonctionnelle. On lui attribue une fonction de production, de protection et de loisir qui rentre parfois en conflit. La forêt, outre qu'elle constitue un des plus importants patrimoines environnementaux en raison de la biodiversité qu'elle abrite, a une fonction écologique importante. Elle contribue à la diminution de l'effet de serre. La disparition des forêts serait responsable de 20% des émissions mondiales de gaz à effet de serre ; elle assure l'épuration de l'air avec le stockage de CO₂ pour les forêts en phase de croissance. Plus la forêt est mature et moins cet effet est prégnant. Les effets de stockage de CO₂ ne permettent pas de compenser les rejets de CO₂ dus aux processus de décomposition de la matière organique. C'est ainsi que la filière bois justifie l'exploitation des forêts dans un cadre de respect du développement durable.

La gestion durable de la forêt a pour objectif de concilier les fonctions de la forêt, son exploitation productive ne nuise à sa conservation. C'est-à-dire satisfaire les besoins sans l'appauvrir. Une gestion durable doit permettre à l'écosystème d'évoluer sans être affecté par des ruptures nettes. Le maintien d'une dynamique d'évolution dépend en particulier de la biodiversité de la forêt. Dans le cadre de la conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement qui s'est déroulée à Rio de Janeiro en 1992, les pays participants ont approuvé

³A. Berger et C. De Perthuis, le développement durable, édition Nathan, France, Aout 2011, page 46.

⁴ Vincent PLAUCHU, ouvrage déjà cité, pages 24,28.

une déclaration sur des principes forestiers. Elle concerne la gestion, la conservation et le développement durable des forêts.⁵

Il existe cependant quelques pratiques de conservation des sols, en utilisant le labourage de contour, l'érosion par l'eau est réduite et les plantations de récoltes sur des superficies de terrains découverts aident à prévenir l'érosion des sols ; si des plantes légumineuses sont utilisées comme récoltes de couverture, de l'azote sera fixé et l'azote contenu dans le sol sera augmenté. L'exploitation sans labourage consiste en plantations dans une étroite tranchée sans labourer le sol ; en réduisant la perturbation du sol, l'érosion du sol est réduite. Ces systèmes, sans parler des rotations de récoltes, peuvent tous être utilisés pour réduire les pertes de sols et maintenir la fertilité.⁶

a.3) Les pollutions atmosphériques :

Le principe de précaution conduit à réduire l'émission des pollutions à la source pour éviter les crises sanitaires et environnementales face à un accroissement rapide de l'activité industrielle et des transports qui introduit de plus en plus de polluants nocifs pour la santé dans l'air ; il engendre des déséquilibres importants de fonctionnement de la biosphère tels que les pluies d'acide et le réchauffement climatique.

En ce qui concerne les systèmes d'alertes aucune solution efficace n'a été trouvée pour établir un suivi des effets de la migration des émissions diffuses de polluants atmosphériques sur le fonctionnement de la biosphère et sur la santé humaine ; heureusement un réseau d'alerte a été mis en place pour prévenir les pics de pollutions atmosphériques et leurs conséquences sur la santé des personnes ; au niveau international ce suivi est assuré par l'Union internationale des associations pour la prévention de la pollution de l'air et la protection de l'environnement (UIAPPA).⁷

La pollution de l'air est une conséquence de l'activité humaine, c'est le transfert de quantités nocives de matériaux naturels et synthétiques dans l'atmosphère ; les polluants peuvent être ajoutés directement dans l'air ou ils peuvent être créés dans l'air sous l'influence des radiations solaires ;

⁵ Thierry Libaert et André-Jean Guérin, le développement durable, Dunod, Paris, 2008, pages 52, 54.

⁶ A .Machenzi et A .S.Ball, ouvrage déjà cité, page 344.

⁷LAMARRE Denis, les risques liés au climat, édition université de Bourgogne, 1997, page 65.

En ce qui concerne la pollution de l'eau, elle peut être divisée en quatre catégories : agents biologique, produits chimiques non dissous et la chaleur. L'eutrophisation des systèmes aquatiques a lieu à cause d'un excès de nutriments non organiques. Insistant sur quatre caractéristiques spécifiques à la ressource en eau :

- Le caractère renouvelable : ce caractère a un rôle atténuateur car, on dispose en générale de temps pour régler un conflit d'usage ; ne pas le régler cette année n'aura pas de conséquence durable sur la ressource à partager au cours des années à venir.
- La variabilité interannuelle : ce caractère a un rôle aggravant car, un conflit laissé en sommeil peut soudainement éclater à l'occasion d'une sécheresse particulièrement grave.
- La continuité amont-aval : elle joue un rôle souvent négatif car, les décisions prise de l'amont se propagent comme des dominos, par exemple le conflit entre le riverain aval de l'Euphrate entre Irak et la Syrie.
- la dualité quantité-qualité : accroît encore la complexité des questions de partage d'eau car, la teneur en sel augmente de l'amont vers l'aval en raison de recyclage des eaux de drainage agricole ; quand la salinité d'une eau dépasse quelques g/l, cette eau devient trop salée et ne peut plus être utilisée pour l'irrigation d'une majorité de plantes.⁸

Sans oublier qu'il existe une série de produits chimiques provoque des problèmes de pollution des sols comme les halogénés, le groupe le plus complexe de composés qui sont polluants des sols inclut de polymères comme le nylon, les plastiques et les cartouches.

On ne peut pas parler de pollution atmosphérique sans faire un petit rappel sur l'ozone, cette dernière est une molécule d'oxygène hautement réactive contenant trois atomes d'oxygène O_3 ; il y a une couche d'ozone à haute altitude c'est « stratosphère » elle est importante pour la vie car elle absorbe les radiations ultra-violettes potentiellement préjudiciables ; Tandis que la couche à basse altitude s'appelle « troposphère » ;

L'ADN absorbe efficacement la lumière UV, qui désorganise la réplication de l'ADN provoquant des défauts de la mort ; de petites augmentations dans les radiations UV peuvent provoquer des mutations durant le processus de réplication qui peuvent entraîner la production des cellules cancéreuses, une préoccupation moderne est le dommage potentiel provoqué par la

⁸Jean Margat et Vazken Andréassian, L'Eau, édition : idées reçues, Paris, février 2008, pages 85 ,86.

lumière UV les plantes, qui pourraient réduire leur productivité primaire et ainsi affecter l'ensemble de l'écosystème.⁹

a.4) les pollutions chimiques :

C'est la pollution qui résulte des molécules chimiques de synthèse fabriquées et largement utilisées de nos jours.

Les composantes de la pollution chimique sont multiples et variées ; on a d'abord identifié les pesticides, les dioxines, les composés soufrés, les nitrates, les oxydes d'azote..., etc. de nombreuses autres familles de produits chimiques n'ont fait l'objet d'études approfondies que récemment :

- Les composés organiques volatiles comme le benzène, le styrène...
- Les phtalates, très utilisés dans la vie quotidienne puisqu'on les trouve dans les plastiques souples, les sols en plastiques, les papiers muraux, certain cosmétiques...
- Les phénols, utilisés dans les revêtements intérieurs des boîtes de conserves, les peintures, plastiques, les dégraissants et les pesticides.
- Les retardateurs de flammes polybromés, très présentes dans le mobilier, les vêtements, les téléviseurs, ... on les retrouve souvent dans le lait maternel.
- Les trihalométhanes que l'on trouve dans les eaux traitées au chlore.
- Les composés perfluorochimiques qui ont de très nombreux usages.
- Les organoétains que l'on trouve dans les PVC et le polyuréthane.
- Les paraffines chlorées, très présentes dans les plastiques et les peintures.
- L'ozone.¹⁰

En parlant des pluies acides, elles sont la conséquence de la combustion des fossiles qui produisent des oxydes sulfurés (SO_x) et de l'oxyde nitrique (NO) qui peuvent se combiner avec l'eau atmosphérique pour former respectivement de l'acide sulfurique (H_2SO_4) et de l'acide nitrique (HNO_3), l'expression « dépôt acide » est plus juste car les acides peuvent être déposées à partir de l'air sous forme de neige, de pluie mélangée de neige et de brouillard ; cela réduit le pH du sol et des et des lacs, et même cette acidification peut aussi provoquer la mort des arbres et permettre à des métaux toxiques d'être lessivés à partir des sols et des sédiments.¹¹

⁹ A .Machenzi et A .S.Ball, ouvrage déjà cité, pages 329, 336.

¹⁰ Vincent PLAUCHU, ouvrage déjà cité, pages 40,41.

¹¹ A .Machenzi et A .S.Ball, Ibid. pages 327, 329.

b. La réduction de la biodiversité et le problème des déchets :

La biodiversité désigne la diversité et la variété du monde vivant, l'ensemble des êtres vivants, de leur matériel génétique et des complexes écologiques dont ils font partie ;

b.1) il existe trois niveaux de biodiversité :

- La diversité génétique : l'augmentation de la diversité des gènes d'une espèce augmente ses perspectives d'évolution donc diminue son risque d'extinction, le cas contraire s'appelle *érosion génétique*.
- La diversité des espèces : La diversité des espèces sur un territoire donnée se mesure au nombre d'espèces qui y vivent et ce nombre détermine *la richesse spécifique*.
- La diversité des écosystèmes : elle est évaluée d'après les proportions des différentes espèces qu'il contient, la diversité d'un écosystème augmentera si les différentes espèces sont en proportion équivalentes, et à l'inverse diminue si des espèces sont prédominantes et d'autres minoritaires.

Les principales causes de la perte de la biodiversité sont cinq :

- La dégradation des milieux naturels ;
- La surexploitation des ressources naturelles ;
- L'introduction d'espèces envahissantes ;
- Les pollutions ;
- Le changement climatique.

Dans le cadre de protection de biodiversité, les réserves naturelles couvrent 12,8 millions de kilomètres carrés dans le monde, ça représente 9,5% des terres émergées de la planète ; selon la gradation de protection, ces réserves sont répertoriées sous différentes catégories en fonction de leur utilité par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) :

- La catégorie I : les réserves scientifiques ;
- La catégorie II : les parcs nationaux ;
- La catégorie III : les sites naturels exceptionnels ;
- La catégorie IV : les réserves naturelles ;
- La catégorie V : les paysages terrestres ou marins ;

- La catégorie VI : les écosystèmes gérés à des fins d'utilisation durable pour les populations locales.

Il existe aussi la réserve de la biosphère, elle entre dans le cadre du programme scientifique international de l'Unesco sur l'homme et la biosphère ; un zonage permet d'instaurer une aire centrale protégée dont l'évolution est suivie de manière continue.¹²

Après chaque événement ayant causé la disparition d'espèces, il semble s'être passé une dizaine de million d'années avant le retour au niveau antérieur de diversité.

La convention des Nations Unies sur la diversité biologique permet aux pays de collaborer à la recherche de solutions à ce problème mondial d'une grande complexité. Elle s'attaque à des défis mondiaux considérables : la protection de la nature sauvage, la prise en considération de la diversité dans la gestion des espèces, l'utilisation durable des composantes de la biodiversité et le partage équitable, entre les pays riches et les pays pauvres, des coûts et des avantages de la conservation de la richesse biologique de la terre.¹³

b.2) Le problème des déchets :

On peut considérer les montagnes de déchets comme l'un des signes les plus évidents du mal développement, tant au Nord qu'au Sud, à la fois par les gaspillages qu'ils représentent, et les pollutions qu'ils génèrent.

a) Les déchets des ménages :

Pour se décomposer par le seul effet des intempéries et des bactéries, les déchets jetés dans la nature mettent environ :

- Papiers : trois (03) mois ;
- Trognon de pomme : quatre (04) mois ;
- Allumettes : six mois ;
- Chaussette en laine : un (01) an ;
- Chewing-gum : un (01) an à deux (02) ans ;
- Canette métallique : dix (10) ans ;
- Bouteille plastique : cinq-cents (500) à mille(1000) ans ;
- Bouteille en verre : plus de quatre milles (4000) ans.

¹² A .Berger et C. De perthuis ; ouvrage déjà cité, pages 34,52.

¹³ Vincent PLAUCHU, ouvrage déjà cité, page 45.

- Les déchets ménagers encombrants : la production de ces déchets encombrants est évaluée à trois (03) millions de tonnes ;
- Les déchets liés à l'usage des automobiles ;
- Les déchets ménagers spéciaux : ce sont par exemple les produits de nettoyage, les produits de bricolage, les produits de jardinage, les médicaments, les thermomètres au mercure ;
- Les huiles de vidange et les huiles de friture ;
- Les piles, les tubes fluorescents ;
- Les déchets verts : l'entretien des espaces verts urbains aboutit à la production de 600 000 tonnes/an de résidus d'élagage, de feuilles mortes, de tonte, ... soit six (06) millions de m³ de déchets par an.

b) Les déchets industriels :

Il s'agit des déchets générés par l'industrie et dans l'industrie ; on constate leur multiplication en quantité, en variété et en nocivité ; on distingue deux genres :

- Les Déchets Industriels Banaux (DIB) ont une composition analogue à celle des déchets des ménages ;
- Les Déchets Industriels Spéciaux (DIS) sont toxiques, corrosifs, inflammables, explosifs, ... ils contiennent des éléments polluants en concentration plus ou moins forte.

c) Autres déchets spéciaux :

Deux catégories de déchets méritent un traitement à part du fait de leurs spécificités et de leur grande dangerosité :

- Les déchets d'activité de soins : certains ne présentent pas de risque biologique mais d'autres comportent des risques sanitaires, comme les déchets provenant des interventions directes sur le corps humain, ou liés aux maladies infectieuses.

Les établissements de soins sont responsables de leurs déchets et doivent les traiter et justifier de leur devenir.

- Les déchets nucléaires : un déchet est « radioactif », donc nucléaire, quand sa concentration en radionucléides dépasse certaines valeurs admissibles ; en deçà, il connaît le sort des autres déchets industriels ; les radionucléides émettent des particules et des rayonnements en nombres et en énergies grandes ; on les caractérise par leur activité

ou nombre d'événements par seconde, exprimée en becquerels et leur période, temps au bout duquel l'activité du rayon est réduite de moitié.

On répartit les déchets nucléaires en trois grandes familles :

- Déchets à vie courte, période inférieure à cinq (05) ans ;
- Déchets à vie moyenne, période comprise entre (05) cinq et trente (30) ans ;
- Déchets à vie longue, période supérieure à trente (30) ans qui posent des problèmes ardu. ¹⁴

❖ Quelques solutions aux problèmes de déchets :

- La mise en décharge ou « enfouissement » : cette solution de facilité reste la pratique principale des villes du Tiers-Monde et de beaucoup de petites villes et de bourgs ruraux ; mais les volumes concernés n'ont cessé de croître, nécessitant sans cesse de nouveaux sites.
- La récupération et le recyclage : l'intérêt de cette solution il se traduit par une économie de matières premières et d'énergie ; il nécessite que soit mis en place en amont un tri sélectif efficace.
- Le compostage : c'est un processus de traitement des déchets végétaux en tas : l'action successive de fermentations et de proliférations de micro-organismes transforme l'ensemble en un compost qui est un très bon engrais naturel.
- La méthanisation : permet de récupérer les gaz dégagés.
- L'incinération avec valorisation énergétique : permet de récupérer l'énergie contenue dans les déchets, donc d'économiser du pétrole et de réduire le volume de ce qu'il faudra mettre en décharge en bout de chaîne. ¹⁵

c. Le dérèglement du climat de la planète et la pression démographique:

L'évolution naturelle du climat devrait conduire vers un refroidissement très lent aboutissant à une nouvelle glaciation dans quelques cent mille ans ;

L'un des métiers de l'économie des changements climatiques est d'amener à raisonner- en termes de contraintes : les contraintes en matières de disponibilité des ressources, contraintes d'irréversibilité, contraintes sociétales, contraintes technologiques et productives ; dans ce cadre, les risques sont les suivants :

¹⁴ Caroline Gallez et Aurore Moroncini, le manager et l'environnement, presses polytechniques et universitaires Romande, Italie, 2003, page 145.

¹⁵ Lewis Wolpert, biologie du développement : les grands principes, Dunod, France, 1999, page 9.

c.1) L'alimentation :

L'agriculture est considérée comme le secteur qui connaîtra les évolutions les plus importantes, en raison de la hausse température et de la modification des niveaux moyens de précipitations. Les principales cultures affectées seront : le riz, le blé et le maïs qui servent de base au régime alimentaire des quatre cinquième 4/5 de l'humanité.

L'évolution climatique globale est susceptible de conduire à une baisse de rendement des récoltes dans de nombreuses régions du monde, une augmentation du nombre de personne risquant de souffrir de la faim ; -à titre d'exemple-selon le PNUD, dans certains pays africains, le rendement des récoltes pourrait diminuer de 50% dès 2020 et les recettes agricoles chuter de 90% d'ici à 2100.

Les événements climatiques extrêmes provoqueront des pertes économiques, des dommages ou des destructions de récoltes ;

Le PNUD estime que le nombre de personnes souffrant de malnutrition pourrait augmenter de six cent millions d'ici à 2080. Beaucoup de pays connaîtront un accroissement de leur dépendance alimentaire ; il est probable dans ce cas qu'ils ne puissent pas répondre à leur besoin accru d'importation à cause de leur faible pouvoir d'achat en termes de biens exportables. Le pouvoir d'achat de ces pays augmentera jusqu'en 2050 du fait de la baisse des prix réels en raison de l'augmentation de la production agricole avant de diminuer à partir de 2050.¹⁶

c.2) L'économie politique de l'eau :

Si le scénario du réchauffement climatique se confirmait, les équilibres hydriques mondiaux en seraient profondément affectés ; cette question se décline en deux thématiques principales :

- La première concerne la disponibilité des ressources hydriques. Les changements des écoulements et la fonte des glaciers compromettent la disponibilité en eau pour l'irrigation et les établissements humains ; Selon le PNUD, d'ici à 2080, 1,8 milliard de personnes supplémentaires pourrait vivre dans une région où l'eau sera raréfiée.

¹⁶MEHDI Abbas, Economie politique globale des changements climatiques, Presses universitaires de Grenoble, France, Septembre 2010, pages 37.

Rappelons que la fonte des neiges ou des glaces des mers entrainera une variation du taux de rayonnement solaire réfléchi qui- en retour – modifiera le système climatique ; à cette contrainte en matière de disponibilité en eau s’ajoute les situations déjà avérées de stress hydrique.

- La seconde thématique porte sur l’élévation du niveau général des mers en raison de l’expansion thermique ; trois principales évolutions s’y ajouteront :
- Une reconfiguration de la géographie urbaine planétaire car de grande métropoles mondiales, des petits états insulaires du pacifique et des Caraïbes seraient menacés de disparition ;
- La disparition de surfaces agricoles ;
- Le déplacement temporaire ou permanent de plus de trois cent millions de personnes.

L’économie politique de l’eau conduira inévitablement à l’arbitrage des flux d’eau indispensables à la préservation des systèmes écologiques, à l’agriculture et à l’usage domestique avec des conséquences directes sur les équilibres sociaux des pays concernés.¹⁷

c.3) Les migrations climatiques :

La géographie des populations a longtemps minimisé la place accordée aux facteurs environnementaux pour expliquer le peuplement du globe ; à la fin du 21 siècle les « lois de migration » selon Ravenstein avaient postulé la primauté des déterminants économiques dans l’explication des flux migratoires. Lorsque certaines caractéristiques environnementales ont été prises en compte, seuls les facteurs attractifs et favorables à l’agglomération humaine étaient étudiés.

Les catastrophes naturelles soudaines, les évolutions progressives de l’environnement, l’élévation du niveau des mers sont chacune et ensemble porteuses d’un potentiel de déplacement de population considérable.

c.4) La mutation du système énergétique mondial :

La fin de l’usage gratuit de l’atmosphère et la tarification du carbone sont contingente, elles mènent à une configuration du système énergétique mondial ; cela constitue à la fois une partie du problème et une partie de la solution :

- **Le problème** se décline en deux axes :

¹⁷Roland Vilaginés, Eau, environnement et santé public, édition TEC et DOC, France, Février 2003, page 42.

Le premier axe : les émissions liées au système énergétique représentent 60% des émissions humaines de GES et proviennent pour l'essentiel de la combustion des énergies fossiles, charbon, pétrole et gaz naturel ; sans changement profond des modes d'usage de l'énergie, ces émissions connaîtront une croissance exponentielle dans les années à venir en raison de la corrélation entre croissance économique, croissance de la consommation énergétique et du dynamisme économique des pays émergents.

Le second axe : le second axe de ce problème est l'investissement en vue de la mutation de ce système énergétique ; nous retrouvons la problématique d'un nouveau régime d'accumulation. Le secteur énergétique est un des plus capitalistiques de l'économie qui présente des inerties structurelles majeures ; les décisions d'investissement devront permettre de faire face à l'accroissement des besoins d'énergie sans accroître les niveaux d'émissions nuisibles à l'équilibre climatique.

- **La solution** : cet aspect de solution est une triple mutation : la généralisation des économies d'énergie et l'amélioration substantielle de l'efficacité énergétique, le recours croissant aux énergies renouvelables et à la biomasse en substitution du charbon et enfin la systématisation des techniques de capture et de stockage du carbone.

Cela est conditionné par un accroissement des investissements en recherche et développement et une incitation forte eu renouvellement structurel des infrastructures énergétiques.

c.5) Une guerre climatique :

Selon Welzer, les changements climatiques ont le rôle de catalyseur ou d'accélérateur de crises sécuritaires et de conflits géopolitiques liés aux migrations de masse et aux problèmes d'accès à l'eau, à l'énergie et à la nourriture ;

Dans le même domaine, et selon l'étude de Nils en 2007, les changements climatiques seront un facteur d'émergence de zones de grande vulnérabilité géopolitique ; ces changements pourraient accélérer la décomposition de certains états ou exacerber des guerres civiles et des conflits régionaux non résolus depuis des décennies comme l'Éthiopie et la Somalie.

Les problématiques de sécurité énergétique, alimentaire et hydraulique vont prendre une importance croissante et imposeront ainsi une redéfinition des rapports Nord-Sud, ce qui mènera à des problèmes d'insécurité globale.¹⁸

c.6) La pression démographique :

Le problème démographique se définit en une équation simple : un monde fini ne peut porter un accroissement indéfini de la population, il faut ralentir la croissance de la population, dans ce cadre, Tomas Malthus recommanda dès 1798 de réduire la fécondité pour alléger la pressions exercée sur les terres agricoles.

Sur un espace limité, les mêmes comportements peuvent laisser une empreinte positive sur l'environnement ou totalement le dégrader suivant le nombre des protagonistes ; comme par exemple utiliser le courant des rivières pour évacuer et filtrer ses déchets organiques est optimales sous un certain seuil de population mais catastrophique dans de grandes métropoles dépourvues d'assainissement.

L'augmentation de la population exerce une pression croissante sur les ressources des écosystèmes ; dans l'optique du développement durable, le volume de la population touche les causes des problèmes et la prise en compte des contraintes écologiques dès les premiers phases du développement permis de contenir les pressions sur l'écosystème résultant du changement démographique.¹⁹

2. La pollution industrielle :

La révolution industrielle dès la fin du XVII^{ème} siècle a dans un premier temps conduit à la pollution atmosphérique avec la brûlure du charbon, De nos jours en plus de polluer l'atmosphère les industries polluent les eaux et les sols.

a. Air :

Le volume de l'atmosphère est évalué à 2,5 km³ d'air à la pression normale. A l'échelle de la terre l'atmosphère est une mince couche d'air. A petite échelle, elle représente l'épaisseur d'une feuille de papier de soie placé sur une orange.

¹⁸MEHDI Abbas, ouvrage déjà cité, page 44.

¹⁹A.Berger et C. De perthuis ; ouvrage déjà cité, page : 8.

L'atmosphère est formée de plusieurs couches dont les plus importantes sont la troposphère et la stratosphère ; en ce qui concerne notre problématique, c'est la troposphère qui nous intéresse ; son épaisseur varie entre 6 km au pôle et 18 km à l'équateur ; la tropopause est la surface marquant la limite supérieure de la troposphère, elle correspond à la position de l'apparition de l'air très stable de la stratosphère.

La troposphère est caractérisée par une diminution de pression entre la surface de la terre de la tropopause ; au niveau de la mer, la pression est de 1 atmosphère. Dans le cas de l'atmosphère immobile, la variation de la pression avec l'altitude est définie par l'équation du fluide hydrostatique ; La température de l'air diminue aussi en fonction de l'altitude.²⁰

a.1) Toxicité des composés en trace émis par l'homme :

Brièvement, la toxicité de certains polluants en fonction des particularités de chaque projet :

➤ **Polluants primaires :**

- Dioxyde de carbone (CO₂)- Eau (H₂O)

La production d'énergie par hydrocarbures (C_xH_y) provient de leurs transformations chimiques, par oxydation, en CO₂ et H₂O, ces deux composés ne sont pas toxiques mais peuvent retirer l'oxygène de l'air, et conduire à l'asphyxie dans les milieux fermés ; les effets globaux du CO₂, sur le réchauffement atmosphérique sont largement discutés dans les médias.

- Monoxyde de carbone (CO)

Ce gaz, absorbé par les poumons, se lie préférentiellement à l'hémoglobine du sang, en formant de la carboxyhémoglobine et entraînant un état d'asphyxie, il présente un danger dans les espaces confinés ; il n'est toxique que pour les mammifères et aucun effet sur les plantes et les matériaux.

- Hydrocarbures (HC)

Classe très vaste de composés, parmi eux, les hydrocarbures aromatiques polycycliques, émis par les véhicules à moteurs à explosion, sont les plus dangereux ; leur action mutagène et cancérigène a été prouvée en laboratoire.

²⁰Jacques-André Hertig, Etude d'impact sur l'environnement, presses polytechniques et universitaires Romandes, Italie 2006, page 193.

- Oxydes d'azote (NO, NO₂)

Le NO est produit en grande quantité dans les moteurs à combustion, par oxydation de l'azote de l'air à haute température ; il se transforme en NO₂ dans l'atmosphère sous l'action de l'azote ; la toxicité du NO₂ est supérieure à celle du NO, même pour les plantes ; dans des conditions normales, on ne rencontre pas de concentrations toxiques aux abords des routes. Sous l'effet du rayonnement solaire le NO₂ se décompose et contribue, avec les hydrocarbures, à la formation des oxydants photochimiques tels que l'ozone et les peroxy-acyl-nitrates (PAN), composés formés dans l'air en présence de soleil, par interaction de NO₂, d'hydrocarbure et d'ozone (O₃). Ces substances, constituant du smog photochimique, présentent une toxicité pour les végétaux comme pour les hommes.

- Anhydride sulfureux (SO₂)

Gaz très irritant et toxique pour l'homme, les animaux et les végétaux ; la principale source est la combustion des huiles lourdes à forte teneur en soufre et de combustibles solides riches en soufre.

- Plomb (Pb)

Son addition à l'essence en fait un polluant très répandu, mais son usage dans ce domaine est en sérieuse régression depuis l'introduction généralisée des catalyseurs et de l'essence sans plomb.

- Cadmium (Cd)

Ce métal se trouve en petites quantités dans les garnitures de freins et dans les pneus, c'est un puissant mutagène et un cancérigène reconnu ; les métaux lourds se concentrent dans les chaînes alimentaires.

➤ **Polluant secondaires :**

- Ozone troposphérique (O₂)

Dans les basses couches de l'atmosphère, ce gaz se forme par interaction de la lumière solaire et de l'oxygène de l'air ; le NO₂, en se décomposant en NO en présence d'hydrocarbures, permet la formation d'ozone, d'où la relation avec le trafic automobile ; les végétaux sont très sensibles à ce gaz, chez l'homme il affecte le système respiratoire ; à haute altitude les chlores et les oxydes d'azote tendent à détruire l'ozone.

- Pluies acides

Les oxydes d'azote (NO, NO₂) et les oxydes de soufre (SO, SO₂) se combinent en présence d'ozone avec l'humidité atmosphérique pour former des acides qui précipitent avec la pluie, ou condensent sur les surfaces. A forte concentration, ces acides sont à l'origine de l'acidification de lacs et contribuent à la destruction de végétation dans les cas des plus graves.²¹

a.2) Polluants de l'air et sources des rejets :

La maîtrise des rejets dans l'air est un enjeu important pour les entreprises, car, elles doivent :

- Mesurer la qualité de ses rejets ;
- Diminuer leur quantité en travaillant sur certains polluants ;
- Diminuer leur dangerosité ;
- S'assurer de leur bonne diffusion dans le milieu naturel.

Les principaux polluants de l'air sont :

- Les gaz à effet de serre qui sont la principale cause du réchauffement climatique ;
- Les composés organiques volatils (COV) qui-rejetés dans l'air- sont responsables de la destruction de la couche d'ozone, ont des impacts sur la santé et causent des risques de nuisances ;
- Les oxydes d'azote et de soufre qui sont responsables des pluies acides ;
- Les poussières.

Les rejets dans l'air peuvent être issus de sources fixes ou mobiles, dans les entreprises, les principaux rejets issus de sources fixes :

- L'utilisation de solvants, responsables de la diffusion de COV ;
- La combustion des produits pétroliers, responsable de la diffusion d'acide, de poussière et de gaz à effet de serre ;
- Les processus de sidérurgie, de cimenterie et d'incinération sont aussi la cause d'émission de particules et de poussières qui peuvent contenir des métaux et sont donc très toxiques.

Caractéristiques des rejets :

²¹Jacques-André Hertig, ouvrage déjà cité, pages 222,223.

- Canalisés si un conduit les accompagne vers l'extérieur ;
 - Diffus si le rejet se fait directement dans l'atmosphère ;
 - Fugitifs s'ils sont dus à une perte d'étanchéité ;
-
- ❖ Les points de rejet doivent être le moins nombreux possible et doivent permettre une bonne diffusion dans l'atmosphère ; la taille et la forme des cheminées doivent favoriser l'ascension des gaz et dépendront des conditions de voisinage de l'installation.
 - ❖ Des points de mesure et de prélèvement doivent être prévus sur chaque canalisation ; ces doivent être faciles d'accès.²²

a.3) réduction des rejets :

Les principes de protection des eaux contre les polluants :

- Le premier principe consiste à économiser l'eau et à éviter sa pollution. Une eau polluée ne doit pas être diluée ; ce principe qui consiste à éviter la dispersion avant le traitement est le même que celui applicable à la pollution atmosphérique.
- Le deuxième principe adopté pour la protection des eaux contre les polluants issus des contraintes légales, consiste à confiner et traiter les eaux polluées. Le confinement a de tout temps été appliqué ; il s'agit de la mise sous conduite des eaux polluées pour les conduire à une station d'épuration des eaux usées ou une installation de traitement, ce confinement doit être étanche de manière à ne pas permettre à l'eau polluée de contaminer l'environnement.²³

Il peut s'avérer nécessaire pour une entreprise de réduire ses rejets pour rester en conformité avec la réglementation ; donc elle peut :

- réduire la pollution à la source ;
 - assurer le traitement des rejets.
-
- réduire les rejets à la source :

²²Guide PME PMI Environnement et Energie, assemblée des chambres françaises de commerce et d'industrie, édition 2010, page 53.

²³Jacques-André Hertig, ouvrage déjà cité, page 284.

Afin de réduire les rejets à la source il faut :

- trouver des processus moins polluants ;
 - assurer une maintenance régulière des appareils ;
 - ajuster le réglage des appareils ;
 - réduisez la consommation de solvants ;
 - trouver des substituts aux solvants ;
 - utiliser des combustibles à basse teneur en soufre ;
 - utiliser des brûleurs à bas NO_x (oxyde d'azote).
- assurer le traitement des rejets :
- Traitement des poussières : il existe quatre techniques de dépolluierage
 - Mécanique ;
 - A couche filtrante ;
 - Electrostatique ;
 - Humide.

Le choix de la technique dépend des caractéristiques de la poussière, des objectifs de dépolluierage et des moyens disponibles ; le dépolluierage entraîne l'apparition de déchets souvent dangereux.

- Traitement des solvants : les solvants peuvent être détruits ou recyclés

Il existe trois méthodes de destruction :

- L'incinération,
- La bio-épuración,
- L'oxydation.

Il existe trois méthodes de recyclage :

- Le lavage,
- L'adsorption,
- La séparation.

Le choix de la technique dépendra de la nature, du débit, de la concentration du COV ainsi que de la qualité de la dépollution souhaitée et des moyens financiers et techniques disponibles.²⁴

Ainsi, le traitement des eaux polluées avant la restitution au milieu naturel comprend la séparation et les traitements chimiques et bactériologiques.

- **Séparation** : le dégrilleur effectue une séparation physique entre l'eau et les plus gros objets flottants, entraînés par le courant ; le séparateur formé d'une paroi plongeante sépare l'eau de l'huile qui flotte à sa surface ; le décanteur permet la sédimentation des particules qui se déposent au fond ; le filtre retient les particules les plus fines ; ces quatre équipements sont pratiquement présents dans toutes les installations de traitement des eaux quelle qu'en soit la taille.
- **Traitement chimique** : les principaux traitements chimiques des eaux filtrées consistent à ajouter un acide ou une base pour rétablir le PH et à ajouter des produits chimiques à fonction spécifique. Citons la chloration, la déphosphoration, la dénitrification, l'adjonction de fongicides pour rendre l'eau potable et éviter la prolifération d'algues et de champignons.
- **Aération** : après le premier traitement, on observe souvent dans une eau polluée, une diminution de l'O₂ dissout due essentiellement à l'action de micro-organisme ; on doit réintroduire de l'oxygène par aération des eaux ; celle-ci s'effectue pratiquement par soufflage d'air à contre-courant.
- **Traitement bactérien** : ces éléments ont pour but de faire se développer des bactéries, fixées sur un substrat, à l'aide de matières organiques dissoutes dans l'eau ; les bactéries se développent en réduisant les concentrations en matières organiques.²⁵

b. Mer :

Il y a pollution thermique quand de l'eau chaude produite au cours de certains processus industriels est rejetée dans des voies navigables, de nombreuses industries comme les centrales qui utilisent de la vapeur pour produire de l'électricité, pompent de l'eau pour refroidir leurs installations ; l'eau devenue chaude est ensuite légèrement refroidie avant d'être rejetée dans les cours d'eau mais sa température reste plus chaude qu'elle ne l'était à l'origine. Le cours d'eau récepteur est donc légèrement réchauffé.

²⁴Guide PME PMI Environnement et Energie, page 54.

²⁵Duncan Mara, Guide pour l'utilisation sans risques des eaux résiduaires et des excréta en agriculture et aquaculture, Organisation mondiale de la santé, Genève 1991, page 108.

L'augmentation de la température d'une masse d'eau a des effets chimiques, physiques et biologiques. Les réactions biochimiques comme la décomposition des déchets, se reproduisent plus rapidement, consommant plus d'oxygène dissous. De plus, l'oxygène se dissout moins dans l'eau chaude que dans l'eau fraîche et la concentration de l'eau en oxygène dissous a des effets importants sur la vie aquatique. Quand le taux d'oxygène dissous diminue à cause d'une pollution thermique, les poissons ventilent plus souvent leurs branchies pour s'oxygéner correctement ; cette situation provoque un gros stress chez le poisson car il tente d'obtenir plus d'oxygène dissous dans l'eau.

D'autres changements subtils peuvent apparaître dans les activités et le comportement d'organisme aquatique dans une eau polluée thermiquement parce que la température a un effet sur les cycles de reproduction, les rythmes digestifs et respiratoires. A des températures plus élevées, les poissons ont besoin de davantage de nourriture pour garder leur masse corporelle. Ils ont généralement une espérance de vie plus courte et les populations sont plus petites ; en cas de pollution thermique forte, les poissons et les autres organismes aquatiques meurent.

Les pollutions ponctuelles sont émises dans le milieu naturel par le biais de canalisation, de bassins et d'émissaires de site particuliers tels que stations d'épuration et usines. Elles sont relativement faciles à régler mais des accidents se produisent encore.

Tandis que les pollutions diffuses sont dues non pas à des rejets ponctuels et identifiables, mais à des rejets issus de l'ensemble d'un bassin versant et apportés aux milieux aquatiques de façon indirecte, par ou à travers le sol, sous l'influence de la force d'entraînement des eaux de pluie ou de l'irrigation ; les polluants finissent par se déposer dans les nappes phréatiques, les rivières, les lacs, les marécages, les estuaires et la mer. Même si les sources sont diffuses leurs effets cumulés sont souvent énormes. Les pollutions diffuses comprennent le lessivage des sols agricoles (pesticides, lisier, sel d'irrigation ...) les déchets des mines, les effluent urbains et le colmatage de cours d'eau par les sédiments.²⁶

L'eau entrant dans les procédés de fabrication est un élément de compétitivité pour l'entreprise, les enjeux liés à l'eau sont :

- La maîtrise de la qualité et de la consommation d'eau ;
- Le traitement amont et aval de ses effluents ;
- La gestion des conflits d'usage ;

²⁶Raven, Berg, Hassenzahl, Environnement, édition de boeck, Bruxelles 2011, pages 561,563.

- La gestion du risque d'inondation.

b.1) l'eau résiduaire industrielle:

Dans la plupart des pays développés, les industries produisent d'avantage de résidus organiques que les villes. Les industries textiles, les moulins à pâtes et papiers, l'élaboration du caoutchouc et les industries chimiques produisent des déchets à fortes charges DBO²⁷. Les industries métallurgiques et les mines contribuent dans une moindre mesure à la charge organique.

En Afrique, l'agroalimentaire est un important secteur industriel ; les usines sont généralement situées dans des régions intérieures et c'est pour cela l'évacuation des déchets se traduit par des problèmes de pollution des eaux continentales.²⁸

En ce qui concerne la nature des rejets, elle est différente suivant l'utilisation de l'eau au sein de l'entreprise ; elle est confrontée :

- A des eaux de service général dont les rejets sont assimilables à ceux des particuliers sanitaires,
- A des eaux pluviales qui peuvent être pollués,
- A des eaux de procès qui peuvent être pollués,
- A des effluents pollués occasionnels.

Suivant la nature des rejets, leur degré de pollution et les possibilités de la zone géographique, l'entreprise peut :

- Traiter ses effluents et les rejets dans le milieu naturel ;
- Se raccorder à une station d'épuration collective industrielle ;
- Se raccorder à une station d'épuration collective publique.²⁹

Pour clarifier plus ; les eaux résiduaires industrielles contiennent des matières organiques et des matières minérales, parfois toxiques, en solution, en suspension, sous forme d'émulsions (molécules polaires) ou dispersées (colloïdes). La composition des eaux résiduaires industrielles est directement fonction du type d'industries dont elles proviennent.

²⁷Une méthode pour mesurer les polluants organiques par la quantité d'oxygène qu'ils demandent pour être totalement oxydés (DBO= Demande Biologique en Oxygène).

²⁸ Davide Calamari , « charges organiques d'origine domestique et industrielle» ,revue de la pollution dans l'environnement aquatique africain, 1994, page 27.

²⁹Guide PME PMI Environnement et Energie, page 37.

Pendant longtemps les eaux résiduaires industrielles ont été mélangées aux eaux résiduaires urbaines (ou domestiques) pour être traitées par des procédés d'épuration surtout conçus pour les ERU / ERD. Aujourd'hui les ERI bénéficient plus souvent de traitements spécifiques, voire très spécifiques en rapport avec leur composition et les types de polluants à traiter.

Bien que des progrès aient été réalisés en matière de traitement des polluants dans l'eau, les rendements épuratoires demeurent limités. 5 à 10 % de la pollution est rejetée dans le milieu naturel. Les capacités auto épuratoires des cours d'eau, des lacs ou de la mer ne sont pas infinies. L'ensemble des hydrosystèmes a donc été gravement pollué et continue de l'être. En outre, de très nombreux polluants dans l'eau sont extrêmement persistants. Cela explique, par exemple, que les PCB aient pu polluer très gravement et très durablement la quasi-totalité des grands fleuves et des lacs européens, leurs sédiments et leur faune, et que la ressource halieutique de ces systèmes soit, pour très longtemps, tout à fait indisponible.

On gardera en mémoire que si les ERU/ERD et les ERI sont mieux pris en compte en termes de traitement, les eaux résiduaires d'origine agricole sont totalement délaissées. S'il est vrai que des dispositifs de traitement sont difficilement mis en œuvre pour des rejets diffus, il existe des procédés de prévention des hydrosystèmes ou des eaux souterraines qui relèvent de techniques agroécologiques qu'on a oubliées ou dont l'agriculture productiviste ne veut pas entendre parler. Les hydrosystèmes se trouvent donc confrontés à ces trois types d'effluents qui agissent synergiquement.³⁰

b.2) résidus et rejets :

En termes de rejets, toute entreprise doit :

- Limiter ses émissions polluantes ;
- Connaitre les effets de ses effluents sur l'environnement ;
- Respecter les critères et les valeurs seuils des arrêtés d'autorisation ;
- Réaliser des prélèvements et des mesures des eaux de rejet ;
- Réduire le nombre de points de rejet ;
- Assurer une bonne diffusion de ces rejets dans les milieux récepteurs ;
- Prévoir des réseaux séparatifs pour la collecte des eaux pluviales et des eaux polluées.

³⁰Pierre DAVOUST, http://www.ecosociosystemes.fr/pollutions_industrielles.html#psols, article publié le 08 Octobre 2015, Site consulté le 15/10/2015 à 13 :34.

Dans l'entreprises, il existe un circuit de l'eau, elle est prélevée, utilisée, traitée et rejetée ; en ce qui concerne les prélèvements, l'entreprise, prélève ses eaux au réseau collectif, si non, prélève les eaux de surface du milieu naturel, si non, prélève les eaux souterraines du milieu naturel.

Le choix du prélèvement dépend :

- De la qualité d'eau nécessaire à l'activité,
- De la quantité d'eau nécessaire à l'activité,
- Des conditions de la zone géographique de l'activité,
- Des différents coûts du prélèvement.³¹

b.3) Traitement des effluents pollués :

Afin de réduire la pollution des eaux rejetées, toute entreprise doit :

- Régler correctement les machines,
- Eviter les multiplications de changement de production,
- Eviter les pratiques pousse à l'eau,
- Racler à sec avant de nettoyer les locaux,
- Utiliser des produits de nettoyage non polluant,
- Mettre en place ces prétraitements.

Pour déterminer si une eau est polluées ou non et connaître le niveau de pollution l'entreprise prend en compte des indicateurs de qualité.

Les indicateurs de qualité : il existe des critères globaux qui rendent compte de la qualité de l'eau :

- Les matières en suspension (MES) qui renseignent sur la quantité de matières grossières qui se situent dans l'eau,
- L'oxygène dissous caractérise la possibilité de vie dans l'eau et renseigne sur la quantité de matières organiques présentent dans l'eau,
- La demande biochimique d'oxygène (DBO) est un indice de pollution de l'eau qui traduit sa teneur en matières organiques par la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de ces matières,

³¹Guide PME PMI Environnement et Energie, page 36.

- La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité de l'ensemble de la matière oxydable,
- La toxicité de l'effluent renseigne sur le caractère nocif de celui-ci sur la santé.³²

b.4) les polluants de l'eau et le traitement :

D'une manière globale, pour mieux définir les catégories des polluants en fonction de leurs exigences en matière de traitement : solides et colloïdes en suspension, émulsions graisseuses, matières organiques fermentescibles, toxiques, détergents, effluents radioactifs, etc.

L'épuration mixte :

On parle d'épuration mixte lorsque l'on se propose de traiter des ERI avec des ERU/ERD. Il apparaît que l'épuration mixte est souvent un avantage pour les deux parties (entreprise et la commune), à la fois au plan technique qu'au plan financier. Mais cela suppose que la qualité et la quantité des ERI soient parfaitement compatibles avec la qualité et la quantité d'ERU/ERD. Le plus souvent, cette compatibilité est obtenue à la suite d'un certain nombre de prétraitements que doivent subir les ERI (dégraissage, déshuilage, détoxification, neutralisation des acides et des bases, refroidissement des eaux chaudes). Évidemment, les ERI doivent être biodégradables et de composition équilibrée compatible avec l'activité des microorganismes épurateurs (carbone, azote et phosphore principalement).

L'un des avantages techniques parmi les plus fréquents du traitement mixte réside dans les volumes à traiter. Les traitements mixtes sont particulièrement favorables aux effluents industriels facilement biodégradables (industries agroalimentaires en général sous réserve d'enlèvement des graisses et des flottants), mais aussi à des effluents moins facilement biodégradables, sinon déséquilibrés (blanchisseries, tanneries, traitement de surface, distilleries de goudrons, cokeries, pâte à papier, etc.).

Toutefois, les traitements mixtes supportent assez mal des variations intempestives de débit et différentes variations qualitatives : augmentation de la teneur en graisses, en MES, variabilité de la biodégradation, changement notable du pH, de la teneur en sels, de la température, de la teneur en surfactants, en substances coagulantes, etc. Ces fluctuations auraient une influence sur la qualité de la séparation des phases solides.

Évidemment, la présence de toxiques dans les ERI (cyanures, chrome, cuivre, nickel, phénols, etc.) nuit gravement à l'épuration biologique (inhibition de la nitrification).

³²Roland Vilaginères, ouvrage déjà cité, page 48.

➤ **L'épuration spécifique :**

Lorsque l'épuration mixte n'est ni possible, ni souhaitable, il faut penser à épurer les ERI grâce à des méthodes spécifiques qui relèvent essentiellement de procédés chimiques et physicochimiques, de procédés de séparation physiques de phases (surtout solide - liquide) et de procédés biologiques adaptés.

Dès lors qu'une substance chimique indésirable se trouve dans un effluent aqueux, il est toujours possible de mettre en œuvre des réactions chimiques qui permettront de l'éliminer. En pratique, l'élimination se heurte à un certain nombre de difficultés techniques qui rendent assez illusoire la capacité de rejet zéro d'une substance dans l'environnement.

➤ **L'épuration des substances minérales :**

Le traitement des eaux qui contiennent des minéraux relève essentiellement de procédés physicochimiques.

Parmi les procédés les plus souvent mis en œuvre, on peut citer la **neutralisation** ou l'obtention d'un pH compatible avec un rejet dans le milieu naturel ou d'un pH compatible avec la suite d'un traitement.

On peut citer les procédés faisant appel à la **précipitation des métaux** ou à la **précipitation des sels**, c'est-à-dire à l'obtention du produit à éliminer sous forme insoluble. La phase solide subit alors d'autres opérations de floculation, décantation ou flottation, filtration, centrifugation ou tamisage pour être récupérée et éliminée.

Ainsi les procédés faisant appel à des techniques d'**adsorption**, Ces techniques s'adressent tout particulièrement à des micropolluants toxiques. Les techniques les plus efficaces sont l'adsorption sur colonnes.

Les procédés de stripping ou dégazage physique intéressent surtout des gaz dissous (SO₂, H₂S, O₂, CO₂, etc.) qui peuvent être dangereux, entartrants ou corrosifs. Le stripping consiste à injecter un gaz laveur dans l'effluent à traiter. La baisse de la pression partielle du gaz polluant ainsi réalisée permet d'éliminer ce gaz. L'air, la vapeur d'eau, le gaz carbonique, les gaz de fumées, le gaz naturel peuvent être utilisés comme gaz laveurs aussi bien à température ambiante qu'à température élevée.

L'osmose inverse, l'ultrafiltration et la microfiltration sont des techniques mettant en jeu des membranes filtrantes. Ces procédés sont intéressants pour retenir les sels, les métaux lourds, les protéines et diverses autres molécules chimiques solides dont les dimensions sont

comprises entre 0.1 et 10 μm .

Les résines échangeuses d'ions sont des substances chimiquement inertes et à très haut poids moléculaire dont une des propriétés est de retenir spécifiquement soit des anions, soit des cations, soit des anions et des cations (silicoaluminates cristallins).

Diverses substances minérales ayant le plus souvent une valeur marchande très importante peuvent être récupérées et recyclées au moyen de divers procédés comme l'atomisation, l'évaporation et divers autres moyens.

Les matières minérales en suspension sont récupérables grâce à des procédés de dégrillage, tamisage, de décantation, de flottation, de coagulation - floculation (colloïdes), de filtration ou de centrifugation.

➤ **Epurations des effluents organiques** : Les substances organiques, quand elles sont fermentescibles, peuvent être traitées par des procédés biologiques aérobies : lits bactériens, boues activées, lagunage, bio disques et bio filtres ; ou anaérobies méthanisation.³³

b.5) l'assainissement :

La diversité des pollutions d'effluents entraîne une multitude de méthodes d'assainissement des eaux :

Les procédés de prétraitement mécaniques ou physiques pour :

- Rétablir un PH neutre,
- Régulariser la nature et les quantités de l'effluent,
- Eliminer les gros éléments gênants : dessablage, déshuilage, dégrillage.

Les traitements pour éliminer la pollution les effluents :

- La décantation est un procédé dans lequel les matières en suspension migrent vers le bas d'un bassin ; les effluents épurés sont ensuite récupérés en hauteur,
- La flottation est le procédé inverse de la décantation dont les pollutions flottantes sont séparées,
- La filtration permet de séparer les matières solides en suspension,

³³Pierre DAVOUST, déjà cité.

- Précipiter les polluants et les séparer après par d'autres méthodes tel que la coagulation-Floculation,
- Evaporer l'effluent et le compresser,
- Les traitements biologiques où des bactéries digèrent les pollutions et sont ensuite séparées,
- Les traitements spécifiques pour des polluants spécifiques tels les traitements d'élimination des phosphores et des nitrates.³⁴

c. Terre :

A base de quelles critères nous pouvons dire que le sol est pollué ou non ?

c.1) la qualité des sols :

Le classement des sols se fait selon un nombre de critères qui en définissent la qualité, ces facteurs sont :

- **Profondeur** : profondeur exploitée par les racines et donc utile à l'alimentation des plantes ; la qualité d'un sol augmente avec sa profondeur, cette profondeur peut devenir nulle lorsque les roches ou la nappe phréatique affleurent.
- **Texture** : teneur relative en argiles, limon et sables ; les contraintes apparaissent dans le cas de sols particulièrement sablonneux ou argileux.

Le sable est chimiquement pauvre, sa surface d'échange est limitée, la cohésion des particules est faible de même que la rétention d'eau et de nutriments ; par contre le sol sablonneux est facile à travailler, il est donc prisé des maraichers qui préfèrent une terre facile à travailler.

A l'opposé, l'argile est très fertile, sa surface d'échange est considérable, mais il est difficile à travailler en raison de sa forte cohésion des particules.

- **Structure** : un sol bien structuré est caractérisé par la présence d'éléments organo-minéraux formant des agrégats ou des polyèdres dont les faces permettent une circulation d'air et d'eau.

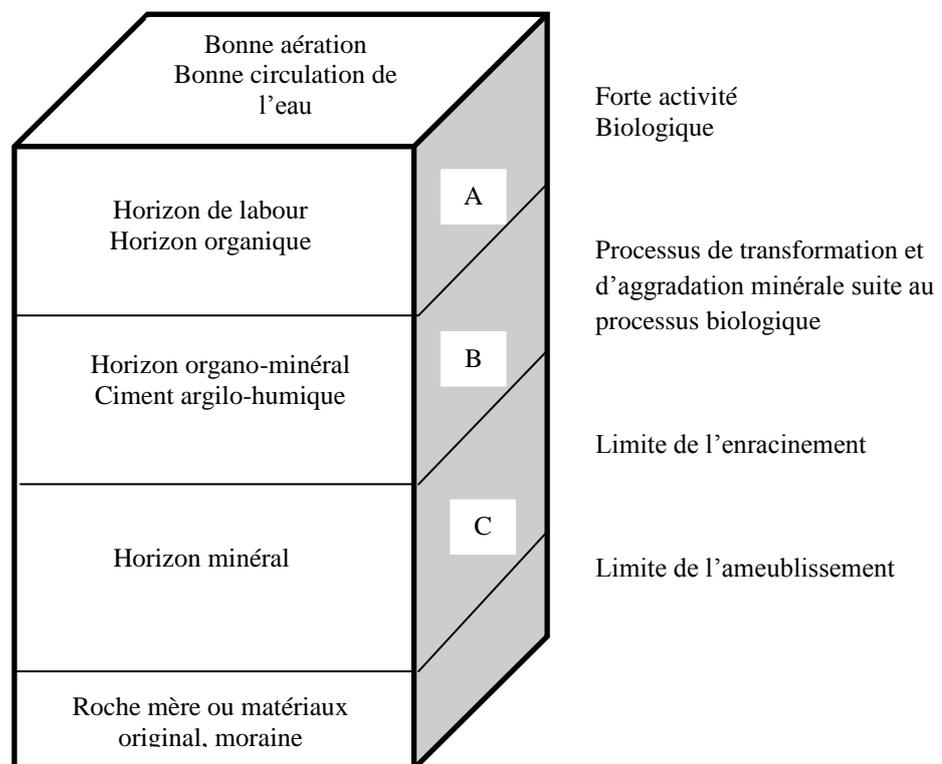
³⁴Guide PME PMI Environnement et Energie, page 39.

- **Cailloux** : le squelette caillouteux diminue le volume utile du sol ; selon la taille et l'abondance des cailloux dans l'horizon de labour, cela constitue une contrainte au travail du sol.
- **Hydromorphie** : phénomène d'oxydo-réduction liée à la présence d'eau stagnant plus ou moins longtemps dans le sol ; l'eau stagnant dans les pores prend la place de l'oxygène et change les conditions redox et l'activité biologique.

Une hydromorphie forte empêche les racines de se développer au-delà de certaine profondeur ; elle provoque une asphyxie du sol et devient une contrainte sévère à son exploitation.

Ces critères sont considérés et évalués dans leur ensemble ; ils permettent d'établir un classement en vue du décapage des horizons A et B lors de grand travaux.

Figure n° 01 : schéma définissant les horizons du sol.



Source : Jacques-André Hertig, Etudes d'impact sur l'environnement, presse polytechniques et universitaires Romandes, Italie 2006, page 312.

- Le classement pour un décapage des sols :
 - **I** à prélever impérativement sur toute sa profondeur ;
 - **II** à prélever, selon les cas, on limitera la profondeur de l'horizon B à prélever ;
 - **III** horizon A à prélever, horizon B à prélever sur une profondeur réduite et seulement si les horizons B des classes I et II fournissent un volume insuffisant en rapport avec le volume des sols à reconstituer ;
 - **IV** horizon A à prélever, mais parfois même à abandonner ;
 - **V** horizon B à abandonner, un prélèvement devient exceptionnel.³⁵

c.2) les polluants et le sol :

La pollution des sols va dépendre de deux types de facteurs :

Les premiers auront trait à la nature des polluants, les seconds seront liés à la nature physicochimique des sols considérés.

Les substances présentes dans le sol sont extrêmement nombreuses : ce sont des hydrocarbures qui auront fuité des cuves dans lesquelles ils avaient été stockés : fuel, carburants divers, goudrons, hydrocarbures aromatiques, hydrocarbures paraffiniques ou oléfiniques ; ce sont des métaux lourds issus des mâchefers des fonderies ou des incinérateurs ou d'autres sources comme l'épandage des boues de station d'épuration et des composts d'ordure; des solvants ; des halogènes ; des pesticides, des produits phytosanitaires ; des matières plastiques ; des peintures ; des PCB, des HFC ; de l'amiante ; etc. Une part importante de la pollution des sols peut provenir des retombées de pollutions atmosphériques comme on a pu le constater autour des centrales nucléaires, des centrales thermiques, des incinérateurs, des fonderies de plomb et autres métaux non ferreux, des industries chimiques, de l'agriculture, etc.

D'une manière générale le devenir des polluants dans les sols vont dépendre d'un certain nombre de comportements conjoints entre les molécules polluantes et les caractéristiques physicochimiques des sols.

Les polluants très solubles pourront être entraînés rapidement vers les couches profondes des sols et polluer durablement les aquifères. Mais certains polluants très polaires et parfaitement

³⁵Jacques-André Hertig, ouvrage déjà cité, page 313.

insolubles peuvent aussi gagner rapidement les nappes phréatiques (hydrocarbures). A contrario, certains polluants peuvent remonter vers la surface à la faveur des mouvements capillaires liés à l'évaporation ou à l'évapotranspiration.

Le plus souvent les polluants entretiennent avec les particules du sol, et particulièrement avec les colloïdes, des relations durables d'adsorption.

Certains polluants se trouvent insolubilisés et se fixent définitivement dans la phase solide des sols.

Certains polluants biodégradables seront détruits. Ceux qui ne le sont pas ou guère vont pouvoir s'accumuler dans les organismes du sol ou les plantes. Certaines plantes ont des affinités remarquables pour certains polluants : les laitues et le céleri absorbent davantage le cadmium que ne le font les céréales.

La biodégradabilité de certains solvants dans le sol dépend de certaines caractéristiques de la solution du sol et particulièrement de son pH. La transformation physique, chimique, biologique ou bactériologique d'un polluant peut conduire à des métabolites sans danger ou au contraire plus toxiques que le produit initial.³⁶

c.3) Prévention et évaluation des risques :

Les pollutions des sols sont généralement dues à l'enfouissement de déchets, à la diffusion lente de produits répandus sur le sol, aux retombées de pollutions atmosphériques et à la diffusion de polluants contenus dans les eaux souterraines.

Ces pollutions peuvent être accidentelles ou chroniques, et proviennent soit de fuites de produits dangereux soit de mauvaises gestions de stockage de déchets. Elles seront donc maîtrisées en réduisant le nombre et l'impact de ces accidents.

L'entreprise- afin de prévenir les pollutions, doit donc :

- Lors du stockage de produits dangereux :
 - Utiliser des bacs de rétention dont le volume doit être au minimum égal à :
 - Celui du plus grand récipient stocké,
 - La somme de la moitié des volumes de tous les récipients stockés si cette somme est supérieure au volume du plus grand récipient.

³⁶Pierre DAVOUST, déjà cité.

- Utiliser des moyens de contrôle de niveau et/ou de détection des fuites sur les récipients ;
 - Aménager les aires de dépotages pour récupérer les égouttures.
- Lors du stockage de déchets :
- Séparer les déchets solides comportant des traces d'huile ou d'autres liquides polluants ;
 - Stocker les déchets sur des bacs de rétention ;
 - Vérifier que les bennes sont étanches ;
 - Couvrir les bennes et placer-les à l'abri des intempéries.

L'évaluation détaillée des risques est une étude plus approfondie qui quantifie les risques et indique quels travaux de dépollution doit subir le sol.

L'entreprise doit réaliser un diagnostic de site :

- En fin d'exploitation, si cela fait partie des mesures de remise en état nécessaires ;
- Dans le cadre d'un programme de management environnemental ;
- Lors d'une transaction foncière ;
- Lorsque le site fait partie d'un plan de politique nationale d'évaluation des sols ;
- Lorsque l'entreprise est soumise à un audit environnemental.³⁷

c.4) les procédés de dépollution :

Il existe plusieurs méthodes de décontamination suivant la nature des polluants :

- Physiques par piégeage de la pollution ;
- Physiques par évacuation ;
- Biologiques ;
- Thermiques.

Le choix de la méthode dépend :

- De la surface à dépolluer ;
- De la nature des polluants ;
- Des objectifs de dépollution liés aux futurs usages du site,
- Des moyens financiers à disposition.³⁸

³⁷Guide PME PMI Environnement et Energie, page 56.

La décontamination d'un sol pollué est une opération difficile, coûteuse et parfaitement susceptible d'être sans effet notable ; Le plus souvent, les techniques de dépollution se résument à quatre : traitements ex-situ, traitements in situ, confinement et phytoremédiation.

➤ Traitements ex-situ :

Ces traitements consistent à extraire les polluants du sol ou les polluants et le sol par excavation avant de les traiter sur le site ou en dehors. Ces techniques sont le plus souvent extrêmement onéreuses.

Plusieurs procédés sont mis en œuvre :

- Les procédés thermiques consistent à utiliser les hautes températures pour se débarrasser des polluants. Beaucoup de polluants sont sensibles à l'action de la température, mais celle-ci n'a aucun effet sur les métaux ;
- Les méthodes de dépollution par lavage permettent d'extraire plus ou moins facilement un certain nombre de polluants comme les métaux, les hydrocarbures légers, les essences, le BTEX (Benzène, Toluène, Éthylbenzène et Xylènes), les hydrocarbures aromatiques polycycliques ; Le lavage se pratique avec de l'eau à laquelle on aura ajouté des surfactants ou d'autres produits chimiques. Le lavage s'avère assez inefficace sur des sols pollués riches en humus.
- Les polluants peuvent être extraits sous l'action de solvants. Le solvant choisi doit être sélectif du polluant à extraire. De préférence, il doit avoir une température d'ébullition relativement basse, une faible viscosité. Il doit être non inflammable, non explosif et non toxique.
- Lorsque la dépollution s'avère impossible, on procède à l'inertage du sol contaminé. Cela consiste à transformer le sol en une masse solide, peu perméable et physiquement stable. L'inertage des matériaux peut se faire à froid (liants) ; à basse température (150° C) en mélangeant le sol à des liants thermoplastiques ou thermodurcissables ; à température moyenne (500° C) par phosphatation ; et à haute température (1200° C et plus) en vitrifiant les matériaux.

³⁸ChristiaanLévêque et Yves Sciama, développement durable : nouveau bilan, Dunod, Paris, Octobre 2005, page 39.

- Les procédés de bioremédiation permettent de se débarrasser des polluants en mettant en œuvre des bactéries, soit déjà présentes dans le sol, soit en utilisant des bactéries spécialement cultivées pour cela.

➤ Traitements in situ :

Les traitements in situ consistent à traiter le sol pollué sans procéder à son excavation.

- Le lavage in situ consiste à arroser le sol pollué avec une solution lavante qui sera récupérée par pompage des lexiviats récupérés à l'aide de drains ; Ces procédés sont très utilisés dans les industries minières et pétrolières.
 - Une méthode proche consiste en un bullage (sparging) : cela consiste à injecter de l'air à forte pression dans la zone saturée du sol, via des puits d'injection. Le polluant va être transféré de la phase liquide à la phase gazeuse qui va migrer vers la zone insaturée du sol où des puits ou des drains d'extraction permettront de la récupérer avant d'être traitée en surface.
- Utiliser les ressources que nous offrent les plantes dont certaines d'entre elles se révèlent d'excellents bio accumulateurs pour certains polluants. On parle alors de phytoremédiation.
- Lorsqu'aucune technique ne peut être mise en œuvre, il faut se résoudre au confinement du site.³⁹

³⁹Pierre DAVOUST, déjà cité.

Conclusion du chapitre

Après avoir vu dans ce chapitre, l'épuisement des ressources naturelles, le risque de la perte de la biodiversité et le problème des déchets, le dérèglement du climat de la planète sous le titre de dimension des problèmes de l'environnement, en tant que partie préliminaire ;

Tandis que la deuxième partie de ce chapitre a été consacrée à la pollution industrielle

Chapitre II
Les instruments de protection
de
L'environnement et
l'industrie cimentière

Introduction du chapitre :

Le secteur cimentier offre de nombreux avantages, sauf que les nuisances qu'il génère et les poussières sont extrêmement visibles, le produit qu'elle fabrique les cimenteries est un pondéreux dont le coût de transport est très vite prohibitif et représente une part importante du prix de vente ; avant d'y parlé et d'y détaillé en va voir quelques instrument de protection de l'environnement ;

Dans l'industrie cimentière il faut investir à peu près 2,5 fois le chiffre d'affaires d'une tonne de ciment pour produire cette tonne ;

Ce sont quelques caractéristiques de l'industrie cimentière, en suite en va voir l'évolution du ciment dans l'histoire depuis les phéniciens et les grecs, les types des ciments, leurs classement et le cycle de production puis en va finir la première partie de ce chapitre par l'exemple de la France et le concrétisés avec des chiffres clés.

Tandis que dans la deuxième partie de ce chapitre on a essayé de montrer certains aspects de la pollution par le ciment ; donc on a commencé par les causes de la pollution industrielle, puis les impacts environnementaux de chaque catégorie de ciment et enfin, une industrie cimentière aux effets positifs est souhaitée.

Sachant que Les pollutions industrielles ont été fortement réduites cette dernière décennie ; mais demeurent importantes du fait du recours plus important aux énergies fossiles.

Et rappelant et citant les principaux risques actuels- déjà vus et détaillés en premier chapitre, à présent on va insister sur l'impact sanitaire :

- Les particules fines : dont le diamètre est inférieur à 2,5 μ , qui peuvent descendre profondément dans les poumons et provoques l'inflammation des voies respiratoires, perturbent la dynamique du sang, ont des effets cardio-vasculaires, voire cancérigènes ;
- L'ozone : qui entraîne une irritation des muqueuses oculaires et des bronches ;
- Les oxydes d'azote : qui altèrent la fonction respiratoire et entraînent une hyperactivité bronchique chez les asmathiques, et des infections bronchiques chez les enfants ;
- Les composés organiques volatils : constitués d'une part de composés aromatiques monocycliques et des aldéhydes, qui entraînent une des muqueuses oculaires et respiratoires, des allergies, des effets neurocomportementaux, une diminution de l'immunité cellulaire, des troubles du système nerveux ;
- Le monoxyde de carbone : il se fixe sur l'hémoglobine du sang à la place de l'oxygène, ce qui affaiblit l'oxygénation des tissus, des vaisseaux sanguins, du système nerveux et entraîne des troubles cardiovasculaires ;
- Du plomb : qui provoque des troubles neurologiques, hématologiques et rénaux et peut gravement perturber le développement cérébral des jeunes enfants ;
- Du mercure : qui entraîne des troubles du système nerveux central et périphérique (de la personnalité) ;
- Des pesticides : dont la présence est mesurée seulement dans l'eau, qui altèrent les aliments. ⁴⁰

⁴⁰ Pierre Merlin, énergie et environnement, la documentation française, paris 2008, pages 51, 52.

1. Les instruments de protection de l'environnement :

Il y a plusieurs techniques qui ont un impact important sur l'environnement dont quelques-uns déjà utilisés

a. Les techniques douces :

Par opposition à la technique dure qui consiste à l'utilisation du nucléaire, la technique douce prend en considération les caractéristiques aussi bien écologiques que sociales et politiques.

- Les caractères écologiques, faisant intervenir des ressources renouvelables avec une faible pollution et une facilitation du recyclage.
- Les caractéristiques sociales et politiques se basent sur une décentralisation de la prise de décision avec un refus des structures du pouvoir concentré.

Cette technique privilégie l'utilisation des ressources renouvelables pour faire face et à la pollution et à l'épuisement des ressources naturelles avec l'introduction d'innovation tel les filtres et autres techniques.

Cette technique repose sur l'analyse de la meilleure façon pour satisfaire les besoins dans un système économique donné avec le moins de pollution possible et notamment l'utilisation de matériaux locaux pour éviter également les coûts de transport, de pièces de rechange, de réparations etc...

Elle est plus préconisée pour les pays en voie de développement avec la main d'œuvre locale à moindre coût.

Avec quelques nuances, on peut citer également des techniques plus ou moins économiques ou plus ou moins appropriés en introduisant de faibles technologies. Les domaines d'expérimentations sont : les énergies renouvelables qui sont moins polluants et d'autres qui sont gratuits tels le soleil, le vent, l'eau, les marées et la décomposition des déchets aussi bien des végétaux que des animaux et même des humains.

L'exemple de bassins de récupération de boue très riches en éléments organiques ; l'élaboration d'un tel système dit écosystème fait intervenir tel un cycle le monde végétal et le monde animal.

Pour conclure, on peut dire que par opposition à la technique dure qui est énergivore et polluante ; la technique douce bien que limitée par une haute technicité prend en considération tout ce qui peut préserver la nature tout en intégrant le facteur humain pour la plus ou moins forte main d'œuvres ouvrière et la possibilité d'être utilisée par les pays du tiers monde.⁴¹

a.1) La lutte biologique :

L'utilisation d'organismes vivants comme les bactéries et autres prédateurs a été utilisée dans les années 50 du siècle passé pour réguler les éléments ravageurs et nuisibles à la nature par leurs ennemis naturels.

Cette méthode est plus préconisée pour l'environnement que celle faisant intervenir les produits chimiques avec leurs cortèges d'effets secondaires qui se sont avérés plus que néfastes.

La lutte biologique demande un suivi sur le terrain avec des prélèvements d'échantillons avec l'application de plusieurs stratégies :

La préservation et la valorisation du rôle des organismes prédateurs et par la protection de la faune et de la flore par la mise en place de conditions favorables à l'alimentation, à la reproduction et à leur équilibre biologique.

Bien que parfois coûteuse, la lutte biologique est fondée sur des équilibres écologiques avec une préservation de la diversité biologique qui est un objectif majeur de développement durable.⁴²

a.2) L'agriculture biologique :

C'est un mode de production ne faisant intervenir aucun produit chimique tels les engrais, insecticides, herbicides. On s'interdit également les produits de conservation après la récolte. Cela est également vrai pour l'élevage d'animaux en excluant les antis parasites, les antibiotiques et autres produits anabolisants.

L'agriculture biologique a pour but d'optimiser le potentiel biologique de la plante par une fertilité naturelle et une stimulation des capacités naturelles de résistance aussi bien pour la faune que pour la flore.

⁴¹Vincent PLAUCHU, Socio-Economie de l'environnement : problèmes, analyses, stratégies d'acteurs, édition Campus ouvert, septembre 2013, pages : 104, 107.

⁴²GIL Desmoulin, La communauté européenne et la protection des espaces naturelles, Presse univ, Limoges, 2001, page 92.

Elle a pour principes :

- Une conservation du sol en favorisant la vie biologique de la terre.
- Une fertilisation du sol par la stimulation de la vie microbienne grâce aux apports de matières organiques naturelles (fumiers, compost) qui à leurs tours nourries la plante. C'est ce que l'on appelle un développement d'engrais verts.
- L'assolement, c'est une alternance de cultures en tenant compte d'associations favorables de plantes.
- L'alternance des cultures et l'élévation de températures du compost combattent le développement des mauvaises herbes et détruisent certaines graines indésirables.

Par l'optimisation des arrosages des terres cultivées et en favorisant l'enracinement profond le lessivage des sols est stoppé. Cette culture privilégie également le choix des variétés qui s'adaptent avec le sol et le climat.

Enfin, l'agriculture biologique tiens compte dans le cas d'une agriculture locale d'inputs locaux, d'économies d'énergies, de l'utilisation des énergies renouvelables et que les parcelles concernées soient assez éloignées de facteurs polluants. Elles doivent être situées à au moins à 500 m des usines, 50 m des routes et 150 m des terrains cultivées conventionnellement qui utilisent les produits chimiques.⁴³

a.3) Les énergies renouvelables :

Cela correspond à l'utilisation directe ou indirecte de l'énergie fourni par le Soleil, l'Eau et le Vent qui sont inépuisables et qui ne polluent pas.

Ces énergies présentes partout sont par opposition aux énergies de stock (Pétrole, Gaz, Charbon...) continuellement renouvelés. Utilisés depuis l'aube des temps par les paysans et les marins à titre d'exemple : Bateaux à voiles, Moulins à voiles, Eoliennes...

Ces énergies sont inépuisables mais malheureusement remplacées avec l'avènement de la révolution industrielle par les énergies fossiles très polluantes et fondamentalement responsables d'effets de serre.

Actuellement, on enregistre un léger retour vers l'utilisation des énergies renouvelables telles les installations des Eoliennes en ferme eten mer.

⁴³BEAT Burgenmeier, Politique économique du développement durable, De Boeck, Aout 2008, pages : 125, 128.

Les installations de panneaux solaires aussi bien en villes pour usage personnel que sur de très grandes surfaces en pleine campagne sont de plus en plus remarquables.

a.4) Le recyclage :

Consiste à l'utilisation de matières usagées en amont pour la production de cette même matière à l'image du papier et cartons. Le recyclage concerne

- le Papier
- Les métaux ferreux et non ferreux
- Le Verre
- Le Plastique

Les quantités recyclées dépendent de la collecte sélective et des politiques du recyclage même. On remarque que le Papier suivi des métaux représente la moitié des matériaux recyclés alors que les Plastiques, très nocifs aussi bien par leurs incinérations que par leur décomposition très lente représentent une partie infime du recyclage.

Quoique les techniques de recyclage soient de plus en plus difficiles avec l'évolution des produits divers introduits dans la fabrication, le recyclage tout en évitant les émissions de CO₂ permet une économie non négligeable en équivalent pétrole.⁴⁴

b. Les pouvoirs publics :

La politique environnementale qui a pour mission une meilleure gestion des ressources naturelle et de protection de l'environnement ; a pour motif essentiel dans ce cas la veille sur la réglementation, les taxes, les marchés de quotas d'émission d'une part et les subventions et les aides d'une autre part.

Les objectifs de cette politique est la protection des espèces naturelles et les écosystèmes menacés en limitant et en réduisant au maximum les différents rejets dans l'eau, les sols et l'air.

Une éducation publique pour un comportement responsable doit être encouragée. L'application du principe du pollueur payeur qui doit être réprimé.

Cette politique qui est dissuasive d'une part et est incitative d'autre part en encourageant les comportements protecteurs par des choix techniques tels l'utilisation des panneaux solaire, des

⁴⁴Vincent PLAUCHU, ouvrage déjà cité, pages 115, 120.

panneaux d'isolation, du double vitrage, des matériaux locaux de construction, d'énergies renouvelables et ce, par des subventions et des exonérations fiscales.

La croissance démographique ainsi que la croissance économique se heurtent souvent à des limites écologiques.

Une étude mathématique intégrant les principales variables qui sont : la population – le quota alimentaire – la production industrielle – le niveau de pollution – la superficie cultivable et les ressources naturelles fait nous donner un scénario catastrophe dans quelques décennies avec un effondrement de la population dû à une dégradation des conditions de vie. D'où des mesures drastiques sont incontestablement nécessaires pour éviter le pire et préserver notre unique habitat qu'est la Terre.

Une transition écologique est primordiale passant du mode actuel de production et de consommation à un mode responsable plus écologique. Cette transition concerne aussi bien l'agro-alimentaire que l'énergie de par sa production que de sa consommation, avec des habitats non énergivores par exemple.

Parmi les mesures incitatives à une transition écologique on peut citer les transports bien pensés par l'introduction de véhicules électriques et pourquoi pas un télé-travail.

La sauvegarde de notre terre n'est réalisable qu'avec des principes d'humanisme, de solidarité, du respect de la nature, et par la responsabilité des individus, des entreprises et des états.

Il est primordial d'opérer des changements dans nos pratiques avec une modération de notre consommation, une prudence dans l'utilisation des nouvelles techniques et enfin se considérer comme citoyen universel responsable envers la terre et toute l'humanité.⁴⁵

c. Stratégie des entreprises :

Il n'y a pas si longtemps (les années 80), la plupart des entreprises rejetaient leurs déchets dans la nature sous forme de fumée, de solides ou liquides polluants et souvent chargés d'éléments nocifs et ce, sans souci aucun.

Et ce n'est qu'avec l'avènement d'associations et des accidents spectaculaires (Bhopal en Inde – les marées noires...) que les entreprises et sous contrainte qu'elles se sont plus ou moins

⁴⁵GIL Desmoulin, ouvrage déjà cité, pages 93, 98.

soumises à prendre conscience et à adapter des comportements responsables. Certains même ont eu à le faire pour avoir une image de marque plus favorable sur le marché.

Sur ce, beaucoup d'entre elles ont mis en place un système de management environnemental (SME) si possible conforme à la norme ISO 14001, un plan de développement d'entreprise (PDE) et un ensemble d'audits environnementaux.

Certaines entreprises préconisent une écologie industrielle alors que d'autres ne sont qu'en phase d'adaptation aux contraintes réglementaires.

c.1) Le plan de déplacement d'entreprises

Certaines entreprises pensent à réduire le déplacement de ses employés ou à encourager la marche à pieds et les déplacements en vélo, en covoiturage et de prendre le transport en commun subventionné ; ainsi que par une participation conséquente à la création de moyens de transports non polluants.

Pour l'entreprise, il s'agit d'un comportement citoyen pour la contribution des réductions des émissions de gaz à effet de serre et de nombreux polluants rejetés dans l'air par les automobiles (Oxydes – Métaux lourds – Particules) qui représentent 50% de la pollution de l'air dans les agglomérations.

c.2) le système de management environnemental ISO 14001 :

Le système mis en place par l'entreprise consiste à l'évaluation, la maîtrise et la réduction de l'impact environnemental de ses activités.

ISO 14000 concerne management environnemental et la norme ISO 14001 le système de management environnemental spécialisé et ligne directrice pour son utilisation. Il décrit les exigences à satisfaire pour avoir un système de management environnemental de haut niveau (SME).

Le SME comprend sept (07) éléments clefs :

- Une déclaration d'intention et d'engagement de l'organisme quant à la politique environnemental.
- La mesure et l'analyse de l'impact environnemental de ses opérations ainsi que les risques environnementaux encourus par l'organisme.
- Un plan d'action pour réduire cet impact et ces risques ?

- Une organisation de ses moyens qui permettent des objectifs en matière d'environnement.
- Un contrôle et des actions correctives de surveillance et des mesures d'indicateurs environnementaux axées sur la réalisation des buts et objectifs de l'organisme.
- Un examen périodique du SME par la direction de l'organisme pour vérifier si le système est toujours approprié et efficace.
- Une amélioration continue et organisée.

Les normes ISO concernent un produit, un matériel, ou un processus particulier hautement spécifique. Elles présentent un enjeu stratégique important pour l'entreprise et encourage le développement des opportunités et des économies associées aux actions environnementales. Permettant d'unifier les pratiques de gestion environnementale, ces normes permettent d'améliorer l'image de l'entreprise auprès de ces clients sensibles aux problèmes environnementaux qui s'avère de ce fait un avantage concurrentiel.⁴⁶

c.3) L'audit d'environnement :

C'est une partie intégrante d'un SME visant à vérifier le respect de l'entreprise des réglementations externes et les procédures internes en matière d'environnement.

- Les audits internes réalisés par le personnel de l'entreprise et à pour but l'information et l'assurance sur le fonctionnement qui doit être conforme en ce qui concerne l'environnement.
- Les audits externes quant à eux sont assurés par des experts externes à l'entreprise et ce à la demande des tiers (Acquéreurs, Banque...) pour les informer et les rassurer.

On distingue six (06) sortes d'audit d'environnement :

- Audit de conformité : vérifie que les activités de l'entreprise s'effectuent en conformité avec les lois et règlements.
- Audit du système de management de l'environnement : vérifie la manière dont fonctionne l'organisation mise en place pour gérer l'environnement.
- Audit d'acquisition ou de vente : demandé par l'acquéreur qui veut connaître les risques qu'il encourt, évalue de façon précise l'existence et l'ampleur

⁴⁶Vincent PLAUCHU, ouvrage déjà cité, pages : 163, 166.

éventuelles des risques environnementaux liés à l'entreprise faisant l'objet d'un projet d'une transaction

- Audit de produit : donne l'assurance lors du processus de production ; les contraintes afférentes sont respectées et les risques maîtrisés.
- Audit du passif environnemental : identifie, qualifie et comptabilise les engagements ou risques financiers résultant des impacts environnementaux de l'entreprise.
- Audit opérationnel : identifie les possibilités de réduire l'impact environnemental de l'entreprise avec la réduction des déchets, des rejets et des pollutions.⁴⁷

c.4) Les stratégies environnementales des entreprises :

Chaque entreprise est amenée à adopter une stratégie environnementale. Il y a quatre (04) niveaux d'engagement dans une démarche environnementale.

- Stratégie de non engagement : c'est un simple respect de la réglementation sans conviction.
- Stratégie d'engagement limitée : c'est une mise en place par l'entreprise d'actions correspondantes à une économie d'énergie, de la matière première, et une réduction de déchets avec une amélioration du processus sans engagement pour conception nouvelle des produits.
- Stratégie d'engagement résolu : c'est une recherche d'une conception nouvelle et complète des produits avec adoption d'une organisation tenant en compte le choix environnemental.
- Stratégie de développement durable : c'est une intégration environnementale dans une stratégie globale de développement durable de l'entreprise à long terme.

L'engagement stratégique dans le sens du développement durable permet une économie avec une réduction des ressources et une diminution des déchets. Une conception nouvelle des produits permet l'amélioration de sa qualité en assurant et une valeur ajoutée et une baisse des coûts de production et donne une image de marque pour l'entreprise.⁴⁸

⁴⁷ AURORE Moroncini, stratégie environnementale des entreprises : contexte, typologie et mise en œuvre, PPUR presse polytechniques, Janvier 1998, page 108.

⁴⁸ Vincent PLAUCHU, ouvrage déjà cité, pages 168, 169.

c.5) l'écologie industrielle :

De tout temps, l'Homme a toujours essayé de réutiliser ses déchets à l'image de l'agriculteur avec la bouse de vache en guise d'engrais.

L'écologie industrielle ou économie circulaire désigne une organisation de plusieurs entreprises dans un écosystème industriel dans lequel les déchets des uns deviennent des matières premières ou une source d'énergie propre remplaçant l'énergie fossile pour les autres.

Absolument nécessaire, l'écologie industrielle nécessite une grande collaboration entre les entrepreneurs pour boucler le cycle.⁴⁹

d. Autres techniques :

Il existe de multiples techniques qu'on peut citer par problème telle que :

d.1) la sécheresse :

Les phénomènes de sécheresse engendrent des impacts négatifs comme on a expliqué dans le premier chapitre et dont les solutions sont à la fois connues, lourdes et difficiles à appliquer ;

Mais Il existe des techniques préventives qui portent sur la gestion et le contrôle des ressources en eau et la protection des conditions de son renouvellement, comme par exemple :

- Le stockage des ressources alimentaires de sécurité ;
- Le stockage prévisionnel des cheptels ;
- Les systèmes d'alerte précoce par communication inter-états des informations météorologiques ;
- L'information des populations sur les comportements appropriés aux risques attendus ;⁵⁰

⁴⁹SUREN Erkman, Vers une écologie industrielle, ECLM , Paris France 2004, page 12.

⁵⁰Pierre GENY, pierre WAECHTER, André YATCHINOVSKY, environnement et développement rural, édition Frison-ROCHE, France, Février 1992, page 84.

d.2) Les inondations :

Consistent avec la sécheresse le fléau majeur qui frappa de nombreux pays en développement de la zone intertropicale ; les épisodes pluvieux exceptionnels sur des bassins versants importants provoquent régulièrement le débordement des cours d'eau dans les plaines qui débordent.

Comme il n'est pas aisé de se prémunir contre les catastrophes climatiques naturelles, on peut limiter la portée par la prise en compte des risques naturels, par les mesures suivantes :

- En ce qui concerne les cyclones et le raz de marée :

- la construction de digues côtières insubmersibles en zones littorales peuplées ;
- l'étude et le choix des sites de construction d'ouvrage majeurs dont la rupture ou l'endommagement présente un facteur d'aggravation de la catastrophe naturelle ;
- l'aménagement de zones surélevées en plaine littorale basse pour y accueillir rapidement population et animaux ;
- la mise en place d'un système de prévision et d'alerte rapide.

- En ce qui concerne les séismes et les éruptions volcaniques :

- la mise en place des réseaux de surveillance, d'analyse des signes précurseurs et la consultation des spécialistes ;
- des constructions satisfaisant à des normes antisismiques ;
- la disponibilité d'un réseau d'organisations de secours et médical d'urgence ;

d.3) La déforestation :

A des impacts multiple surtout lorsqu'elle porte sur des superficies importantes, ces impacts modifient l'ensemble du paysage ;

La déforestation a les effets suivants :

- La suppression du rôle de réservoir d'eau de la forêt ;
- L'augmentation de la vitesse du vent ;
- La diminution de l'hygrométrie ;

- L'accroissement des écarts thermiques au niveau du sol ;⁵¹

d.4) La dégradation du sol :

On a déjà vu et détaillé ce problème dans le premier chapitre, il existe de multiples solutions possibles tel que :

- Le remplacement de la culture itinérante par d'autres activités tout en fournissant des revenus nets au moins équivalents, parmi les activités de substitution on citera :
 - la valorisation des produits naturels de cueillette associés aux zones protégées ;
 - les cultures permanentes arborées ;
 - les plantations forestières et les activités liées au forêt ;
 - l'utilisation pérenne d'autres espaces agricoles avec intensification des facteurs de production ;
 - l'intensification de l'élevage ;
 - les activités liées au tourisme ou à l'artisanat.
- Le défrichement planifié de terres vierges : le défrichement de terre vierge suppose une connaissance des caractéristiques des sols s'appuyant sur des inventaires de base appropriés ;
- Le transfert de fertilité d'une zone à une autre : s'effectue par la biomasse végétale en l'état ou transformée,

La prévention comporte une appréciation des limites d'efficacité de ce système :

- l'équilibre entre espace importateur-espace exportateur,
- certaines carences chimiques des sols ne peuvent être corrigées valablement à partir des sous-produits végétaux issus d'un milieu lui-même carencé ;⁵²

⁵¹Pierre GENY, pierre WAECHTER, André YATCHINOVSKY, ouvrage déjà cité, pages 86,89.

⁵²Pierre GENY, pierre WAECHTER, André YATCHINOVSKY, même ouvrage, pages 105,115.

2. L'industrie cimentière dans le monde :

Le ciment est une matière pulvérulente à base de silicate et d'aluminate de chaux, obtenue par cuisson en proportions variables selon les matières premières utilisées.

a. Les ciments dans l'histoire :

L'un des premiers liants employé dans l'art de la construction a été la chaux grasse utilisée sans doute depuis près de 1000 ans. Les Etrusques, les Phéniciens, puis les Grecs et les Romains s'en servirent pour les travaux de maçonnerie. Cette chaux est obtenue par cuisson de roches calcaires, puis par extinction de la chaux vive avec de l'eau ; ce qui donne l'hydroxyde de chaux ou chaux grasse, dont le durcissement ne peut s'effectuer que par carbonatation à l'air, ce qui la transforme en calcite, d'où le nom de chaux aérienne qu'on lui donne parfois.

Les Romains mélangeaient cette chaux à des cendres volcaniques riches en silice, qu'ils trouvaient au pied du Vésuve à Pouzzoles. Ils obtenaient ainsi les liants capables de durcir sous l'eau.

a.1) l'évolution historique du ciment :

Au moyen Age, aucun progrès n'ayant été fait depuis l'époque romaine, on utilisait comme liant pour la construction, le plâtre ou la chaux éventuellement additionnée de briques pilées. Il faudra attendre le 18^e siècle pour que commencent les recherches sur les chaux hydrauliques. Louis VICAT en préconisant la cuisson d'un mélange en proportion convenable de chaux et d'argile fut donc à la fois l'inventeur des chaux hydrauliques naturelles et le père des ciments portlands artificiels.

La première petite usine à chaux hydraulique fut construite à Nemours en Seine et marnes (France) en 1818. En grande Bretagne, Joseph ASPDIN fit des essais analogues à la même époque. Il prit un brevet en 1824 sur la fabrication d'un liant à partir d'un mélange de chaux et d'argile qu'il appela ciment portland à cause de l'aspect présenté par ce liant durci rappelant celui de la pierre calcaire de l'île de Portland. Le mot ciment vient du terme latin *caementum*. On appelait ainsi le mélange de pierres et de mortier de chaux qu'utilisaient les Romains pour la construction de leurs maçonneries, routes, aqueducs.⁵³

⁵³R. Dupain et J.C. Saint-Arroman, Granulats Sols Ciment et Bétons, édition Casteille, Paris 2009, page 40.

a.2) l'évolution de l'industrie cimentière :

Le développement de l'industrie du ciment n'a pu se faire que grâce à l'apparition de matériels nouveaux comme le four rotatif et le broyeur à boulets, et c'est à l'introduction du broyage qu'il faut attribuer la transition de la chaux au ciment, la chaux ayant la propriété de se réduire en poudre par addition d'eau, ou extinction, alors que le matériau constitutif du ciment, le *clinker* dont on donnera les définitions plus loin exige d'être broyé. En effet, pendant longtemps les seuls fours utilisés furent les fours droits, copiés sur les anciens fours verticaux à chaux, mais dont la production journalière était faible. Le four rotatif apparut en 1877 (Crampton et Ransome). En 1900, les plus grands fours avaient 2 m de diamètre et 35 m de long, leur production journalière était de 30 à 50 t. Actuellement ; ils peuvent atteindre 200 m de long, 7 m de diamètre et avoir une production journalière de 3 000 t. Le broyeur fut inventé en France, en 1892 par Davidsen. Les broyeurs les plus modernes ont maintenant des débits supérieurs à 100 t/h.

Les procédés de fabrication se perfectionnent : Au début seul la voie humide était utilisée, puis la voie semi-humide et enfin la voie sèche. Cela fut possible grâce aux progrès techniques dans les domaines de la granulation des poudres, de la filtration des pâtes, et de l'homogénéisation. Les moyens de transport et de conditionnement se développèrent parallèlement.

En 1920, apparurent les sacs en papier de 50 kg de contenance. L'ensachage fut amélioré par l'adjonction d'une valve permettant un remplissage automatique. Après 1945, la livraison du ciment en vrac a commencé à se développer dans le monde, grâce à la construction d'un matériel de transport spécialisé équipé de système de vidange rapide par air pulsé. De plus en plus, le transport s'effectue par un camion-citerne depuis les cimenteries jusqu'aux stations de stockage ou aux chantiers munis de silos de réception. Le vrac alimente les centrales à béton, les usines de préfabrication, les grands chantiers de travaux publics (routes, ponts, barrages...). Il existe des installations de distribution de ciment en vrac entièrement automatisées.

Les quelques dates suivantes résument les étapes de la découverte des principaux liants hydrauliques :

- 1810 : Ciment " romain " de Parker (Angleterre).
- 1825 : Ciment portland de J. Frost (Cimenterie de Swanscombe, Angleterre)
- 1842 : Ciment " naturel " de la région de Vassy (France)
- 1846 : Ciment Demarle à Boulogne –sur- mer.
- 1860 : Ciment de grappiers.
- 1875 Ciment prompt (France).
- 1880 : Ciment de laitier à la chaux (Allemagne, France).
- 1887 : Ciment blanc (France).
- 1901 : Ciment de laitier (Allemagne).
- 1908 : Ciment alumineux de Bied (France).
- 1908 : Ciment sur-sulfaté de Kuhl (Allemagne)
- 1932 : Ciment expansif de Hendricks (France).
- 1935 : Ciment sans aluminates tricalcique de Ferrari (Italie).
- 1942 Ciment à occlus (USA).
- 1950 : Ciment réfractaire résistant jusqu'à 1800 °C.
- 1951 : Ciment aux cendres volcaniques (France).
- 1964 : Ciment réfractaire résistant jusqu'à 2000 °C.⁵⁴

b. Cycle et procédé de fabrication :

b.1) Généralités et principes de fabrication

Le ciment s'obtient par broyage d'une roche artificielle, le *clinker*, à laquelle on mélange environ 5% de gypse destiné à régulariser la prise. La composition chimique du *clinker* est :

➤ Eléments principaux :	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O + K ₂ O
Teneur (%)	:62-67	19-25	2-9	1-5	0-1	0-1,5

➤ Plusieurs procédés de fabrication peuvent être utilisés :

⁵⁴Michel Vénuat, Ciments et Bétons, presses Université de France, France 1973, pages 6,9.

Voie humide : le matériau se présente, avant cuisson sous forme d'une pâte liquide ;

Voie sèche : le matériau est sous forme de farine crue ;

Voie intermédiaire :

- Semi-humide : par essorage d'une pâte liquide ;
- Semi-sèche : par humidification de la poudre afin de fabriquer des granules.

Ces procédés diffèrent surtout en ce qui concerne le mode de préparation de la matière première. Le choix du procédé résulte d'un ensemble de conditions d'ordre économique, il est souvent dicté par l'état des matériaux dont on dispose (plus ou moins durs, plus ou moins humide).⁵⁵

b.2) Le cycle de production :

Le ciment est fabriqué à partir de chaux (CaO), de silice (SiO₂), d'alumine (Al₂O₃) et d'Oxyde de fer (Fe₂O₂). Ces éléments sont obtenus à partir de matières naturelles ou de sous-produits industriels. Le processus industriel comprend plusieurs phases de transformations physiques et chimiques :

L'extraction avec le concassage et le broyage ; la cuisson et le broyage du clinker.

Le calcaire est extrait de carrières, broyé puis concassé. Après homogénéisation, le mélange fait de carbonate de calcium, silice et alumine de fer est broyé finement.

La cuisson comporte les phases suivantes :

- Déshydratation ;
- Décomposition de l'argile – Décarbonatation – Décomposition du calcaire (CaCO₃) en chaux (CaO) et dioxyde de carbone (CO₂) et clinkérisation.

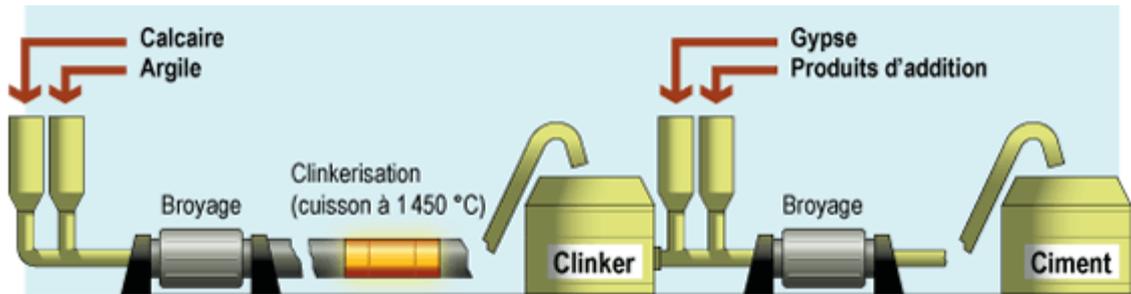
Il existe plusieurs procédés de cuisson, mais pour limiter la dépense d'énergie, le procédé par voie sèche a été préféré aux autres.

En fin de cuisson, on obtient le " clinker ", produit intermédiaire qui est broyé et additionné de gypse pour donner le ciment artificiel ou ciment " portland ".⁵⁶

⁵⁵ Christophe SIBIENDE et Thierry SIBIENDE, Les rouages économiques de l'environnement, Edition de l'atelier, Paris, France 1993, page 190.

⁵⁶ Christophe SIBIENDE et Thierry SIBIENDE, ouvrage déjà cité, page 202.

Figure n°02 : cycle de production du ciment.



Source : <http://www.prc.cnrs-gif.fr/spip.php?article92>

b.3) préparation de la matière première :

- Procédé par voie sèche :

La matière première est broyée dans des broyeurs-sécheurs sous forme de poudre fine. Les poudres calcaire et argileuse sont mélangées dans des silos homogénéisateurs munis d'un fond poreux au travers duquel est insufflé de l'air (fluidisation). La poudre ainsi parfaitement dosée est stockée dans des silos servant à l'alimentation des fours.

- Procédé par voie semi-humide (filtration) :

La pâte fluide est obtenue de la même façon que dans le procédé par voie humide. Elle est essorée grâce à des filtres presses constitués par des séries de plateaux entre lesquels la pâte est comprimée sous une pression de 10 à 25 bars. Le gâteau formé ne renferme plus alors que de 18 à 20 % d'eau. La pâte plastique est ensuite transformée en bâtonnets lisses ou striés de 2 cm de diamètre environ à l'aide d'une boudineuse. Les bâtonnets sont alors introduits, le plus souvent, dans un four comprenant deux parties, une grille métallique mobile de décarbonatation recevant les gaz chauds du four où la matière subit un séchage et un début de décarbonatation et un four rotatif court.

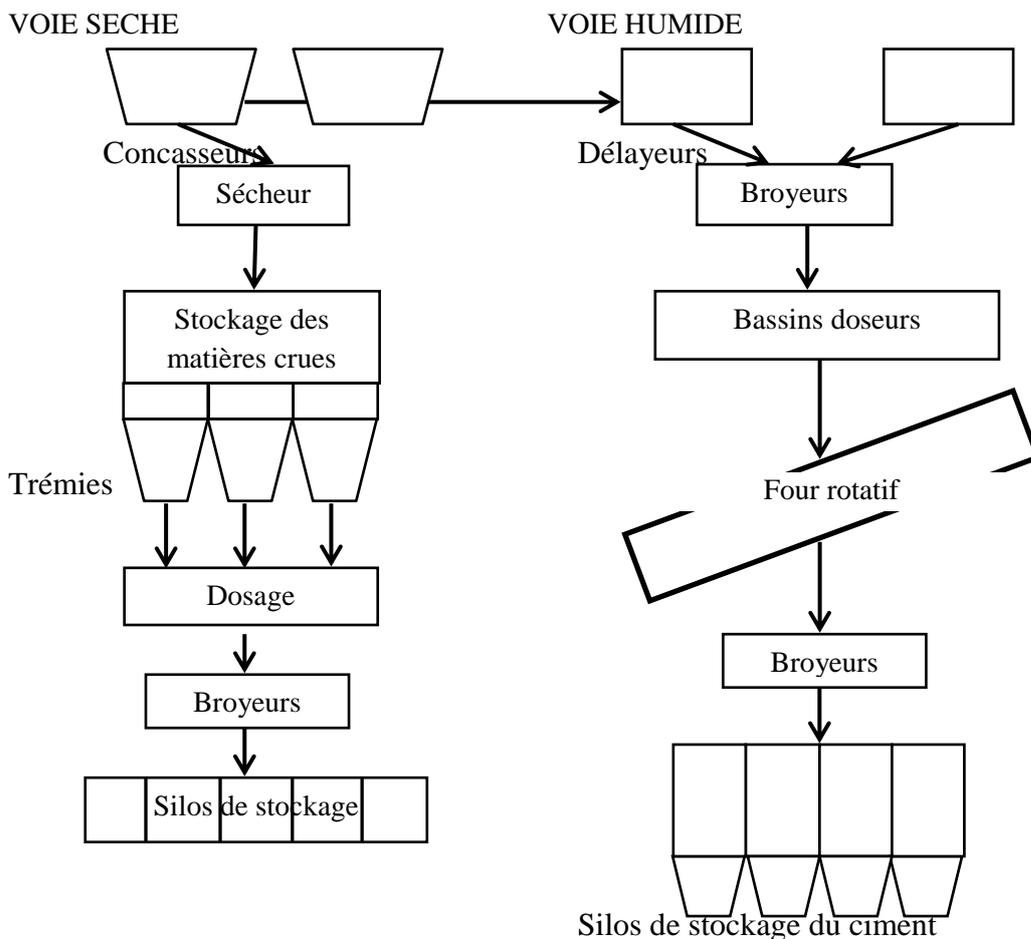
- Procédé par voie semi-sèche :

La poudre, obtenue d'une façon analogue à celle décrite pour la voie sèche, est agglomérée sous forme de boulettes de 10 à 20 mm de diamètre à l'aide d'un granulateur. C'est une assiette rotative inclinée à 50° environ, dont le diamètre varie de 12 à 4,5 m et recevant la poudre et de l'eau (12 à 14 %). Suivant les procédés de cuisson utilisés, les granules peuvent

également contenir le combustible sous forme de charbon broyé (cas des fours verticaux). La cuisson s'effectue dans deux types de four :

- Un four à grille de décarbonatation avec un tube rotatif court identique à celui du procédé semi-humide.
- Un four droit qui se compose d'un cylindre vertical, fixe, garni intérieurement de briques réfractaires et pouvant avoir un diamètre intérieur de 2,5 m et une hauteur de 10 m. les granules sont répartis d'une façon continue et uniforme à la partie supérieure du four. Ils sont soumis rapidement à une forte chaleur et la clinkérisation a lieu dans la partie supérieure du four. Ils descendent ensuite lentement en se refroidissant. Le clinker est régulièrement défourné et évacué par l'intermédiaire de cas étanches.⁵⁷

Figure n°03 : principes de fabrication du ciment.



Source : Jacques-André Herting, étude d'impact sur l'environnement, presses polytechniques, Paris France.

⁵⁷François de larrard, construire en béton, presses des ponts, France 2002, page 150.

b.4) Broyage, conditionnement et transport.

Le clinker doit être broyé finement afin d'être actif (grains inférieur à 200 μ , surface spécifique de l'ordre de 2 800 à 4 000 cm^2/g). Le broyage s'effectue dans des broyeurs à boulets (comme dans le cas du broyage de la poudre crue). Ce sont des cylindres en tôle d'acier chargés de boulets de tailles variées (20 à 90 mm de diamètre). Les broyeurs peuvent avoir de 2 à 4 m de diamètre et de 8 à 12 m de long. Ils sont souvent compartimentés en trois chambres par des cloisons percées de fentes. Le taux de remplissage varie entre 30 et 35 % du volume intérieur et la vitesse de rotation devrait être de :

$$Nt/mn = 32/D \text{ (D : diamètre intérieur en mètre).}$$

En pratique, la vitesse de rotation est souvent inférieure de 10 % à cette vitesse optimale. Les broyeurs fonctionnent en circuit ouvert (la matière traverse directement le broyeur) ou en circuit fermé. Dans ce dernier cas, le ciment est repris au cours du broyage par un élévateur, qui le déverse dans un séparateur ; le gros grain retourne dans le broyeur tandis que les grains d'un diamètre inférieur à la dimension voulue sont évacués dans les silos de stockage. Des agents de mouture peuvent être ajoutés dans certains cas, et à très faible dose (1/10 000 à 3/10 000 du poids du ciment) afin d'augmenter le débit des broyeurs surtout dans le cas de ciment broyé très finement (ils améliorent de plus la fluidité de la poudre). Le débit des broyeurs à ciment peut dépasser 100 t/h et leur puissance plusieurs milliers de kilowatts.

On a déjà vu que l'on ajoutait du clinker, lors du broyage, de l'ordre de 5 % de gypse afin de régulariser la prise ainsi que des constituants secondaires éventuels (laitier, cendres, pouzzolane).

Après broyage le ciment est envoyé à l'aide d'aéroglossières ou de pompes dans les silos de stockage dont les contenances varient de 1 000 à 5 000 t. Le ciment peut être livré en sacs de 50 kg (exceptionnellement 20 kg) ou en vrac. Les machines à ensacher automatiques à quatre becs permettent le remplissage de 1 200 sacs à l'heure. Le sac est constitué de papier kraft superposés (appelé plis), depuis trois feuilles pour le transport intérieur par camions jusqu'à six feuilles pour l'exportation. Le ciment peut être aussi délivré en vrac (près de 50 % de la production). Les silos des cimenteries sont équipés à cet effet de tubes ou de manches souples et mobiles avec aspirateur de poussières.⁵⁸

⁵⁸Michel Vénuat, ouvrage déjà cité, page 24.

b.5) classification des ciments et leurs codification :

Les types des ciments se classifient :

- Classification des ciments en fonction de leur composition :

Les ciments constitués de clinker et des constituants sont classés en fonction de leur composition, en cinq types principaux par les normes NF P15-301 et EN 197-1. Ils sont notés CEM et numérotés de 1 à 5 en chiffres romains dans leur notation européenne :

- CEM I : ciment portland ;
- CEM II : ciment portland composé ;
- CEM III : ciment de haut-fourneau (CHF) ;
- CEM IV : ciment pouzzolanique (CPZ) ;
- CEM V : ciment composé (ou ciment au laitier et au cendre).

Les proportions des différents constituants est indiquée dans le tableau suivant, les constituants marqués d'une étoile (*) sont considérés comme constituants secondaires pour le type de ciments concerné ; leur total ne doit pas dépasser 5%.

Tableau n°01 : désignation des différents types de ciment en fonction de leur composition.

Cim. Port-land	Ciment Portland composé		Ciment De Haut-fourneau			Ciment pouzzolanique		Ciment composé		
	CPJ-CEM II/A	CPJ-CEM II/B	CHF-CEM III/A	CHF-CEM III/B	CHF-CEM III/C	CPZ-CEM IV/A	CPZ-CEM IV/B	CLC-CEM V/A	CLC-CEM V/B	
	≥95%	≥80%	≥65%	≥35%	≥20%	≥5%	≥65%	≥45%	≥40%	≥20%
		≤94%	≤79%	≤64%	≤34%	≤19%	≤89%	≤64%	≤64%	≤38%
*	6%≤	6%≤	≥36%	≥66%	≥81%	*	*	≥18%	≥31%	
	Total	Total	≤65%	≤80%	≤95%			≤30%	≤50%	
*	(fumée de silice ≤10%)	(fumée de silice ≤10%)	*	*	*	11%≤	36%≤total ≤55%(fumée ≤10%)	18%≤total	31%≤total	
*			*	*	*	total		≤30%	≤50%	
*			*	*	*	≤35%		*	*	
*			*	*	*	(fumée ≤10%)		*	*	
*			*	*	*	*	*	*	*	

- Classification des ciments en fonction de leur résistance normale :

Trois classes sont définies en fonction de la résistance normale à 28 jours ; Elles sont appelées « classe 32,5 », « classe 42,5 », « classe 52,5 ». Chacune d'entre elles se divise en deux sous-classes « N » et « R » ; la sous classe « R » désigne des ciments dont les résistances au jeune âge sont élevées. Elles doivent respecter les spécifications et valeurs garanties du suivant :

Les valeurs en italiques sont les valeurs garanties lorsqu'elles sont inférieures aux valeurs spécifiées, les valeurs entre parenthèses sont celles indiquées par la norme NF P15-301⁵⁹ lorsqu'elles sont plus exigeantes que les valeurs indiquées par la norme européenne.

Tableau n° 02 : spécification et valeurs garanties en fonction de la classe.

classe	Résistance à la compression				Retrait à 28 jours (µm/m)	Début de prise (min)	Stabilité (mm)
	Au jeune âge		A 28 jours				
	2 jours	7 jours	mini	maxi			
32,5 N		≥ 16,0 <i>14</i>	≥ 32,5 <i>30</i>	≤ 52,5	≤ 800	≥ 75 (90) <i>60 (90)</i>	≤ 10
32,5 R	≥ 10 (13,5) <i>8 (12)</i>		≥ 32,5 <i>30</i>	≤ 52,5	≤ 1 000	≥ 75 (90) <i>60 (90)</i>	≤ 10
42,5 N	≥ 10 (12,5) <i>10</i>		≥ 42,5 <i>40</i>	≤ 62,5	≤ 1 000	≥ 60 <i>50 (60)</i>	≤ 10
42,5 R	≥ 20 <i>18</i>		≥ 42,5 <i>40</i>	≤ 62,5	≤ 1 000	≥ 60 <i>50 (60)</i>	≤ 10
52,5 N	≥ 20 <i>18</i>		≥ 52,5 <i>50</i>			≥ 45 (60) <i>40 (60)</i>	≤ 10
52,5 R	≥ 30 <i>28</i>		≥ 52,5 <i>50</i>			≥ 45 (60) <i>40 (60)</i>	≤ 10

Ils existent des ciments dont les références ne sont pas normalisées :

- Ciments à usage tropical :

⁵⁹ La marque NF P 15-301 était une norme française de garantie de qualité depuis 1994 jusqu'à avril 2001 où elle était remplacé par la norme européenne NF EN 197-1, elle indique que le ciment respecte les contraintes supplémentaires imposées par la norme française.

Ce sont des ciments qui sont destinés à n'être utilisés que dans la zone intertropicale. Ces ciments diffèrent des ciments courants par leur composition, par leur appartenance à une classe de résistance 22,5 ou par les deux.

- Ciment de laitier à la chaux (CLX) :

Ce ciment est le mélange de deux constituants : (100-N) parties de chaux hydraulique et N parties de laitier granulé de haut-fourneau avec $N \geq 70$; il peut y avoir également des cendres volantes ou des fillers dans la limite de 3% du produit.

- Ciment à maçonner (CM) :

Ce ciment contient en productions moindres les mêmes éléments actifs que le ciment Portland artificiel ; ses propriétés et son comportement dans les milieux courants sont analogues à ceux de ce ciment, mais ses résistances sont moins élevées.

- Ciment naturel (CN) :

Ce ciment résulte de la mouture de roches clinckerisées, obtenues par la cuisson de calcaires marneux de composition très régulière et voisine de celle de mélange d'argile et de calcaire servant à la fabrication de ciment Portland artificiel.

- Ciment prompt naturel (CNP) :

Ce ciments est à prise et à durcissement rapide ; il résulte de la cuisson à température modérée d'un calcaire argileux de composition régulière suivi d'un broyage très fin.

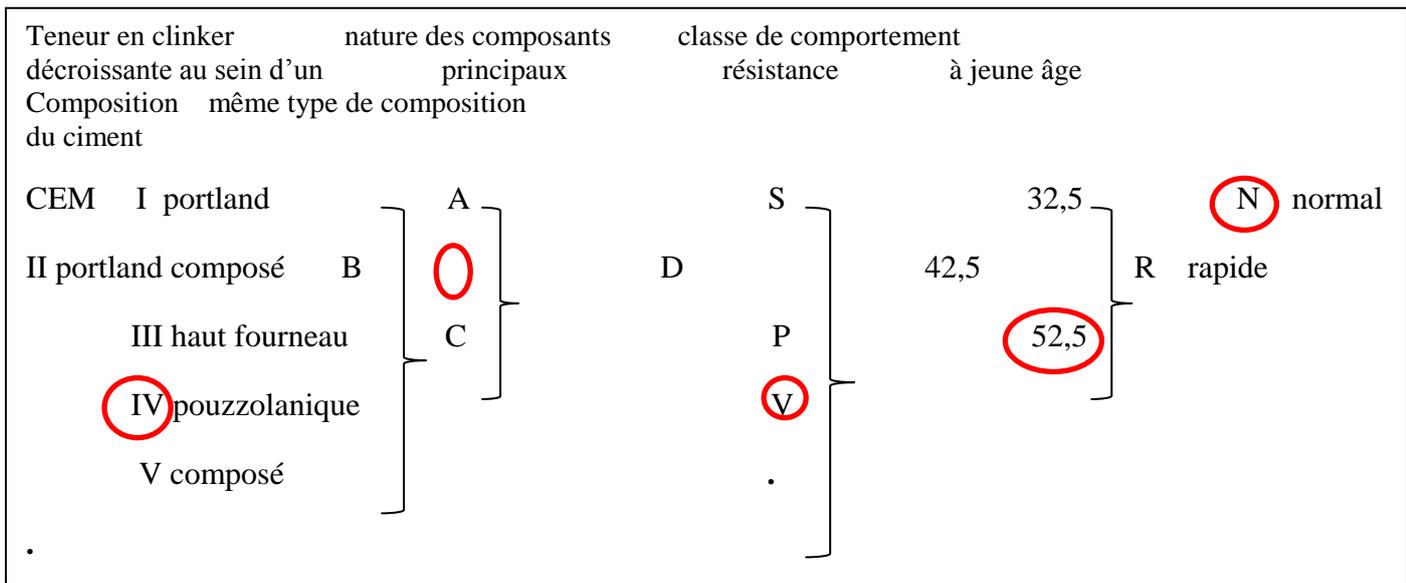
- Ciment d'aluminate de calcium (CA) :

Ce ciment est couramment dénommé « alumineux fondu » c'est un liant hydraulique qui résulte de la mouture, après cuisson jusqu'à fusion, d'un mélange composé principalement d'alumine, de chaux, d'oxyde de fer et de silice, dans des proportions telles que le ciment obtenu renferme au moins 30% de sa masse d'alumine ;

C'est un ciment à prise lente et à durcissement rapide qui permet d'obtenir des résistances élevées au jeune âge ; sa réaction d'hydratation est fortement exothermique ; Ce ciment a la particularité de pouvoir être mélangé avec des ciments à base de clinker.⁶⁰

⁶⁰R. Dupain et J.C. Saint-Arroman, ouvrage déjà cité, pages 56,58.

• La Codification du nom des ciments :



Source : R. Lacroix et A. Fuentes, le projet de béton précontraint, édition Eyrolles, paris 2005, page 26

c. La France comme exemple chiffre :

A titre d'exemple, on a pris la France comme cas, on présentant des statistiques qui reflètent l'état de l'industrie cimentière en France le pays parmi les dix-huit premiers pays producteurs du ciment pendant la dernière décennie.

c.1) chiffres clés production consommation :

Tableau n° 03 : tableau de production-consommation en milliers de tonnes.

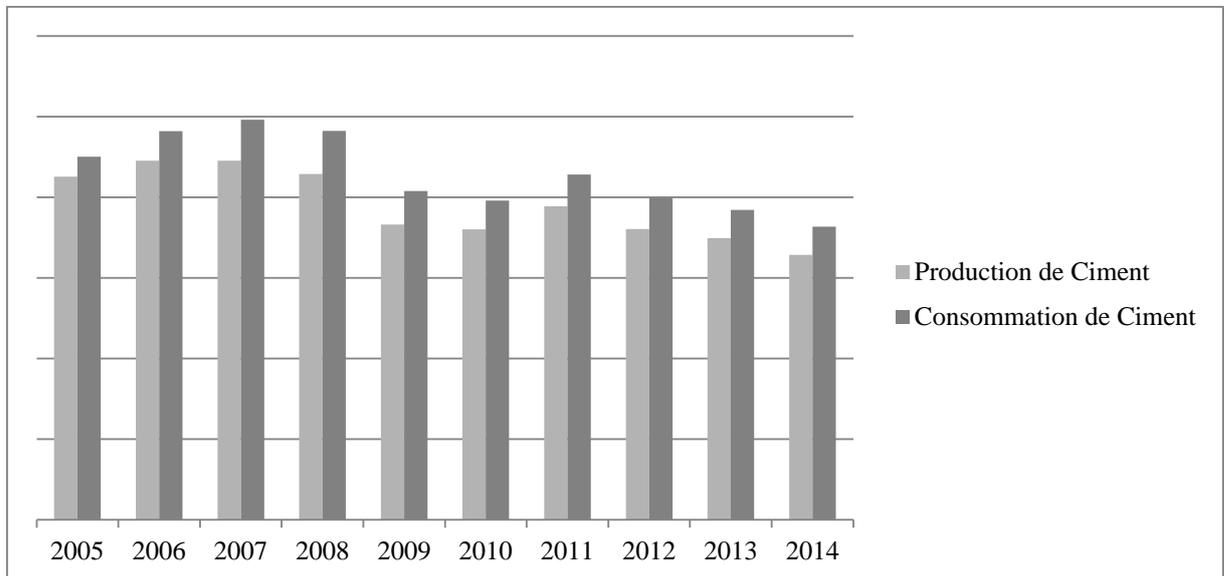
Années	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Production de Clinker	17332	17731	18046	16885	14568	14901	15229	14178	13778	13146
Production de Ciment	21277	22268	22268	21443	18300	17998	19443	18018	17469	16426
Consommation de Ciment	22515	24092	24803	24116	20381	19785	21410	19973	19217	18165

Tableau préparé par l'étudiante

Source : infociment l'essentiel 2005, infociment l'essentiel 2006, infociment l'essentiel 2007, infociment l'essentiel 2008, infociment l'essentiel 2009, infociment l'essentiel 2010, infociment

l'essentiel 2011, infociment l'essentiel 2012, infociment l'essentiel 2013, infociment l'essentiel 2014.

Graphique n° 01 : l'évolution de la production et la consommation du ciment.



Source : graphe préparé par l'étudiante en fonction des données du tableau ci-dessus.

Commentaire du graphe :

Le graphe montre d'une part l'évolution de la production et de la consommation du ciment et d'autre part la relation entre eux ;

- On remarque : qu'entre 2005 et 2008, la production était relativement constante, et de 2009 à 2010 a baissée,

Entre 2010 et 2011 une évolution infime est constatée,

De 2011 à fin 2014 une nette baisse et en continue a été enregistré ;

- La consommation, quant à elle a subi la même évolution ;
- En constate que la relation entre production et consommation de ciment en France est une relation positive ;
- En France, la consommation est relativement supérieure à la production d'où la nécessité d'importation.

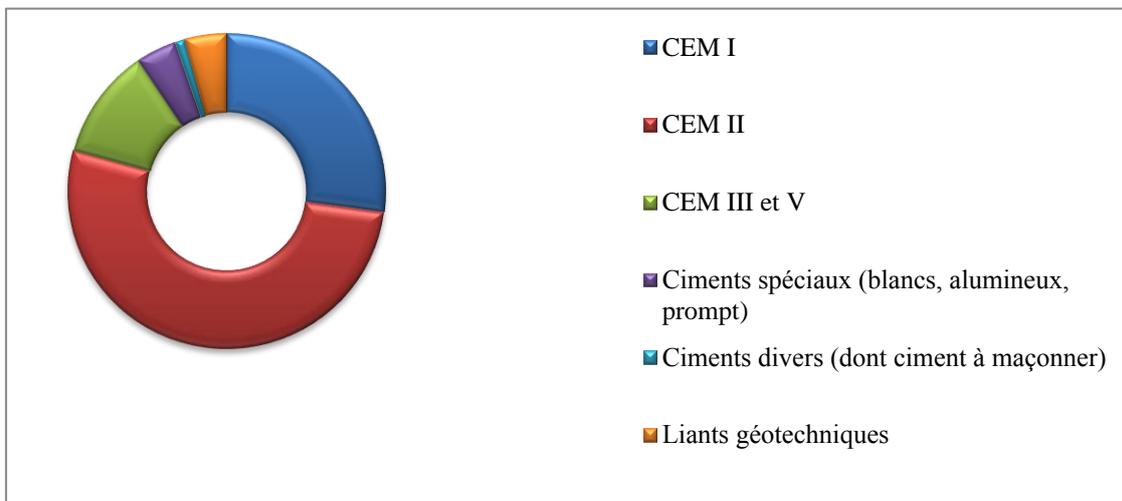
c.2) chiffres clés production de ciment par catégorie.

Tableau n° 04 : tableau de production de ciment par catégorie **2010**(en pourcentage).

Catégories du ciment	Quantité produite
CEM I	27,1
CEM II	52,1
CEM III et V	11,4
Ciments spéciaux (blancs, alumineux, prompt)	4,1
Ciments divers (dont ciment à maçonner)	1,0
Liants géotechniques	4,3
Total	100

Source : infociment l'essentiel 2010.

Graphe n°02: cercle graphique présente la production des catégories de ciments.



Source : graphe conçu par l'étudiante.

Commentaire du graphe :

En 2010,

- les taux de production de CEM II dépassent la moitié de la production générale des ciments en France ;
- le CEM I avec plus du quart ;
- les CEM III et V ont un taux appréciable ;

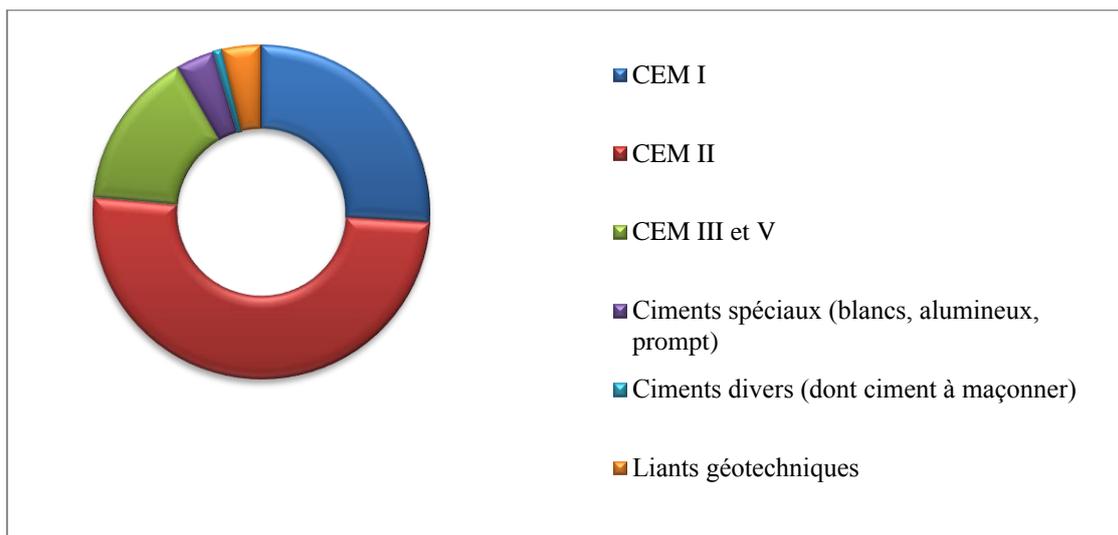
- on remarque que les ciments spéciaux et les liants géotechniques gardent toujours le même faible taux de production qui avoisine chacun 4%.
- Les ciments divers sont toujours présents avec un taux très faible de production (1%).

Tableau n° 05 : tableau de production de ciment par catégorie **2012**(en pourcentage).

Catégories du ciment	Quantité produite
CEM I	26,0
CEM II	50,5
CEM III et V	15,3
Ciments spéciaux (blancs, alumineux, prompt)	3,7
Ciments divers (dont ciment à maçonner)	0,9
Liants géotechniques	3,7
Total	100

Source : infociment l'essentiel 2012.

Graphe n°03: cercle graphique présente la production des catégories de ciments.



Source : graphe conçu par l'étudiante.

Commentaire du graphe :

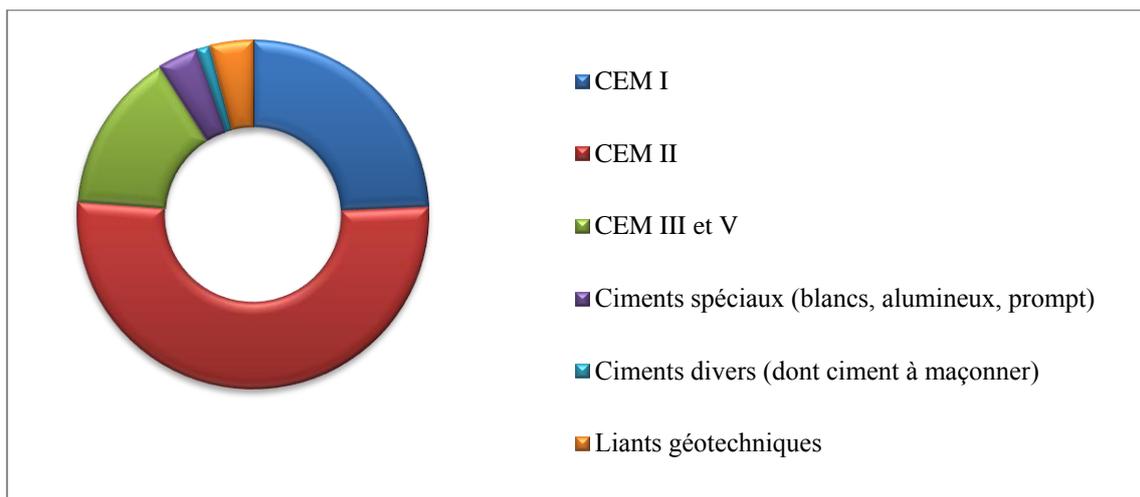
- En 2011, le bilan de production et les chiffres clés de l'industrie cimentière n'ont pas été publiés.
- En 2012, les mêmes taux de production ont été enregistrés avec une légère baisse de la production des ciments spéciaux, liants géotechniques ainsi que les ciments divers.

Tableau n° 06 : tableau de production de ciment par catégorie **2013**(en pourcentage).

Catégories du ciment	Quantité produite
CEM I	24,3
CEM II	51,9
CEM III et V	14,9
Ciments spéciaux (blancs, alumineux, prompt)	3,7
Ciments divers (dont ciment à maçonner)	1,2
Liants géotechniques	4,0
Total	100

Source : infociment l'essentiel 2013.

Graphe n°04: cercle graphique présente la production des catégories de ciments.



Source : graphe conçu par l'étudiante.

Commentaire du graphe :

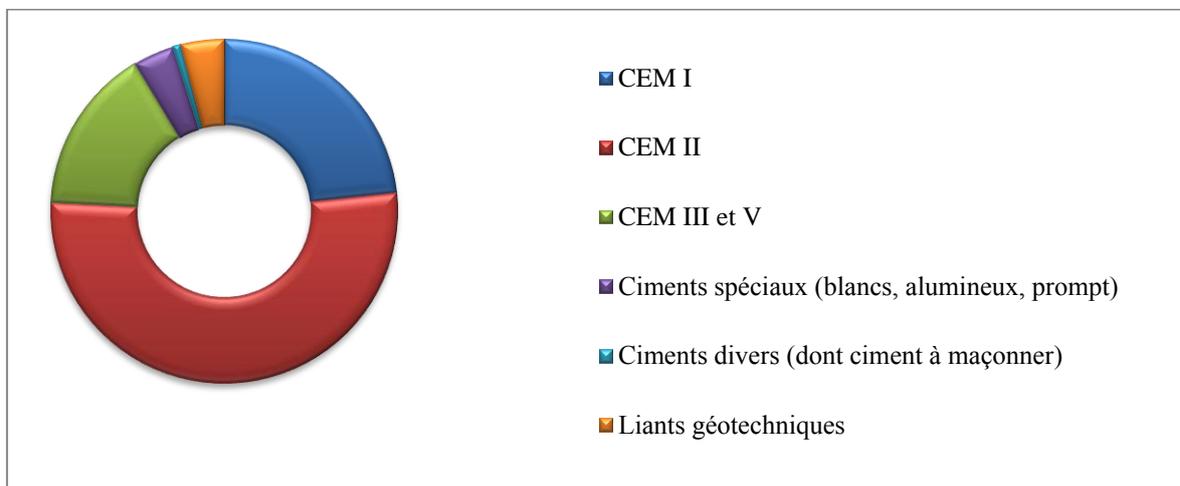
En 2013, les taux de production n'ont pas subis de changements significatifs.

Tableau n° 07 : tableau de production de ciment par catégorie **2014** (en pourcentage).

Catégories du ciment	Quantité produite
CEM I	23,3
CEM II	52,5
CEM III et V	15,6
Ciments spéciaux (blancs, alumineux, prompt)	3,8
Ciments divers (dont ciment à maçonner)	0,8
Liants géotechniques	4,0
Total	100

Source : tableau préparé par l'étudiante à bases de graphe ci-dessous.

Graphe n°05: cercle graphique présente la production de ciments par catégories.



Source : graphe conçu par l'étudiante.

Commentaire du graphe :

Pour l'année 2014, on enregistre les mêmes taux de production que l'année précédente, qui d'ailleurs sont sensiblement les mêmes depuis l'année 2010.

c.3) chiffres clés d'exportation et d'importation.

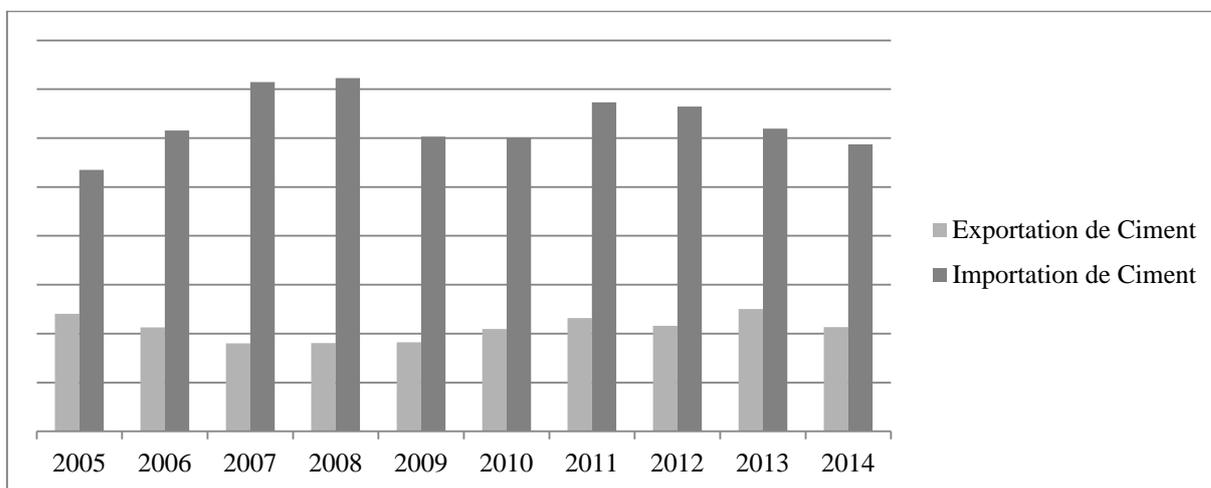
Tableau n°08 : tableau d'exportation et d'importation en milliers de tonnes.

Années	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Exportation de Ciment	1 203	1064	901	903	912	1046	1158	1079	1252	1067
Exportation de Clinker	422	272	194	274	163	265	173	193	198	183
Importation de Ciment	2675	3078	3573	3614	3016	3001	3367	3323	3096	2935
Importation de Clinker	246	286	493	462	75	70	173	124	151	347

Tableau préparé par l'étudiante

Source : infociment l'essentiel 2005, infociment l'essentiel 2006, infociment l'essentiel 2007, infociment l'essentiel 2008, infociment l'essentiel 2009, infociment l'essentiel 2010, infociment l'essentiel 2011, infociment l'essentiel 2012, infociment l'essentiel 2013, infociment l'essentiel 2014.

Graphe n°06 : l'évolution d'exportation et d'importation du ciment.



Source : graphe préparé par l'étudiante en fonction des données du tableau ci-dessus.

Commentaire du graphe :

On observe :

- que l'importation des ciments dépasse leur importation du plus du double, et cela est facilement décelable sur le graphe.

C'est une conséquence de ce qui a précédé par une consommation du ciment supérieure à sa production.

3. La pollution par le ciment :

La cimenterie est une installation industrielle destinée à la fabrication du ciment ; en l'absence d'équipement adéquate, les cimenteries sont la cause d'une source considérable de pollution atmosphérique à la fois par des produits de combustion car elle consomme des quantités considérables de fuels lourds ou de charbon et par des particules minérales qu'elle rejette dans l'atmosphère ;

La pollution provoquée par le dépôt de ces particules sur la végétation située aux alentours de ces installation exerce des effets très défavorables sur cette dernière ;

Les cimenteries constituent après l'usage de combustibles fossiles la principale source de libération de CO₂ dans l'atmosphère. ⁶¹

a. Causes de pollution industrielle:

Comme toutes industries, l'industrie cimentière et autres, causent une pollution appelons « pollution industrielle » ; les causes de la pollution industrielle sont :

a.1) La production d'énergie :

La production et la consommation de l'énergie peuvent porter de nombreuses atteintes à l'environnement ;

La production d'énergies est une source essentielle de la pollution. Son utilisation en grande quantité par les pays industrialisés entraîne le gaspillage des ressources naturelles qui sont à la fois peu abondantes et non renouvelables comme le pétrole. Cette utilisation en masse des énergies a une responsabilité très importante dans la contamination de l'environnement par d'innombrables substances toxiques. La consommation d'énergie est présente dans toutes les activités humaines et ne fait que s'accroître au fil des années.

⁶¹François Ramade, dictionnaire encyclopédique des pollutions, les pollutions : de l'environnement à l'homme, Ediscience international, Paris 2000, page 100.

a.2) Les combustibles fossiles :

Un combustible fossile est une matière utilisée par l'homme pour la création d'énergies. L'énergie fossile désigne l'énergie produite à partir de composés issus de la décomposition sédimentaire des matières organiques, c'est à dire principalement composés de carbone. Elle englobe le pétrole et le charbon principalement.

- Le charbon : C'est un combustible d'origine végétale, essentiellement à base de carbone. Il a commencé à être utilisé au XVIIIème siècle lors du début de l'âge industriel et a été très employé.

- Le pétrole : C'est une huile minérale composée d'hydrocarbures (corps composé uniquement de carbone et d'hydrogène) extraite du sous-sol, qui est transformée en source d'énergie après raffinage. La consommation de pétrole est extrêmement élevée à l'échelle mondiale, et n'a fait qu'augmenter depuis quelques années.⁶²

a.3) L'énergie nucléaire :

Comme toute activité industrielle, les installations nucléaires rejettent des éléments dans la nature.

L'activité nucléaire génère trois rejets : rejets radioactifs, rejets thermiques et des rejets chimiques.

- Rejets radioactifs

Une centrale nucléaire émet des rejets radioactifs. Ils proviennent des circuits d'épuration et de filtration de la centrale qui collectent une partie des éléments radioactifs engendrés par le fonctionnement de l'installation. Triés selon leur niveau de radioactivité et leur composition chimique, ces éléments sont stockés, triés, puis rejetés sous forme liquide ou gazeuse. La réglementation fixe à l'exploitant des seuils à ne pas dépasser de manière à écarter tout risque d'augmentation significative de la radioactivité naturelle de l'environnement.

⁶² Morvan-Ameslon Pierre Yves, Écologie et environnement ; mythes et réalité, édition MorvanPierre Yves, 2014, page 21.

- Rejets thermiques

L'eau qui alimente le circuit de refroidissement des réacteurs est échauffée de quelques degrés lorsqu'elle est rejetée dans le fleuve ou dans la mer. L'augmentation de la température du milieu aquatique qui en résulte est mesurée en permanence et ne doit pas dépasser les limites réglementaires.

- Rejets chimiques

L'eau utilisée pour refroidir la centrale doit subir différents traitements tel que la déminéralisation et la chloration qui donnent lieu à des rejets chimiques, principalement du sodium, des chlorures et des sulfates. Ces rejets doivent être rigoureusement limités et contrôlés.⁶³

a.4) Les activités de l'industrie chimique :

L'activité chimique est polluante et dangereuse ; elle utilise comme produits de bases des corps chimiques de forte réactivité, elle les transforme, les combine au cours du processus industriels recourant aux hautes températures et aux fortes pressions ;

Les produits de bases qu'utilise la chimie les produits clefs de l'industrie chimique et pharmaceutique sont : l'azote, le chlore, l'hydrogène, la soude et l'éthanol.

Les industries de la chimie sont la cause de deux types d'impacts sur l'environnement :

- Les effets immédiats et à proximité, qui ne sont ni contestables ni contestés ; ils correspondent à des quantités ou des concentrations directement mesurables sans risques d'erreurs importants venant altérer le résultat de la mesure ;

Ce sont les rejets dans l'eau, les déchets produits et certains rejets atmosphériques.

- Les effets de moyen et long terme, la situation est très différente car, il s'agit d'effets décalés dans le temps ou l'espace ce qui rend difficile la mise en évidence d'un lien de causalité entre un phénomène réputé à l'origine d'un autre phénomène relevé par ailleurs.⁶⁴

⁶³<http://www.sfen.org/fr/lenergie-nucleaire/nucleaire-et-environnement>, consulté le 21/11/2015 à 15h06.

⁶⁴ Christophe Sibieude et Thierry Sibieude, Les rouages économiques de l'environnement : 64 dossiers-clés, 58 cas concrets, 68 schémas, 397 définitions, édition de l'atelier, 1993, page 188.

a.5) Les activités agricoles :

Les pesticides chimiques utilisés en agriculture peuvent s'infiltrer dans le sol et de là, contaminer l'eau. Ces produits chimiques sont très toxiques et ont des effets néfastes sur la santé humaine et sur celle des organismes aquatiques ;

L'érosion du sol des champs et des prairies apporte des matières en suspension dans les voies d'eau ; de plus, certains produits chimiques agricoles insolubles, comme certains pesticides, se trouvent dans les voies d'eau car ils sont absorbés à la surface des particules en suspension. Ainsi des méthodes de conservation du sol. ⁶⁵

⁶⁵Raven, Berg, Hassenzahl , ouvrage déjà cité, page 563.

b. Impact environnemental des ciments :

La pollution par l'industrie du ciment est résumée dans ce tableau et interprétée par l'impact environnemental de chaque catégorie de ciment. Pour une tonne de ciment produite :

Tableau n° 09 : l'impact environnemental d'une tonne de ciment.

Impacts environnementaux	Catégories des ciments			
	CEM I	CEM II	CEM III	CEM V
Réchauffement climatique Kg CO ₂	854	3496	723	501
Appauvrissement de la couche d'ozone Kg CFC	321E-05	13,34E-05	3,53E-05	2,06E-05
Acidification des sols et de l'eau Kg SO ₂	1,99	8,17	1,716	1,18
Eutrophisation Kg (PO ₄)	0,336	1,385	0,315	0,206
Formation d'ozone photochimique Ethylène ⁶⁶	0,0863	0,3539	0,0741	0,051
Epuisement des ressources abiotiques (éléments) Kg Sb	7,49E-04	18,52E-04	12,8 E-04	4,46E-04
Epuisement des ressources abiotiques (fossiles) MJ	4487	18582	4730	2837

Source : tableau préparé par l'étudiante sur la base des données www.archive-fr-2012.com

On observe que les ciments de catégorie II sont les plus polluants est ils ont des impacts plus négatifs par-rapport aux autres catégories.

Malheureusement les ciments de la deuxième catégorie sont les plus produits et les plus consommés et cela est dû à leurs vaste utilisation, car ils sont adapté par les travaux massifs exigeant une élévation de température modérée, les routes, le béton manufacturé...

⁶⁶Ethylène : Un gaz très réactif, C'est le produit pétrochimie fondamentale, est la base de toute la pétrochimie mondiale et à l'origine des plastiques des emballages des médicaments mobiliers ...

Bref, quel que soit le type de ciment le plus ou le moins polluant, dans l'industrie cimentière, les principales sources d'émissions de poussières sont les fours, mais aussi les stations de broyage de matières premières, les refroidisseurs à clinker et les broyeurs à ciment. La conception et la fiabilité des filtres électrostatiques et des filtres à manches modernes -le sujet de notre étude de cas-, ont permis d'abaisser les émissions de poussières à des niveaux relativement bas.

La conduite du procédé est optimisée et des brûleurs bas NOX sont développés. Ces mesures primaires générales devront probablement être complétées par des mesures complémentaires, plus complexes, sur les procédés tels que la réduction non catalytique sélective ...etc.

Les autres nuisances ou risques d'une cimenterie sont liés au bruit, au traitement de déchets spéciaux, aux transports et approvisionnements, aux risques d'incendie ou d'explosion selon la nature des combustibles utilisés.⁶⁷

c. L'industrie cimentière aux effets positifs :

c.1) Capturer du CO₂ et des polluants dans le ciment

Le Captage des polluants atmosphériques par le ciment est une piste sérieusement envisagée comme technique de CSC (Capture et stockage du carbone) ;

Des recherches assez avancées laissent entrevoir le développement industriel de ciments capables de réduire la pollution atmosphérique : ciments à base d'oxyde de magnésium qui absorbent le CO₂ de l'air en séchant, ciments renfermant des photo-catalyseurs qui, sous l'action de la lumière, détruisent les oxydes d'azote et les composés organiques volatils issus de l'industrie, de la circulation routière et du chauffage domestique.⁶⁸

c.2) la chaux remplace le ciment :

La chaux était déjà à l'honneur en Egypte et en Grèce sous forme d'enduits, et les romains en ont fait un mortier qui fut à la base de leur architecture monumentale. En France, au début du XXe siècle, on comptait encore de nombreux fours à chaux dans chaque région. Mais après la

⁶⁷<http://www.installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr/CIMENTERIES.html> site consulté le 12/06/2017 à 12 :29

⁶⁸<http://www.encyclo-ecolo.com/Ciment> site consulté le 30/03/2016

deuxième guerre mondiale, le ciment s'est imposé du fait de sa prise plus rapide et de sa plus grande résistance. Aujourd'hui, pourtant, elle revient sur le devant de la scène, pour la rénovation de bâtiments anciens notamment, ainsi que pour ses propriétés écologiques.

En effet, la chaux consomme beaucoup moins d'énergie que le ciment pour sa fabrication. De plus, il s'agit d'un matériau naturel, qui retourne lentement à son état d'origine, tandis que le ciment contient des éléments chimiques qui ne sont pas biodégradables. Par ailleurs, la chaux possède de nombreuses qualités qui en font un matériau de construction particulièrement intéressant :

Elle est perméable à la vapeur d'eau, qu'elle absorbe puis rejette rapidement. On dit qu'elle « respire ». Cela lui permet d'éliminer l'humidité des murs et des sols, contrairement au ciment qui empêche celle-ci de s'évaporer, provoquant moisissures, fissures, etc.

C'est un matériau souple, qui s'adapte aux évolutions du bâti, tous les murs « travaillant » avec le temps.

La chaux possède aussi des vertus antibactériennes et antiseptiques qui lui permettent d'agir comme un véritable désinfectant pour votre maison.

De plus, la chaux possède des qualités esthétiques, tant au niveau de sa texture que des coloris, soit au naturel (un blanc légèrement bleuté) soit en y ajoutant des pigments naturels. Elle est également un excellent isolant acoustique, et résiste bien au feu. Enfin, elle est particulièrement appréciée en rénovation car facile à retirer et à remplacer.⁶⁹

c.3) les enjeux de l'industrie du ciment :

World Business Council for Sustainable Development a commandé une étude sous le titre : "*vers un développement durable de l'industrie du ciment*" qu'a été publiée sur la revue **Battelle** *the business of innovation*, à travers laquelle des recommandations d'amélioration pour chaque enjeu de l'industrie cimentière cités ont été suggérées.

⁶⁹ Bernard Rastoin, la chaux plutôt que le ciment, <http://environnement.doctissimo.fr/economiser-l-energie/maison-ecologique/La-chaux-plutot-que-le-ciment.html>

Tableau n° 10 : recommandations pour améliorer l'activité de l'industrie cimentière.

Les enjeux de l'industrie cimentière	Recommandations d'améliorations
Productivité des ressources	Réduire la consommation des ressources par une utilisation accrue des déchets comme combustibles et matières premières
Protection du climat	Établir des programmes de gestion du carbone, définir des objectifs à moyen terme de réduction de CO2 pour chaque entreprise et pour l'ensemble du secteur ; initier une démarche à long terme d'innovations relatives aux procédés industriels et aux produits
Réduction des émissions	Améliorer constamment et répandre plus largement l'usage des techniques de réduction des émissions
Bonne gestion écologique	Améliorer les pratiques d'utilisation du sol en diffusant et appliquant les bonnes pratiques pour la gestion des sites industriels et des carrières
Bien-être du personnel	Mettre en œuvre des programmes qui améliorent la santé, la sécurité et la satisfaction des travailleurs
Bien-être de la communauté locale	Contribuer à améliorer la qualité de vie au travers d'un dialogue avec les parties prenantes et des programmes d'aide aux collectivités
Développement régional	Promouvoir la croissance économique régionale et la stabilité, en particulier dans les pays en développement
Création de valeur pour les actionnaires	Assurer un taux de rentabilité compétitif aux investisseurs grâce à l'amélioration des pratiques de développement durable

Source : vers un développement durable de l'industrie du ciment, *Battelle* the business of innovation, page 5.

Conclusion du chapitre :

Après avoir vu dans ce chapitre, l'histoire des ciments et les différents types de ce produit industriel ainsi nous avons mentionné l'exemple de la France, dans sa première partie ; et après avoir discuté autour des causes de la pollution industrielle et cité les impacts environnementaux de chaque catégorie de ciment, nous avons terminé ce chapitre en parlant d'une industrie cimentière souhaitée.

Chapitre III

Le cas de la société des ciments de Saïda

Introduction du chapitre

Afin de concrétiser ce qu'on a vu au premier et deuxième chapitre, il était nécessaire de prendre un cas pratique ; notre cas choisie était la société des ciments de Saïda la SCIS ;

On a commencé le chapitre par un panorama générale sur le Groupe Industrielle Des Ciments d'Algérie GICA ;

En particulier nous étions intéressés par l'investissement des filtres à manche ;

La première partie de ce chapitre est consacré à la présentation de la société, nous allons commencer par un petit bref sur les dates importantes dont l'historique de l'industrie cimentière en Algérie, puis la présentation de la SCIS et ces ateliers, suivie de l'évolution de la production depuis 1979 à 2012.

Tandis qu'on va essayer dans la deuxième partie de montrer que l'investissement en matière de la préservation de l'environnement dans la cimenterie, est une politique environnementale ; on va citer en premier les investissements aux sein de l'entreprise, puis nous allons rappeler la politique environnementale de l'entreprise telle qu'ils nous l'avons expliquer au siège ; et en dernier, nous allons parler de plus grand investissement dans l'histoire de l'entreprise et notre point d'intérêt, est les remplacement des électrofiltres par le filtre à manches.

1. La présentation du groupe GICA :

Le Groupe Industriel des Ciments d'Algérie "Groupe GICA" a été créé par décision de l'Assemblée Générale Extraordinaire, suite à la transformation juridique de l'ex Société de Gestion des participations « Industrie des Ciments » en date du 26 novembre 2009. Le Groupe Industriel des Ciments d'Algérie "Groupe GICA", est une société par actions au capital de : 25.358.000.000 dinars.

a. Les Missions du Groupe GICA et sa localisation :

Les domaines et champs d'activité découlant pour l'essentiel des missions et prérogatives du Groupe GICA,

a.1) les missions du groupe :

Se résumant à ce qui suit:

- La conception de la stratégie de développement du groupe en matière industrielle, commerciale, financière et ressources humaines des activités des ciments, granulats et béton prêt à l'emploi.
- L'élaboration et le suivi de plans (d'actions, recherches, et allocations financières...), afférente à la mise en œuvre de cette stratégie et assurer leurs actualisations le cas échéant.
- La gestion et la fructification du portefeuille d'actions et des participations détenues sur les entreprises affiliées.
- La promotion et le développement des activités dans le cadre des partenariats.
- La mise en œuvre de toutes les mesures appropriées, visant l'expansion du groupe.
- L'insertion harmonieuse de son activité dans le cadre de la protection de l'environnement et de la valorisation des ressources nationales.

Il détient à ce titre, une triple vocation : Industrielle, économique et financière, à travers, notamment, le pilotage, le suivi et le contrôle des actions liées, entre autres, aux programmes d'intérêt public, telles que :

- L'approvisionnement régulier en ciment, destiné notamment aux projets structurants,
- Le développement durable,
- La participation aux actions de solidarité nationale, en cas de besoin,

a.2) La localisation du groupe :

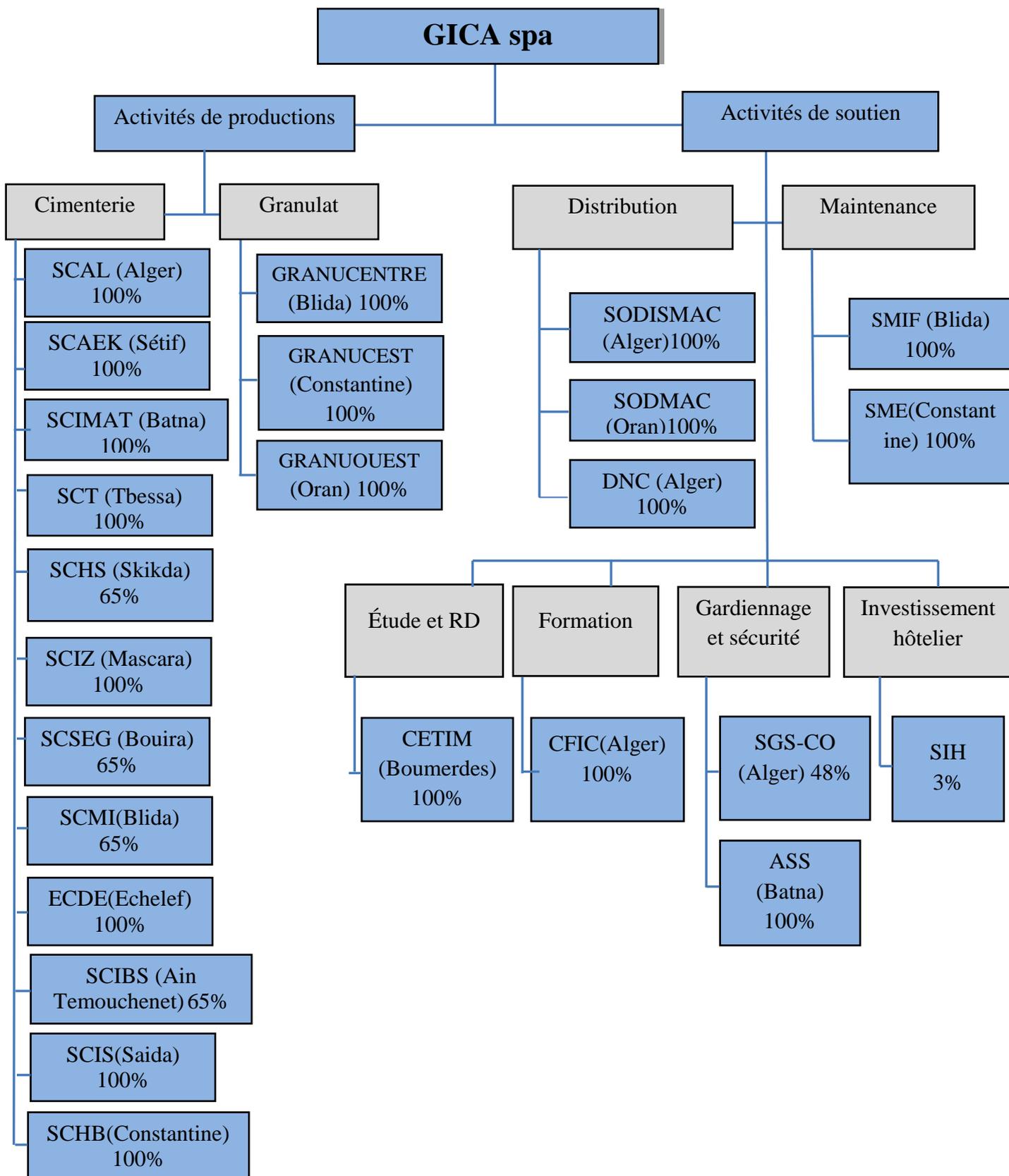
- Siège Social : Route de Dar El Beida -Meftah, Wilaya de Blida
- Fax : 025 - 45.62.61 & 025 - 45.63.28
- Email : contacts@gica.dz

b. L'organigramme du groupe et son plan de développement :

Le Groupe industriel des ciments d'Algérie (GICA) a consacré un investissement de 154 milliards de DA pour porter sa capacité de production annuelle de ciment à 18,5 millions de tonnes à l'horizon 2017, contre 11,5 millions de tonnes aujourd'hui.

b.1) l'organigramme du groupe :

Figure n°04 : Organigramme du groupe GICA.



Source : <http://gica.dz/organigramme/>, site consulté le 12/12/16 à 21 :57.

- GRANUCENTRE : Société Des Granulats Du Centre - Blida100% GICA
- GRANUCEST : Société Des Granulats De L'est -Constantine 100% GICA
- GRANUOUEST : Société Des Granulats De L'ouest –Mascara -100% GICA
- SCAL : Société Des Ciments de l'algérois - Alger - 100% GICA
- SCAEK : Société Des Ciments D'Ain El Kebira -Sétif - 100% GICA
- SCIMAT : Société Des Ciments d'Ain Touta - Batna - 100% GICA
- SCT : Société Des Ciments de Tbessa - Tbessa- 100% GICA
- SCHS : Société Des Ciments Hadj El Soud - Skikda - 65% GICA vs 35% BuzziItali
- SCIZ : Société Des Ciments De Zahana - Mascara - 65% GICA vs ASEC Egypte
- SCSEG : Société Des Ciments De Sour El Ghouzlen - Bouira - 65% GICA vs 35% BuzziItali
- SCMI : Société Des Ciments de la metidja-Blida - 65% GICA vs Lafarge France
- ECDE : Entreprise Des Ciments Et Dérivés d'Echelef - Echelef100% GICA
- SCIBS : Société Des Ciments de Beni Saf - Ain Temouchenet65% GICA vs 35% PharaounArabi Saoudite
- SCIS : Société Des Ciments De Saida - Saida100% GICA
- SCHB : Société Des Ciments De Hamma Bouziane - Constantine100% GICA
- SODISMAC : Société De Distribution Des Matériaux De Construction - Alger -100% GICA
- SODMAC : Société De Distribution Des Matériaux De Construction - Oran -100% GICA
- DNC : Distribution Nouvelle Pour La Construction
- CETIM : Centre D'études Et De Services Technologiques De L'industrie Des Matériaux De Construction
- CFIC : Centre De Formation De L'industrie Du Ciment
- SMIF : Société De Maintenance Industrielle Et Fours
- SME : Société De Maintenance De L'est

Le groupe industriel GICA comporte douze (12) cimenteries publiques, qui sont :

1. Société des ciments de Sour El Ghozlane (SCSEG-Bouira) :

La création de l'usine de Bouira s'est faite en collaboration avec la société Danoise F. SMITH le 26 Novembre 1979. Cette dernière société a été chargée de l'installation de toute l'usine 'clés en mains' d'une capacité de production de 1 MT/An de Ciment et de 3 000 T de Clincker/ Jour.

Le 26 Août 1980 ont débutés les travaux et le 20 Octobre 1983 une première production a été réalisée. La réception de l'usine par les Algériens a été progressive du 5 Décembre 1983 pour être définitive le 26 Février 1986.

L'usine comme toutes les autres du pays a passée par plusieurs restructuration et appellation jusqu'à ce qu'elle prenne le nom de 'Société du Ciment de Sore El Ghozlane' en Janvier 1998.

Cette dernière création est une Société Par Actions avec un capital social de 1 900 000 000 DA. Elle s'étale sur une superficie de 907 400 m² avec un effectif de 609 employés et a reçu le label de qualité :

- ISO 9002 en Avril 2002
- ISO 9001 en Septembre 2003

et eu droit à l'apposition d'un

- Trône sur ses sacs de ciment en Avril 2006.

Son lieu d'implantation est à 25 Kms de Bouira, elle alimente le Nord du pays ainsi que les Hauts Plateaux et quelques régions du Sud et du Grands Sud telle : Tamenrasset – Ouargla M'Sila et Ghradaïa.⁷⁰

2. Société des ciments de la Mitidja (SCMI-Blida) :

La Société des Ciments de la Mitidja (SCMI) est l'une des douze cimenteries algériennes. Elle emploie 602 personnes et a une capacité nominale de production de 1 000 000 t/an. Dans un marché de la construction en plein essor en Algérie, les cimenteries sont soumises à la fois à de fortes pressions de production et à un accroissement des préoccupations environnementales de la part des autorités. La direction a décidé de mettre en place un tableau de bord environnemental

⁷⁰ كرمية توفيق, تمكين العاملين دراسة حالة شركة الإسمنت بسور الغزلان -SC SEG-, مذكرة لنيل شهادة الماجستير في علوم التسيير فرع إدارة أعمال, جامعة الجزائر 2007/2008 الصفحة 136, 137

afin de pouvoir juger de ses performances environnementales et identifier les mesures possibles d'éco-efficacité.⁷¹

3. Société des ciments de Zahana (SCIZ-Mascara) :

Selon les déclarations de M. George BODO, Président exécutif de la société ASEC des ciments : “ Le gigantesque programme d’actualisation et de modernisation de l’usine de Zahana achevé à était achevé. L’usine a augmenté sa production en Ciment et en Klincker de 20 % afin d’atteindre une production de 900 000 T/An de Klincker.

La pose d’un nouveau Filtre a amélioré considérablement le côté environnementale de l’usine.

ASEC qui a une part de 35 % des actions de cette usine a procéder et à l’installation d’un nouveau broyeur d’une valeur de 30 Million de Dollars pour atteindre une production de 1,2 MT/An et à une nouvelle ligne d’une production de 1.5 MT/An, et ce dès l’année 2015. Ce qui fait une production totale de 2.7 MT/An pour le Klincker et de 3 MT/An pour le Ciment. Alors que l’usine n’en produisait pas plus de 650 000 T/An de ciment en 2008.⁷²

4. Société des ciments de Hamma Bouziane (SCHB-Constantine) :

La société des ciments de Hamma Bouziane filiale du groupe GICA est une EPE – SPA au capital de 2 200 millions Da, créée en 1998.

La Cimenterie a été réalisée par Creusot Loire Entreprise (France) et elle est opérationnelle depuis Février 1982.

Son patrimoine est composé d’une cimenterie sise à Hamma Bouziane-Constantine d’une capacité de production de un (01) million de tonnes de ciment par an et de trois (03) unités commerciales implantées respectivement à Constantine, Annaba et Skikda.

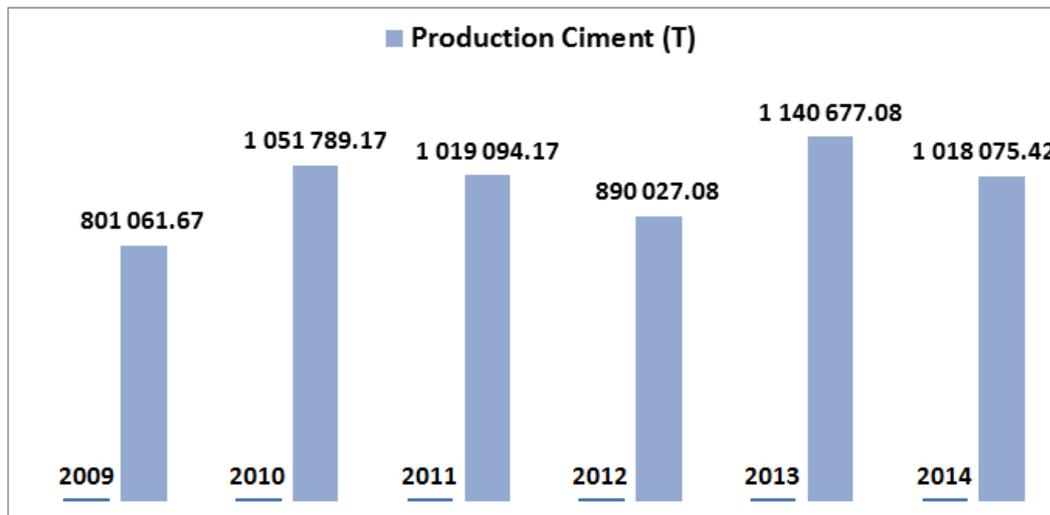
- L’activité principale de ces unités commerciales est la prise en charge et la satisfaction des besoins en ciment de la clientèle auto construction avec le propre produit de la Société ou par des enlèvements auprès d’autres sources (principalement l’usine de la SCHS) et cela grâce à des points de vente implantés au niveau de diverses Wilaya.

⁷¹<http://www.sba-int.ch/spec/sba/download/Eco-managment%20tools/MEFTAH.PDF> consulté le 12/06/17 à 12:36

⁷²<http://www.galaaholdings.com/ar/newsroom/news-releases/76> le 10/06/2017 à 18 :06

- La Cimenterie est située dans la commune de Hamma Bouziane, 10 Km à l'Est de Constantine. En bordure d'un axe routier très important, la route nationale N°03.
- Le type de ciment produit est le CPJ CEM II A42,5 N selon la norme NA 442.
- la Société des Ciments de Hamma Bouziane est certifiée ISO 9001 V 2008 au plan management qualité depuis l'année 2007 et s'est lancé dans la certification environnement ISO 14001.⁷³

Figure n° 05 : l'évolution de la production du ciment de 2009 à 2014.



Source : <http://www.schb.dz/presentation-de-lunite>

5. Société des ciments de Tbéssa (SCT) :

La Société des Ciments de Tébessa (SCT) est une Entreprise Publique Economique, filiale du groupe GICA. Elle a été créée initialement entre les trois entreprises des ciments:

- ERCE: 60%,
- ERCO: 20%,
- ECDE: 20%.

Puis rachetée à 100% par le Groupe ERCE en 1997.

Aujourd'hui, la STC Est une entreprise de fabrication et de ventes du ciment, avec un Capital social : 2 700 000 000.00 DA ;

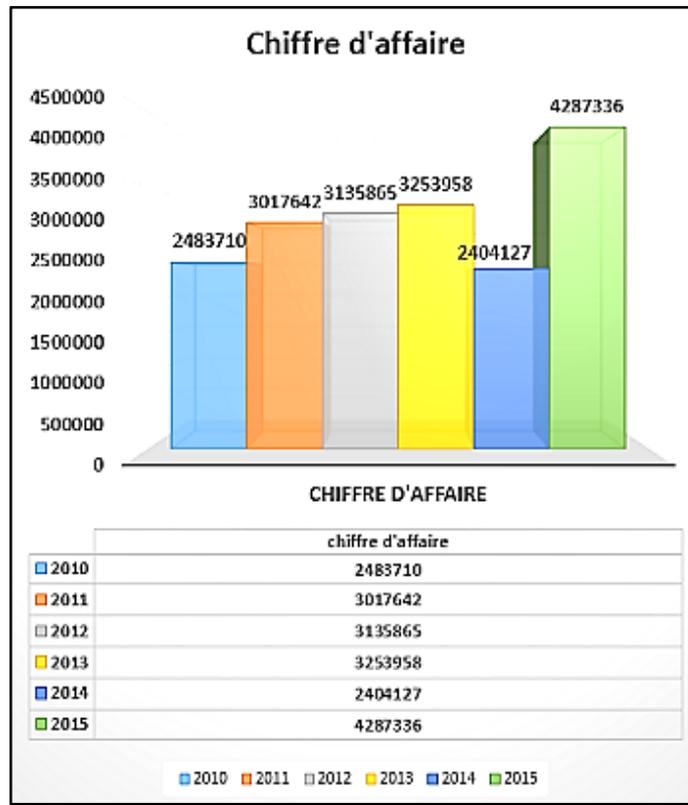
Elle est composée de deux (2) unités :

- Cimenterie d'ElmaLabiod
- Unité Commerciale.⁷⁴

⁷³<http://www.schb.dz/presentation-de-lunite> site consulté le 11/06/17 à 13 : 59

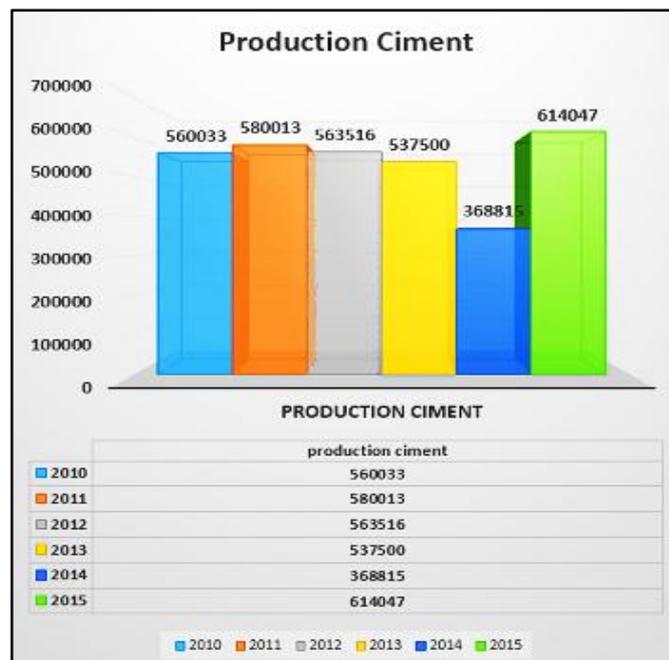
⁷⁴http://www.sct.dz/index.php?id_page=1

Figure n° 06 : l'évolution du chiffre d'affaire de la société depuis 2010 jusqu'à 2015



Source : http://www.sct.dz/index.php?id_page=1

Figure n°07 : l'évolution de la production du ciment de 2010 à 2015.



Source : http://www.sct.dz/index.php?id_page=1

6. Société des ciments d'Ain El Kebira (SCAEK-Sétif) :

La société des ciments d'**Ain El Kébira** est une société par action, filiale du groupe GICA détenteur à 100% de son capital social qui s'élève à 2 200 000 000 DA.

Bâtie sur une superficie de 24 hectares, la cimenterie se trouve à 20 km au nord-est du chef-lieu de wilaya de Sétif et à 07 km au sud de la daïra d'Ain El Kébira,

Le siège de la direction générale se trouve dans la ville de Sétif à la cité Bounechada, rue ABACHA Ammar.

Avec une capacité contractuelle (installée) de production de 1 000 000 tonnes de ciment portland (CPA) par an, la société fabrique actuellement :

- Le ciment Portland aux ajouts CPJ : CPJ-CEM II/A 42.5 NA 442
- Le ciment résistant sulfate CRS : CPA-CEM I-42,5 ES NA 443

Elle peut également fabriquer le CPA 52.5, le CPJ 32.5 et le ciment pétrolier lorsque les conditions du marché le permettent.

La SCAEK est installée à proximité d'une carrière dont les réserves lui permettent de faire face aux besoins d'exploitation à long terme, avec une durée de vie probable de ces carrières supérieure à 100 ans selon les dernières estimations. Couvrant une superficie de près de 220 hectares, elle tire les principales matières premières à partir du gisement de Djebel Medjounès et d'argile « marne » de (ThenietMouloutou).

Dans le cadre de la politique de développement économique et sociale, lancée pour répondre aux exigences de l'heure, décidée par le gouvernement, la société nationale des matériaux de construction (SNMC) engagea au début des années 70 un vaste programme d'investissement pour la rénovation des lignes héritées de Lafarge et la réalisation de plusieurs nouvelles lignes de production de ciment dont celle d'Ain El Kébira.

La restructuration de la SNMC en 1982, a donnée naissance à quatre (04) groupes de ciment : Est, Ouest, Centre et Chelef. La SCAEK est l'une des filiales du groupe ERCE restructuré en 1998. Avec la dissolution du groupe ERCE et la création du GICA (Groupe Industriel des Ciments d'Algérie), la SCAEK se trouve rattachée à ce dernier depuis le 26 novembre 2009.

Son Volume de production en 2014 est de :

- Ciments : 1 320 207 Tonnes métriques.
- Clinker : 1 060 006 Tonnes métriques.

Selon Les dernières statistiques déclarées sur son site internet, SCAEK à atteindre le Chiffre d'affaires en 2015 : 8 453 845 DA ; avec un nombre d'effectifs (fin décembre 2015) de 455 agents dont 87 occasionnels.

la SCAEK est certifiée au système de management intégré « Qualité - Santé Sécurité - Environnement » selon les référentiels respectifs ISO 9001 version 2008, ISO 14001 version 2004 et OHSAS 18001 version 2007.⁷⁵

7. Société des ciments de l'Algérois (SCAL) :

La SCAL est une filiale du groupe GICA avec un capital social: 1 milliard DA ; Elle a débuté son activité en 1914 puis rénovée en 1958 ;

Sa capacité nominale de production est de 450.000 tonnes/an ; selon les dernières statistiques déclarées sur le site du groupe GICA, la Production en 2014 à atteindre 152.834 tonnes.⁷⁶

8. Société des ciments de Saida (SCIS) :

C'est le sujet choisi pour le cas pratique, avec un capital social de 1,05 milliard DA ;

L'entrée de sa production est en 1979 avec une production atteinte en 2014 de 564 000 T.

Les détails seront développés ci-dessous.

9. Société des ciments d'Ain Touta (SCIMAT-Batna) :

A l'Est du pays, la cimenterie d'Ain Touta - Batna - " SCIMAT " est l'une des plus importantes économiquement de la région. Elle appartient au groupe industriel des cimenteries GICA. Elle fût créée en 1986 suite à un investissement étranger de la firme Danoise : F.L. SMITH.

⁷⁵<http://www.scaek.dz/presentation.asp> site consulté le 10/06/17 à 17 :15

⁷⁶<http://gica.dz/fiche-technique-des-douze-12-cimenteries-publiques-relevant-du-groupe-industriel-des-ciments-dalgerie-gica/> site consulté le 14/06/17 à 19 :23

C'est une Société Par Actions avec un capital social de 2 250 000 000 DA et qui s'étend sur une superficie de 20 h non loin de la Route Nationale n° 28 (vers Barika) et du chemin de fer des Hauts Plateaux de l'Est (vers Msila). Avec une production annuelle de 1 MT, elle alimente l'Est et le Nord Est du pays. En 2007 sa capacité de production a atteint les 1.07 MT/An.⁷⁷

10. Société des ciments de HadjarSoud (SCHS-Annaba) :

La société des ciments de Hadjar-Soud (SCHS) est une filiale du groupe GICA de capital social de 1 550 000.000 DA, à partir du 01 février 2008 a rentré en partenariat avec le partenaire social italien BUZZI-UNICEM d'un pourcentage de 35%, le groupe GICA est majoritaire de 65 %.

La cimenterie qui est opérationnelle depuis 1973 intègre dans sa globalité le processus de production du ciment : Gisements de matières premières-Transport-Production de clinker et ciment-Stockage-Expédition.

Elle est constituée de deux lignes fabrication avec une capacité contractuelle de production de 900 000 tonnes :

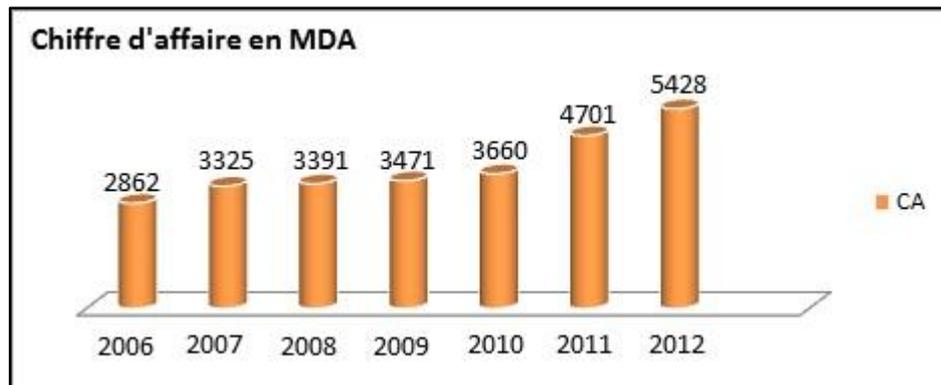
1ère Ligne : Date du démarrage 1973, avec une capacité de 1250T/J de Clinker

2ème Ligne : date du démarrage 1975 (Adjonction d'un précalcinateur en 1993 pour porter la capacité à 1800t/j de clinker).

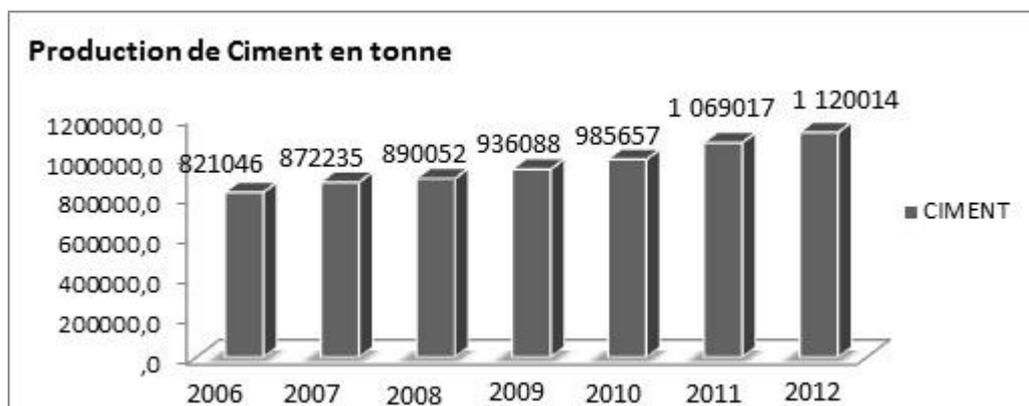
La cimenterie de Hadjarsoud exploite deux 02 carrières, dénommées la carrière Calcaire de Djebel Safia et la carrière d'Argile de Oued el kebir. Celles-ci constituent les principales réserves en matières premières de la cimenterie de Hadjarsoud.⁷⁸

⁷⁷ جمال الدين بوخالفة, تشخيص الإمداد على مستوى المؤسسات الجزائرية دراسة حالة: مصنع الإسمنت - عين التوتة مذكرة لنيل شهادة الماستر 2010/2011, -الصفحة 106,105

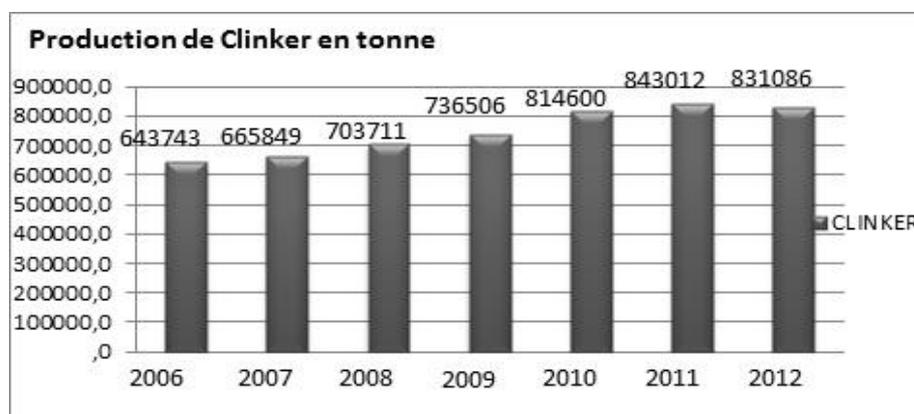
⁷⁸ <http://www.schs.dz/presentation.asp> site consulté le 10/06/17 à 17 :46

Figure n° 08 : L'évolution du résultat financier de la société.

Source : <http://www.schs.dz/presentation.asp>

Figure n° 09 : l'évolution de la production du ciment dans la SCHS.

Source : <http://www.schs.dz/presentation.asp>

Figure n° 10 : l'évolution de la production du clinker dans la SCHS.

Source : <http://www.schs.dz/presentation.asp>

11. Société des ciments de Béni Saf (SCIBS-Ain T'émouchent)

La cimenterie de Béni-Saf a été réalisée, dans le cadre du plan de développement quinquennal des années 70, par la Société Nationale des Matériaux de Construction (SNMC) entre 1974 et 1978. Elle est entrée en production en novembre 1978.

Le 1er sac de ciment est sorti en février 1979. En 1982, la SNMC a été transformée en quatre Entreprises régionales appelées Entreprises des Ciments et dérivés (ERCO pour l'ouest, ECDE pour Echlef, ERCC pour le centre et ERCE pour l'est) qui ont subies à leur tour plusieurs transformations juridiques : en SPA en 1989 puis en GROUPE Industriel et Commercial (GIC) en 1997. La cimenterie de Béni-Saf a été constituée en SPA, appelé Société des Ciments de Béni-Saf (par abréviation S.CI.BS) avec pour actionnaire unique le Groupe ERCO en décembre 1997.

Les investissements importants, répondant aux exigences de fabrication, réalisés depuis l'entrée en production de la cimenterie de Béni-Saf, sont les suivants : Pour améliorer la capacité de stockage et de mise à disposition du produit, la société a procédé à l'acquisition, le montage et la mise en service d'une chaîne de fardélisation avec houssesuses en plastique (palettiseur de 3 types de fardeaux sans palette de 1700, 1800 ou 2200 kg chacun et enveloppés dans deux 2 couches de plastique thermoretractable).

La S.CI.BS a réalisé un revamping de ses installations pour accroître l'efficacité de son usine ; En juillet 2005, la S.CI.BS réalise son partenariat et signe un contrat de management sur 10 ans avec le Groupe PHARAON. A partir de cette date, la société est gérée au titre d'un mandat de gestion par Pharaon Commercial Investment Group Limited.

Actuellement L'effectif total est de 420 agents ; la production annuelle atteint 1 100 000 tonnes de clinker et 1 250 000 tonnes de ciment expédié.⁷⁹

12. Entreprise des ciments d'Ech-Cheliff (ECDE)

L'étude pour l'installation de la cimenterie de Chlef a été débité en 1967 et le projet n'est approuvé qu'en 1975.

Les travaux ont été confiés à un consortium Japonais en 1978 ; ce sont arrêtés en Octobre 1980 lors du terrible tremblement de terre qu'a connu la région pour ne redémarrer qu'en 1981

⁷⁹ <https://scibs.dz/> site consulté le 15/06/17 à 02 :05

avec une nouvelle ligne de production. C'était l'unique entreprise économique de la région et a pris pour appellation SNMC.

Elle a subi également plusieurs restructurations ECDE en 1982 puis Entreprise Nationale de Production et de Commercialisation du Ciment de type EPA 350 ainsi que du ciment normal, ciment spécial, plâtre et d'autres dérivés et du ciment portland (CPJ 45).

L'usine est à 7 Kms de Chlef et sur la Route Nationale n° 04 et près du chemin de fer reliant Alger à Oran.⁸⁰

Son chiffre d'affaire est passé de 9 300 000 DA en 2008 à 12 830 000 DA en 2015 avec une capacité de production de 2 MT/An.

b.2) Le plan du développement du groupe :

La vision stratégique du Groupe GICA est basée essentiellement sur :

1. L'augmentation de sa part de marché,
2. La diversification de sa gamme de produits,
3. La création d'emplois et la formation,
4. Un positionnement sur le marché international.

Le plan de développement du Groupe GICA prévoit également l'extension des capacités de production de deux (2) cimenteries existantes, sur lesquelles le Groupe compte réaliser 2 nouvelles lignes technologiques.

Les usines concernées par le programme d'extension des capacités de production sont:

1. La Cimenterie de Aïn El Kebira (Sétif),
2. La Cimenterie de OuedSly (Chlef),

Le Groupe GICA prévoit aussi la réalisation de trois (3) nouvelles cimenteries d'une capacité de production annuelle globale de 4 millions de tonnes de ciment.

Ces nouvelles usines seront implantées à :

1. Sigus (Oum El Bouaghi),
2. Beni Zireg (Béchar),
3. El Bayadh

⁸⁰ عيادي عبد القادر, دور و أهمية نظام المعلومات المحاسبي في اتخاذ قرارات التمويل- حالة مؤسسة الاسمنت و مشتقاته بالشلف-, مذكرة لنيل شهادة الماجستير, جامعة حسيبة بن بوعلي بالشلف, 2007 /2008 الصفحة 130; 121

Outre ces réalisations, le plan de développement du Groupe GICA porte sur la modernisation des cimenteries en exploitation.

Ces projets engendreront la création de 5.000 emplois directs et 15.000 emplois indirects.

Sur le plan international, le groupe ambitionne de décrocher des parts de marchés à l'étranger en exportant sa surproduction de ciment une fois que la demande nationale sera satisfaite.

GICA a inscrit dans son programme la réalisation de 3 terminaux sur 3 ports situés au Centre, à l'Est et à l'Ouest du pays, pour écouler les excédents de production de ciment sur le marché international.

Par ailleurs, GICA vise à porter sa capacité de production annuelle d'agrégats et de sables concassés à 7 millions de tonnes à l'horizon 2016, par la mise en place de 9 stations de concassages, dont 6 sont déjà opérationnelles.

Et dans l'objectif de diversifier sa gamme de produits, le groupe a lancé la réalisation de 16 stations de production du Béton Prêt à l'Emploi (BPE) avec l'ambition d'atteindre une capacité de production annuelle de 3,5 millions de mètres cubes.

C. les grandes infrastructures réalisées du groupe et son plan pour l'environnement :

c.1) Les grandes infrastructures réalisées avec les ciments GICA :

- L'hôtel Aurassi : l'hôtel Aurassi est un hôtel de 5 étoiles, se situe en plein centre d'Alger à 15 KM de l'aéroport Houari Boumedién⁸¹;
- Le monument makamechahid ;
- Le barrage KEDDARA : Le barrage de Keddara est situé dans la Wilaya de Boumerdes, à 8 kms au sud de Boudouaou et à 35 kms à l'est d'Alger. Il fait partie de l'aménagement Isser-Keddara destiné à satisfaire les besoins en eau potable des agglomérations algéroises et d'une grande partie de la ville de Boumerdes. Sa retenue est alimentée par les apports des oueds Keddara, El Haad et par la galerie de transfert provenant du barrage du Hamiz

Le barrage dispose d'une capacité de de 142.39 millions de m³, il se remplit principalement du transfert par pompage des apports de Béni Amrane, de ceux du Hamiz ainsi que de ces apports propres.⁸²

- Le nouvel aéroport d'Alger ;
- Le stade 5Juillet ;
- L'université des sciences et technologies d'Alger ; Conçue par l'architecte brésilien [Oscar Niemeyer](#), l'Université des Sciences et de la Technologie d'Alger (U.S.T.A) a été créée officiellement par l'ordonnance N° 74-50 du 25 avril 1974, elle prendra la dénomination " Université des Sciences et de la Technologie [Houari Boumediene](#) " USTHB en 1980), pour être un pôle de formation et de recherche dans les Sciences et la Technologie.⁸³
- L'autoroute EST OUEST : D'un linéaire de 1216 Km, l'autoroute Est-Ouest assurera la liaison entre Annaba et Tlemcen avec la desserte des principaux pôles, en touchant directement 20 wilayas.

⁸¹ <http://www.kherdja.com/detail-guide/19-el-aurassi.html>, site consulté le 07/12/16 à 20 :03

⁸² http://www.soudoud-dzair.com/index.php?action=esmap_vect&table=chahidgis_barrage&id=32, site consulté le 07/12/16 à 19 :56,

⁸³ <http://www.usthb.dz/spip.php?article185>, site consulté le 07/12/16 à 21 :00

En outre, les autres pôles économiques, situés sur la côte et sur la zone des Hauts plateaux, seront desservis par des pénétrantes Nord-Sud reliées à l'autoroute Est-Ouest.⁸⁴

- Les logements AADL : Cette formule de logement public aidé a été lancée en 2001 par les pouvoirs publics afin de permettre aux citoyens appartenant à la classe moyenne dont le salaire mensuel n'excédait pas (en 2001) cinq fois le SMIG d'être propriétaire d'un logement ;⁸⁵

c.2) Au plan de protection d'environnement :

Au plan de l'environnement, la gestion des rejets, l'élimination des poussières, la remise en état des carrières et la réduction des consommations énergétiques constitueront, les principales priorités du groupe.

Pour ce faire, le groupe GICA, a identifié les actions pour concilier les exigences du développement industriel de la filière ciment avec ceux du développement durable. Ces actions portent sur :

- Accord avec l'APRUE pour la réalisation d'économie d'énergie et sa mise en œuvre via des contrats d'exécution avec les cimenteries du groupe.
- Réduction de la consommation d'eau industrielle par la remise en état des stations de traitement des eaux, installées au niveau des usines,
- Respect des normes environnementales par la poursuite du programme de remplacement des électro-filtres par des filtres à manches. Sur les douze cimenteries publiques, dix sont déjà dotées d'une nouvelle génération de filtres à manches ; les cimenteries de Sour El Ghozlane et Zahana seront dotées en 2014 de nouveaux équipements destinés à réduire leur consommation d'énergie et d'émission de gaz à effet de serre ;
- Réaménagement des carrières dont le but est de valoriser le site exploité sur les plans paysager et environnemental.
- Faire certifier l'ensemble des filiales de production aux différentes normes ISO, que la certification des produits fabriqués.

⁸⁴http://www.ana.org.dz/index.php?option=com_content&view=article&id=67&Itemid=62, site consulté le 07/12/16 à 22 :06

⁸⁵http://www.vitamedz.org/c-est-quoi-un-logement-aadl/Articles_19605_2374562_0_1.html, site consulté le 07/12/16 à 22 :00

- Incinération des déchets industriels (étude de faisabilité d'un projet pilote d'intégration de déchets industriels par incinération dans un four d'une cimenterie du groupe GICA)⁸⁶

2. Présentation de la société :

Avant de présenter la société des ciments de Saïda, on a pensé citer quelques points présentant l'historique de l'industrie cimentière en Algérie.

a. L'historique de l'industrie cimentière en Algérie :

- L'évolution de l'industrie cimentière est passée par plusieurs étapes dont les plus importantes demeurent:

- La période entre 1962 et 1967

Cette période a connu la restructuration de la Société de matériaux de construction (SNMC). La SNMC engagea un vaste programme d'investissement pour la rénovation des lignes héritées de Lafarge et la réalisation de douze (12) nouvelles lignes de production en voie sèche, procédé plus moderne que celui de la voie humide. La capacité globale est passée alors à 10.000.000 T/an.

- La période entre 1983 à 2005

Cette période a vu le lancement de deux nouvelles lignes à AïnTouta (Batna) et ElmaLabiod (Tébessa), portant la capacité productive à 11.5 millions de tonnes /an.

- Cependant le secteur est passé par plusieurs phases de réorganisation dont les principales sont :

- 1983

La SNMC fut réorganisée par secteurs d'activité et la filière ciment éclatée en quatre (04) entreprises à raison d'une entreprise par région : Ouest – Chlef – Centre – Est.

⁸⁶<http://gica.dz/developpement-durable/>, le même site consulté le 08/12/2016 à 11 :07

- 1996

Mise en place des holdings publics en remplacement des fonds de participation. Les sociétés de ciment ont alors été mises dans le portefeuille du Holding (BMC) Bâtiment et Matériaux de construction.

- 1997

Lancement, par le holding Bâtiment et matériaux de construction, d'un vaste programme de désengagement de l'Etat des unités de production.

- 1998

Transformation juridique des unités de production en société par actions, filiales des groupes régionaux (ERCE, ERCC, ECDE et ERCO).

- 2002

Mise en place des sociétés de gestion des participations en remplacement des holdings et mise en œuvre de la privatisation des EPE. La SGP GICA « Industrie des Ciments » a hérité, des quatre groupes régionaux et leurs filiales.

- 2009

Création du Groupe industriel des ciments d'Algérie «GICA», sous forme de Société par actions au capital de 25.358.000.000 DA, avec la vocation de la gestion du portefeuille de 23 filiales et 02 prises de participations.⁸⁷

- 2016 le ciment pétrolier

Le P-dg Rabah Guessoum, p-dgGICA, a déclaré dans un entretien accordé à l'agence de presse APS que le groupe est en phase de certification de sa production en ciment pétrolier en prévision de son lancement pour la première fois en Algérie. Un échantillon de 300 tonnes de ce ciment a été produit en novembre 2016 avant d'être livré à Sonatrach qui a opéré des tests sur un puits pétrolier et les résultats sont très satisfaisants.

Sachant que la demande nationale est de 300.000 tonnes/an.⁸⁸

⁸⁷ <http://gica.dz/> site consulté le 07/12/2016 à 10 :00

Des pâtes de ciment pétrolier sont utilisées lors des opérations de forage, de bouchage et/ou d'abandon des puits. Elles peuvent également servir comme barrière d'étanchéité pour la séquestration des gaz acides tels que le CO₂ et le H₂S dans les puits après exploitation.⁸⁹

b. La SCIS et ses ateliers :

Afin de concrétiser notre étude, voici la société cas pratique que nous avons choisie, présentée par son organigramme et ses ateliers comme suit :

b.1) Identification et la localisation de la Société :

La Société des Ciments de Saida est une Filiale GICA ; Son activité : Production de Ciment.

La SCIS est une société par actions au capital social de 1.050.000.000 DA ; Son siège social se situe à la Daira HASSASNA Wilaya de Saida ;

La Capacité de Production de la société est de 500 000 Tonnes/An avec un effectif de 300 Personnes.

La cimenterie est implantée sur le territoire de la commune d'Oum Djerane, Daïra de HASSASNA, Wilaya de Saïda à une altitude de 1100 M. Elle est située à 20 Kilomètres de la commune de Saida.

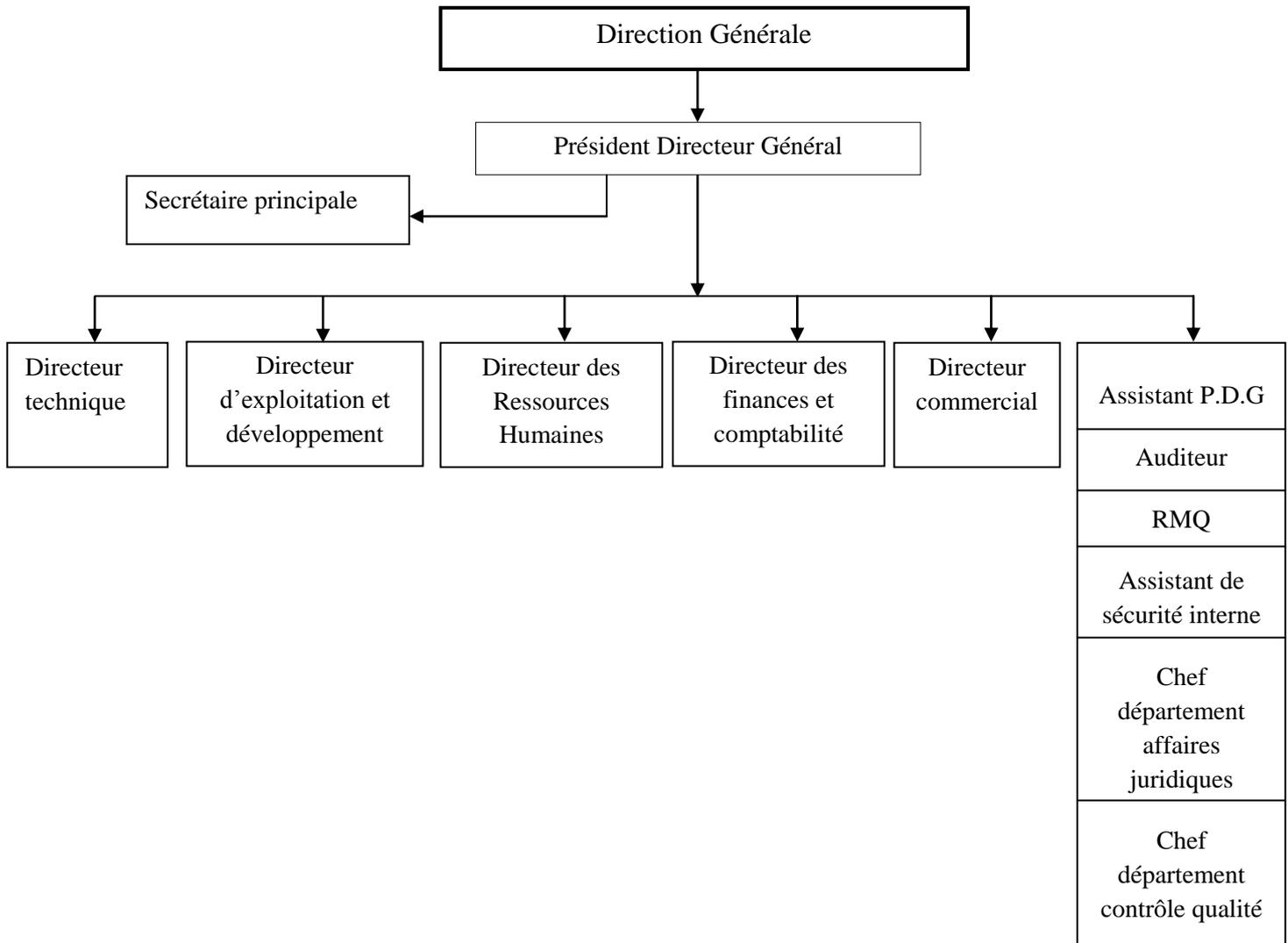
Le terrain de l'usine d'une superficie de 31 Hectares 40 ares est à moitié occupé par les installations de production.

⁸⁸http://www.leconews.com/fr/actualites/nationale/industries/ciment-petrolier-une-premiere-pour-gica-en-algerie-06-12-2016-179287_340.php, site consulté le 08/12/2016 à 19 :33

⁸⁹I. Yurtdas, S. Xie, J. Secq, N. Burlion, J.F. Shao et J. Saint-Marc, Comportement mécanique d'une pâte de ciment pétrolier sous température : effet de la dégradation chimique, colloque du 18ème Congrès Français de Mécanique, Grenoble, 27-31 août 2007, page 2.

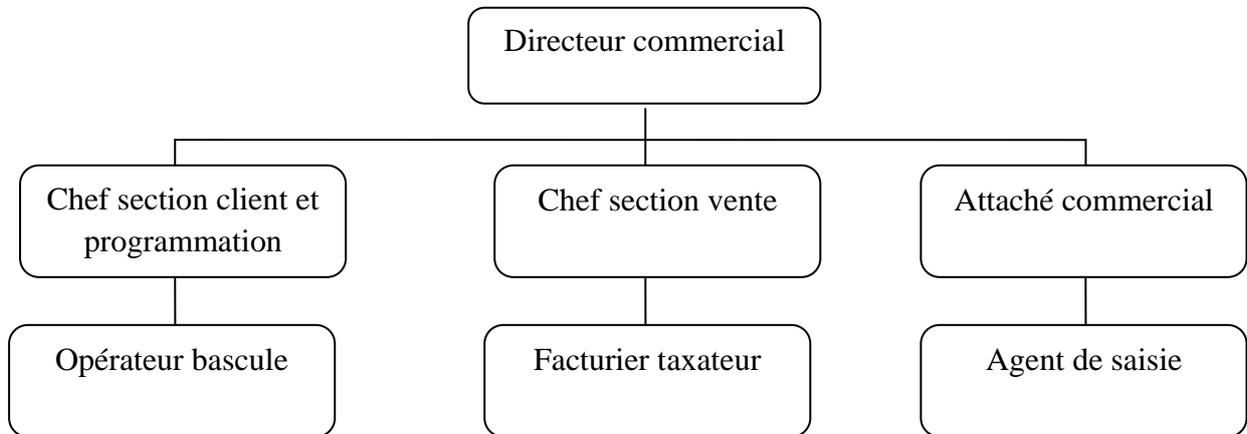
➤ L'Organigramme de la société :

Figure n° 11 : organigramme de la société SCIS



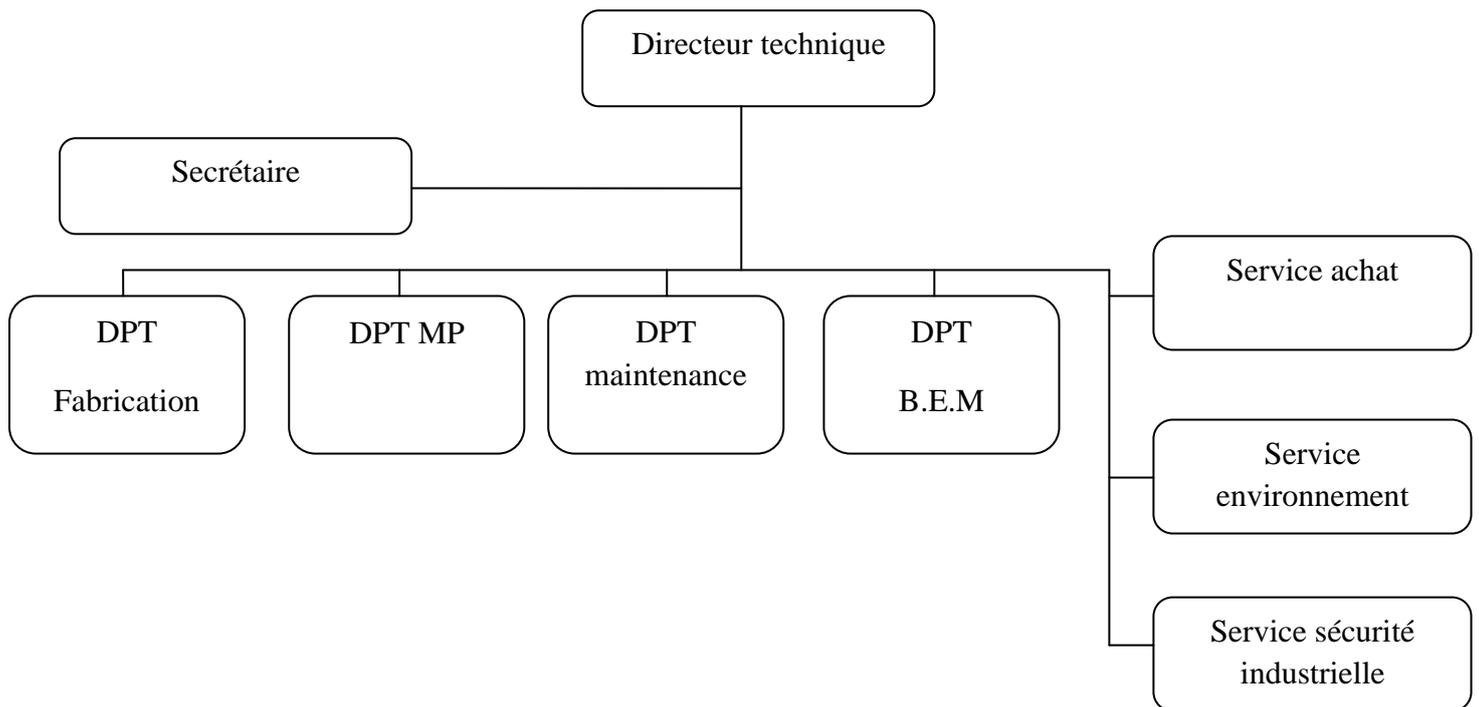
Source : les documents fournis par l'entreprise.

Figure n° 12 : la direction commerciale



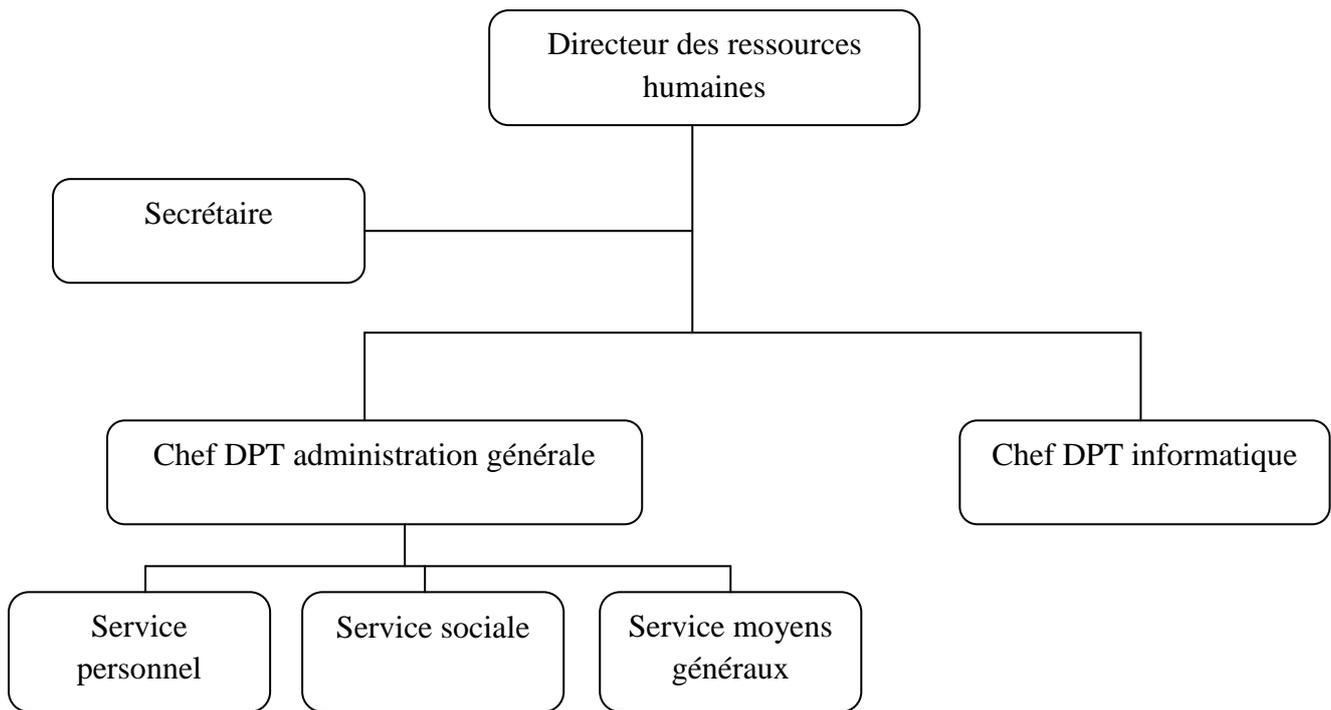
Source : les documents fournis par l'entreprise.

Figure n° 13 : la direction technique



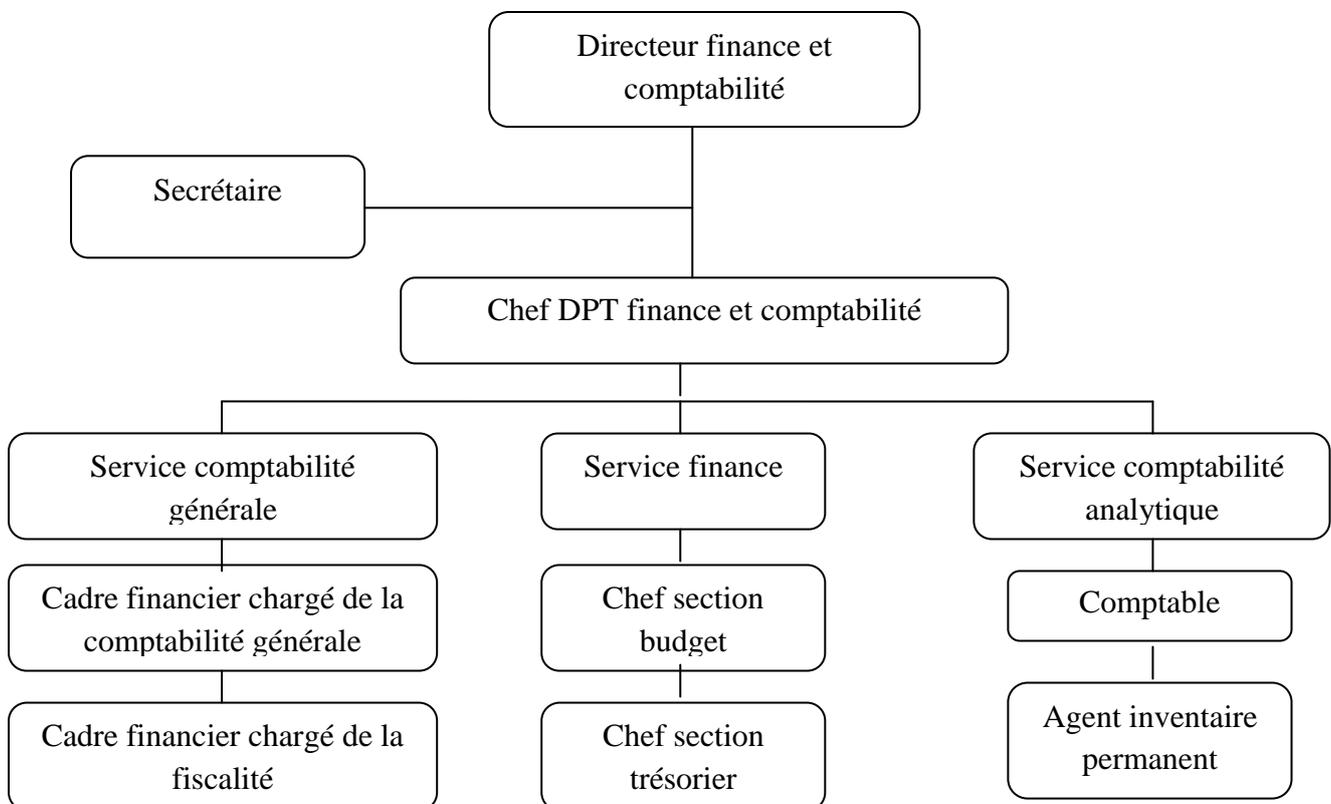
Source : les documents fournis par l'entreprise.

Figure n° 14 : la direction des ressources humaines

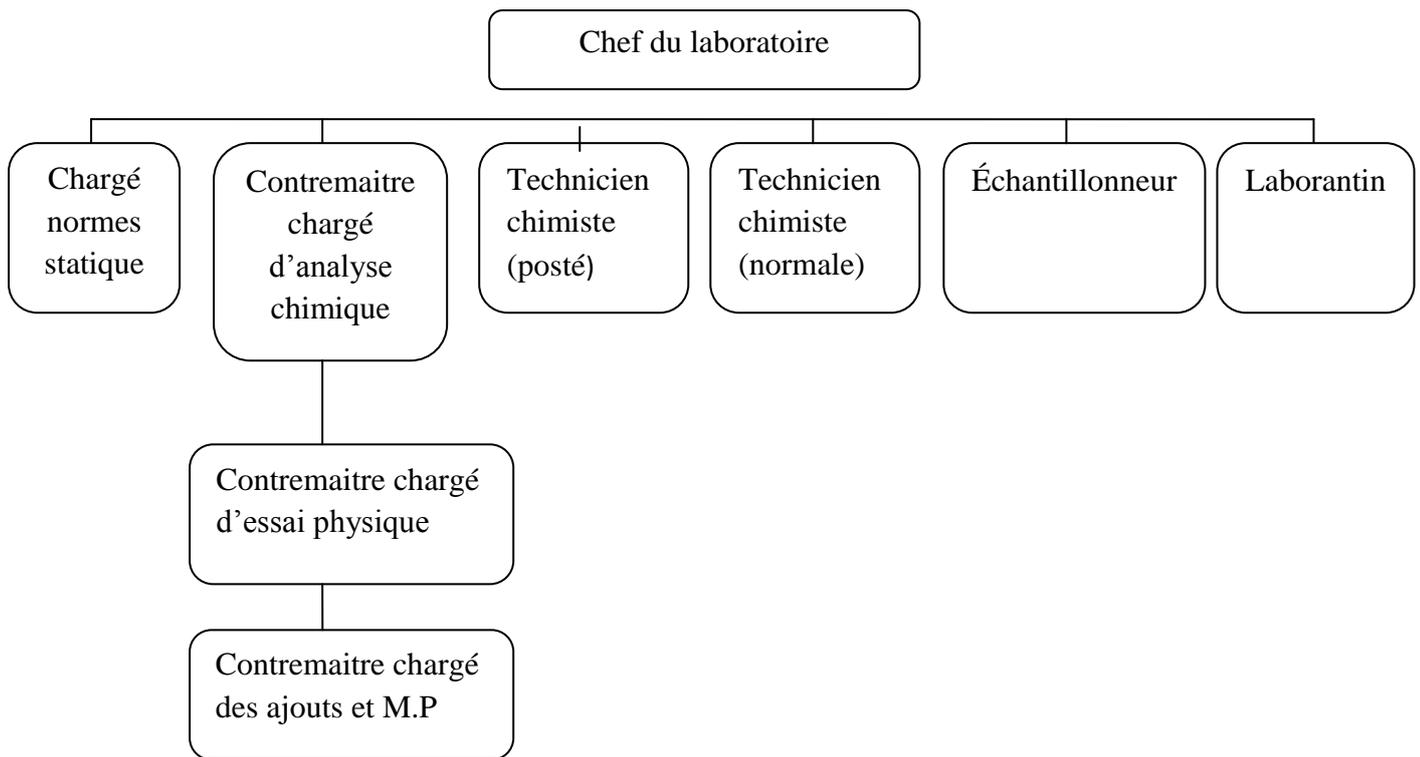


Source : les documents fournis par l'entreprise.

Figure n° 15 : la direction finance et comptabilité



Source : les documents fournis par l'entreprise.

Figure n° 16: l'organigramme du laboratoire

Source : les documents fournis par l'entreprise.

b.2) Les ateliers de la société :

Avant de passer aux ateliers, la société afin de pouvoir couvrir ses principales inputs elle a besoins de :

- Calcaire

Le gisement de calcaire est situé à 2 km de la cimenterie, les réserves de calcaire prospectées sont estimées à 140 millions de tonnes.

Besoin annuel : 521 700 Tonnes (durée de vie : 233 ans).

- Argiles

Le gisement d'argile est situé à 25 km de l'usine. Ses réserves sont estimées à 20 millions de tonnes.

Besoin annuel : 173 900 Tonnes (durée de vie : 78 ans).

- Grés

Le gré existe en sous couches dans le gisement d'argile situé à 25 Km de l'usine (Ain El Hadjar), les réserves sont estimées à 2.4 millions de tonnes.

- Minerai de Fer

Il provient de la mine de fer de ROUINA (AIN-DEFLA) distante de 300 Km de l'unité.

Besoin annuel : 6 956 Tonnes.

- Gypse

Il provient de la plâtrière de FLEURUS et OGGAZ située à 200 km de l'unité.

- Eau

La cimenterie est alimentée à partir d'un forage appartenant à la société et situé près de la carrière calcaire.

La consommation annuelle avoisine 180 000 M3

- Électricité

Deux lignes de 60kv alimentent la cimenterie :

- à 1 km de l'usine par la ligne qui passe à proximité.
- à partir du poste H T de SAIDA à 20 km.

- Gaz naturel

La cimenterie est alimentée en gaz naturel à (5-10 Bars) par un poste de détente situé non loin de l'usine.

- Route

La route nationale passe à proximité de la cimenterie.

- Voie Ferrée

L'usine est raccordée depuis 1985 à la voie étroite SAIDA-BECHAR par un embranchement dans la gare de AIN-EL-HADJAR distante de 25 Km.

b.3) Les caractéristiques des ateliers :

➤ **Atelier de Concassage**

Concasseur ap7 Hazmag débit : 600T/H (nominal)-700 T/H maximal.

Crible vibrant pour sélection de la granulométrie

Concasseur secondaire pour la réduction de la granulométrie 0-40 mm (débit max 150 T/H)

Stacker PHB calcaire & grés : débit : 700T/H.

Cadence de travail : 8H/jour – 20j/mois.

➤ **Broyage du Cru**

Concasseur - sécheur SDPTS/300 débit : 150 T/H à 160T/H.

Capacité du Foyer auxiliaire : 7 200 000 Kcal/h.

Broyeur: L : 10.5 m x Ø : 4.10m - débit : 150T/H à 160T/H.

Deux 02 pompes pneumatiques : 180T/H chacune.

Cadence de travail : 24 jours/mois et 20 heures /jour.

Poids boulets : 175 tonnes.

Puissance.2600KW.

➤ **Cuisson**

Four L 75m x Ø 4.5 m.

Débit : 1 500 T/J max : 1831 T/J.

Refroidisseur à grille à ventilateurs renforcée commande hydraulique

Tour E.V.S à 4 étages.

Tour de conditionnement des gaz : h 55 m x Ø : 7 m.

Température entrée gaz = 350 0C.

Température sortie gaz = 120 0C.

Débit eau : 24.7 m³/h – Nombre d'injecteurs : 20.

Pression d'injection : 33.7 bars.

Cadence de travail : 7 jours/semaine et 24 heures/jour.

➤ **Stockage du Clinker**

Six 06 Silos (Capacité totale = 29 000 tonnes).

Possibilité de stockage à l'air libre.

➤ **Broyage du Clinker**

Broyeur : L : 13 m x Ø : 4.4 m.

Débit : 100 T/H.

Deux 02 Pompes pneumatiques : 110 T/H chacune.

Cadence de travail : 24 jours/mois et 19 heures/jour

Puissance absorbée : 3 700 KW – Poids boulets : 235 T.

➤ **Stockage du Ciment et Expéditions**

- **Stockage du Ciment**

Cinque 05 silos capacité unitaire = 5.000 tonnes.

Capacité totale = 25.000 tonnes.

- **Expédition du Ciment**

Deux 02 machin à 08 becs à commande automatique.

Une 01 machine à 10 becs à commande automatique récemment installée

Trois 03 bouches pour expédition du ciment en vrac.

- **Silos Ciment**

Cinque 05 silos, Capacité totale = 25.000 tonnes.

c. L'évolution de la production dans la SICS :

L'évolution de la production de ciment est présentée par un tableau

Tableau n° 10 : Evolution de la Production de Ciment de Puis le Démarrage de l'Usine de (1979 – 2011). Unité = tonne

Année	Production de Ciment
1979	201 207
1980	282 683
1981	325 008
1982	285 237
1983	273 024
1984	252 425
1985	374 470
1986	313 957
1987	312 909
1988	260 619
1989	246 757
1990	201 405
1991	169 772
1992	280 974
1993	292 467
1994	206 539

1995	177 145
1996	106 000
1997	296 062
1998	285 017
1999	301 145
2000	318 377
2001	283 845
2002	356 066
2003	270 273
2004	342 115
2005	380 265
2006	364 495
2007	480 225
2008	495 060
2009	518 230
2010	504 140
2011	470 100
2012	393 000

3. L'investissement en matière de préservation de l'environnement :

Cette entreprise c'est vu contrainte d'appliqué les nouveaux concepts utilisé de par le monde concernant la préservation de l'environnement.

a. Les investissements au sein de la SCIS :

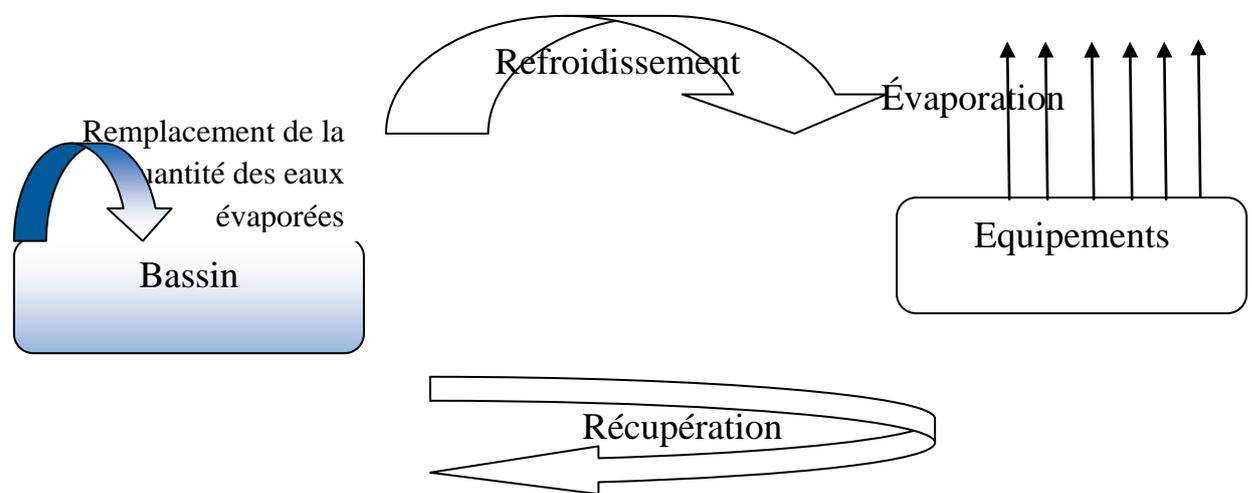
La non attente de la capacité contractuelle (500 000 tonnes/AN) a poussé la société à entreprendre des actions d'investissements à savoir

- En 1996 :
 - Le Changement de la tour de préchauffage. (Figure n° 06)
 - La Réhabilitation du refroidisseur à clinker (Figure n° 07)
 - Le Changement des tronçons de virole (Figure n° 08)
- **En 1998 :**
 - L'Automatisation du système contrôle commande (**Figure n° 08**)
- **En 2006:**
 - Le Changement du filtre à lit de gravier par un filtre à manches AIR /AIR (**Figure n° 10**)
 - Le Changement du refroidisseur à bain d'air par un refroidisseur pendulaire (**Figure n° 11**)
 - Le Changement des pompes de transport cru et ciment (**Figure n° 12**)
 - Le Changement du réducteur du broyeur cru (**Figure n° 13**)
 - Le Changement de tronçons de virole four (**Figure n° 14**)
 - Automatisation de la carrière.
 - Mise à niveau des filtres.
 - Automatisation de l'expédition.
 - Le remplacement de près de 100 grands moteurs électriques à courant continu par des moteurs à courant alternatif, disposés tout au long de la chaîne de production :
 - Remplacement du moteur des séparateurs des ateliers cru et ciment,
 - Remplacement du moteur de l'alimentateur à tablier métallique,
 - Remplacement du moteur des ventilateurs de circulation des séparateurs des ateliers cru et ciment,

La mise en place des moteurs à courant alternatif a réduit la consommation de l'électricité de 20%.

- L'entreprise a également procédé à l'installation d'un système de récupération des eaux de refroidissement dans un grand bassin à des fins de leur réutilisation, et de réduire la consommation (par exemple la consommation annuelle d'eau a été en 2015 de 60 000m³ dont le coût a été 1500 000 DA (HT)).

Figure n° 17 : schéma représentant la récupération des eaux de refroidissement.



b. La politique environnementale de la société :

En accord avec les orientations de la politique qualité soulignées par l'entreprise et afin de gérer efficacement les impacts environnementaux, la société engage dans une démarche de management environnemental selon la norme ISO14001.

Cet engagement s'inscrit également dans le cadre de l'application de la politique environnementale industrielle élaborée par le Ministère de l'environnement en faveur de la protection de l'environnement et du développement durable.

Par ailleurs, l'obtention de la certification n'est pas l'objectif final de cet engagement. L'entreprise œuvre à l'amélioration continue de son SME afin de réduire d'une manière significative les impacts sur l'environnement et d'assurer la conformité à la réglementation nationale actuelle et future, pour obtenir cet objectif il était nécessaire pour la société de former ses ressources humaines au cours de la mise en place du SME, ceci par un contrat

d'accompagnement avec le centre CNTPP qui a été conclu le 05 Octobre 2010 a l'effet d'accompagner la société pour la réalisation de la mise en place de ce système ;

Cet accompagnement a accomplie à :

- Un séminaire pour la direction de l'entreprise,
- La formation des membres du comité de pilotage du projet au principe du SME,
- Une formation à la planification du SME et à l'analyse environnementale initiale,
- La formation à la réglementation environnementale,
- La formation des cadres dirigeants sur la politique environnementales,
- La formation sur les objectifs cibles et les programmes d'action,
- La formation sur la communication interne et l'implication des travailleurs,
- La formation sur la mise en œuvre du SME,
- La formation sur le contrôle et l'audit interne.

A cet effet, l'entreprise engage d'une part à rationaliser l'utilisation de l'énergie, de l'eau et des ressources naturelles et d'autre part, à prévenir et maîtriser la pollution engendrée par les activités, notamment par :

- ✓ La réduction des émissions de poussières et des rejets dans l'air ;
- ✓ La réduction des déchets générés et l'amélioration de leur gestion, contrôle et élimination.

Afin d'atteindre les objectifs tracés, l'entreprise fait du management environnemental l'une des actions prioritaires pour elle, et elle engage à :

- ✓ Fournir les ressources indispensables à la mise en œuvre du SME ;
- ✓ Désigner un responsable du SME afin de veiller à la mise en place et au suivi du SME conformément aux termes de la norme et rendre compte de la performance de ce système.
- ✓ Sensibiliser le personnel, les clients et les fournisseurs à la protection de l'environnement ;
- ✓ Former et assurer la compétence du personnel de l'entreprise ayant des tâches pouvant avoir des impacts significatifs sur l'environnement ;
- ✓ Communiquer avec le personnel, clients, fournisseur, prestataires ainsi que les autorités.

c. De électrofiltre au filtre à manches :

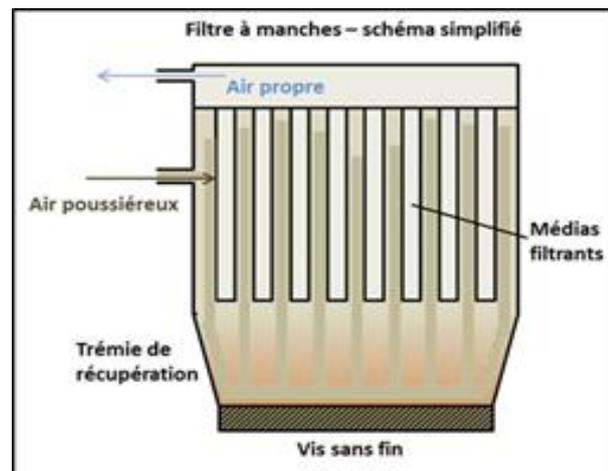
La logique des avantages des filtres à manche, et des inconvénients des électrofiltres, a convaincu l'entreprise que le remplacement de la dernière par cette première, était le meilleur investissement.

c.1) Inconvénients des Electrofiltres :

- Les électrofiltres Utilisent une quantité d'eau importante ;
- La nécessité d'analyse de gaz à l'entrée de l'installation ;
- La présence de risque d'explosion avec l'augmentation du monoxyde de carbone (CO) ;
- Il n'y a pas de captation de poussières suite au déclenchement de l'installation à cause de l'augmentation du monoxyde de carbone (CO) ;
- La difficulté dans les opérations de maintenance ;
- Le meilleur taux d'émission de poussière dans l'atmosphère est de 50 mg/Nm³.

c.2) Avantages du Filtre à manches :

- Les filtres à manche ne utilise pas d'eau ;
- Pas d'analyse de gaz à l'entrée de l'installation ;
- Pas de risque d'explosion avec l'augmentation du monoxyde de carbone (CO) ;
- Pas de déclenchement de l'installation à cause de l'augmentation du monoxyde de carbone (CO) ;
- Maîtrise dans les opérations de maintenance ;
- Meilleur taux d'émission de poussière dans l'atmosphère est de 10 mg/Nm³.

Figure n° 18: schéma simplifié d'un filtre à manches.

Source : <http://www.thecementgrindingoffice.com/fr/presentations/bag1/bag1.htm>.

c.3) les Etapes de remplacement des Electrofiltres par le Filtre à manches

- Etape 1 : l'achat du matériel étranger à été effectué le 03.05.2009 par le Contrat SCIS/AAF-France du Montant : **2 128 000,00 Euro**;
- Etape 2 : la fabrication de la partie chaudronnerie et le montage de l'installation (la partie mécanique) avec un Montant de **234 321 205,00 DA**
 - La fabrication de la partie chaudronnerie : débutée le 03.01.2011 ;
 - Le montage de l'installation (la partie mécanique) : débuté le 22.12.2012 ;
- Etape 3 : Génie civil ; débutée le 17.04.2011 avec un montant de : **30 000 000,00 DA**
- Etape 4 : la mise en Service du Filtre : le **26.02.2013**.

La cimenterie au 01/12/2015 un changement appréciable. (Voir la **Figure n° 17**).

c.4) perspective de l'entreprise en matière d'environnement :

- le maintien de la capacité nominale.
- ISO 14001 :

Les défis environnementaux posés actuellement, suite aux problèmes écologiques existants obligent la Société des Ciments de Saida (SCIS) de mettre en œuvre une stratégie performante dans la production plus propre pour préserver l'environnement dans le cadre du développement durable.

Pour entamer cette démarche, la société est en cours de mettre en place le Système de Management Environnemental (S.M.E) selon la norme ISO14001 Version 2004 et prendre en compte les axes essentiels suivants :

- Adapter une communication efficace avec les parties intéressés ;
- Consommer rationnellement les ressources naturelles ;
- Mettre un bon système de gestion des déchets ;
- Poursuivre le programme de renouvellement et d'investissement visant la réduction de la pollution ;
- Respecter les exigences de la réglementation en vigueur.
- Cette volonté s'est déjà traduite, par l'action de sensibilisation du personnel, débutée en janvier 2009, et la signature du contrat d'accompagnement en octobre 2010, et démarrage du projet en 2011.

Conclusion du chapitre :

Nous avons vu dans ce chapitre le cas de la société des ciments de Saïda, nous avons commencé une première partie sur le groupe GICA puis la partie intitulée : présentation de la société, avec l'historique de l'industrie cimentière en Algérie en quelques dates, après la SCIS et ces différents ateliers, puis l'évolution de la production depuis 1979 jusqu'à 2012 malheureusement les chiffres 2013, 2014, 2015 sont pas disponible ni déclarées.

Dans la deuxième partie de ce chapitre, nous sommes arrêtés sur des dates marquantes un investissement, puis nous avons vu la politique environnementale de l'entreprise ainsi que les avantages du filtre à manche en comparant avec les inconvénients des électrofiltres justifiant le remplacement de l'un par l'autre.

Conclusion générale

Conclusion générale

Par une relation d'implication logique : le développement suppose la croissance, la croissance suppose de toujours produire plus, cela amène à toujours utiliser plus d'énergie et des ressources naturelles, ce qui implique le sacrifice de l'environnement au détriment du développement.

Le développement est souvent au détriment d'une croissance propre. Puisque la pollution se définit comme une modification défavorable du milieu naturel altérant ainsi la répartition des flux d'énergie, le niveau de radiation, la constitution physico-chimique du milieu naturel et l'abondance des espèces vivantes. Ces modifications affectent l'homme directement ou indirectement à travers des ressources agricoles, en eau et autres produits biologiques.

La croissance d'un pays se mesure par la croissance de la production nationale qui à son tour est calculée par le PIB. Or ce moyen de calcul ignore un nombre important de phénomènes tels que les services rendus à l'environnement à titre gratuit qui ne sont pas comptabilisés ; les nuisances produites sur l'environnement ne le sont également jamais comptabilisées en flux négatifs.

En réalité et sur le terrain, l'Homme a pour habitude de rejeter ses déchets dans la nature à proximité de ses habitations. Dans ses installations concentrationnaires urbaines, industrielles et portuaires, l'Homme dispose de grandes quantités de déchets dont il ne sait que faire.

La pollution industrielle est causée par la production d'énergie et des activités agricoles. Elle entraîne des conséquences néfastes sur la santé des êtres humains et sur l'environnement ; notamment les pollutions atmosphérique, de l'eau et du sol. Néanmoins des solutions existent comme par exemple l'équipement des usines, la favorisation du recyclage des déchets produits par les industries. Il faut agir en tant que société citoyenne pour réduire la pollution industrielle. C'est l'avenir de notre planète qui est en jeu !

Pour cet objectif, des normes environnementales ont été établies sur la base du principe où il est souhaitable de préserver la santé des personnes et de sauvegarder leur environnement. Ces normes sont basées sur des « critères de préservation souhaitables » et constituent un objectif important pour le management. Elles sont le fruit des décisions s'orientant vers la mise en place de mesures ayant pour but : la préservation de l'air, de l'eau et du sol, ainsi que la protection contre les nuisances sonores.

Ces normes sont un moyen simple de s'assurer que le niveau optimal de pollution est atteint :

Conclusion générale

- La norme d'émission : consiste en un plafond maximal d'émission qui ne doit pas être dépassé, sous peine de sanctions administratives, pénales ou financières ;
- Les normes de procédés : imposent aux agents l'usage de certains équipement dépolluants ;
- Les normes de qualité : spécifient les caractéristiques souhaitables du milieu récepteur des émissions polluantes ;
- Les normes de produits : imposent des niveaux donnés limites à certaines caractéristiques spécifiques ;

Les normes peuvent être choisies selon deux types de critères, environnementaux ou économiques :

- Pour le critère environnemental : les normes obéissent le plus souvent à des objectifs de protection de la santé ; et se traduisent par la fixation de concentration ou de doses maximales de polluants tolérables;
- Pour le critère économique : la fixation de la norme ne doit pas dépasser le niveau de pollution précédemment défini.

L'intention souhaitée par ce travail est de contribuer, ne serais ce que par cette infime empreinte à l'image d'une goutte dans un océan, dans le monde de la protection de l'environnement.

Le travail exigeait de nous une analyse de la source directe, en l'occurrence la cimenterie de Saida.

Ce modeste travail montre qu'il y a une amélioration de la protection de l'environnement pollué par l'industrie cimentière. Et nous révèle également l'existence de cimenteries en Algérie qui ont entamé cette politique de protection en incluant sa préservation. D'où la confirmation de notre première hypothèse.

Pour ce qui est des sous questions posées en introduction ;

- les problèmes de l'environnement ont été soulevés au premier chapitre avec détails sur :
 - L'épuisement des ressources naturelles ;
 - La réduction de la biodiversité ;
 - Le dérèglement du climat de la planète
 - La pression démographique

Conclusion générale

- La pollution industrielle se présente sous trois(3) formes :
 - Atmosphérique
 - Maritime
 - Terrestre
- L'étude de la cimenterie de Saida nous montre que cette dernière investie en matière de protection de l'environnement ; mais cela ne nous permet pas de généraliser sur toutes les cimenteries en Algérie car une entreprise ne représente pas toute une industrie.

Suite aux différentes lectures rencontrées pour l'élaboration de ce travail ; une série de questions nous aient effleurés telle :

- Hormis l'industrie cimentière, qu'elles sont les autres secteurs polluants en Algérie ?
- Existe-t-il des solutions réalisables à la problématique de la pollution industrielle en Algérie ? ».
- Comment les entreprises peuvent-elles concilier et la pollution et une responsabilité sociale en même temps ?
- Es-ce que la préservation de l'environnement est assimilable à un frein pour l'activité industrielle ?

Nous espérons que des travaux qui seront entrepris dans l'avenir répondront ces questions.

Annexes

Annexes

Annexe n° 01

- Figure n° 04 : Changement de la tour de préchauffage.



- Figure n° 05 : Réhabilitation du refroidisseur à clinker

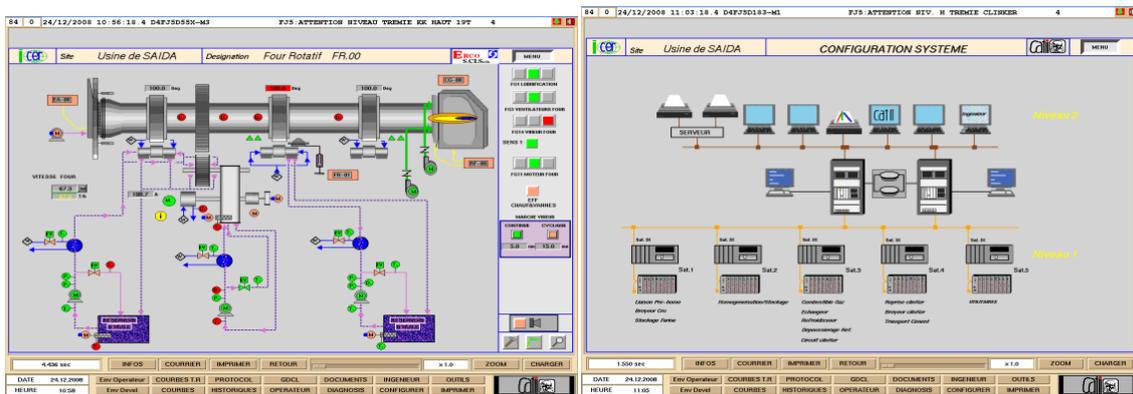


- Figure n° 06 : Changement des tronçons de virole.



Annexes

- Figure n° 07 : Automatisation du système contrôle commande.



- Figure n° 08 : Changement du filtre à lit de gravier par un filtre à manches AIR /AIR



- Figure n°09 : Changement du refroidisseur à bain d'air par un refroidisseur pendulaire



Annexes

- Figure n° 10 : Changement des pompes de transport cru et ciment



- Figure n° 11 : Changement du réducteur du broyeur cru



- Figure n° 12 : Changement de tronçons de virole four



- Figure n° 13 : la SCI Saida Juin 2016



BIBLIOGRAPHIE

A. Ouvrage en français:

- A.Berger et C. De Perthuis, Le développement durable, édition Natha, France, Aout 2011.
- A .Machenzi et A .S.Ball, Ecologie, Berti édition, paris 2000.
- AURORE Moroncini, stratégie environnementale des entreprises : contexte, typologie et mise en œuvre, PPUR presse polytechniques, Janvier 1998.
- BEAT Burgenmeier, Politique économique du développement durable, De Boeck, Aout 2008.
- Caroline Gallez et Aurore Moroncini, Le manager et l'environnement, presses polytechniques et universitaires Romandes, Italie 2003.
- Christian Lévêque et Yves Sciana, Développement durable, Dunod, Paris, Octobre 2005.
- Christophe sibieude et thierrysibieude, Les rouages économiques de l'environnement : 64 dossiers-clés, 58 cas concrets, 68 schémas, 397 définitions, édition de l'atelier, 1993.
- Davide Calamari , « charges organiques d'origine domestique et industrielle» ,revue de la pollution dans l'environnement aquatique africain, 1994.
- Denis LAMARRE, Les risques liés au climat, édition université de Bourgogne, 1997.
- François de larrard, Construire en béton, presses des ponts, France 2002.
- François Ramade, Dictionnaire encyclopédique des pollutions, les pollutions : de l'environnement à l'homme, Ediscience international, Paris 2000.
- GIL Desmoulin, La communauté européenne et la protection des espaces naturelles, Presse univ, Limoges, 2001.
- Jean Margat et Vazken Andréassian, L'Eau, édition : idées reçus, Paris, février 2008.
- Jacques-André Hertig, Etude d'impact sur l'environnement, presses polytechniques et universitaires Romandes, Italie 2006.
- Lewis Wolpert, Biologie du développement : les grands principes, Dunod, France 1999.
- MEHDI Abbas, Economie politique globale des changements climatiques, Presses universitaires de Grenoble, France, Septembre 2010.
- Michel Vénuat, Ciments et Bétons, presses Université de France, France 1973.
- Morvan-Ameslon Pierre Yves, Écologie et environnement ; mythes et réalité, édition Morvan Pierre Yves, 2014.

- Pierre GENY, pierre WAECHTER, André YATCHINOVSKY, environnement et développement rural, édition Frison-ROCHE, France, Février 1992.
- Pierre Merlin, énergie et environnement, la documentation française, paris 2008.
- Raven, Berg et Hassenzahl, Environnement, édition de boeck, Bruxelles 2011.
- R. Dupain et J.C. Saint-Arroman, Granulats Sols Ciment et Bétons, édition Casteille, Paris 2009.
- R. Lacroix et A. Fuentes, le projet de béton précontraint, édition Eyrolles, paris 2005.
- Roland Vilaginères, Eau, environnement et santé public, édition TEC et DOC, Paris France, février 2003.
- SUREN Erkman, Vers une écologie industrielle, Edition Charles Léopold Mayer, Paris France 2004.
- Thierry Libaert et André-Jean Guérin, Le développement durable, Dunop, Paris, 2008.
- Vincent PLAUCHU, Socio-Economie de l'environnement : problèmes, analyses, stratégies d'acteurs, édition Campus ouvert, septembre 2013.

B. Ouvrage en Arabe :

- جمال الدين بوخالفة, تشخيص الإمداد على مستوى المؤسسات الجزائرية دراسة حالة: مصنع الإسمنت - عين التوتة
مذكرة لنيل شهادة الماستر 2010/2011, -الصفحة 106,105
- عيادي عبد القادر, دور و أهمية نظام المعلومات المحاسبي في اتخاذ قرارات التمويل- حالة مؤسسة الاسمنت و مشتقاته بالشلف-, مذكرة لنيل شهادة الماجستير, جامعة حسيبة بن بوعلي بالشلف, 2007/2008 الصفحة 121 ;130
- كرمية توفيق, تمكين العاملين دراسة حالة شركة الإسمنت بسور الغزلان -SC SEG-, مذكرة لنيل شهادة الماجستير في علوم التسيير فرع إدارة أعمال, جامعة الجزائر 2007/2008الصفحة 137, 136

C. Site internet :

- gica.dz
- www.ecosociosystemes.fr
- www.environnement.doctissimo.fr
- www.encyclo-ecolo.com
- www.installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr
- www.qalaaholdings.com

- www.sba-int.ch
- www.scaek.dz
- www.schb.dz
- www.sct.dz
- www.sfen.org
-

D. Guide et colloque:

- Guide PME PMI Environnement et Energie, assemblée des chambres françaises de commerce et d'industrie, édition 2010.
- Duncan Mara, Guide pour l'utilisation sans risque des eaux résiduaires et des excréta en agriculture et aquaculture, organisation mondiale de la santé, Genève 1991.
- I. Yurtdas, S. Xie, J. Secq, N. Burlion, J.F. Shao et J. Saint-Marc, Comportement mécanique d'une pâte de ciment pétrolier sous température : effet de la dégradation chimique, colloque du 18ème Congrès Français de Mécanique, Grenoble, 27-31 août 2007, page 2.

E. Magazines :

- Infociment l'essentiel 2005.
- Infociment l'essentiel 2006.
- Infociment l'essentiel 2007.
- Infociment l'essentiel 2008.
- Infociment l'essentiel 2009.
- Infociment l'essentiel 2010.
- Infociment l'essentiel 2011.
- Infociment l'essentiel 2012.
- Infociment l'essentiel 2013.
- Infociment l'essentiel 2014.

« PROBLEMATIQUE DES POLLUTIONS DES ZONES INDUSTRIELLES EN ALGERIE : CAS DES CIMENTERIES »

Résumé :

Etant donné que l'industrie cimentière est considérée comme l'une des plus polluantes et plus particulièrement de l'atmosphère, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'usine, le dégagement des gaz et des poussières dans l'air ne cesse durant tout le processus de fabrication.

Cette industrie est l'une des plus importantes en Algérie. Une attention plus accrue a été accordée dans le domaine écologique du fait des énergies qu'elle consomme et de ses inputs depuis leur extraction jusqu'à leur broyage et de ses produits mis sur le marché.

L'investissement dans le domaine écologique pour l'industrie cimentière lui confère une valeur ajoutée et lui reflète une bonne image citoyenne ; et c'est l'objet de notre étude.

Mots clés : *environnement, pollution, industrie cimentière, investissement, gaz et poussière.*

« THE ISSUE OF INDUSTRIAL POLLUTION IN ALGERIA : CEMENT WORKS AS A CASE STUDY »

Abstract :

Given the fact that cement industry is considered to be one of the most pollutant particularly contributing to air pollution on the inside as well as on the outside of the factory, considerable amounts of smoke and dust are released in the air continuously along the manufacturing process.

Since the industry at issue is of high importance in Algeria, it is now being given increasing attention within the domain of ecology considering its levels of energy consumption on one hand and the inputs-from their extraction until their grinding-on the other along with the outputs.

Investing on ecology awards cement industry with more value and reflects an image of sharp citizenship ; and it's subject of our study.

Key words : *Environment, pollution, cements industry, investment, smoke and dust.*

" : حالة مصنع الاسمنت إشكالية التلوث في المناطق الصناعية في الجزائر "

الملخص:

لطالما كانت صناعة الاسمنت أكبر الملوّثين، و على وجه الخصوص التلوث الجوّي، داخل المصنع أو خارجه على حد سواء، لما تبعته من غازات و غبار في الهواء على مدى مراحل عملية التصنيع.

كما تعتبر صناعة الاسمنت من أهم الصناعات في الجزائر، و هي تلاقى التفتاة معتبرة في مجال البيئة، وذلك نظرا للطاقة التي تستهلكها، المدخلات التي تستنزفها -إبتداءً من مرحلة الاستخراج إلى التعبئة- و المنتجات التي تطرحها في السوق.

و ممّا لا شكّ فيه أنّ الاستثمار في المجال البيئي بالنسبة لصناعة الاسمنت، يكسب هذه الأخيرة قيمة مضافة و يعكس صفة المواطنة لها ; و هنا يتجلى الهدف من هذه الدراسة.

الكلمات المفتاحية : *البيئة، التلوث، صناعة الاسمنت، الاستثمار، الغاز و الغبار.*