République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université de Médéa

Département de **Génie Mécaniques**
Option: **Energétique et transferts**

THESE DE **MAGISTER :**

Présentée et soutenue publiquement par
KRIBY Saliha

Thème:

Étude de l'impact des gaz issus de la décharge de Draa Smar sur la ville de Médéa

Soutenue le **25 Juillet 2011** devant le jury composé de :

Président :	Dr. DEKAR Lyesse	UYF. De Médéa
Examinateur :	Dr. ABEDELLAH ELHADJ Abdallâh	UYF. De Médéa
Examinateur :	Dr. BOUAZIZ Mohamed Nadjibe	UYF. De Médéa
Invités :		
	Mr. KERCHICHE Yassine	UYF. De Médéa
	Mr. ZIRARI Mounir	UYF. De Médéa
Directeur de thèse :	Dr. ANOUN Mohamed	UYF. De Médéa

2010 / 2011

À la mémoire de mon père, rappelé à Dieu le 22 septembre 2010. Déjà 8 mois d'absence douloureux mais toujours présent dans le cœur de sa famille que Dieu l'accueil en son vaste paradis, repose en paix papa.

À ma chère mère

À mes frères Mohamed et Abedessalem

À mes sœurs

À tous qui me son cher

Remercîments

Je remercie en premier lieu le bon Dieu grand tout puissant de m'avoir donné la vie, la santé et la force d'arriver à ce point là.

En préambule à ce mémoire, je souhaite faire preuve de gratitude envers toutes les personnes qui ont permis l'aboutissement de ce mémoire, à travers les mois d'étude, de réalisation, de rédaction et de correction.

Tout d'abord, je tiens à remercie mon directeur de recherche Dr. ANOUN Mohamed pour ses précieux conseils, son discernement, sa disponibilité ainsi que la confiance qu'il m'a témoignée tout au long de la réalisation du projet. C'est une chance inouïe d'avoir eu l'occasion de travailler sous sa direction.

Je remercie également mon codirecteur de recherche, Mr. ZIRARI Mounir pour sa patience, ses conseils, sa rigueur scientifique ainsi que pour les discussions toujours passionnantes qui m'ont éclairé sur plusieurs aspects de modèle numérique Fluent , ce qui m'a permis d'avancer dans la compréhension de la simulation numérique de la dispersion atmosphérique.

J'exprime ma profonde gratitude au Dr. ABEDELLAH ELHADJ et Dr .ALEACHE, Chargés de cours à l'université de Médéa, pour son aide, ses précieux conseils pour la réalisation de ce projet.

J'exprime ma profonde reconnaissance aux membres du jury pour le temps consacré, à la lecture de ce document et les améliorations suggérées:

- **J'exprime ma profonde reconnaissance à Dr. DAKAR –Lyesse qui ma fait l'honneur de présider le jury.**
- **Ma profonde reconnaissance s'adresse également à Dr. BOUAZIZ – Mohamed Nadjibe pour l'honneur qu'il me fait de participer à l'examen de ce travail.**
- **Je remercie également Dr. ABEDELAH ELHADJ- Abdullah d'avoir accepté de juger ce modeste travail.**
- **Ma gratitude remercîment s'adresse également à Dr. KHERCHICHE Yacine qui m'avoir fait l'honneur d'examiner ce travail.**

Les travaux présentés dans ce mémoire ont été réalisés au sein du laboratoire –procédé de traitement et recyclage des rejets au niveau du laboratoire de recherche à l'université Yahia Feres de Médéa:
C'est un grand merci que j'adresse à tous les membres du laboratoire, particulièrement: Zola et Samiha pour leur gentillesse, leur écoute et leur humour.

J'aimerais aussi remercier tout ceux qui par leur compétence, leur amitié, leur soutien, leurs encouragements ou tout simplement leur présences ont contribue

a la réalisation de ce travail. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma reconnaissance.

Je remercie aussi Monsieur Mr. AZIZI Alel(université de Médéa) et Mm. Aicha de la maison de jeunes de Médéa qui m'ont toujours encouragé et soutenu le long de cette période, au côté de qui j'ai énormément appris, autant sur le plan scientifique que sur le plan humain.

A ma famille

Je ne remercierai jamais assez ma mère et mon père pour tous les sacrifices qu'ils ont fait pour moi, pour l'amour qu'ils m'ont donné. Ma mère m'a appris à être perspicace et à me dépasser. Mon père m'a montré les chemins de la sérénité et du pardon. C'est ainsi grâce à eux que j'ai pu atteindre mon but. J'espère pouvoir le leur rendre un jour.

Je remercie aussi mes sœurs qui ont toujours veillé sur moi. Merci à mes frères: Abed essalem et Mohamed avec sa femme Amina qui ont vraiment révolutionné notre famille. Je remercie ma famille entière, cousins et cousines, oncles et tantes et plus particulièrement ma nièce Abir et mon neveux Yasser, qui ont été toujours la source de sourire pour moi, en luis souhaitant tout le bonheur du monde.

J'adresse également mes remerciements à mes amies HERICHE Fatima et Aicha (maison de jeune de Médéa) pour leur amitié et pour l'intérêt et le soutien qu'elles ont portés à l'accomplissement et à la bonne mise en œuvre du mémoire.

**Finalement et non les moindres, je n'oublie pas mes collègues Soad, Hichem, Ali, Mohamed, Sayeh et Mahmoud pour les bons moments que nous avons les partagés ensembles le long de la période théorique (2008-2009)
ainsi pour leurs encouragements répétés qui m'ont insufflé courage et motivation afin de mener à terme ce projet.(2009-2010)**

Je m'excuse auprès de ceux que j'aurais oubliés. Qu'ils sachent qu'ils y ont droit eux aussi. Merci à tous….

Résumé :

Dans ce travail nous nous somme intéressé à l'étude de la dispersion de quelques gaz issus de la décharge publique de **DRAA ESSEMAR** sur la ville de **Médéa**. En premier lieu un diagnostic sur tous les types de déchets générés par l'ensemble de la population de la ville de Médéa (habitants, commerciaux, industriels..) a été fait à fin de de recenser la nature, la composition chimique et la quantité des déchets. A l'aide d'un bilan massique la quantité des gaz polluants issus de la combustion a été estimée. Ces données sont introduites comme base de données dans le code de calcul **Fluent** pour étudier la dispersion des gaz sur la ville de **Médéa**.

La synthèse de l'ensemble des résultats a montré l'influence des paramètres météorologiques dominants (vent, température) de la région d'étude sur la dispersion de polluants vers la ville de Médéa. Ce qui montre la mauvaise situation de la décharge publique étudie.

Mots clés: déchets solides, décharges publiques, pollution atmosphérique, dispersion, simulation 2D, CFD, Fluent.

Abstract :

In this work we are interested in studying the dispersion of some gases from the landfill of commune DRAA ESSEMAR of the city of Medea. First diagnosis of all types of waste generated by the entire population of the town of Medea (residents, commercial, industrial, ..) was made in order to identify the nature of the chemical composition and the waste quantity. Using a mass balance the amount of polluting gases from combustion was estimated. This data are interred as a database in the computer code Fluent to study the dispersion of gas in the city of Medea.

The synthesis of the totality of results showed the influence of the dominant weather parameters (wind, temperature) of the area of study on the dispersion of pollutants towards the town of **Médéa**. What shows the bad situation of the refuse tip studies.

Keywords: solid waste, landfills, air pollution, dispersion, 2D simulation, CFD, Fluent.

ملخص:

في هذا العمل قمنا بدراسة انتشار بعض الغازات الصادرة من المفرغة العمومية (**ذراع السمار**) على مدينة **المدية**. في البداية قمنا بتشخيص أنواع النفايات المخلفة من قبل سكان مدينة المدية (سكنية- تجارية و صناعية.) مكننا هدا التشخيص من معرفة طبيعة النفايات و كميتها و تركيبتها الكيميائية . بمساعدة إحصاء تقييمي كتلي تمكنا من حساب كمية الغازات الملوثة الناتجة عن عملية الاحتراق . استعملت هده المعطيات كقاعدة الحساب **Fluent** للدراسة بواسطة الحاسوب انتشار الغازات على مدينة **المدية**.

أثبتت النتائج المتحصل عليها أن للخصائص الجوية السائدة في المنطقة المدروسة (الرياح و الحرارة)تأثير بالغ في انتشار الملوثات حول مدينة المدية تجعل المفرغة في موقع غير مناسب .

الكلمات المفتاحية

النفايات الصلبة- المفرغات العمومية- التلوث الجوي- انتشار- محاكاة 2د- Fluent.

Résumé:

Dans ce travail nous nous somme intéressé à l'étude de la dispersion de quelques gaz issue de la décharge de **Draa Smar** sur la ville de **Médéa**. En premier lieu un diagnostic sur tous les types de déchets générés par l'ensemble de la population de la ville de Médéa (habitants, commerciaux, industriel, ….) a été fait à fin de recenser la nature, la composition chimique et la quantité des déchets. À l'aide d'un bilan massique, la quantité des gaz polluants issus de la combustion a été estimée. Ces données sont introduites comme base de données dans le code de calcul **Fluent** pour étudier la dispersion des gaz sur la ville de Médéa.

Mots clés: déchets solide, décharges publiques, pollution atmosphérique, dispersion, simulation 2D, CFD, Fluent.

Dédicace……..……i

Remerciements……..…….……...ii

Résumé iv

Abstract v

ملخص…….……..vi

Sommaire…… vii

Liste des abréviations……..… xii

Liste des tableaux……...…… xiv

Liste des figures…….……..... xv

Liste des symboles…….……..…….... xviii

Introduction générale 1

Chapitre I : pollution urbaine due aux déchets

Partie1: notion de déchets urbains

1. définitions de déchets ……..6

1.1 Notion de déchets ……..……..……..……6

1.2. Définitions juridiques.....6

1.3. Définition fonctionnelle de déchets……..……..……7

2. Les types des déchets……..……..……..7

2.1. Les déchets dangereux..... …….....……8

2.2. Les déchets industriels.....8

2.3. Les déchets urbains..... ……8

3. cycle de vie d'un déchet……..……..……8

3.1. Notion de déchet ultime ……..……..……..8

3.2. Étapes de cycle de vie d'un déchet…….....……8

4. La production de déchets……..……..……..……9

4.1. Production mondiale……..……..…9

5. L'évolution des pratiques de gestion des déchets……...9

5.1. Le traitement classique des déchets …….....9

5.2. Approche théorique de la gestion des déchets.……..…10

6. valorisation des déchets……..……..11

6.1. Le tri des déchets……11

6.2. valorisation énergitique……..……12

6.3. valorisation en matiére……..……..……..13

7. Le devenir des déchets ultimes……..15

7.1. L'incinération……16

7.2. La mise en décharge contrôlée……16

Partie 2: Problèmes environnementaux dues aux déchets

1. Pollution à l'échelle des villes..... …….18

2. pollution due aux déchets solides……..……19

2.1. Effet du traitement de déchets.....19

2.2. Risques de décharges sauvages 20
2.3. Combustion de déchets à l'air libre……23
Conclusion du chapitreI……..……..……..25

ChapitreII: Phénomène de dispersion atmosphérique
Introduction du chapitre II…….……...……26

Partie1: quelques notions de base

1. Structure thermique et dynamique de l'atmosphère……...……...26
1.1. La structure thermique……..……27
1.2. La structure dynamique……..……27
2. Mécanismes de dispersion atmosphérique de polluants……...……..…..……..28
2.1. L'émissions ……..28
2.2. Le transport de matière……..……28
2.3. Le dépôt……...……..……29
2.4. La dispersion turbulente……...….29
3. La couche limite atmosphérique…….……32
3.1. Définition de la CLA……..30
3.2. Structure de la CLA……..……..30
3.3. Origine de la CLA……..……..30
. 3.3.1. Perturbation du champ de vitesse……31
3.3.2. Cycle diurne ……31
3.4. Les états de la couche limite atmosphérique……..31
4. La turbulence atmosphérique…….……..34

Partie2: la dispersion dans les basses couches atmosphériques

1. Facteurs influençant la dispersion des polluants……..……..……34
1.1. Facteurs météorologiques……34
1.2. Influence de l'environnement……..……37
1.3. Les effets thermiques…….……..……..39
1.3.1. Brise de pente……..……39
1.3.2. Brises de mer et de terre……...……..40
1.3.3. Brise de campagne……..……..41
2. Notion d'échèles pour l'étude de la dispersion ……..……41
2. 1.Transport de polluants et effet d'échelles……..……..41
2.2. Le choix d'échèles……..……...…….42
Conclusion du chapitre II ……...……..43

Chapitre III: Modélisation de la dispersion atmosphérique de polluants
Introduction du chapitre III……..….44

Partie1: étude de la dispersion atmosphérique

1. Les études environnementales……...……44
2. Etude de la dispersion atmosphérique…….……...…..44
2.1. Essais en grandeur réelle…….44
2.2. Essais à échelle réduite……...……45
2.3. Code de calcul mathématique……..……45
3.Le principe des modélisations……..……...……47
3.1. Quantification des nuisances……....47
3.2. Les différents processus……..…47

3.3. Facteurs de la dispersion……..…47
3.4. Les équations……..…….48

Partie2: modélisation de dispersion par un modèle CFD

1. Introduction……..……..……48
2. Mise en équation……..…..……48
3. Equation régissant le mouvement d'un fluide……49
3.1. Equations de Navier Stokes……..……49
3.2. Modélisation de la turbulence……49
3.3. Équation de Reynolds……50
3.4. Les modèles de turbulence ……...51
4. Résolution numérique des équations……..……..53
4.1. Méthodes de discrétisation des EDP……..53
4.1.1. Choix de la méthode de discrétisation……54
4.1.2. La technique de volume de contrôle……54
4.1.3. Maillage……...54
4.1.4. Discrétisation des EDP……..54
4.2. Paramètre de contrôle de la convergence……..……..57
4.2.1. Critères de convergence……57
4.2.2. Notion de sous-relaxation……58
4.2.3. Autres techniques de contrôle de la convergence……58
4.3. Les conditions aux limites……..……..58
4.8. Algorithme de résolution……61
Conclusion du chapitre III……..……..……61

Chapitre IV: présentation de la région d'étude :" Médéa"
Introduction du chapitre IV……63

Partie1: présentation de wilaya de Médéa
1. Cartographie de la willaya de Médéa……..……..……63
1.1. Situation géographique……...63
1.2. Climat et relief……64
1.3. Ressources naturelles……64
1.4. Population……..67
1.5. Infrastructures de base……69
1.6. Commerce.....69
1.7. Agriculture.....70
1.8. Industrie.....70
1.9. Tourisme.....70
1.10. Artisans.....71
1.11. Potentialités touristiques……71
1.12. Perspectives de développement……..71
1.13. Principales réalisations dans la wilaya de Médéa……72
2. Situation actuelle de Médéa……..……..…73
2.1. Contexte socioéconomiques……73

2.2. Problèmes environnementaux……..…..73
2.3. Problème sanitaire lies à la pollution…….74

3. Lutte contre la pollution……..……..75

3.1. Réalisation……..75

3.2. Bilan……76

3.3. Investissements……...76

Partie2: présentation de la décharge publique de Médéa

1. Situation géographique de la décharge……..……76
2. Caractéristiques géologiques……77
3. Nature de déchets au niveau de la décharge……..……78
4. Gestion de déchets…… ……..……78
5. La collecte……..……79
6. Equipements techniques de la décharge……..……79
7. Manques et problèmes……80
8. Effet sur l'environnement……..81
8.1. Pollution de l'air……..……81
8.2. Contamination des eaux souterraines ……..……81
8.3. Effet à la santé…….……..……81
Conclusion du chapitre IV……..……82

Chapitre V: modélisation de la dispersion autour la ville de Médéa d'un polluant issu de la décharge de Draa Smar
Introduction du chapitre V……..……..83
1. Principe de modélisation……..……..……83

Partie 1: Bilan qualitative et quantitative des polluants issus de la combustion de déchets de la décharge étudiée

1. Caractérisation de déchets urbains……..……..……83
1.1. Compositions…….……84
1.2. Propriétés physico-chimiques……..……..84
2. Combustion de déchets urbains……..……..…...85
2.1. Bilan de matière……..……85
2.2. Bilan énergétique et thermique……..……..…..88

Partie 2: modélisation en 3D de la dispersion autour la ville de Médéa des polluants issus de la décharge de Draa Smar

1. Données de modélisation……90
1.1. Localisation…….……..…90
1.2. Topographie……91
1.3. Bâtiments……91
1.4. Option R/U... ……...……92
1.5. Source d'émissions ……...…92
1.6. Modèle……..…..…..93
1.7. Récepteurs et domaine de modélisation ……..…..93
2. Modélisation numérique de dispersion……..……..……..…..…95
2.1. Hypothèses……..……..…..…….. 95
2.2. Dispersion turbulent en 2D……....……..…..95
2. 2.1. géométrie…….……..…...95
2.2.2. Maillage……..……..……96

2.2.3. Conditions aux limites……..……..…97
2.2.4. Résultats et discussions …….……..……97
2.3. Dispersion turbulent en 3D …… …… ……..…… ……..… …..…..…… ..101
2.3.1. Géométrie ……..……..……..……...101
2.3.2. Maillage ……..……102
2.3.3. Conditions aux limites ……..……102
2.3.4 Résultats et interprétations……..……..…103
Conclusion du chapitreV……..……107

Conclusion générale ……...……...…108

ANNEXES……..112

- Annexe A: les deux cadres algériens -législatif et institutionnel- relatifs à l'environnement……..……112
- Annexe B: Quelques mesures concernant le secteur de déchets en Algérie…..114

Résumé :

Dans ce travail nous nous somme intéressé à l'étude de la dispersion de quelques gaz issus de la décharge publique de **DRAA ESSEMAR** sur la ville de **Médéa**. En premier lieu un diagnostic sur tous les types de déchets générés par l'ensemble de la population de la ville de Médéa (habitants, commerciaux, industriels..) a été fait à fin de de recenser la nature, la composition chimique et la quantité des déchets. A l'aide d'un bilan massique la quantité des gaz polluants issus de la combustion a été estimée. Ces données sont introduites comme base de données dans le code de calcul **Fluent** pour étudier la dispersion des gaz sur la ville de **Médéa**.

La synthèse de l'ensemble des résultats a montré l'influence des paramètres météorologiques dominants (vent, température) de la région d'étude sur la dispersion de polluants vers la ville de Médéa. Ce qui montre la mauvaise situation de la décharge publique étudie.

Mots clés: déchets solides, décharges publiques, pollution atmosphérique, dispersion, simulation 2D, CFD, Fluent.

Abstract :

In this work we are interested in studying the dispersion of some gases from the landfill of commune DRAA ESSEMAR of the city of Medea. First diagnosis of all types of waste generated by the entire population of the town of Medea (residents, commercial, industrial, ..) was made in order to identify the nature of the chemical composition and the waste quantity. Using a mass balance the amount of polluting gases from combustion was estimated. This data are interred as a database in the computer code Fluent to study the dispersion of gas in the city of Medea.

The synthesis of the totality of results showed the influence of the dominant weather parameters (wind, temperature) of the area of study on the dispersion of pollutants towards the town of **Médéa**. What shows the bad situation of the refuse tip studies.

Keywords: solid waste, landfills, air pollution, dispersion, 2D simulation, CFD, Fluent.

ملخص:

في هذا العمل قمنا بدراسة انتشار بعض الغازات الصادرة من المفرغة العمومية (**ذراع السمار**) على مدينة **المدية**. في البداية قمنا بتشخيص أنواع النفايات المخلفة من قبل سكان مدينة المدية (سكنية- تجارية و صناعية.) مكننا هدا التشخيص من معرفة طبيعة النفايات و كميتها و تركيبتها الكيميائية . بمساعدة إحصاء تقييمي كتلي تمكنا من حساب كمية الغازات الملوثة الناتجة عن عملية الاحتراق . استعملت هده المعطيات كقاعدة الحساب **Fluent** للدراسة بواسطة الحاسوب انتشار الغازات على مدينة **المدية**.

أثبتت النتائج المتحصل عليها أن للخصائص الجوية السائدة في المنطقة المدروسة (الرياح و الحرارة)تأثير بالغ في انتشار الملوثات حول مدينة المدية تجعل المفرغة في موقع غير مناسب .

الكلمات المفتاحية

النفايات الصلبة- المفرغات العمومية- التلوث الجوي- انتشار- محاكاة 2د- Fluent.

Liste des tableaux

Tableau I.1 - Avantages de recyclages ……..14
Tableau I.2- effets de pollution atmosphérique……..25
Tableau II.1- Classe de rugosité d'après Turbelin G. (2000)…….…….41
Tableau III.1- Les valeurs des paramètres du modèles **k-ε** standard selon Fluent …..……58
Tableau IV.1- Capacité totale des barrages et retenues collinaires (Médéa)……...……73
Tableau IV.2- Évolution de population dans la commune de Médéa…….……..75
Tableau IV.3- Caractéristique de déchets de la décharge étudié (Draa Smar)…….…….....87
Tableau IV.4-Équipements techniques de la décharge……90
Tableau V.1 - Bilans massiques des polluants gazeux issus de la combustion journalière des déchets évacués dans la décharge étudie……..…….98
Tableau V. 2- Représente les propriétés physiques des gaz polluants……..……..99
Tableau V. 3- Propriétés physiques du polluant équivalent……100
Tableau V.4- détermination spatiale de déférents points (en 2D)…….103
Tableau V.5- Données climatique……...103
Tableau V.6 - Conditions aux limites imposées aux frontières du domaine3D……113

Liste des figures

Figure 1 - Diagramme illustre la structure du mémoire……5
Figure I.1- Définition fonctionnelle des déchets……..……..7
Figure I.2- Symboles pour différentes catégories de déchets……..……..8
Figure I.3 - Le cycle de vie des déchets…….……..9
Figure I.4 - Gestion traditionnelle de déchets ……10
Figure I.5– Principe de 3R……11
Figure I.6 - Exemple du traitement des déchets d'un laboratoire……..……..12
Figure I.7 - Le tri des déchets dans les pays du Tiers Monde……..12
Figure I.8 - Le tri des déchets dans les pays développe……..12
Figure I.9 - Composts pour l'agriculture…….……14
Figure I.10 - Etapes du compostage industriel…….……15
Figure I.11 - Mise en décharge……16
Figure I.12 - décharge moderne classé……16
Figure I.13- Centre d'enfouissement technique……..16
Figure I.14 - Couverture de la décharge (CET) ……17
Figure I.15 - Système de drainage et de récupération de lixiviats……..17
Figure I.16 - Récupération de gaz d'enfouissements……..17
Figure I.17 - Récupération de lixiviats……..18
Figure I.18 - Origines de la pollution urbaine……19
Figure I.19 - Pollution due à l'incinération……..20
Figure I.20- Pollution par les fumées d'incendie et émission de mauvaises odeurs……21
Figure I.21 - Dégradation des eaux souterraines……22
Figure I.22 - Pollution des eaux de surface……22
Figure I.23- Effets des eaux polluées……..……22
Figure I. 24- Décaissement d'un sol pollué par un réservoir de goudron……..23
Figure I.25- Production de lixiviats hautement toxiques…….23
Figure I.26- Remaniement des déchets par le vent et les animaux…….23
Figure I. 27-Le brûlage illégal de déchets à l'air libre…….24
Figure I.28 - Effets de décharge sur la santé humaine……25
Figure I.29- Source d'émission des GES (France)……...26
Figure II. 1- Profil de température dans les différentes couches atmosphériques.…….……28
Figure II. 2- Différents processus de l'écoulement atmosphérique des polluants.…….……30
Figure II. 3 -Champ de vitesse dans la CLA, d'après Turbelin G. (2000)……..……34
Figure II. 4-Evolution typique du profil de température au cours d'une journée……..……34
Figure II.5- Atmosphère instable, d'après Sportisse B. (CEREA)……35
Figure II. 6-Atmosphère neutre, d'après Sportisse B. (CEREA)…….……..36
Figure II.7- Atmosphère stable, d'après Sportisse B. (CEREA)……36

Figure II.8-Visualisation de la turbulence sur une maquette en soufflerie sous le vent d'un bâtiment……..……37
.
Figure II.9 - Caractérisation statistique de la turbulence par la représentation spectrale de l'énergie des " tourbillons"……...37
Figure II. 10- Comportement d'un panache de fumée en fonction de la stabilité thermique et des inversions de température……..…….39
Figure II.11- Phénomène de retombée en panache© CRDP de l'académie d'Amiens…..….40
Figure II.12- Effet d'un changement de rugosité sur le champ de vent…….……41
Figure II.13- l'écoulement autour d'un obstacle…….42
Figure II.14- Effet des reliefs sur le champ de vent……42
Figure II. 15- Phénomène de brises de vallée……..……43
Figure II.16- Phénomène de brises côtières……..……..44
Figure II.17- Ilot de chaleur urbain…….……45
Figure III.1- Mesure typique de la vitesse instantanée d'un écoulement turbulent…...…….55
Figure III. 2 - Les deux approches de traitement pour la zone proche d'une paroi D'après Fluent (2002)……..67
Figure III. 3 - Les trois zones de vitesse près d'une paroi. D'après Fluent (2002)……..67
Figure IV.1 – Localisation géographiques de la wilaya de Médéa……70
Figure IV. 2 - Nombre d'emploi selon l'activité (secteur publique) ……...……75
Figure IV. 3 - Nombre d'emploi selon l'activité (secteur privé)…….75
Figure IV.4- Surface agricoles en Hectares……78
Figure IV.5-Situation géographique de la décharge……..86
Figure IV.6-Vue générale de la décharge étudie……..87
Figure V.1- Carte topographique de la zone modélisée…….91
Figure V.2- vue en coupe et en plan de l'ensemble des bâtiments considérés dans la modélisation…….……91
Figure V.3- Illustration en 3D du domaine d'étude……94
Figure V.4- Représentation en 2D du domaine modélisé…….95
Figure V.5- Domaine maillé pour une simulation 2D…….96
Figure V.6- Conditions aux limites imposées aux frontières du domaine2D...…….97
Figure V.7- Géométrie et maillage du domaine en 3D…….102

<u>Présentation des résultats de simulation numérique</u>

Figure V.2D.1- Contours de concentration du polluant pour V= 2.5m/s……98
Figure V.2D.2- Contours de concentration du polluant pour V= 5m/s…..……..…….…..99
Figure V.2D.3- Contours de concentration du polluant pour V= 8m/s…..……..……..100
Figure V.3D.1- Contours de concentration du polluant pour V= 2.5m/s……103

Figure V.3D.2- Contours de concentration du polluant pour V= 5m/s…..……..……..104
Figure V.3D.3- Contours de concentration du polluant pour V= 8m/s…..……..……..105

Liste des symboles

A: le vecteur normal à la surface;

A_f : le vecteur aire de la face f ;

C(x, t) : concentrations en polluants par unité de volume de milieu environnemental [$\mu g/m^3$];

C_μ , σ_k, σ_ε , $C_{1\varepsilon}$ et $C_{2\varepsilon}$: coefficients du modèle k- ε ;

G: terme de production d'énergie cinétique turbulente par gravité [$kg.m^{-2}.s^{-2}$];

g: force de gravité [N];

k_c : diffusivité massique moléculaire [$m^2.s^{-1}$];

u : u = (u, v, w), le vecteur vitesse instantanée [m/s];

U: **U** = (U, V, W) est le vecteur vitesse moyenne [m/s];

P: la pression moyenne [Pas];

L : longueur caractéristiques de l'écoulement;

k: l'énergie cinétique turbulente par unité de masse $m^2.s^{-2}$;

V : est le volume de contrôle;

μ: la viscosité dynamique du fluide [$kg.m^{-1}.s^{-1}$];

μ_t :est la viscosité turbulente dynamique [$kg.m^{-1}.s^{-1}$];

ρ: la masse volumique du fluide[$kg.m^{-3}$];

ε: taux de dissipation par unité de masse [$m^2.s^{-3}$];

Φ : un scalaire quelconque du problème; vitesse**,** pression….etc**;**

Γ_Φ: le coefficient de diffusion du scalaire Φ;

S_Φ: le terme source du scalaire Φ;

N_{faces} : est le nombre de faces du volume de contrôle ;

Φ_f : la valeur de Φ sur la face f;

$\rho_f u_f.A_f$: le flux massique à travers la face f .

1. Contexte

Dans le temps passé, la grande portion de **déchets** était d'origine ménagère, avec un faible apport résultant de l'activité commerciale. **De nos jours**, la concentration des villes brusquement construites et les perfectionnements de la technique industrielle, posent de nouveaux problèmes. Ils sont opposons surtout dans les pays développés depuis quelques dizaines d'années, mais on peut s'attendre à les voir apparaître prochainement, et à un rythme croissant, dans les pays en voie de développement. Le phénomène le plus marquant a été la concentration de réseaux d'égouts qui récoltent les déchets domestiques et les dispersent dans de grandes quantités d'eau.

Dans tous les pays ou les villes sous développés, la même tendance s'adresse et le problème de l'évacuation des déchets prend de telles proportion que les méthodes classique deviennent implicables et dangereuses.

Un autre nouveau problème qui arrive au second degré dans l'ordre d'importance, est l'implantation de nouvelles unités industrielles qui engendrent des produits en emballages abandonnés utilisés dans de nombreuses branches de l'activité économique. De plus, certain déchets solides évacués avant en petites quantités par les établissements ordinaires sont devenus plus abondants et ont change de nature.

Dans les régions en expansion, les problèmes anciens se trouvent aggravés et ils s'en posent de nouveaux. Quelquefois ; les améliorations de la technique industrielle donnent naissance à des types inattendus de déchets. En autre, le volume de résidus et de déchets varié par personne augmente, tandis que leur composition se modifie.

Dans les cités modernes, ils possèdent une quantité croissante de substances volumineuses. Par exemple; les ordures ménagers contiennent de moins en mois de déchets de cuisine à mesure que les procédés d'utilisation des nourritures s'améliorant et de plus en plus de vieux appareils de ménage hors usage. Le papier et les emballages, particulièrement en matière plastique, prennent une importance croissant. Il y a même des pays qui l'on ne sait que faire des véhicules réformées et des pneumatiques hors d'usage. Tous ces produits posent des problèmes d'évacuation pour les quels une solution pratique doit être recherchée séparément dans chaque localité intéressée.

La gestion des déchets solides obéit à des normes que l'usager doit respecter sous peine de s'exposer indirectement à la pollution qu'ils engendrent. La pollution urbaine peut être due à l'industrie qui a par les rejets liquides ou solides, contribue à la dégradation de la qualité des eaux, du sol, ou même la pollution de l'air. En agriculture, le développement des plantes fait appel aux fertilisants qui accroissent les risques de pollution. Comparativement aux autres sources de pollution, celle générée par les déchets solides a été pendant longtemps ignorée car ne présentant pas de danger réel. L'accroissement des populations urbaines, et donc l'augmentation de la charge produite, ont montré que les décharges ont un impact négatif sur l'environnement.

Au cours de ces dernières années, l'**Algérie** a pris en charge la gestion des décharges, particulièrement dans les grandes agglomérations (Alger, Oran, Annaba…) où leur impact sur l'eau et le sol sont devenus préoccupants.

Les déchets solides urbains assemblent une des principales sources de dégradation environnementale et de détérioration de l'hygiène du milieu. Seuls 60% des déchets urbains sont collectés. La quantité des déchets solides urbaine générée est de 5,3 millions de tonnes par an. La quantité d'ordure par habitant par jour est estimée à 0,5 kg [1].L'incinération des détritus domestiques sur des implantations proches des milieux urbains présente une source supplémentaire de pollution et un foyer de maladies. La composition des déchets municipaux dépend principalement des modes de consommation des ménages fortement liés au niveau des narrations et à l'urbanisation. Elle influence fortement les politiques nationales de gestion de déchets.

L'Algérie connaît aujourd'hui de graves problèmes environnementaux résultant en grande part d'actions qui s'ajoutent à des conditions écologiques et climatiques difficiles principalement l'irrégularité et la violence des précipitations.

L'élimination des déchets est mal gérée en Algérie. Elle se réalise (à défaut de centres d'enfouissement techniques) par incinération. Si l'incinération a l'avantage de réduire de 70% le volume des déchets, ce procédé concentre du même coup les polluants et donc participe à la pollution atmosphérique [2]. Sachant qu'en Algérie ,les déchets finissent non dans les décharges classées mais dans des sites sauvages où s'accumulent des déchets industriels fortement toxiques. Ces grandes décharges anarchiques constituent une réelle nuisance environnementale. Selon MATE (ministère d'aménagement, du territoire et de

l'environnement), plus de 2100 décharge sauvage existent en Algérie, dont la majorité sont implantées aléatoirement sur les bords des rivières, les oueds ou sur les terres agricoles.

L'activité humaine génère de déchets solides dont notamment les déchets ménagers. Ces derniers sont évacués dans des décharges sauvages et ensuite brûlées à l'air libre. Ces **combustions** participent largement à la dégradation environnementale. Les pollutions peuvent modifier la qualité des eaux superficielles et souterraines. Grâce aux eaux de pluies, les déchets, engendrent des "lixiviat" qui en s'infiltrant, entraînent un enrichissement des eaux en métaux tels que le mercure, le chrome, le plomb et bien d'autres encore.

Le brûlage à l'air libre de déchets ménagères sans aucun traitement, une autre source de pollution atmosphérique qu'il doit être prendre en considération dans les études environnementales et les études épidémiologiques reliant à la pollution.

2. Objectifs du travail

Ce présent travail consiste à l'étude de la dispersion atmosphérique des polluants émis par les décharges publiques en générale et en particulier par la décharge publique de **Draa Smar** ; la décharge communale de **Médéa**.

L'objectif principal de cette étude est la simulation numérique sous "Fluent" de la dispersion des polluants gazeux issus de la combustion de déchets évacués dans la décharge de **Draa Smar** en introduisant les caractéristiques climatiques et topographiques de la région d'étude(Médéa) comme des paramètres influençant au écoulement de l'air (air pollué) dans les bases couches atmosphériques. L'étude a mis en évidence l'étendue de la dispersion en relation avec ces paramètres. Ainsi, les risques réels imputés aux rejets de la décharge ont été identifiés.

3. Structure du mémoire:

Ce mémoire s'articulera sur trois parties principales:

- La première partie est une étude bibliographique qui englobe les principales informations autour le mot **"déchet"** et les problèmes environnementaux que lui engendre au niveau des villes et leurs impacts sur l'environnement en générale et à la santé humaine en particulier. (chapitre 1).

- La seconde partie présente l'aspect scientifique de cette étude: le deuxième chapitre traites le phénomène de dispersion atmosphérique et le troisième chapitre traduit le problème physique entamé en formulations mathématiques.
- La troisième partie est consacré à la **modélisation** numérique **sous Fluent** en **2 D** puis en **3D,** de la dispersion autour la ville de **Médéa** de quelques polluants issus de la combustions inspontanée de déchets évacués dans la décharge publique de **Draa Smar** en basant aux informations données dans les parties précédentes.

D'abord, l'identification de la zone d'étude est une étape nécessaire pour une étude d'impacts de dégradations environnementales *[8]*. Pour cela, le chapitre quatre nous donne une étude bibliographique sur la **wilaya de Médéa** : ces caractéristiques géographiques et climatiques, ces ressources naturelles et humaines avec les principales réalisations infrastructurelles de base qui touchent la région ces dernières années. En fin, toutes les données de base sont recueillies pour réaliser une manipulation numérique en utilisant le modèle CFD (computational fluid dynamic) adapté par le code de calcul Fluent (Chapitre 5).

Les résultats seront discutés de manière à estimer **l'impact de** cette source pollueuse surtout sur la **santé** des habitants de la ville de **Médéa**. Basant sur les résultats obtenus dans le dernier chapitre, on finit notre travail par une conclusion générale avec quelques **recommandations** relatives à l'état actuelle de la décharge et les **travaux d'avenir** nécessaire pour protéger notre ville "Médéa".

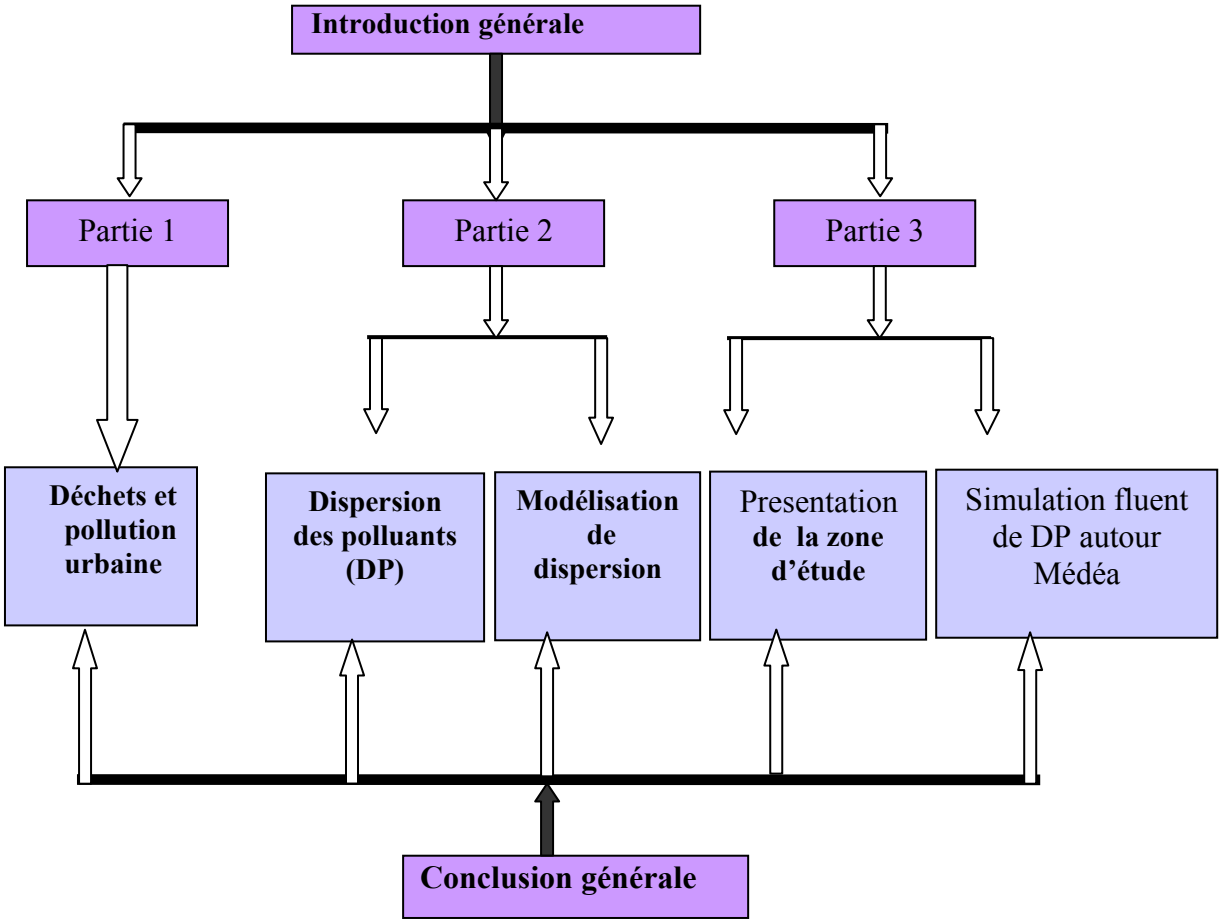


Figure 1 - Schémas illustre la structure du mémoire.

Partie 1 : notion de déchets

I.1. définitions de déchets

I.1.1. La notion de déchets

La notion de déchet est relative. Un objet que l'on pourrait jeter, mais que l'on décide de réparer ou de réutiliser n'est plus un déchet. De même, un déchet destiné au recyclage devient une ressource, une matière première. Il prend une valeur, alors qu'un déchet est par définition un objet inutile et sans valeur. Beaucoup de déchets sont des matières premières secondaires qui sont tout aussi utiles que des matières premières vierges.

Non seulement un déchet est sans valeur, mais en plus on doit souvent payer pour son traitement. Toutefois, au final, le seul fait de rassembler les déchets individuels les transforment non plus en déchets, mais en ressource.

L'idée de ce qu'est un déchet dépend :

- de l'individu : une personne donnée peut considérer qu'une chaussette trouée ou une chemise aux manchettes usées sont des rebuts. Une autre personne verra la chaussette trouée comme un objet à réparer et considérera qu'une chemise légèrement usée est tout à fait mettable.
- de la période de l'histoire : autrefois les bouteilles en verre étaient consignées pour être réutilisées. Aujourd'hui elles sont généralement jetées (tout du moins en France).
- de la culture : En Europe, une canette vide est un déchet. Dans certains pays d'Afrique, c'est une matière première qui peut servir à fabriquer des jouets par exemple.[4]

I.1.2. Définitions juridiques

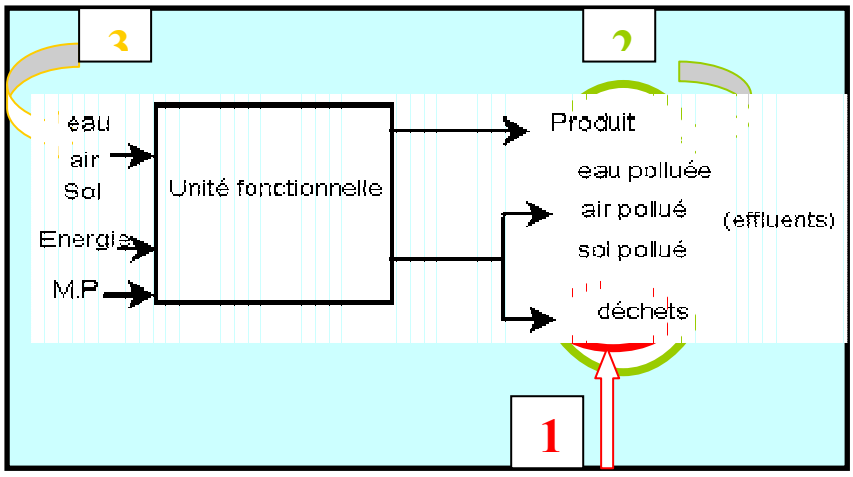
D’après la lois algérienne n°01-19 du 12 décembre 2001 (article 3) relative à la gestion, au contrôle et à l’élimination des déchets, en entend par :

- **"déchets"** : "Tous résidu d’un processus de production, de transformation ou d’utilisation, et plus généralement toute substance ou produit et tout bien meuble dont le propriétaire ou le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a l’obligation de se défaire ou de l’éliminer".

- **"Déchet ménager et assimilés"** : "Tous déchets issus des ménages ainsi que les déchets similaires provenant des activités industrielles, commerciales, artisanales et autres qui de par leur nature et leur composition, sont assimilable aux déchets ménagers"

I.1.3. Définition fonctionnelle des déchets

1) Le **déchet** est considéré comme un flux de matière issu d'une *unité fonctionnelle*, celle-ci représentant *une activité ou un ensemble d'activité.*



- **Figure I.1-** Définition fonctionnelle des déchets [5]

2) Les **résidus** sont eux composés des résultats non recherchés issus de l'activité. Parmi ces résultats non désirés, on retrouve les éléments du milieu naturel transformés par l'activité (des effluents, des nuisances (bruit), de l'énergie (pertes énergétiques) et des déchets) qui correspondent à l'ensemble des éléments matériels non assimilables directement avec les éléments du milieu naturel

3) En entrée de l'unité fonctionnelle, on peut identifier plusieurs **flux** : matières premières, énergie et éléments de l'environnement : eau, air, sol .

Les **produits** correspondent, de la manière la plus générale au résultat recherché dans le cadre de l'unité fonctionnelle. Il peut s'agir d'un résultat matériel (objet, matière, énergie) ou immatériel (déplacement, information, alimentation, loisir...). [5]

I.2. Les type des déchets

Les déchets peuvent être classés selon leur origine (agricoles, municipaux, industriels, des activités de soins) ou selon la typologie ci-dessous (compostables ou biodégradables, inertes, recyclables, ultimes ou dangereux).



Figure I.2- Symboles pour différentes catégories de déchets[5]

I.2. 1. Déchets dangereux

Des déchets chimiques possèdent un fort pouvoir de pollution toxique et ceux de l'industrie nucléaire (déchets nucléaire).

I.2. 2. Déchets industriels

Ils sont de nature très variée et peuvent être subdivisés en trois groupes :

- les déchets inertes (résidus de constructions et destructions)
- les DIB (déchets industriels banal) collectés soit avec les ordures ménagères soit à l'occasion d'une collecte spécifique (94%) ;
- les DIS (déchets industriels spéciaux), sont constitués en grande partie de substances polluantes potentiellement très toxiques.

I.2. 3. Déchets urbains ou municipaux

Regroupe les déchets généré par les activités urbaine, ils ressemblent les ordures ménagères et les déchets municipaux à savoir les déchets verts, les encombrants inertes urbains, les déchets de l'automobile,…etc

1.3. Cycle de vie des déchets

I.3.1. Notion de déchet ultime

Les déchets ultimes sont des déchets *qui ne sont plus susceptibles d'être traités dans les conditions économiques et techniques du moment, notamment par extraction de la part valorisable ou par réduction de son caractère polluant ou dangereux.*

I.3.2. Etapes de cycle de vie d'un produit

Des déchets sont générés à tous les stades de la fabrication et de l'utilisation d'un produit, C'est tout au bout du cycle de vie des produits que se situent les déchets ultimes.

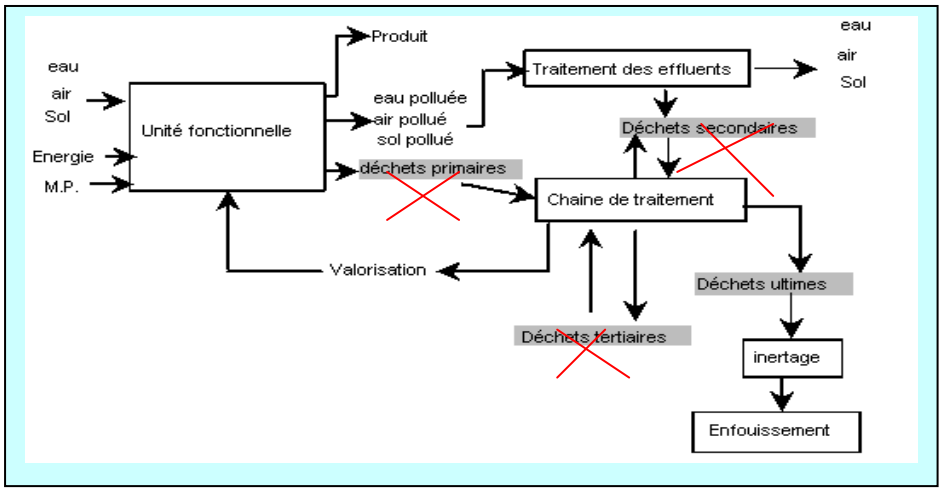


Figure I.4 - Le cycle de vie des déchets [5]

I.4. **production mondiale** de déchets

Selon le «Panorama mondial des déchets» de l'Institut des matières premières Cyclope présenté le 9 juin dernier, la planète a produit entre 3,4 et 4 milliards de tonnes de déchets en 2006, dont 1,7 à 1,9 milliard de tonnes de déchets municipaux, 1,2 à 1,67 milliard de tonnes de déchets industriels non dangereux et 490 millions de tonnes de déchets industriels dangereux. Concernant la collecte, 2,74 milliards de tonnes de déchets ont été ramassées dans le monde, dont 1,24 milliard de déchets municipaux.[6]

Hong Kong, la Turquie, l'EU des 15, l'Australie et les USA produisent 500 kilos et plus de déchets municipaux par personne et par an. Toutefois, en volume total, la Chine est devenue le premier producteur de déchets municipaux avec 300 millions de tonnes en 2005.

Les volumes de déchets produits dans le monde continuent donc de croître. Cependant, sur les trois premiers mois de l'année 2009, la baisse de la consommation liée à la crise a contribué à baisser leur volume de 5 à 10 % dans le monde.[7]

I. 5. L'évolution des pratiques de gestion des déchets

La gestion des déchets (Rudologie) est la collecte, le transport, le traitement (le traitement de rebut), la réutilisation ou l'élimination des déchets afin de réduire leurs effets sur la santé humaine, l'environnement, l'esthétique ou l'agrément local.

I. 5.1. Le traitement des déchets avant 1975

Le traitement des déchets consistait à les mettre en décharge pèle-mêle, d'où un énorme gaspillage…et une pollution toute aussi considérable, le pire étant la

multiplication des décharges sauvages sans aucun contrôle qui ressemblent tous les types de déchets quelque soit sa degré de dangerosité.



Figure I.13 - Gestion traditionnelle de déchets[5]

I.5.2. Approche théorique de la gestion des déchets

Les principes de la gestion durable ou « hiérarchie » de la gestion intégrée des déchets.

a. Réduction des sources : Consommer moins pour réduire le volume des déchets que nous créons.

b. Réutilisation : réutilisé un produit à devenir un déchet, en utilisant à nouveau ce matériau à son utilisation original ou en trouvant un autre usage différent.

c. Recyclage :

- **Récupérer :** Collecte, traitement, marché et re-fabrication matières déjà dans le circuit des déchets.
- **Composter :** Processus biologique naturel pour convertir les déchets en matière organique utile appelée humus.

d. Elimination finale

- **Convertir en énergie :** Incinération des déchets solides pour générer de la chaleur (vapeur) ou de l'électricité.
- **Incinérer :** Incinération des déchets solides dans des conditions où la température et les rejets gazeux (émissions dans l'air) sont contrôlés.
- **Mettre en décharge:** Elimination contrôlée dans laquelle les déchets sont compactés et recouverts d'un sol, les lixiviats retraités et les nappes phréatiques et les sols protégés

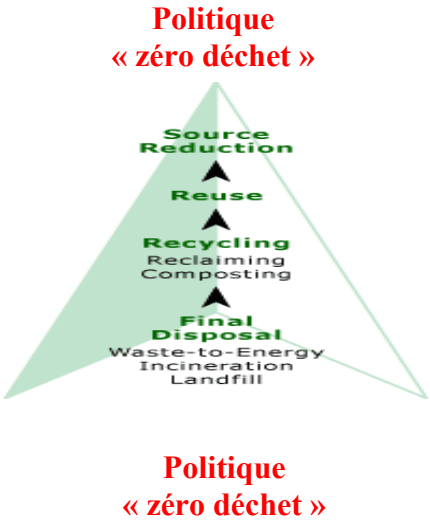


Figure I.5– principe de 3R[5]

I.6. valorisation des déchets

La valorisation des déchets consiste dans le réemploi, le recyclage ou toute autre action visant à obtenir, à partir de déchets, des matériaux réutilisables ou de l'énergie". C'est l'objectif des politiques de gestion des déchets, en plus de la prévention. Deux types de valorisation sont retenus : la valorisation matière (remblais...) et la valorisation énergétique .

I.6.1. Le tri des déchets

C'est la collecte de déchet de manière à les classés selon catégorie séparés. Généralement, le producteur reste le premier maillon fondamental de la chaine de tri.



Figure I.6 - Exemple du traitement des déchets d'un laboratoire[5]

Dans le tiers monde, le tri de déchets se fait par des citoyens qui ramassent les déchets recyclables tels que le fer et le cuivre pour les vendue aux chiffonniers ce qui augmente le risque de contamination grâce au contacte directe avec déchets.

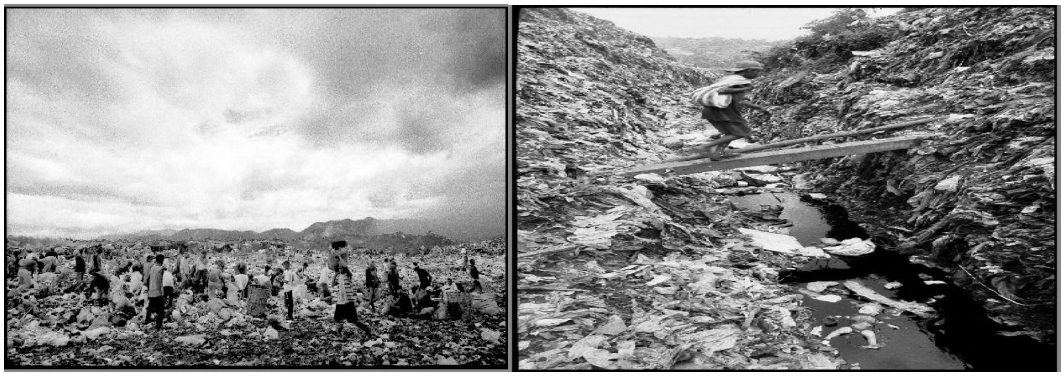


Figure I.7 - Le tri des déchets dans les pays du Tiers Monde[5]

Dans les pays industrialisés, en fin de chaîne, il s'agit toujours de finaliser les procédures de tri, au besoin en recourant à un tri manuel dans les installations de traitement.



Figure I.8 - Le tri des déchets dans les pays développe[5]

I. 6.2. Valorisation énergétique

En générale, la valorisation énergétique des déchets peut prendre trois forme :

- l'incinération avec récupération d'énergie sous forme de vapeur ou d'électricité

- la récupération du biogaz produit dans les décharges ;

- la méthanisation des déchets organiques et des boues de station d'épuration (fermentation qui produit du biogaz).

I.6.3. Valorisation en matière

I.6.3.1. Le recyclage des déchets

I.6.3.1.1. Définition

Le **recyclage** est un procédé qui réutilise comme matière première des materieux qui composent un produit en fin de vie (généralement de déchets industriels ou ménagers) en tout ou en partie pour fabriquer un autre produit. Il existe plusieurs catégories d'objets recyclables pouvant servir à fabriquer de nouveaux produits :

- les *déchets ménagers et assimilés* sont surtout produits par les ménages, les commerçants, les artisans, les entreprises, les industries, … Il s'agit de produits non dangereux ni polluants tels que : le verre, les métaux, les papiers, les plastiques, les matières organiques.
- les *DIB* (Déchets Industriels Banals).
- les *DBEC* (Déchets Banals des Entreprises du Commerce) sont également assimilables aux déchets ménagers par leur caractère non toxique (emballages, déchets de bureaux, papiers, cartons...) et de déchets spécifiques à une activité (chutes, déchets de fabrication, ...)

I.6.3.1.2. Bénéfices environnementaux issus du recyclage

Le recyclage bénéfice des avantages considérables sur le plan économique et environnemental si on le compare à l'extraction de matériaux vierges. En général beaucoup moins d'énergie, d'eau et d'autres ressources sont nécessaires pour recycler les matériaux que pour en produire de nouveaux.

Pourcentage de réduction	Aluminium	acier	papier	verre
Utilisation d'énergie	90-97	47-74	23-74	4-32
Pollution de l'air	95	85	74	20
Pollution de l'eau	97	76	35	
Déchets miniers		97		80
Utilisation d'eau		40	58	50

Tableau I.1 - Avantages de recyclages (source: New York: John Wiley & Sons, 1986).

Par exemple, quand une tonne de canettes en aluminium est recyclée, on s'économise l'extraction d'environ 5 tonnes de minerai de bauxite (source ALCOA Australie).
On évite également le rejet dans l'atmosphère de 15,17 tonnes de gaz à effet de serre.
Recycler de l'acier n'utilise que 5 % de l'énergie nécessaire pour raffiner du minerai brut (source : Bureau américain des mines).

I.6.3.1.3. Le recyclage dans le monde

Pour la plupart des gens dans les **pays développés**, le recyclage regroupe la récupération et la réutilisation des divers déchets ménagers. Ceux-ci sont collectés et triés en différentes catégories pour que les matières premières qui les composent soient réutilisées (recyclées).
Dans les pays sous développés, les articles de consommation les plus couramment recyclés sont les canettes en aluminium, le fer, les boîtes de conserve et les bombes aérosol, les bouteilles en plastique, les bouteilles et pots en verre, le carton, les journaux, et les magazines. Ces objets sont souvent composés d'un seul type de matériau, ce qui facilite leur recyclage.

I.6.3.2. Compostage des déchets organiques

Processus biologique qui sert à transformer les déchets biodégradables grace à une fermentation anaérobie en compost utilisé pour l'agriculture (engrais).



Figure I.18 - Composts pour l'agriculture[5]

I.6.3.2.1. Nature de déchets à composté

Les Déchets qu'on peut les composter sont :

- Fruits, légumes, résidus de laiterie, déchets de papier, filtres à café, coquilles d'œufs, fumiers… *bref tous les résidus organiques, les déchets de nourriture étant les plus faciles à composter.*

Les déchets ne pouvant pas être compostés :

- plastiques, graisses, métaux.

I.6.3.2.2. Types de compostage

- Compostage passif : on laisse faire la nature et le temps.
- Vermicompostage : on ajoute des vers pour accélérer le travail.
- Compostage industriel.

I.6.3.2.3. Etapes du compostage industriel

- Broyage grossier des déchets (ces déchets incluent une proportion limitée de plastiques et métaux.
- Fermentation bactérienne (10 jours à 70° et en atmosphère humide)
- Maturation (4 à 6 semaines au cours desquelles des champignons poursuivent la dégradation)
- Tri final permettant de séparer les particules nécessitant un retraitement du compost.
- Nouveau compostage des matières insuffisamment dégradées.

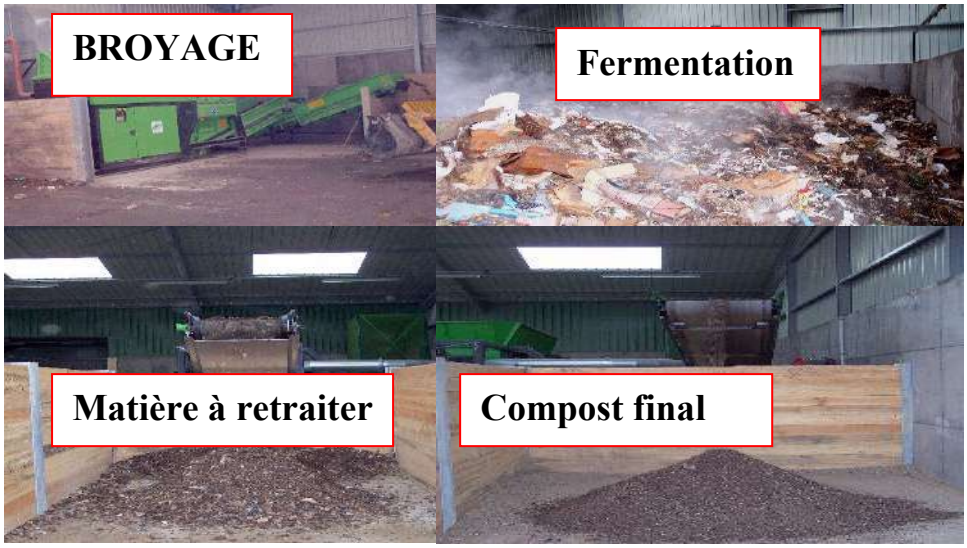


Figure I.21 - Etapes du compostage industriel [5]

I.7. Le devenir des déchets ultimes

Deux modes majeurs de traitement :

- L'incinération dans des centres spécialisés
- La mise en dépôt dans des décharges adaptées à recevoir chaque type de déchets.

I.7.1. L'incinération

L'incinération est le processus de destruction d'un matériau en le brûlant.

Une partie des incinérateurs contribuent à produire de l'énergie

I.7.2. La mise en décharge contrôlée.

La technique de mise en décharge va dépendre de la nature/toxicité des déchets ultimes à traiter.



Figure I.11 - Mise en décharge[5]



Figure I.12 - décharge moderne classé[5]

I.8.2.1. Les modes et techniques d'enfouissement

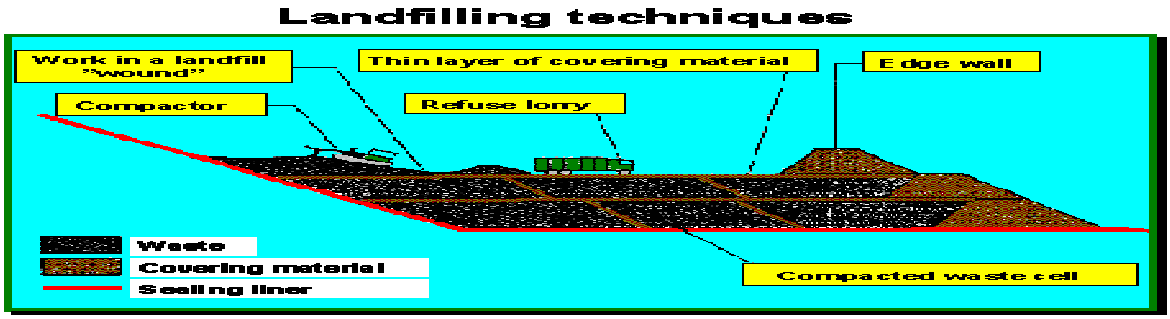


Figure I.13 - Centre d'enfouissement technique[5]

La protection environnementale repose :

1. dans l'isolement des dépôts toxiques accumulés dans la décharge des précipitations en utilisant une couverture efficace (généralement en bâche).

2. dans la mise en place de matériaux imperméable du fond de la décharge avec un système de drainage et retraitement des lixiviats ;

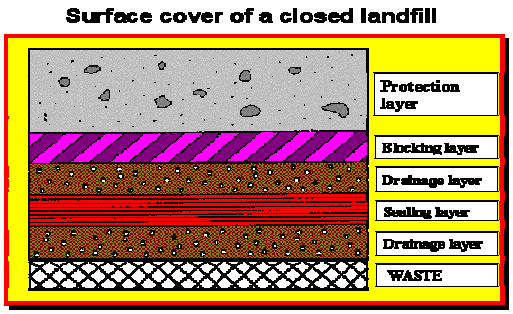


Figure I.14 - Couverture de la décharge (CET)

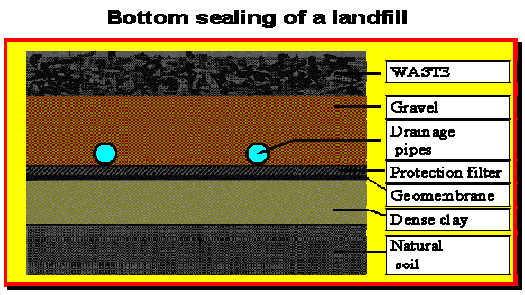


Figure I.15 - Système de drainage et de récupération de lixiviats

I.7.2.2. La gestion des décharges après leur fermeture

Après fermeture de la décharge, la protection environnementale impose que, pendant des dizaines, voire des centaines d'années selon la toxicité des dépôts :

- on draine et retraite les gaz de décharge et les lixiviats ;
- on suive un certain nombre de paramètres permettant de contrôler l'innocuité de l'ancienne décharge vis à vis de son environnement.

I.7.2.2.1. Gestion des gaz issus de la putréfaction des déchets

Il va s'agir également de gérer la production des gaz de décharge (CH4 et CO2).



Figure I.16 - Récupération de gaz d'enfouissements[5]

Le CH4 est 60 fois plus polluant vis à vis de l'effet de serre que le CO2. Sa collecte et transformation en chaleur sont donc des mesures prioritaire de protection contre le réchauffement planétaire.

I.7.2.2.2. Récupération de lixiviats

Le lixiviats (jus de poubelles) se charge de polluants organiques, minéraux et métalliques, par extraction des composés solubles (lixiviation facilitée par la dégradation biologique des déchets) et risque ainsi de provoquer la pollution de la nappe phréatique.

Compte tenu de leur composition, les lixiviats ne peuvent en aucun cas être rejetés directement dans le milieu naturel. Chaque exploitant a l'obligation réglementaire de les collecter, de les traiter et parfois de les recycler.

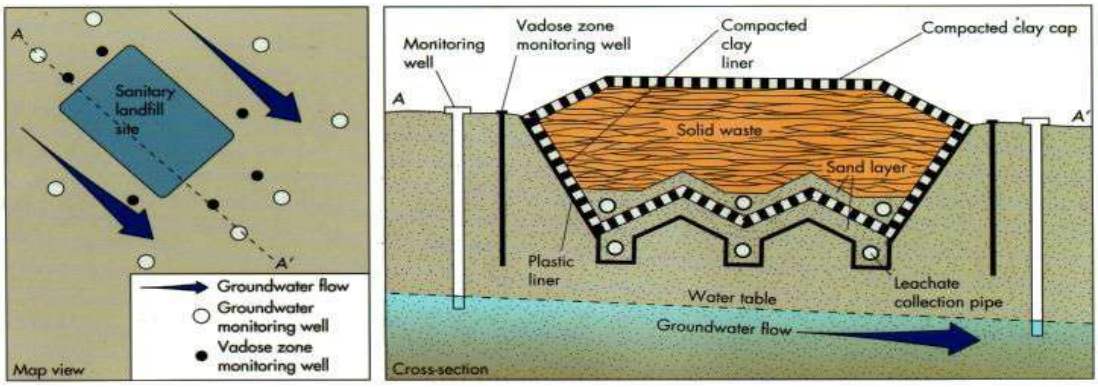


Figure I.17 - Récupération de lixiviats[5]

Partie 2 : problèmes environnementaux dues aux déchets

1. Pollution à l'échelle des villes

La pollution d'origine urbaine provient à la fois de sources localisées et dispersées, c.-à-d. ponctuelles et diffuses. Au nombre des sources ponctuelles, il y a principalement : les écoulements d'égouts municipaux; les retombées de matières industrielles; et les émissions relâchées dans l'atmosphère par les centrales thermiques et les industries lourdes.

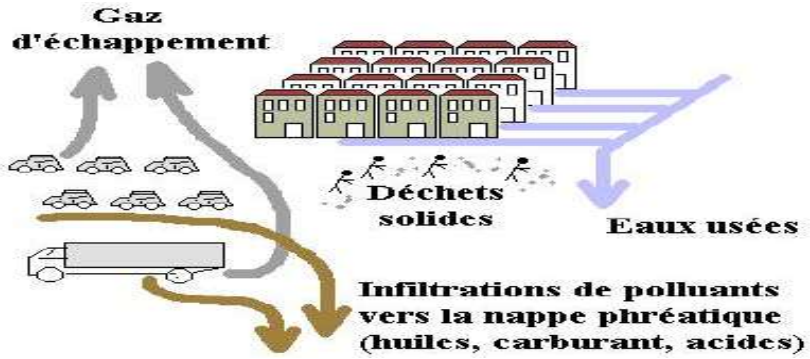


Figure 1.18 - Origines de la pollution urbaine[5]

Quant aux sources diffuses, mentionnons : l'envasement consécutif à des activités de terrassement; le ruissellement des eaux de pluie qui balaient au passage les chemins, les potagers urbains, et les sites industriels; l'infiltration d'aquifères contaminés par des écoulements d'égouts ou de substances chimiques industrielles; et les émissions des automobiles.

1.1. Pollution due aux déchets solides **Effets du traitement des déchets solides**

2.

Les différents procédés de traitement de déchets peuvent être engendrés polluants spécifiques :

a) Les opérations de collecte : les opérations de collecte et de tri peuvent contribuer à la diffusion de peaussières et de micro-organismes susceptibles de porter atteinte aux voies respiratoires.

b) **Fermentation aérobies :** la fermentation aérobie des déchets organiques pour la formation de compost émettent à l'atmosphère des composés organiques volatils COV et du Dioxyde de carbone CO_2 , des charges organiques et des acides peuvent éventuellement être entrainés par les eaux de ruissellement et perturber les milieux récepteur.

c) **Fermentation anaérobies :** des fermentations anaérobies se produisent sur les centre d'enfouissement compactés et génèrent des éléments toxiques (traces alcoolique) et des quantités dominants d'hydrogène sulfuré et de méthane, gaz à effet de serre et explosible à certaines concentrations. Les liquides résiduels de ces fermentations sont susceptibles de contenir des substances métalliques oxydées ou réduites, des composés organiques halogénés et des traces de solvants et de pesticides, dont les effets toxiques connus ne semblent pouvoir affecter que les organismes aquatiques directement exposés aux rejets.

d) **Incinération :** la combustion des déchets et des gaz qu'ils génèrent émet des oxydes de carbone, d'azote et de soufre, des acides, des poussiéres, des composés organiques volatils et des organo-halogénes. Ces substances émises en concentrations variables selon les procédés d'incénération et de traitement de fumées mis en œuvre, sont diffusées dans l'environnement, ou elles se mélangent à celle s'émises par d'autres sources.



Figure I.19 - Pollution due à l'incinération[5]

Les substances spécifiques à l'incinération des déchets, susceptibles d'avoir un impact sanitaire sur les populations riveraines et qui ont été identifiées dans une étude sur un incinérateur d'une agglomération française, sont :

- le trichloréthane (effets systémiques divers),
- le benzène (cancérigène),
- le cadmium (effet rénal),
- le nickel (cancérigène). [8]

2.2. Risques de décharge sauvages

Les décharges sauvages ainsi que certains sites incontrôlées représentent un danger pour l'environnement. Parmi les risques sanitaires qui peuvent en dérouler et les nuisances qui leur sont liées, on relève :

a) Risque d'incendies : Les déchets sont souvent facilement inflammables, ils peuvent s'enflammer par combustion spontanée, quand ils sont mis en tas sans précaution, avec production de fumées malodorantes.

b) Prolifération des rongeurs et des insectes : Les déchets, avant fermentation, constituent la nourriture principale des rats, agents directs ou indirects de propagation de graves maladies : peste, fièvre, etc).Ils sont aussi des pôles d'attraction pour les mouches et autres insectes, vecteurs passifs de germes et de virus.

c) Emanations de gaz toxiques : ce gaz résultant de la fermentation de déchets biodégradables,parmi les substances nocives libérés par les gaz de décharge, on constate : le méthane et l'hydrogène sulfureux, le Benzene, Tétrachlorure de carbone, Mercure méthyle avec d'odeurs malodorants et de germes qui prolifèrent dans les poussières d'ordures.



Figure I.20 - Pollution par les fumées d'incendie et émission de mauvaises odeurs (CH4, fumées toxiques…)[8]

d) Pollution des ressources en eau : Généralement, la dégradation de la qualité des eaux souterraines par les lixiviats des décharges fut étudiée dés la fin des années 70 (Baedecker et Back, 1979). Ainsi, l'infiltration des lixiviats à travers les zones non saturée et saturée de l'aquifère, engendre la formation d'un panache de contamination, orienté dans le sens de l'écoulement de la nappe d'eau souterraine.

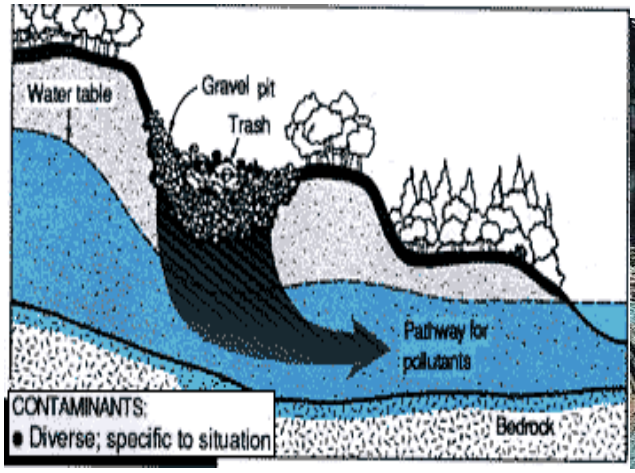


Figure I.21 - pollution des eaux souterraines



Figure I.22 - Dégradation des eaux de surface

Les déchets servent également à la dégradation de la qualité des eaux superficielles lorsqu'ils sont stockés sur des terrains non aménagés. Des germes

pathogènes et des métaux lourds peuvent alors atteindre la nappe phréatique par infiltration du lixiviat.



Figure I.23-Effets des eaux polluées[9]

- Aux USA, près de 75% des décharges polluent les eaux souterraines ;
- En GB, 1/3 des cas de pollution des eaux souterraines est dû aux décharges

e) Contamination du sol : la notion de **pollution du sol** désigne toutes les formes de pollution touchant n'importe quel type de sol (agricole, forestier, urbain…).
Les milieux urbains peuvent savoir des graves problèmes de pollution du sol.la pollution dans ce cas est localisée. Elle peut être engendrée par des anciennes activités industrielles ou d'anciennes décharges, et parfois par des aménagements en cours d'exploitation ou d'utilisation.



Figure I. 24-sol pollué par un réservoir de goudron[9]

Figure II.15 - Production de lixiviats hautement toxiques[10]

g) pollution visuelle :

À cause de l'envol des papiers et des emballages plastiques contenus dans les tas des déchets stockés dans les décharges publiques, les paysage urbains et ruraux perdent leur esthétique et sa beauté naturelle.



Figure II.16 - Remaniement des déchets par le vent et les animaux

I.2.3. La combustion de déchets à l'air libre

Les décharges sauvages ressemblent touts les types de déchets quelque soit leurs degré de dangerosité et quelque soit ses natures physiques et chimiques. Dans l'absence des moyens financiers et humains d'élaborer les différentes méthodes de gestion, le brûlage à l'air libre de déchets solides reste la seule méthode pour diminuer leur volume au niveau de ces décharges.

Le résultat de ce brûlage est très couteux sur le plan environnemental et sanitaire, Une fumé noire chargée de cendres, de poussières et de gaz toxiques qui s'étend loin en causant des pollutions locales et parfois régionales si la quantité de déchets brûlée est considérable.

Exemple : brûler des matières organiques en présence de chlore, PVC, pesticides organochlorés peut conduire à produire des dioxines, furanes toxiques et peu dégradables**.**[12]



Figure I.27-Le brûlage illégal de déchets à l'air libre[12]

II.2.3.1. Effet sur la santé

L'homme est attaqué directement par les gaz issu de la décharge ou indirectement grâce à la chaine alimentaire (eau potable polluée, animaux contaminés ou produits végétales contaminés).en plus, les populations devant suporter des effuves nauséabondes, paussieres, essaims de mouches, animaux nuisiblebles, bruits, trafic incessant de véhicules.

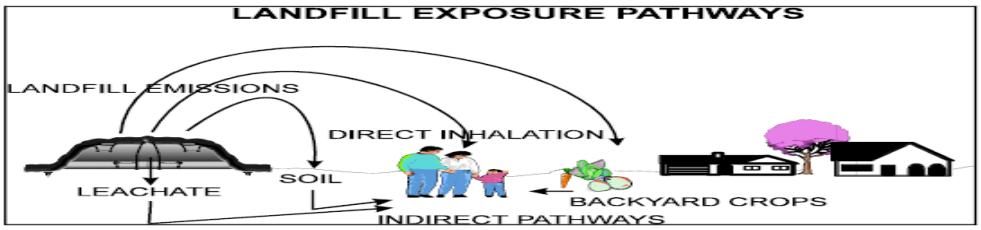


Figure II.18 - Effets de décharge sur la santé humaine

La combustion aléatoire de déchets a des nuisances très important sur la santé humaine, parmi lesquels ,on citera :

polluant	**Effet sur la santé**
le monoxyde de carbone "CO" (Ce polluant est issu de la combustion incomplète de déchets organiques)	maux de tête, nausées, vertiges, étourdissements
Oxydes d'azote NO_x	irritation des voies respiratoires
Dioxyde de soufre SO_2 (produit de la combustion de certains déchet contenant du soufre : pneus, plâtre, …)	problèmes respiratoires et cardio-vasculaires
COV (issu de la combustion incomplète de plastique, bois, …)	effets mutagènes
benzène, hydrocarbures	problèmes respiratoires
Particules et poussières	problèmes respiratoires et risque cancérogène
Dioxines (issus de la combustion de produits chlorés : PVC)	augmentation du risque d'apparition de cancers

Tableau I.2 -Effet de la combustion aléatoire de déchets sur la santé humaine [13]

I.2.3.2. Émissions de gaz à effet de serre

Plusieurs sources sont responsables de la pollution atmosphérique et des émissions de gaz à effet de serre tels que l'industrie, et d'utilisation d'énergie. Chaque année, les procédure de traitement, l'élimination et même la combustion de déchets participent avec plus de 13 pour cent de la totalité du GES émis.[14]

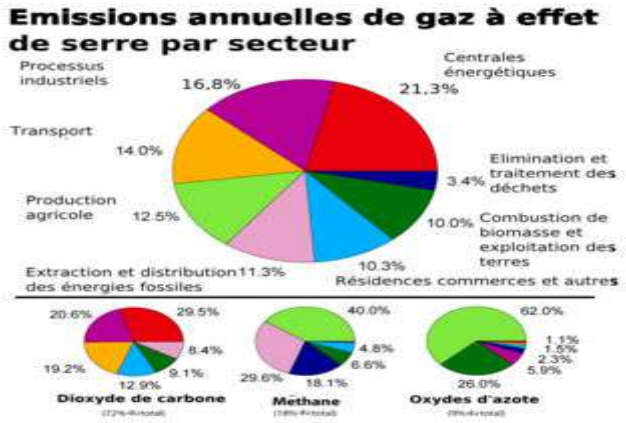


Figure II.29 - source d'émission des GES[14]

Les émissions des gaz à effet de serre par le secteur des déchets sont composées du CH_4 provenant des sites de décharges de déchets solides et des installations de traitement des eaux usées domestiques. Les émissions de N_2O proviennent exclusivement des rejets humains. [14]

Conclusion

C'est le temps de mettre le doigt sur les nuisances engendrés par les déchets solides évacués de manière ou de l'autre dans les décharges publiques. Ces nuisances qui ont été connues dans temps passé, aujourd'hui il s'en pose de nouveau avec le progrès continu des villes et le développement de modes de vie. Grace à ce progrès, la quantité globale des détritus évacués change sa nature et son volume sera s'en plus en plus augmenté, ce qui représente un vrai problème dramatique pour toute la planète. Plusieurs stratégies sont élaborées et beaucoup de techniques sont nées pour l'élimination de déchets et contribuer alors à une amélioration de la protection de l'environnement et de la salubrité des milieux.

Le malheureux que ces techniques luis même sont susceptibles d'engendrer de risques pour l'environnement et la santé humaines d'après des mesures effectuées sur les émissions des installations de traitement de déchets. Une estimation du risque total engendré par chacun des polluants émis ne sera possible qu'après quantification des apports par les voies d'exposition indirectes, notamment celle qui intègrent les accumulations au long de la chaine alimentaire.

Pour cela, il est très important de contrôler les installations de traitement des déchets en fonctionnement en gardant à quelle point ils sont respectés les normes d'émissions, de réaliser des études d'impact avant chaque implantation pour estimer à l'avance sa convennabilité aux normes usuelles de la protection environnementale et éviter alors les problèmes avant ses positions.

ntroduction

La dispersion des polluants dans l'atmosphère s'effectue essentiellement dans la couche limite atmosphérique, couche la plus troublée, agitée sans cesse par des mouvements turbulents tant horizontaux que verticaux. Cette dispersion est influencée par plusieurs paramètres. Ce chapitre consiste à l'étude des différents paramètres qui peuvent influencer aux écoulements des polluants gazeux dans la base couche atmosphérique, tels que la vitesse du vent, stabilité de l'atmosphérique et état thermique.

Partie1: quelques notions de base

1. Structure thermique et dynamique de l'atmosphère

Avant de traiter le phénomène de dispersion, il est nécessaire d'étudier l'atmosphère et sa structure thermique et dynamique.

L'atmosphère dans sa construction est formée de plusieurs couches qui ont chacune des propriétés physiques, chimiques et dynamiques différentes. La variation de la température avec l'altitude donne le plus souvent la distribution des différentes couches de l'atmosphère(figure II.1). [15]

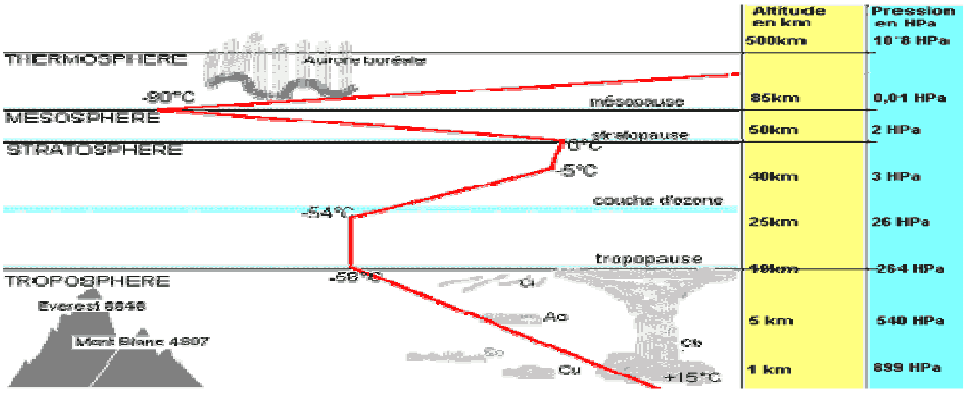


Figure II. 1- Profil de température dans les différentes couches atmosphériques [15]

La troposphère, la stratosphère, mésosphère et la thermosphère sont les couches principales qui composent l'atmosphère. De toutes ces couches, la troposphère est la couche nécessaire à bien identifier car elle joue un rôle important dans les écoulements atmosphériques de polluants qui sont généralement émie tout près de la surface terrestre. C'est une couche qui est se

trouve juste au dessus de la surface terrestre avec un altitude de 9 km à 16 km sur le long de cet distance la température décroit avec la hauteur (en moyenne de 6,5°C par kilomètre de hauteur),Cela est dû au réchauffement radiatif de la surface terrestre par les radiation émies par le soleil. Cette énergie est transférée par convection de la terre à la troposphère.

Les convections verticales et horizontales de l'énergie, de la quantité de mouvement, de l'humidité et de la chaleur engendrent relativement un bon mélange de la troposphère. La plupart des polluants issus de sources près de la surface terrestre sont transportés ,dispersés et transformés dans la partie basse de l'atmosphère puisque le phénomène de l'inversion de température à la tropopause empêche toute diffusion vers la couche suivante (stratosphère).
Pour cela, il est nécessaire d'identifier les déférentes couches constitues ce mélange et le phénomène d'inversion thermique dans l'étude de la dispersion des polluants.

1.1. La structure thermique

La distribution de la température avec la hauteur entraine la variation de la densité verticale qui est la densité de formation de l'atmosphère. L'écoulement d'une petite masse d'air dans l'atmosphère est géré par son accélération ou force de flottabilité qui dépend de la différence de densité entre sa densité habituelle et celle de son environnement local. [15]

1.2. La structure dynamique

Dans la couche de surface (couche au contacte directe avec le sol), la variation logarithmique du vent horizontal avec la hauteur engendre de la turbulence d'origine dynamique générée grâce au cisaillement du vent au contact du sol. Au-dessus de cette couche, la vitesse et la direction du vent dépendent du gradient de pression horizontal, de la force de Coriolis et de la force de friction près du sol. Cette dernières devient en plus en plus négligeable avec la hauteur. A cette hauteur, l'atmosphère est s'appelle libre où l'écoulement est laminaire et équilibré par le gradient de pression horizontal et la force de Coriolis .

2. Mécanismes de dispersion atmosphérique des polluants

La dispersion des polluants dans l'atmosphère comporte trois évènements Importants:

2.1. Émissions

Les polluants primaires appelles précurseurs, Ils sont directement issus des sources de pollution (rejet artificiel ou libération naturelle).

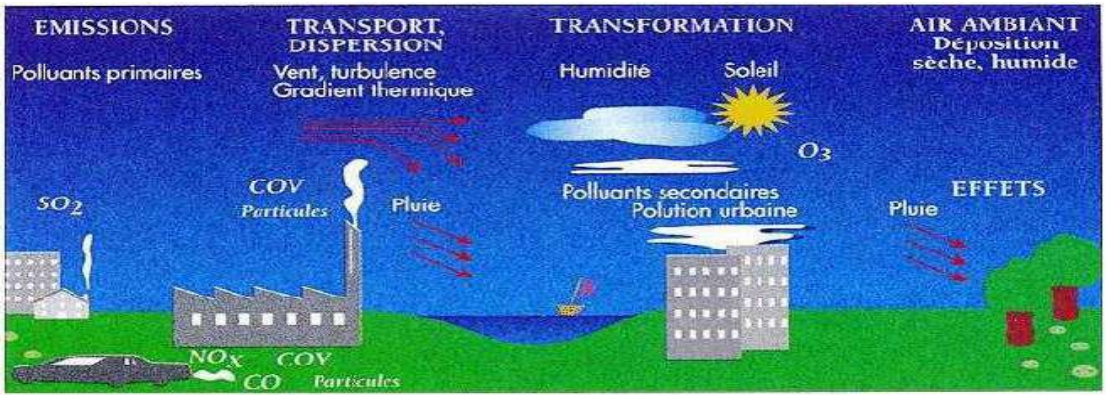


Figure II. 2- déférents processus de l'écoulement atmosphérique des polluants[16]

2.2. Transport de matière

On ne peut plus parler au déplacement d'une masse d'un polluant sans s'intéresser au transport d'une grandeur physique, les matières transportés peuvent être des :

- Particules solides en suspension : pollen, sable, aérosols, métaux lourds ;
- Substance en suspension intrinsèque : certains polluants, colorant, vapeur d'eau (particules très fines);
- Mais également : quantité de mouvement, chaleur, etc.

La concentration locale de la masse transporté est définie par:

$$C(x,t) = \frac{\text{Masse de la substance}}{\text{Volume du fluide (mélange)}}$$

Plusieurs unités sont usitées pour le mesure de concentration, parmi lesquels, on a:

- Particule/m^3 ; mol/m^3 ; µg/m^3 ; fraction massique m_{esp}/m_{air}; partie par million ppm ; partie par billion ppb ; partie par trillion ppt. [16]

Processus de transport

Une masse ou une grandeur peuvent être déplacés selon l'un des processus suivants:

•Par diffusion moléculaire :

Loi de Fick : une substance dans un mélange a tendance à uniformiser sa répartition => il se forme un flux des zones de forte concentration vers les zones de faible concentration

$$q_j = -k_c \frac{\partial C}{\partial x_j} \equiv \text{flux}_{\text{suivant j}}$$

k_c : diffusivité massique moléculaire [$m^2.s^{-1}$]

•Par convection par l'écoulement.

2.3. Le dépôt

Dans le cas d'un dépôt sec, les polluants se fixe aux matériaux et de plantes existent sur la surface terrestre et ces espèces chimiques se décomposent. Le dépôt est dite humide sous les nuages traduit ainsi l'absorption des polluants par les gouttes de pluie.

2.4. La dispersion turbulente

On a déjà dit que la dispersion des polluants sur la base couche atmosphérique est souvent turbulente, le niveau de pollution est géré par les conditions météorologiques Les polluants émis sont en effet plus ou moins rapidement dispersées selon deux phénomènes :

1) le transport horizontal par le champ de vent, qui explique le déplacement des polluants les plus stables sur de longues distances.

2) le brassage vertical par la turbulence atmosphérique.

Dans ce qui suit, on va intéresser au phénomène de dispersion, pour cela il est nécessaire d'identifier la couche limite atmosphérique, le théâtre de ce phénomène avec touts les facteurs influençant. [16]

3. La couche limite atmosphérique

3.1. Définition de la CLA

La Couche Limite Atmosphérique (CLA), la partie inferieur de la troposphère, Elle est comprise en moyenne entre 100 et 3000 mètres. La dispersion de polluant dans cette couche est influencé par la surface terrestre et surtout déstribution verticale de température, l'étude de la CLA est donc nécessaire pour la compréhension des épisodes de pollution. Pour la majorité des risques de pollutions artificielles , l'étude suivie du panache de pollution se fait dans les basses couches de la troposphère. [17]

3.2. Structure de la CLA

La CLA est constitué luis mémé par plusieurs sous couches:

3.2.1. Couche d'Ekman

C'est la partie supérieure de la CLA, l'écoulement de masses d'air est géré à la fois par la force de frottement au contacte avec la rugosité du sol, la stratification thermique de l'air et la force de Coriolis qui entraine une rotation du vent.

3.2. 2. La couche limite de surface (CLS)

Cette couche occupe environ 10% de la CLA soit quelques dizaines de mètres. La force de Coriolis est négligeable devant les forces de frottements dues au sol. Le vent garde sa direction horizontale et ne varie pas avec la hauteur alors que le profil de son intensité selon l'altitude est proportionnellement logarithmique. [17]

3.2. 3. La partie inferieure de la couche de surface

Cette partie se trouve en contact directe avec le sol. Dans cette sous couche rugueuse, les champs de vitesses y sont fortement perturbés et instationnaires. Son épaisseur varie en fonction de la nature du terrain (revêtement du sol, bâti, topographie), il est de quelques millimètres en mer à quelques dizaines de mètres en zone urbaine. C'est le théâtre ou se déroule tout les échanges possibles (échanges d'humidité et de chaleur) entre le sol et l'atmosphère. [17]

3.3. Origine de la CLA

On peut considérer que la turbulence atmosphérique a deux origines :

- **La turbulence d'origine dynamique** traduit l'agitation de l'air due aux forces de frottement qui est engendré par le cisaillement du vent en contact avec le sol**.**
- **La turbulence d'origine thermique** liée au gradient vertical de températures résulte d'aptitudes d'absorption du rayonnement solaire par la surface. [17]

3.3.1. Perturbation du champ de vitesse:

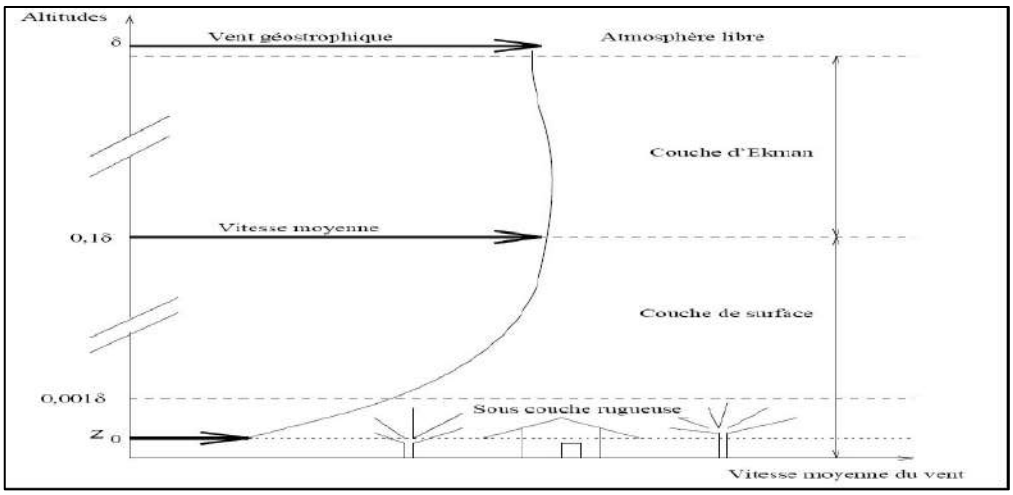


Figure II. 3 -champ de vitesse dans la CLA, d'après Turbelin G. (2000) [17]

3.3.2. Cycle diurne

Le cycle diurne de la couche limite atmosphérique exprime la variation de la température avec l'altitude, à partir de ce cycle, on peut déterminer les niveaux de concentrations de polluants observés.(les valeurs fixées de température sont multiplies fois 100).

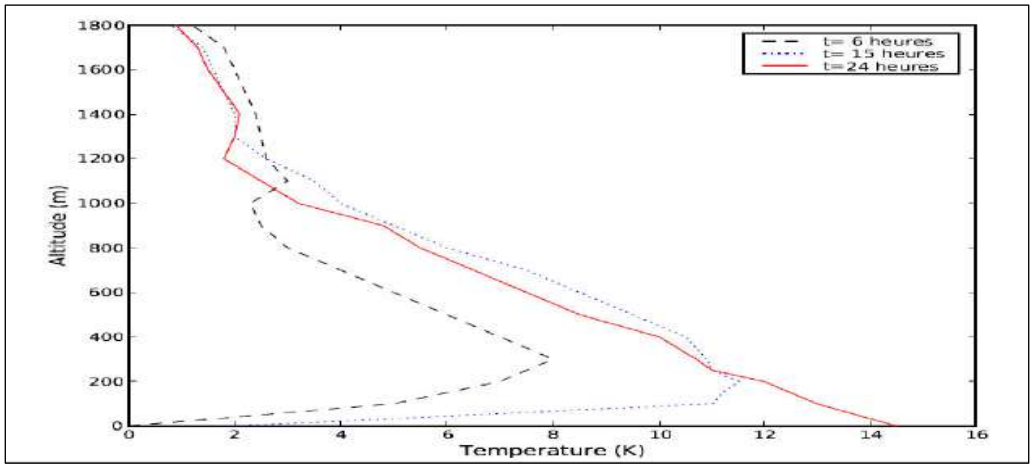


Figure II. 4-Evolution typique du profil de température au cours d'une journée d'après Sportisse B. (CEREA) [17]

La hauteur de mélange (la hauteur de la CLA) est l'un des paramètres qu'on peut les déterminer grâce à ce cycle, à partir de cette hauteur, on peut estimer le volume disponible pour la dispersion des polluants émis au niveau du sol., elle varie d'un jour sur l'autre en fonction de la température de surface de la couverture nuageuse et de la pression atmosphérique .

3.4. Les états de la couche limite atmosphérique

Le rapport entre effets thermiques et effets mécaniques et un déterminant que l'on peut l'utiliser pour définie l'état de l'atmosphère. L'atmosphère est dite stable, instable ou neutre selon que le mouvement d'une masse d'air soumise à une impulsion sur la verticale se voit amorti ou amplifié.

3.4.1. Atmosphère stable

Le déplacement des masses d'air est freiné par des inversions thermiques. près du sol, ce qui limite la dispersion des polluants. Cette situation se retrouve principalement pendant la nuit cas d'un vent faible ou lors de la présence d'anticyclone stationnaire. Cette situation est souvent nocturne où les polluants restent accumulées au niveau du sol.

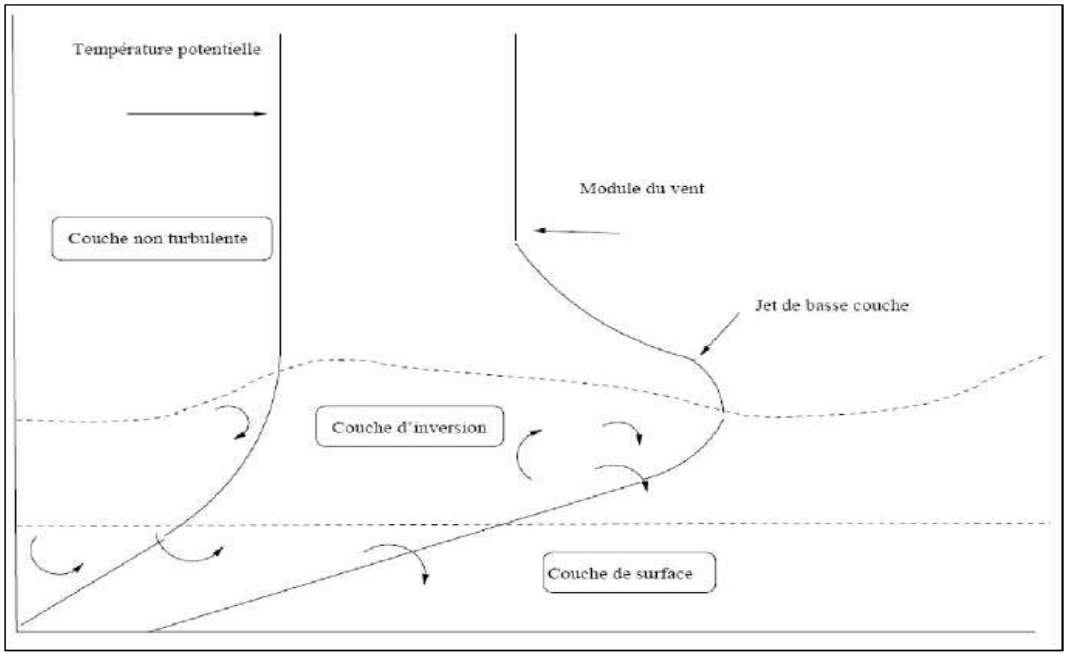


Figure II.7- Atmosphère stable, d'après Sportisse B. (CEREA) [16]

3.4.2. Atmosphère instable

Cette situation apparaisse par fort réchauffement du sol. Elle se retrouve principalement le jour en absence de vent fort .Dans ce cas l'air chaud augmente au dessous de l'air froid, pour laquelle les polluants sont fortement brasses par la turbulence.

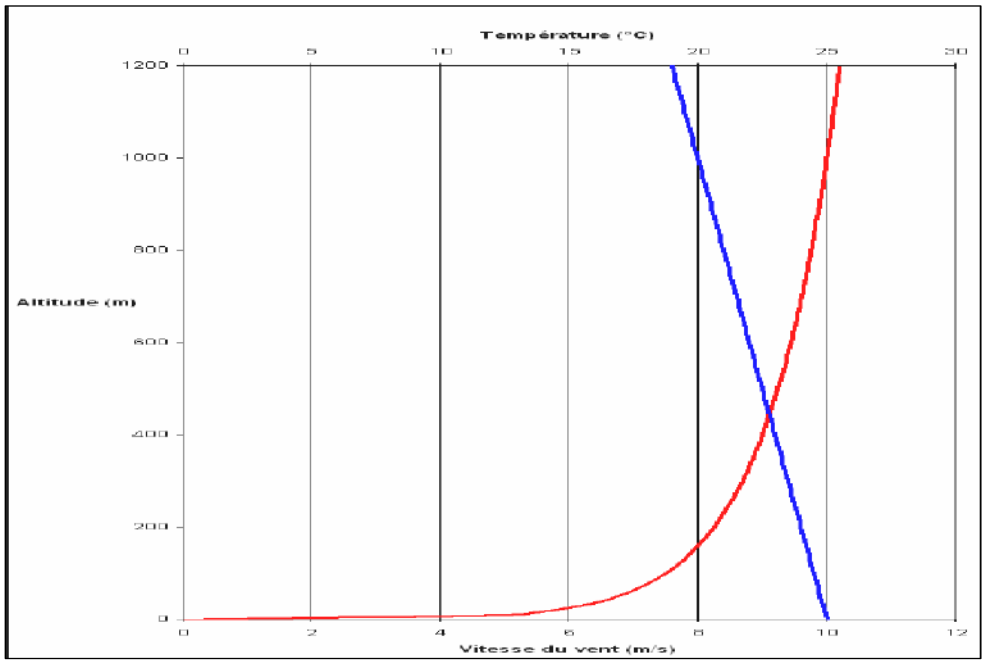


Figure II. 5- Atmosphère instable, d'après Sportisse B. (CEREA) [16]

3.4.3. Atmosphère neutre

Cette situation correspond à des situations de ciel couvert ou à des situations de vents modérés, un état qui permet la dispersion des polluants. Il s'agit de l'état le plus paraître en région tempérée .

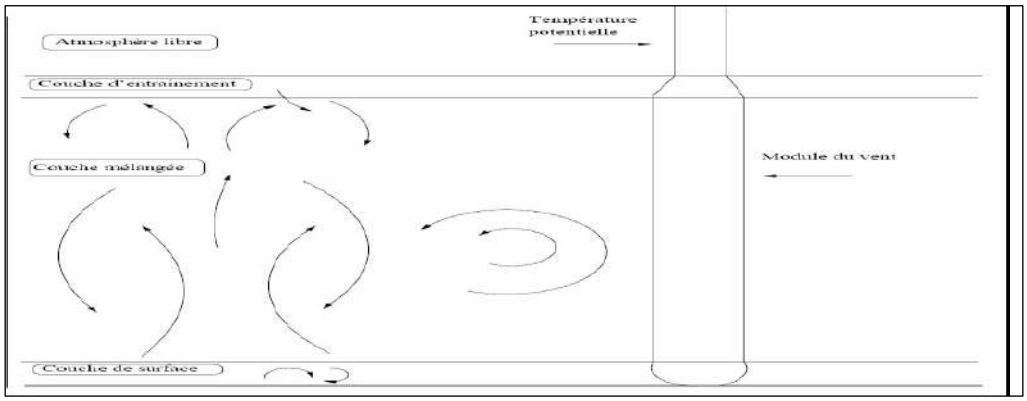


Figure II. 6- Atmosphère neutre, d'après Sportisse B. (CEREA) [16]

4. La turbulence atmosphérique

La dispersion turbulente est définit comme un écoulement aléatoire et très désordonnée balayant un large spectre d'échelles spatiales et temporelles, un comportement indéterminé difficilement prévisible. La turbulence apparait le plus souvent dans la couche limite, elle est influencée par l'état de l'atmosphère et par le profil décrit par la composante horizontale du vent en fonction de l'altitude.

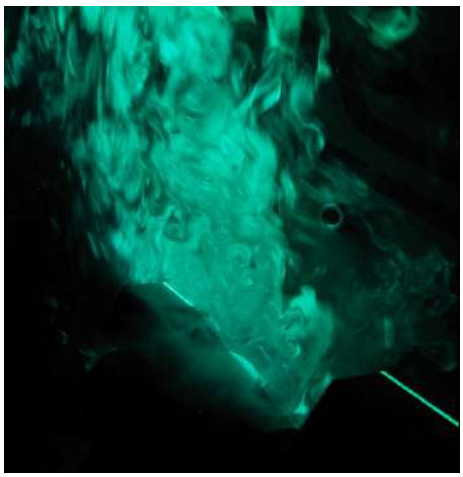


Figure II.8: Visualisation de la turbulence sur une maquette en soufflerie sous le vent d'un bâtiment, d'après MEJEAN P. (2003)

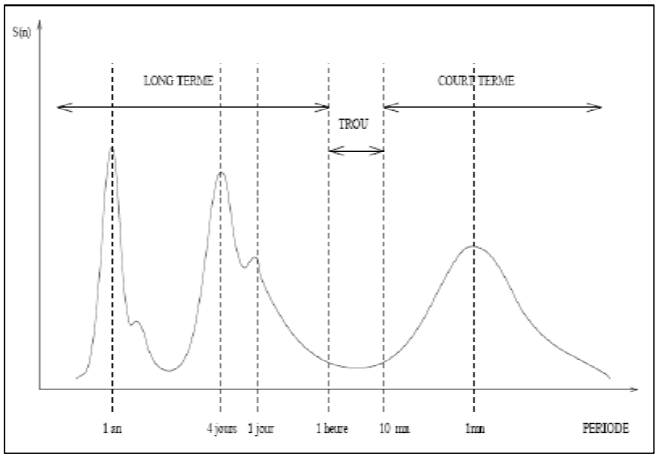


Figure II.9: Caractérisation statistique de la turbulence par la représentation spectrale de l'énergie des " tourbillons"Spectre de Van der Hoven – 1957

Partie2: la dispersion dans les basses couches atmosphériques

1. Facteurs influençant la dispersion des polluants

La dispersion atmosphérique c'est le brassage tridimensionnel par la turbulence de l'atmosphère associée à la couche limite atmosphérique (CLA), c'est un déplacement essentiellement horizontal par le champ de vent des polluants les plus stables sur de longues distances. Ce phénomène est influencé par plusieurs paramètres tels que la topographie des lieux, les paramètres météorologiques et de l'urbanisation.

1.1. Facteurs météorologiques

La dispersion dépend de plusieurs paramètres dont les conditions météorologiques (vent, humidité, radiations solaires et température).

1.1.1. La température

Dans la troposphère, en cas d'une situation normale, la température diminue avec l'altitude. La masse d'air chaud se diffuse verticalement des masses d'air (polluants) jusqu'à l'équilibre ou une égalité se produit entre la densité de l'air ambiant et celle de l'air montant (pollué).

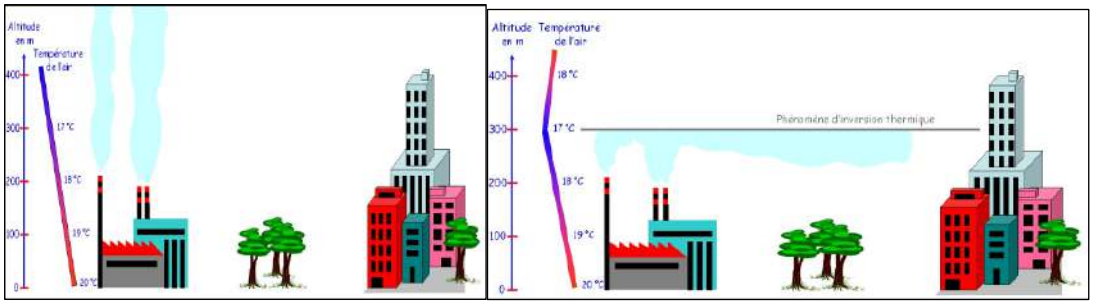
En cas d'une atmosphère instable, un volume de polluants qui s'élève et se refroidit par détente, reste toujours plus chaud donc plus léger que l'air ambiant qu'il traverse. Il continue donc son diffusion verticale jusqu'à une altitude élevée et se disperse sur une large superficie. Ce cas est très favorable car il facilite la diffusion verticale de panache de polluants et réduit alors ces concentrations locales.

En vent faible, la stabilité atmosphérique est un cas très défavorables, les polluants s'accumulent prés de la surface terrestre en causant des pollutions locales très intenses. En effet, dans le cas d'un revanche, un volume des effluents qui s'élève se refroidie (baisse température) rapidement, sa densité devient plus grand que celle de l'air ambiant qu'ils traversent, il tend alors à redescendre et à s'accumuler à la plus base possible de la troposphère. [18]

Dans des situations météorologiques particulières comme à titre exemple:

- après une nuit affranchie et sans vent, la formation de l'atmosphère en début de matinée est constitue par une couche d'air plus froids à proximité immédiate tandis que les couches immédiatement supérieures restent plus chaudes ;
- en d'hivers, dans une zone de hautes pressions et en cas d'une belle journée ensoleillée avec de faibles vents. [18]

Dans ces conditions, une couche d'air chaud se trouve au-dessus d'une couche d'air plus froid et joue le rôle de couvercle thermique, c'est le cas d'une inversion thermique. Dans cette situation. La diffusion verticale de polluant haut est alors bloquée par cette couche d'air chaud. Ce phénomène contribue à la pollution locale et peut conduire aux pics de pollution. [18]



a) Atmosphère Instable, Couche convective *b) Atmosphère Stable, Couche stable*

Figure II. 10- comportement d'un panache de fumée en fonction de la stabilité thermique et des inversions de température. [18]

1.1.2. Le vent

Ce paramètre météorologique intervient à toutes les échelles tant par sa direction que par sa vitesse sur la dispersion et le transport de polluants. L''influence du vent sur la pollution atmosphérique est très variable selon la position de la source. Généralement la vitesse du vent augmente avec l'altitude, le vent fort facilite la dispersion et sert à réduire les niveaux de pollution locale.

En cas d'un vent de force moyenne et de mauvaises conditions de rejet des effluents (cheminée trop basse, vitesse d'éjection des gaz insuffisante, etc.), le polluant se retombé en panache vers le sol en introduisant un pic de pollution très grave.

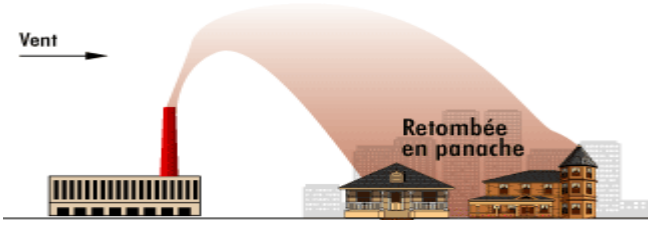


Figure II.11- phénomène de retombée en panache© CRDP de l'académie d'Amiens [18]

1.1.3. Rôle des vents dominants

La connaissance des vents dominants caractérisant une zone géographique est très importante pour choisir le lieu convenable pour un site quelconque avant son implantation, afin d'éviter les risques de pollutions des milieux urbains avoisinants. [18]

1.2. Influence de l'environnement

L'influence de l'environnement sur la dispersion de polluants dans l'atmosphère désigne des perturbations mécaniques liées à la topographie (pente, vallée, mer, …etc.), la nature des sols et la présence d'obstacles (plantes, végétation, bâti,…etc.) ou des perturbations liées à de fortes discontinuités du sol conduisant à des effets thermiques.

1.2. 1. Rugosité et revêtement du sol

La rugosité et le revêtement du sol influencent sur les écoulements atmosphérique, une grande turbulence des masses d'air est engendrés par un sol fortement rugueux, ce qui influence par conséquent à la dispersion des polluants.

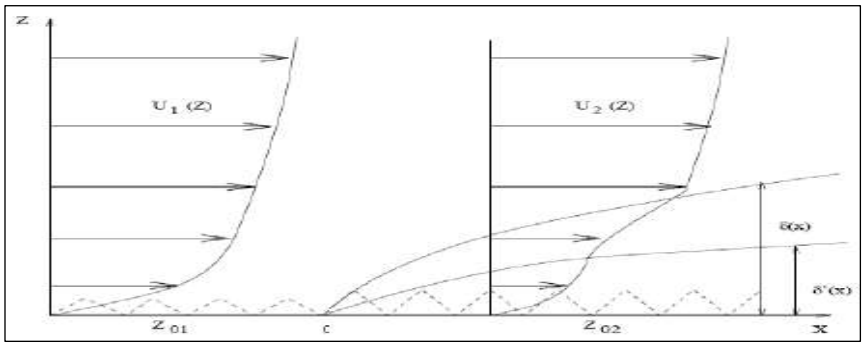


Figure II.12- Effet d'un changement de rugosité sur le champ de vent[18]

δ(x) : couche limite interne affectée par la discontinuité

δ'(x) : sous couche limité interne, l'écoulement est en équilibre vis-à-vis des nouvelles

De même, la quantité de polluants éliminés par dépôt sec est influencée par la nature de revêtement couvrant du sol.

Site caractéristique	Classe de rugosité	Z_0 (m)
Grandes étendues d'eau (mer, océan, lac)	I	de 0.001 à 0.01
Rases compagnes, aéroports	II	de 0.01 à 0.10
Zones faiblement urbanisées, bocages	III	de 0.10 à 0.50
Zones urbanisées, industrielles ou forestières	IV	de 0.50 à 1.50
Centre de ville	V	de 1.50 à 2.50

Tableau II.1- c lasse de rugosité d'après Turbelin G. (2000)

1.2. 2. La présence d'obstacles

La présence d'un obstacle sert à modifier l'allure dessinée par le champ de vitesses du vent si on suivi sa distribution avant et après l'obstacle.

- **En amont :** caractérisé par une augmentation des concentrations de polluants avec la présence de zones de recirculation.
- **En aval :** la largeur du panache diminue ,les concentrations décroisent et sa distribution verticale devient homogène,.

Parmi les études effectuées dans se sens, on parle aux écoulements autour d'un d'un **bâtiment** ou d'un groupe de bâtiments qui reste un phénomène très complexe.

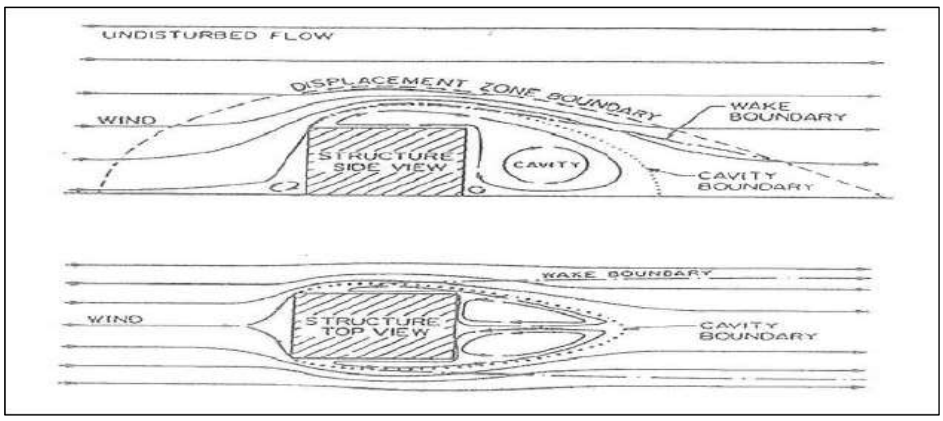


Figure II.13- l'écoulement autour d'un obstacle [18]

1.2. 3. La topographie (l'orographie)

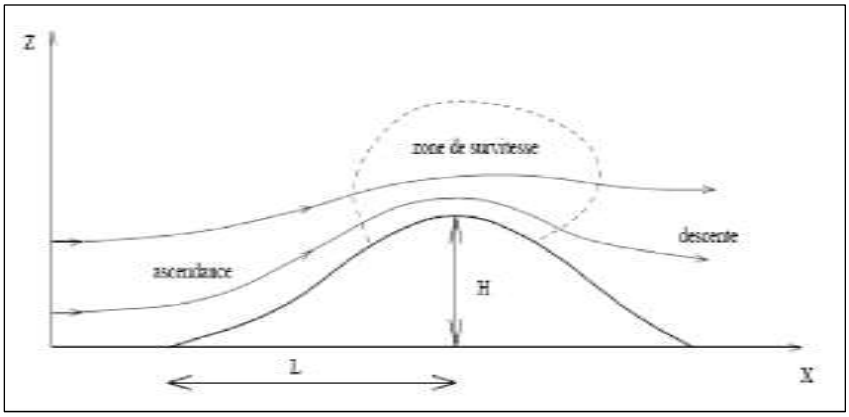


Figure II.14- Effet des reliefs sur le champ de vent[18]

Comme les autres obstacles physiques, Les reliefs accidentés influencent sur les écoulements atmosphériques en modifiant ses comportements physiques que ce soit les grandeurs moyennes ou turbulentes. Cette influence est diverse d'obstacle à l'autre selon la taille et à la forme des reliefs.

1. Le rôle des versants montagneux

La présence d'un relief en général sert à perturber l'écoulement atmosphérique. Les résultats de cette perturbation la formation de certains filets d'air qui contournent la barrière qui leur est opposée, tandis que d'autres tendent à suivi le profil du relief. [18]

2. Effet de vallée

Les masses d'air froid qui sont plus dense s'accumulent dans le fond des vallées, la différence de température entre cette masse et la température ambiante introduise un gradient de température anormal et la formation de brouillards. Les polluants ont alors tendance à s'accumuler dans le fond de la vallée . La présence d'une vallée est généralement défavorable à la dispersion des polluants, ces derniers ont la tendance d'accumuler au fond de vallée en risquant une pollution locale intense.

La présence d'une vallée peut favoriser la dispersion des polluants si elle se trouve dans une pleine, un vent est engendré résultant de la différence de température entre la vallée et la plaine (brise de vallée) et entre le fond et le sommet de la vallée (brise de pente). [18]

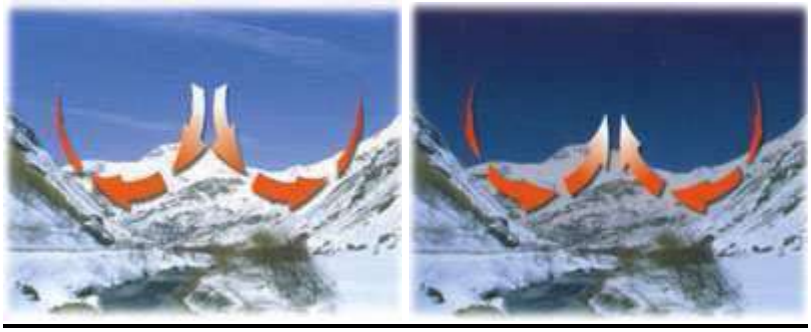
1.3. Les effets thermiques

Les brises thermiques sont des phénomènes résultant par des différences de température dans les basses couches de l'atmosphère. C'est un vent à caractère local ou régional et à alternance diurne, qui s'établit à proximité des lacs, mers, montagnes, etc.

1.3.1 brise de pente

Le jour, le sol se réchauffe en absorbant les rayonnements solaires, l'air au contact du sol se réchauffe lui même, il devient plus chaud danc plus dense et plus

léger que l'air libre, le volume d'air le plus chaud tend donc à s'élever le long de la pente : c'est la brise montante (Figure **II. 17 –a**). La nuit, ce phénomène s'inverse, l'air froid s'écoule le long des pentes et s'accumule au fond de la vallée, tout en la descendant (voir **Figure II. 17-b**). La pollution évacuée dans la journée est alors ramenée dans la vallée la nuit. [18]

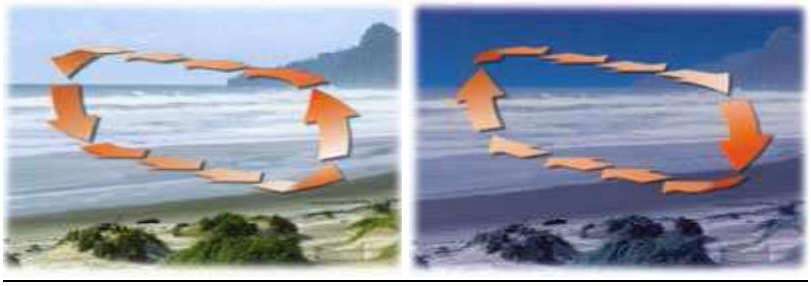


a- Le jour : Brise montante **b - La nuit** : Brise descendante

Figure II. 15 - phénomène de brises de vallée [18]

1.3.2. Les brises de mer et de terre

A cause de la différence de température entre la terre et l'eau ,un courants d'air locaux est née. Sa direction est de la mer vers la terre pendant jour (brise de mer), la nuit elle est de la terre vers la mer (brise de terre). Sous les latitudes modérées, les vents marins n'apparaissent absolument que l'été ou le régime général des vents est presque nul. [18]



(a) - Le jour : Brise de mer **(b) - La nuit :** Brise de terre

Figure II.16- phénomène de brises côtières [18]

1.3.3. Brise de campagne

La différence de température se fait dans ce cas entre la ville et la campagne, est ce gradient thermique s'appelle "l'ilot de chaleur urbain", il est beaucoup plus fort durant la nuit. Ce gradient produise une circulation thermique dans la couche limite vers la ville. Cette circulation amène la pollution issue de la campagne vers la ville et peut multiplier le problème de pollution au-dessus de la ville dans les cas de haute pression stagnante, ce qui s'avère très dangereux .[18]

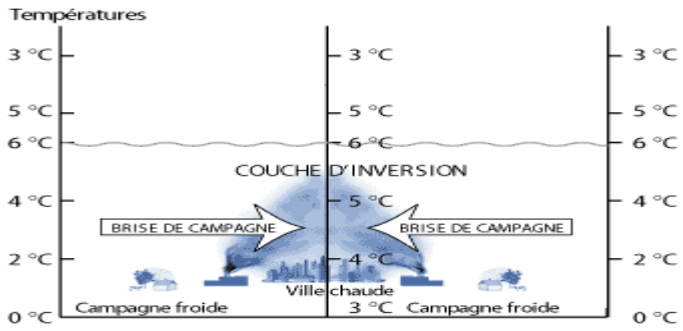


Figure II.17- ilot de chaleur urbain [18]

2. Notion d'échèles pour l'étude de la dispersion

2.1. Transport de polluants et effet d'échelles

Les écoulements atmosphériques avec les phénomènes qui y sont joints sont classés en quatre catégories selon leur dimension horizontale :

- Macro échelle (1000km et plus)
- Échelle synoptique (± 1000km)
- Méso échelle (1km à centaines de km)
- (Micro échelle (mm à 5km).

La dispersion des polluants sont dirigés par les systèmes atmosphériques couvrant tout le spectre des dimensions horizontales.

Les polluants émis par une source sont d'abord dispersés dans quelque mètres c'est-à-dire **à micro échelle**. La présence des circulation**s à méso échelle** influencent leurs transports et diffusions (exemple: cas d'un îlot de chaleur urbain). Si les polluants sont de nature visqueuse, ils peuvent déplacer plus loin à **l'échelle**

synoptique, son écoulement est influencé par le système caractérisant cet échelle tels que les cyclones et anticyclones qui déterminent les trajectoires principales pour le transport à travers le continent. Finalement, la circulation **à macro échelle**, comme les courants jets, transporte les polluants à travers l'hémisphère. [18]

2.2. Le choix d'échelles

Autre que l'échèles spatiale de dispersion, il existe des échèles de temps qui sont bien relies aux premiers. En effet, le phénomène de dispersion atmosphérique se décline selon différentes échelles d'espace et de temps. Dans l'étude de la dispersion, il est nécessaire de définir les limites du domaine étudie (échèle spatiale), et l'échelé du temps correspondant, ainsi les phénomènes mise en jeu. [19]

2.2. 1. Micro-échelle ou méso-échelle

Ces échelles sont utilisées pour décrire une pollution de proximité d'une source pollueuse (pollution locale) dont l'échelle de temps est de l'ordre de **l'heure**. C'est le cas d'une pollution urbaine dans des agglomérations fortement peuplées c'est la que se situent la majorité des installations industrielles et thermiques.ces sources sont susceptibles d'engendrer des accédants techniques qui provoquent des dégâts environnementaux et conduisent à des pollutions locales très intense touches directement l'être humain.

2.2. 2. Echelle régionale

Cette échelle a l'autorité d'étudie les pollutions qui se forme à des centaines de kilomètres de leurs sources, c'est le cas d'une pollution photochimique et celle de l'acidification. Le temps adapté pour étudier la pollution à l'échelle régional est de l'ordre de quelques **jours**. [19]

2.2. 3. Macro échelle

Utilisé en cas d'une pollution **planétaire** dont l'échelle de temps est de l'ordre quelques **mois** à quelques **années**. Parmi les types de pollution les plus étudies le problème de l'effet de serre, et plus particulièrement la destruction de l'ozone stratosphérique. [19]

Conclusion

Au cours de ce chapitre, il apparie clairement que la dispersion de polluant dans l'atmosphère est un phénomène très complexe, afin de le comprendre il est nécessaire de connaitre la structure de l'atmosphère avec ces états varies avec les systèmes physiques de l'environnement (topographie, relief, etc.) et les différents systèmes météorologiques (vent, soleil,…etc) couvrant tout le spectre des échelles de grandeurs.

La dispersion turbulente de polluants se produise dans la CLA, elle est influencée par plusieurs paramètres physiques et climatiques. L'étude de pollution est divisée sur des échelles spatiales et temporelles bien déterminés.

Introduction

Plusieurs méthodes sont élaborées pour quantifier les polluants depuis leurs sources, les mesures sur terrain avec des capteurs électronique calibrés étaient depuis longtemps utilisées. Aujourd'hui, la simulation numérique vient en complément ces mesures. La modélisation s'appuis sur l'un des deux approches suivants: la méthode Gaussienne qui projette des expressions analytiques de panaches de polluants sur les domaines d'études et l'approche Eulérienne tridimensionnelle.

Partie 1: Etude de la dispersion atmosphérique

1. Les études environnementales

Les études environnementales sont des études qui permettent de quantifier les nuisances engendrés par une source pollueuse quelconque dans d'une zone particulière. Ces études peuvent être réalisées par une modélisation numérique ou bien par des mesures captées directement les polluants prés de la source émettrice.

Ce type des études est réalisé pour identifier les niveaux d'exposition des populations, il est aussi très utile pour des études épidémiologiques.

Les résultats obtenues expriment des concentrations en polluants par unité de volume de milieu environnemental étudie, elle est en mg ou µg /m^3 d'air ou /kg de sol ou /L d'eau, etc .[19]

2.2. Etude de la dispersion atmosphérique

Plusieurs approches sont utilisés lors l'étude de la dispersion des polluants :

- La réalisation d'essais en grandeur réelle;
- La simulation sur maquette (échelle réduite);
- La simulation numérique.

2 .1. Essais en grandeur réelle

Les mesures sur terrains peuvent être utilisé pour évaluer la dispersion sur une zone donnée ([essai de L. F. Richardson, 1922], [Simulation en veine hydraulique, Groupe de Météorologie Expérimentale et Instrumentale]).

De point de vue économique et technique, ces essais sont relativement coûteux (instruments de capture, systèmes d'éjection, main d'œuvre, site disponible

pour la réalisation de ces essais). À ces contraintes, on ajoute l'impossibilité de maîtriser les situations météorologiques. [19]

2.2. Essais à échelle réduite

Se sont des essais qui se font généralement sur une maquette représente le domaine d'étude en échelle réduite qui est de l'ordre du 1/50 (Simulation en soufflerie Maquette du site nucléaire du Bugey – ECL [Mejean, 2005]). Les essais sont pour représenter un phénomène identique à ce que l'on observait dans la réalité en utilisant le même système d'équations utilisés pour les essais en échelle réelle, cela est possible en assurant la conservation de grandeurs adimensionnelles de manière à garder le pour les essais en grandeur réelle et ceux à échelle réduite. [19]

2 .3. Code de calcul mathématique

Les outils de modélisation **numérique** sont capables de traiter les différents mécanismes caractérisant la dispersion atmosphérique aux différentes échelles spatiales et temporelles. Les modèles numériques utilisés peuvent être classé selon les catégories suivant:

- des modèles dite **statistiques**, basés sur des équations déterminées empiriquement pour calculer les grandeurs physiques liées à la dispersion des espères polluantes dans l'atmosphère (vent ,turbulence, etc.).
- des modèles dite **déterministes**, basés sur les équations fondamentales des écoulements atmosphérique en introduisant les données de quelques grandeurs physiques qui décrient les mécanismes physiques de la dispersion.

Touts ces modèles sont appuient sur l'un des deux approches suivantes:

- L'approche **Eulérienne**, consiste à étudier la variation de concentration par exemple dans un repère fixe dans une grille à plusieurs dimensions.
- L'approche **Lagrangienne,** consiste à déterminer la variation en concentration d'une particule le long de son trajet décrit lors de son mouvement.

Les modèles dites **intégrés** sont des modèles qui utilisent en parallèle les deux approches **Eulérienne** et **Lagrangienne** ou des modèles statistiques et déterministes. Exemple, il existe des modèles intégrés qui utilisent une approche

eulérienne pour le calcul des grandeurs physiques des champs météorologiques (température, vent,…etc.) et une approche lagrangienne pour déterminer les paramètres de la dispersion atmosphérique (concentration). [19]

2 .3 .1. Les modèles CFD

modèles CFD (Computational Fluid Dynamics), aussi appelés Modèle de mécanique des fluides numériques (MFN), sont des modèles basés basent sur les trois principes fondamentaux suivants: la conservation de la masse, la conservation de l'énergie et la seconde loi de Newton.

Ces trois principes forment les équations de Navier-Stokes qui sont des équations aux dérivées partielles non-linéaires. À ces équations en ajoute des autres équations selon la nature de recherche, pour notre cas, l'équation de transport des espèces polluantes à disperser est nécessaire pour mesurer ces concentrations aux points désirés du domaine étudie. [20]

Les outils numériques tridimensionnels CFD sont d'applicables sur un champ très vaste ou on peut prendre en compte l'existence des sources multiples ou des débits variables. L'application de ce type des modèles nécessite des données complètes bien déterminés et plus précises (données d'entrés). La précision de résultat dépend de la méthode de résolution (volumes finis, différences finies et éléments finis), du type de maillage utilisé et de la critère de convergence utilisée.

Ces modèles sont généralement conçues pour étudier la dispersion lors de conditions météorologiques distinctifs. Parmi ces modèles, On peut également citer le modèle FLUENT (Fluent Inc., 200\) faisant partie des modèles de Mm. Van der Hoven (1957) a analysé le spectre d'énergie cinétique en fonction de la période des processus atmosphériques.

a) Limitations des modèles CFD:

- Nécessite des données d'entrée plus précise ;
- Temps d'excusions très important : de quelques heures à plusieurs jours;
- Difficulté de détermination des champs du vent en conditions aux limites à partir de données locales (stations météorologiques). [20]

b) Avantages et domaines d'utilisation des modèles CFD:

L'utilisation de modèles **CFD** pour la description du phénomène de dispersion d'un polluant dans l'atmosphère possède de nombreux avantages par rapport à des expérimentations :

- gestion des cas d'urgence
- mise en évidence de phénomènes locaux
- dispersion autour des bâtis (phénomène très complexe).

3. Principe des modélisations

3.1. Quantification des nuisances

Avant chaque modélisation, il est nécessaire de faire une description précise des sources émettrices, la nature des polluants émis et ces valeurs en concentration pour la quantification de risques et de gestion d'alerte en mode opérationnel. [20]

3.2. Les différents processus

Plus à la description détaillé de la source émettrice, il est nécessaire de faire un calcul détaillé et précise de touts les paramètres qui décrivent les différentes processus de dispersion, tels que le vent, de la température, et de la turbulence, rugosité du sol... , Le vent comprend les mouvements d'air à une grande échelle. Dans la couche limite atmosphérique, le vent est responsable du transport des panaches qui peuvent déjà avoir une structure compliqué sous l'influence des reliefs et l'environnement global du domaine étudie. La turbulence est responsable au brassage des espèces, de la dilution et de l'élargissement des panaches. Elle comprend les études de dispersion dans des petites échelles. [20]

3.3. Facteurs de la dispersion

Parmi les facteurs importants qui ont une influence sur les différent mécanismes de dispersion des polluants, il existe des facteurs liées à l'émission tels que la géométrie du domaine et de la source et les paramètres thermodynamiques, d'autres liés à la dispersion et au transport comme le vent et la turbulence. Il y a des autres facteurs (conditions initiales et météorologie lors d'émissions, Propriétés physico-chimiques du polluants émis, topographie du domaine) qui influencent les processus de transformation tels que les réactions chimiques et le dépôt de polluants.

3.4. Equations

Les équations qui régissent la dispersion de polluants dans l'atmosphère sont les équations de Navier-Stokes, les équations décrivent les champs turbulents (conservation de l'énergie cinétique turbulente, dissipation turbulence….etc.).

La simulation de la dispersion est une étape essentielle de la modélisation 3D, il s'appuie sur la résolution des équations aux dérivées partielles qui nécessite d'un code de calcul ou logiciel qui basé sur un modèle numérique connu. [20]

Partie2: modélisation de dispersion par un modèle CFD

1. Introduction

Les méthodes CFD sont en plus en plus devenues des outils très utiles cela grâce au progrès continus de la mécanique des fluides et des méthodes numériques, ils sont très utilisés dans de plusieurs domaines de l'ingénierie. Dés le débit des années 1970, ces techniques ont été utilisés pour étudier les écoulements d'air autour les bâtiments. Ces outils sont devenus plus flexibles et moins coûteuses que les méthodes expérimentales, ils donnent une description détaillée de la distribution spatiale et temporelle des paramètres physiques de la dispersion de polluants comme la vitesse d'air, la température ainsi que la concentration en polluant.

De plus, ils fournissent des possibilités de modélisation pour un vaste domaine. Ils fournissent aussi la possibilité de combiner l'écoulement de fluide à d'autres phénomènes physiques comme le transfert de chaleur, le transport de polluants ou encore les réactions chimiques. Le calcul par le code CFD peut se faire en régime permanant ou en régime transitoire.

2. Mise en équation

La dispersion ou transport de polluant est représenté par la loi de conservation de mouvement. Cette équation peut être résolue de manière couplée avec les équations régissant le mouvement des fluides. Pour notre travail, la résolution de ces équations se faite on fait appelle au code de calcul Fluent, commercialisé par **Fluent Inc.**, dans sa version structurée 6.1.22 [Fluent 6.0, user's guide, 2001]. [21]

3. Equation régissant le mouvement d'un fluide

On considère l'état macroscopique du fluide contenu dans un élément de volume, Chaque élément de volume est caractérisé par ses variables d'état : masse volumique pression, vitesse et température. De plus, on utilise **l'approximation de Boussinesq** qui exprime la variation de densité en fonction de température. [21]

3.1. Equations de Navier Stokes

En appliquant la loi de la conservation de la masse et la seconde loi de Newton, à partir d'un bilan sur un petit élément de volume (échelle mésoscopique), on peut écrire ces deux lois sous forme différentielle.

Dans le cas d'un fluide Newtonien incompressible les deux lois sont décrites respectivement dans les équations (3.1), et (3.2) à (3.4). Ce système de quatre équations forme les équations de Navier Stokes.

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div}\,(\rho \bar{u}) = 0 \qquad (3.1)$$

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + \text{div}\,(\rho u \bar{u}) = -\frac{\partial p}{\partial x} + \text{div}\,[\mu\ \text{grad}\,(u)] \qquad 3.2$$

$$\frac{\partial(\rho v)}{\partial t} + \text{div}\,(\rho v \bar{u}) = -\frac{\partial p}{\partial y} + \text{div}\,[\mu\ \text{grad}\,(v)] \quad \ldots\ldots\ldots 3.3$$

$$\frac{\partial(\rho w)}{\partial t} + \text{div}\,(\rho w \bar{u}) = -\frac{\partial p}{\partial z} + \text{div}\,[\mu\ \text{grad}\,(w)] + \bar{g} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 3.4$$

à ces équations s'ajoute l'équation de transport de l'espèce polluante:

$$\left(\frac{\partial c_i}{\partial t} + \text{div}\,(V c_i)\right) = \text{div}\,(\rho K \nabla \rho\, c_i) + \left(c_i(x, +(t+1)) - c_i(x, t)\right) + S_i(x, t) \quad \ldots\ldots\ldots (3.5)$$

$$\left(\text{Advection} + \text{diffusion turbulente}\right) = \text{La chimie en phase gazeuse} + \text{balayage} + \text{sources de volume}$$

3.2. Modélisation de la turbulence

3.2.1 Caractéristiques d'un écoulement turbulent

La plupart des écoulements rencontrés en ingénierie sont turbulents. De tels écoulements sont caractérisés par des valeurs importantes du nombre de Reynolds. Ce nombre est formulé dans l'équation (3.6). Ici, U et L sont respectivement une vitesse et une longueur caractéristiques de l'écoulement. [21]

$$Re = \frac{\rho UL}{\mu} \quad \text{.....3.6}$$

- Si le nombre de Reynolds est inférieur à la valeur critique (aux alentours de 2000) l'écoulement est laminaire, c'est-à-dire que les grandeurs physiques qui le caractérisent (vitesses, pression) sont stables dans le temps. ce régime se caractérise notamment par une faible diffusion thermique et chimique (chaleur, concentration, *etc*.).
- Si le nombre de Reynolds est supérieur à la valeur critique, l'écoulement devient turbulent. La valeur critique au delà de laquelle l'écoulement est turbulent est en général dans l'intervalle 2000 – 4000 mais peut également être beaucoup plus grande (jusqu'à 70 000) dans le cas d'écoulements peu perturbés (Bailly & Comte-Bellot, 2003).Un écoulement turbulent présente un caractère aléatoire et perturbé, ce qui se caractérise par des vitesses et pression non stationnaires (valeurs moyennes et fluctuation, figure VI.1) [21]

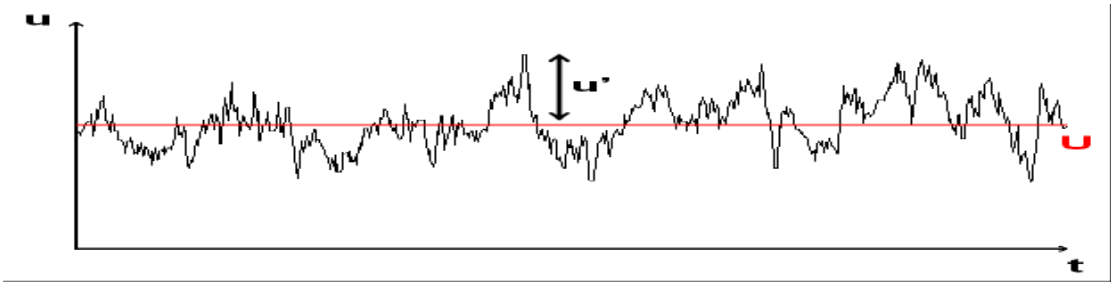


Figure III.1- Mesure typique de la vitesse instantanée d'un écoulement turbulent (vélocimétrie acoustique Doppler). [21]

3.3. Equations de Reynolds

Les valeurs instantanées d'un écoulement turbulent peuvent être décomposées en une valeur moyenne et une valeur fluctuante. Cette décomposition,

appelée décomposition de Reynolds, est écrite pour une composante de la vitesse dans les équations (3.6) et (3.7).

$$U = \frac{1}{\Delta t} \int_0^{\Delta t} u(t)\, dt \quad \text{.....3.7}$$

$$u'(t) = u(t) - U \text{.....3.8}$$

Dans ces équations, U est la vitesse moyenne ; u, la vitesse instantanée ; et u', la vitesse fluctuante. Le même type d'écriture peut être effectué pour les deux autres composantes de la vitesse ainsi que pour la pression et la température. En introduisant cette décomposition dans les équations de Navier Stokes, puis en intégrant temporellement celles-ci entre 0 et l'infini, on obtient les équations de Reynolds d'un fluide Newtonien compressible, comme écrit dans les équations (3.9) à (3.12).

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div}(\rho U) = 0 \quad \text{..... (3.9)}$$

$$\frac{\partial(\rho U)}{\partial t} + \text{div}(\rho U \bar{U}) = -\frac{\partial p}{\partial x} + \text{div}[\mu \text{ grad}(U)] + \left(-\rho \overline{uu} - \rho \overline{uv'} - \rho \overline{uw'} \right) \text{..... (3.10)}$$

$$\frac{\partial(\rho V)}{\partial t} + \text{div}(\rho V \bar{U}) = -\frac{\partial p}{\partial y} \text{ div}[\mu \text{ grad}(V)] + \left(-\rho \overline{uv'} - \rho \overline{v'v'} - \rho \overline{v'w'} \text{.....} \right) \text{(3.11)}$$

$$\frac{\partial(\rho W)}{\partial t} + \text{div}(\rho W \bar{U}) = -\frac{\partial p}{\partial z} + \text{div}[\mu \text{ grad}(W)] + \left(-\rho \overline{uw'} - \rho \overline{v'w'} - \rho \overline{w'w'} + g \right) \text{.....(3.12)}$$

Les six termes (**-** $\rho \overline{uv'}$, - $\rho \overline{uw'}$, - $\rho \overline{uu'}$ **,-** $\rho \overline{v'v'}$, - $\rho \overline{w'v'}$ et - $\rho \overline{w'w'}$) constituent les **contraintes de Reynolds**. À cette étape, on a quatre équations présentant dix inconnues : le vecteur vitesse moyenne **U** (trois inconnues), la pression moyenne P (une inconnue), et les contraintes de Reynolds (six inconnues). Un **modèle de turbulence** est nécessaire pour fermer ce système. [21]

3.4. Les modèles de turbulence

La plupart des modèles classiques de turbulence utilisent l'hypothèse de **Boussinesq** qui modélise les contraintes de Reynolds par une force de viscosité,

comme écrit dans l'équation (3.13) pour la contrainte de Reynolds en u' et v'. Ici, μ_t est la viscosité turbulente dynamique.

$$- \rho \overline{u'v'} = \mu_t \left(\frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right) \quad \text{3.13}$$

Une fois connue l'expression de la viscosité turbulente, le système des équations sera fermé et pourra alors être résolu. Il existe plusieurs modèles pour ce terme:

IV. 3.4.1 Modèle k-ε

C'est un modèle à deux équations qui introduise deux nouvelles grandeurs, l'énergie cinétique turbulente et son taux de dissipation par unité de masse, k et ε.

La viscosité turbulente est définie par l'équation suivante :

$$k = 1/2 \left(\rho \overline{u'u'} + \rho \overline{v'v'} + \rho \overline{w'w'} \right) \quad \text{3.14}$$

k: représente l'énergie cinétique des fluctuations de vitesse.

Pour des plus petites structures turbulentes, la dissipation de l'énergie cinétique est donnée dans les deux équations (3.15) et (3.16) (expressions similaires pour e'_{yy}, e'_{zz}, e'_{xz} et e'_{yz}).

$$e'_{xx} = \frac{\partial u'}{\partial x} \quad \text{3.15}$$

$$e'_{xy} = 1/2 \left(\frac{\partial u'}{\partial y} + \frac{\partial v'}{\partial x} \right) \quad \text{3.16}$$

L'expression du taux de dissipation de l'énergie cinétique turbulente par unité de masse est donnée par l'équation (3.17).

$$\varepsilon = 2 \frac{\mu}{\rho} \left(\overline{e'^2_{xx}} + \overline{e'^2_{yy}} + \overline{e'^2_{zz}} + 2\overline{e'^2_{xy}} + 2\overline{e'^2_{xz}} + 2\overline{e'^2_{yz}} \right) \quad \text{3.17}$$

Les transports de k et ε sont régis par deux expressions similaires. Seule la forme en est donnée dans l'équation (3.18).

Taux de variation de k (ou ε) + Transport de k (ou ε) par convection

= Transport de k (ou ε) par diffusion + Taux de production de k (ou ε)
- Taux de destruction de k (ou ε) …… 3.18

La viscosité turbulente dynamique prend alors l'expression décrit dans l'équation (3.19), où quatre autres valeurs interviennent dans ce modèle.

$$\mu_t = \rho C_\mu \frac{k^2}{\varepsilon} \qquad \text{……..3.19}$$

C_μ est un coefficient déterminé empiriquement, il lie la viscosité turbulente avec le rapport k^2/ε. $C_{1\varepsilon}$ et $C_{2\varepsilon}$, ces deux constantes interviennent respectivement dans les taux de production et de destruction de ε.

C_μ	σ_k	σ_ε	$C_{1\varepsilon}$	$C_{2\varepsilon}$
0.09	1.00	1.30	1.44	1.92

Tableau III.1- Les valeurs des paramètres du modèles k-ε standard selon Fluent [21]

A cause de sa simplicité (Seulement deux équations de fermeture), le modèle k-ε possède une large validation. En plus de cette formulation standard, il en existe des variantes adaptées à certaines situations.

4. Résolution numérique des équations

4.1. Méthodes de discrétisation des EDP:

On obtient enfin un système d'équations aux dérivées partielles (EDP) qui ne peut pas être résolu analytiquement sauf dans des cas très simples. Les méthodes numériques discrétisent les EDP pour obtenir finalement un système sur une grille spatiale afin de les ramener à un système d'équations algébriques et différentielles non-linéaire facile à résoudre. Deux grandes familles de méthodes de discrétisation spatiale permettent de résoudre les équations de Navier-Stocks : la méthode des éléments finis et la méthode des volumes finis. [21]

4.1.1. Choix de la méthode de discrétisation:

Si les outils de calcul aux éléments finis a connu des difficultés lors de traitement des termes convectifs des équations de transport, de nouvelles méthodes

dite "stabilisées" permettent aujourd'hui de les rattraper. Toutefois, dans le domaine de simulation de la dispersion d'air autour les bâtiments, la méthode des volumes finis est la plus répandue. [21]

La méthode de volume finis consiste à intégrer les équations aux dérivées partielles sur un volume élémentaire de contrôle du fluide délimité par une maille de la grille de discrétisation. Une introduction de cette méthode est faite par Patancar en 1980, qui met en évidence des méthodes numériques pour la résolution de ces systèmes par des **méthodes itératives**.

Cette technique de résolution comporte trois étapes:

- Division du domaine en volumes de contrôle (maillage).
- Intégration des équations sur chaque volume de contrôle pour obtenir les équations algébriques de chaque composant (composantes de vitesse, pression, température, etc).
- Résolution des équations discrétisés.

4.1.2. La technique de volume de contrôle

Le principe de cette technique est de diviser le domaine en volume élémentaires de contrôle. Les nœuds du maillage sont placés au centre de ce volume de contrôle. Ce point "communique" avec ces quatre points voisins (**N, S, E et O**) à travers les quatre faces de son volume de contrôle est utilisé pour intégrer les equations de conservation.

Fluent utilise la technique de volumes finis pour résoudre les équations aux dérivées partielles présentées ci-dessus. Le maillage sert à divisé le volume de contrôle en cellules ou mailles. Chaque variable présente alors une valeur en chacun de ces volumes de contrôle. [22]

4.1.3. Maillage

Le maillage est une discrétisation de l'espace à étudie. Le domaine est constitue d'un ensemble de mailles (ou cellule) dans lesquelles les équations du problème seront résolues. Le pas d'espace est ici défini comme la taille caractéristique d'une maille. Le choix de type de maillage est nécessaire pour accélérer la

convergence et diminue le temps de calcul. Différents types de cellules existent: tétraèdre, hexaèdres, pentaèdres, nid d'abeille. La façon d'assemblage des cellules donne naissance à des maillages conformes, ou non, structurés ou non, orthogonaux ou non. Le logiciel utilisé pour cette simulation est le logiciel **Gambit** version 2.2.30 [Gambit, 1998]. Les règles générales à suivre pour obtenir un bon maillage sont également décrites dans le guide d'utilisation du mailleur Gambit [Gambit 2 tutorial guide, 2001]. [22]

4.1.4. Discrétisation des EDP

Considérons l'équation de transport d'un scalaire Φ. Elle prend la forme générale de l'équation (3.20) où V est le volume de contrôle ; ρ, la masse volumique ; **u**, le vecteur vitesse ; **A**, le vecteur normal à la surface ; Γ_Φ, le coefficient de diffusion du scalaire Φ ; et S_Φ, le terme source du scalaire Φ (Fluent, 2002).

$$\iiint_v \frac{\partial(\rho\Phi)}{\partial t} Dv + \oiint \rho \Phi \vec{u} . d\vec{A} = \oiint \Gamma_\Phi \, grad(\Phi) . d\vec{A} + \iiint_v S_\Phi \quad \text{..... 3.20}$$

Cette équation discrétisée prend une autre forme décrite dans l'équation (3.22). Ici, N_{faces} est le nombre de faces du volume de contrôle ; Φ_f, la valeur de Φ sur la face f; $\boldsymbol{\rho_f u_f}$. $\mathbf{A_f}$, le flux massique à travers la face f ; $\mathbf{A_f}$, le vecteur aire de la face f ; et V, le volume de contrôle.

$$\frac{\partial \rho\Phi}{\partial t} V + \sum_f^{N_{faces}} \rho_f \vec{u}_f \Phi_f . \vec{A}_f = \vec{V} + \sum_f^{N_{faces}} \Gamma_f \, grad(\Phi_f) . \vec{A}_f + S_\Phi \vec{V} \quad \text{..... 3.21}$$

4.1.4.1. Discrétisation spatiale

Par défaut, Fluent (2002) conserve les variables au centre des cellules. Cependant, dans l'équation (3.21), les variables au niveau des faces sont utiles. Un schéma d'interpolation à partir des valeurs centrales est alors nécessaire.

- Pour le second terme de la partie gauche de l'équation (3.21), Fluent (2002) utilise un schéma amont, c'est-à-dire que la valeur sur la face Φ_f provient de la valeur amont (selon le sens de la vitesse **u**).

- Pour un schéma amont du premier ordre, la valeur de la variable sur la face f est égale à la valeur Φ au centre de la cellule amont, comme écrit dans l'équation : $\Phi_f = \Phi$ ……3.22
- Pour un schéma amont de deuxième ordre, la valeur de Φ_f est calculée selon l'équation : $\Phi_f = \Phi + grad(\Phi).\vec{r}$ ……3.23

r est le vecteur déplacement entre le centre de la cellule amont et la surface.

D'autres schémas sont disponibles dans le code de calcul, parmi lesquels le schéma de discrétisation *power-Law* qui calcule la valeur sur la face à partir d'une équation monodimensionnelle de convection-diffusion, le schéma QUICK qui consiste en une moyenne pondérée du deuxième ordre, *etc*. (manuel d'utilisation de Fluent (2002)). [22]

Pour le terme de diffusion, c'est-à-dire le premier terme de la partie droite de l'équation (3.23), un schéma centré du deuxième ordre, comme écrit dans l'équation (3.24), est utilisée pour éviter la diffusion numérique. Ici, Φ_1 et Φ_2 sont respectivement les valeurs de la variable aux centres des cellules adjacentes à la face f **r**1 et **r**2, les vecteurs déplacements entre les centres des cellules adjacentes et la face f.

$$\Phi_f = ½ (\Phi_1+\Phi_2) + ½ (grad(\Phi_1).\vec{r}_1 + grad(\Phi_2).\vec{r}_2) \quad \text{..... 3.24}$$

4.1.4.2. Discrétisation temporelle

Le premier terme de l'équation (3.24) est une dérivée temporelle. En utilisant la forme générique de l'équation (3.25), on peut discrétiser temporellement au premier ordre ou au deuxième ordre, comme écrit respectivement dans les équations (3.26) et (3.27). Ici, n+1 représente l'instant t+Δt ; n, l'instant t ; et n-1 l'instant t-Δt. [22]

$$\frac{\partial\Phi}{\partial t} = F(\Phi) \quad \text{……3.25}$$

$$\frac{\Phi^{n+1} - \Phi^n}{\Delta t} = F(\Phi) \quad \text{…….. 3.26}$$

$$\frac{3\Phi^{n+1} - 4\Phi^n + \Phi^{n-1}}{2\Delta t} = F(\Phi) \quad \text{…… 3.27}$$

Une fois choisi l'ordre de la discrétisation du terme de gauche dans l'équation (3.25), il faut choisir la méthode d'évaluation de $F(\Phi)$:

- soit à l'instant t (schéma explicite) : $F(\Phi^n)$,
- soit à l'instant $t+\Delta t$ (schéma implicite) : $F(\Phi^{n+1})$.

L'avantage d'un schéma implicite est qu'il est stable indépendamment du pas de temps, Δt.

4.1.4.3. Schémas d'interpolation

Il est nécessaire de fait appel à une méthode d'interpolation pour ce ramener à une équation où seule la grandeur scalaire Φ au centre du volume de contrôle intervient. Ils existent différents schémas d'interpolation, de précision variable, parmi lesquels on peut citer le schéma aux différences centrées, le schéma amont, le schéma exponentiel et le schéma loi de puissance dit "Power-Law".[22]

4.2. Paramètre de contrôle de la convergence

La façon d'obtenir une solution convergée est un des éléments nécessaires de prédictions d'écoulements au moyen du code CFD. Le code Fluent propose différentes méthodes pour accélérer la convergence. La convergence devient plus rapide si les conditions initiales sont bien estimées. [22]

4.2.1. Critères de convergence

La résolution numérique de type **CFD** nécessite un processus itératif. Les critères de convergence sont utilisés pour estimer la convergence du processus itératif. La convergence du processus itératif est déterminée par le concept du résidu. Les équations de bilan de masse et d'enthalpie sont dites convergées lorsque toutes les equations présentent un résidu inferieur à un seuil normalisé fixé. [22]

Après l'étape de discrétisation, l'équation de conservation d'une variable Φ donnée sur une cellule de centre P peut s'exprimer comme suit :

$$a_p \Phi_p = \sum_{nb} a_{nb} \Phi_{nb} + b \quad \text{3.28}$$

Ou a_p et a_{nb} représentent la contributions convectives et diffusives, L'indice nb est lie aux centres des cellules adjacentes, b représente la contribution de la partie constante du terme source Φ_Φ.

Le résidu normalisé a alors pour expression:

$$R^{\Phi} = \sum_{cells\ p} \left| \sum_{nb} a_{nb}\ \Phi_{nb} + b - a_p\ \Phi_p \right| \quad \text{.......................................}3.29$$

Ces expressions des résidus sont valables pour toutes les grandeurs sauf la pression. Dans le cas de cette grandeur, le résidu est déterminé à partir de l'équation de continuité:

$$R^{c} = \sum_{cells\ p} \left| \sum_{nb} \text{taux de création massique dans la cellule P} \right| \text{................................}3.30$$

Typiquement, la valeur seuil pour le résidu des équations de conservation de masse est prise égale à 10^{-3}, et celle correspondent à l'équation du bilan enthalpie(ou équation de l'énergie) est prise égale à 10^{-6}. [22]

4.2.2. Notion de sous-relaxation

À cause de la non linéarité des équations à résoudre, il s'avère la plupart du temps nécessaire de limiter la modification $\Delta\Phi$ de la variable Φ entre deux itérations, sous peine que le calcul ne diverge. Pour cela, un coefficient de sous relaxation, α, est donnés par l'utilisateur pour que la variable à l'itération n+1 soit égale à la variable à l'itération n plus une fraction de la correction calculée, comme écrit dans l'équation (3.31). Ici, Φ est la variable à l'itération n+1 ; Φ_{old}, la variable à l'itération n ; $\Delta\Phi$, la correction résultante de la résolution de l'équation.

$$\Phi = \Phi_{old} + \alpha\ \Delta\ \Phi \quad \text{...}3.31$$

Il n'existe pas règles générale qui décrive les meilleurs valeurs des coefficients de sous-relaxation mais il existe des recommandations, pour chacune des grandeurs, souvent appuie sur des essais empiriques. [23]

4.2.3. Autres techniques de contrôle de la convergence:

Un contrôle supplémentaire de la convergence consiste à calculer la somme de tous les flux sur le domaine de calcul. La somme de chacun de ces flux doit être égale à zéro pour se garantir d'une bonne convergence.

4.3. Conditions aux limites

La précision de calcul reliant à la bonne description des quantités physiques des frontières limitant le domaine de calcul. Il existe plusieurs conditions aux limites: conditions d'entrées ou de sorties d'air, des parois solides, des conditions de symétrie ou encore de frontières périodiques ou cycliques. [23]

4.3.1. Entrée d'air (écoulement imposé)

Pour nous travail, nous avons choisi la condition d'entrée avec vitesse (vitesse du vent); En entrée, une vitesse (*velocity inlet*) est généralement imposée sur toute la section de façon à imposer un débit. En général, on choisit une vitesse uniforme sur toute la section d'entrée. Dans le cas du modèle de turbulence k-ε, on peut choisir de renseigner par exemple l'énergie cinétique turbulente et son taux de dissipation. Ce type de conditions aux limites concerne les lieux ou l'écoulement entre (ou sort) avec une vitesse et une température connues. Pour ce type de conditions, il sera précisé: Les différentes composantes de vitesse et la température. [23]

4.3.2. Sortie d'air:

Il s'agit d'une condition de sortie du fluide pour laquelle le flux sortant du domaine de calcul serait égale au flux entrant. Parmi ce type de condition, on cite : sortie en pression, sortie en masse. [23]

4.3.3. Parois solide

Les parois solides sont utilisées pour séparer les différentes zones fluides et solides. Elles sont considérées comme imperméables à l'air et les vitesses d'air sont nulles au niveau des parois. Pour ce type de conditions aux limites, la première condition à imposer est la condition de "non glissement". Cette condition est appliquée à une paroi sous la forme d'un vecteur de vitesse nul et d'un gradient nul pour les autres variables de l'écoulement. Pour les murs des bâtiments, la condition *Wall* impose un flux normal à la surface égal à zéro. [23]

Les modèles de turbulence de type k-ε n'étant valides que dans des zones situent loin des parois, un traitement spécifique est nécessaire près des murs et du fond, plus précisément dans la couche limite.

Pour une meilleure convergence, Fluent utilise deux approches:

- **une première approche** consiste à mailler très finement la région proche du mur et à utiliser un modèle de turbulence adapté à la turbulence de paroi. Cette démarche possède un nombre de mailles en général très important.

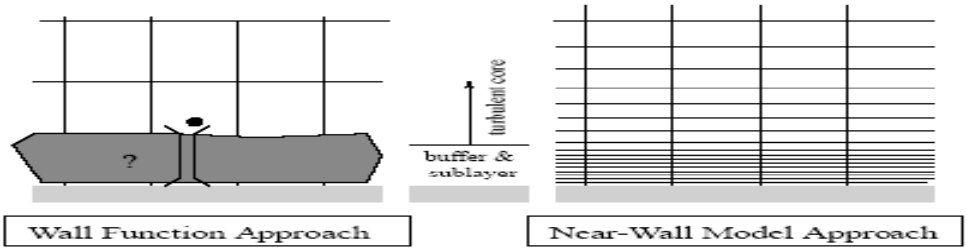


Figure III. 2 - Les deux approches de traitement pour la zone proche d'une paroi. D'après Fluent (2002).

- **une seconde approche** consiste à utiliser des lois de paroi semi empiriques, illustrées sur la figure **III. 3,** cette méthode est plus généralement adoptée. Dans ce cas, la première couche de mailles doit englober toute la couche limite. Nous présentons ici les lois de paroi standards utilisées par le code de calcul (Fluent, 2002). Elles correspondent à un régime turbulent lisse.

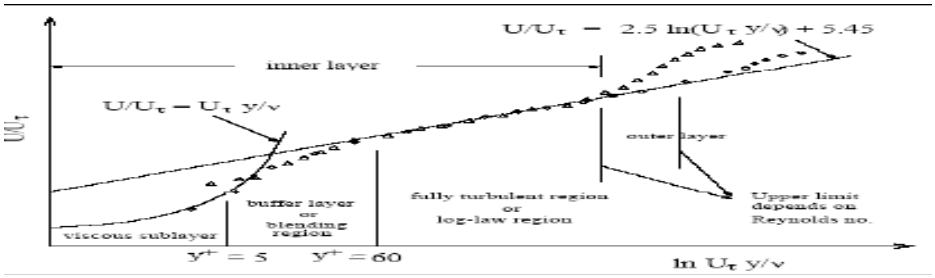


Figure III. 3 - Les trois zones de vitesse près d'une paroi. D'après Fluent (2002).

(Fluent, 2002) donne la vitesse proche de la paroi au moyen des grandeurs adimensionnelles définies dans les équations (3.32) et (3.33). Ici, U_P est la vitesse moyenne au point P situé à la distance y_P de la paroi ; C_μ, la constante du modèle de turbulence k-ε ; k_P, l'énergie cinétique turbulente au point P ; τ_w, la contrainte de cisaillement.

$$U^* = \frac{U_p C_\mu^{1/4} k_p^{1/2}}{\tau_w/\rho} \quad \text{.....3.32}$$

$$y^* = \frac{\rho C_\mu^{1/4} k_p^{1/2} y_p}{\mu} \quad \text{.....3.33}$$

Deux zones sont distinguées près de la paroi : la sous-couche laminaire et la zone turbulente avec la zone de transition qui situé entre les deux sous-couche premiers. La loi logarithmique, valide pour $30 < y^* < 300$, est employée par Fluent (2002) dès $y^* > 11.225$. Elle correspond à l'équation (3.34), dans laquelle κ et E sont des constantes dont les valeurs respectives sont 0.4187 et 9.793.

$$U^* = \frac{1}{K} \ln (E_y^*) \quad \text{.....3.34}$$

Dans la sous-couche laminaire ($y^* < 11.225$), les deux grandeurs définies précédemment sont reliées par l'équation : $U^* = y^*$ 3.35

4.4. Algorithme de résolution

L'algorithme de résolution est la méthode de résolution des équations discrétisées. Une résolution directe de toutes les équations en même temps menant normalement à la divergence du calcul en raison du terme de pression. des algorithmes découplant pression et vitesses ont été mis au point. **L'algorithme SIMPLE** proposé en 1972 par Patankar & Spalding, cité par Versteeg & Malalasekera (1995), ont proposé (*semi-implicit method for pressure-linked equations*). Il s'agit d'une méthode qui, sur la base de variables supposées, résout d'abord les équations de moments (deuxième loi de Newton) pour déterminer des corrections des vitesses. Ensuite, une équation dérivée de la conservation de la masse est résolue pour déterminer une correction de la pression. Les vitesses et la pression sont alors corrigées. Enfin, les équations restantes sont résolues pour déterminer les autres variables (variables de turbulence, fraction volumique, *etc*.). Les variables obtenues selon cette procédure sont alors injectées en entrée d'algorithme jusqu'à la convergence. [23]

D'autres algorithmes ont été construits sur la base de SIMPLE. Ainsi, Van Doormal & Raithby (1984), cité par Versteeg & Malalasekera (1995), ont proposé l'algorithme **SIMPLEC** (*SIMPLE-consistent*) qui néglige, dans les équations de correction des vitesses, des termes moins significatifs que ceux négliger par SIMPLE.

Issa (1986), cité par Versteeg & Malalasekera (1995), a proposé l'algorithme PISO, qui introduit une étape de correction supplémentaire. [23]

Conclusion

La modélisation est aujourd'hui largement utilisée dans les études environnementales pour l'évaluation de la dispersion de polluants dans l'atmosphère. Elle s'avère être un outil précieux pour l'évaluation a priori des conséquences d'une virtuel éjection de polluants. Les essais sur terrains et ceux à l'échelle réduite donnent des résultats plus réalistes mais ils restent moins utiliser car ils demandent des moyens humains et financier très couteux à faire. Quelques essais réalisés sont pris comme repères pour les modèles numériques.

La méthode CFD est aujourd'hui la modélisation numérique la plus représentative des phénomènes réelles vu qu'elle résous les équations de continuité, de quantité de mouvement, de l'énergie et de la concentration, tout en tenant compte du phénomène de turbulence .

Grâce à la recherche scientifique continue et le développement des fins opérationnelles, une multitude d'outils de capacités divers sont nées. Il convient de les utiliser à bon escient en veillant à garder un esprit critique sur les résultats obtenus.

Finalement le problème de la pollution atmosphérique est un problème multidisciplinaire qui demande l'effort d'ingénieurs, des chercheurs scientifiques, d'agences de protection environnementale et de médecins (études épidémiologiques).

Introduction

En Algérie, grâce à la croissance économique et le développent de mode de vie, le volume des ordures collectés sont sans cesse augmenter ce qui entraîne des problèmes de pollution critiques. La nature compliqué et hétérogène de ces déchets implique des difficultés pour leur traitement et leur gestion. La grande partie est mise aléatoirement en décharge, ce qui constitue une réelle et permanente menace pour l'environnement.

Ce chapitre a pour objectifs la quantification de la pollution des eaux souterraines, et la pollution de l'air par la décharge de la ville de Médéa et de son évolution au cours du temps pour contribuer à la création d'une base de données relatives à la pollution générée par les décharges publiques algériennes.

Partie1: présentation de wilaya de Médéa

1. Cartographie de la willaya de Médéa

1.1. Situation géographique

Le Chef lieu de la Wilaya de Médéa se situe à 88 Kms au Sud d'Alger, sur la route nationale N°01. Elle occupe une superficie de 8740 km^2, et comprend 19 Daïra, qui se décomposant en 64 communes.La commune de Médéa s'occupe une superficie de 203 km^2 .



Figure IV.1 – localisation géographiques de la wilaya de Médéa [24]

Médéa possède des frontières communes avec d'importantes Wilayas d'Algérie. Au Nord, avec la Wilaya de Blida, au Sud, la Wilaya de Djelfa, à l'Est

les Wilayas de M'sila et Bouira et à l'Ouest les Wilayas de Ain Defla et de Tissemsilt, et dispose d'un réseau routier de 3.619,06Km. [24]

1.2. Climat et relief

Situé au cœur de l'Atlas Tellien, Médéa est caractérisée par une haute altitude et un relief accidenté enserrant quelques plaines assez fertiles mais de faible élévation pour s'estomper ensuite aux frontière des hautes plaines steppiques, en une série de collines légèrement frisées. Une telle position stratégique a fait de Médéa une zone de transit principale et un trait d'union entre le Tel et le Sahara, d'une part, et entre les Hauts Plateaux de l'Est et ceux de l'Ouest, d'autre part. la température moyenne enregistrée est autour de 10 c° en hiver qu'en été, elle arrive jusqu'à 35 c°, la pluviométrie annuelle enregistrés est de 800 mm .

Le climat de la région de Médéa se différencie, cette distinction est due aux plusieurs facteurs :

- Sa position sur les monts de l'Atlas tellien
- Son altitude qui atteint 1240 m au dessus du niveau de la mer (sommet de Benchicao).
- Son exposition aux vents et aux vagues de courants venant de l'Ouest

Tous ces facteurs ont fait que Médéa dispose d'un climat méditerranéen semi continental, froid et humide en hiver, tempéré au printemps et chaud et sec en été.

Médéa reçoit une quantité considérable de pluie atteignant 800 mm par an, avec une moyenne de pluviométrie élevée, particulièrement en décembre, Janvier et février. La neige quant à elle, recouvre régulièrement les hauteurs de Benchicao, situées à une altitude de 1240 m, Taguenssa commune d'Ouled Hellal et Ain Diss à la commune d'Ain Boucif. [24]

1.3. Ressources naturelles

La région de Médéa offre des sites très intéressants par leurs variétés.

- Au nord se dresse le DJEBEL TAMEZGUIDA au sommet duquel, enfoui au cœur de la forêt, miroite un splendide lac.

- A l'ouest, au gré des vallons se déroulent à l'infini les CHAABS, véritable curiosité pour vos yeux avides d'immobilité et d'espaces nus.
- Au sud, vous verrez au loin les plateaux et collines de BOGHAR, il vous viendra alors cette envie mystérieuse de faire le sud.

Mais pour les amateurs de la nature, le spectacle commence sur la route de la CHIFFA, au creux des montagnes, vous y trouverez ces chutes d'eau quitombent en cascades, histoire de vous rafraîchir et de découvrir les tribus de singes MUGOT qui peuplent ces montagnes. [24]

1.3.1. Ressources hydrauliques

1.3.1.1. Les eaux de surfaces

Médéa possède un réseau hydrographique qui caractérise par un écoulement très rapide dû au relief en pente (région montagneuse) et une précipitation violente pendant l'hiver. Le plateau de Médéa est allongé entre deux grands bassins versant:

- **le premier au nord**, c'est le bassin de l'oued chiffa alimenté par l'oued Ali et l'oued Mouzaia à moins de 500 m d'altitude;
- **Le second au sud**, c'est le bassin de l'oued Harch à moins de 600m d'altitude; la périphérie de ce plateau est creusé par des oueds formant des bassins secondaires, ces derniers débutent par un sommet principale au bout nord du plateau partagent les eaux des pluies en deux direction :
- une vers le nord en pente accentuée ou l'on trouve les bassins suivants, De l'est à l'oust : oued Boulmaia, si Abdallah et Béni-Atalli, oued tigazine de n'site, qui drainent vers oued Chiffa.
- seconde direction est de pente faible, ou l'on trouve les bassins suivants:

Oued aboucha, Baccoura, Mztiréne, Bel Zouigui et Oued Madjouna qui drainent vers l'oued Harch aboutissant vers Oued Chélif.

1.3.1.2. Les eaux souterraines

Médéa ne possède que des aquifères peu larges aux ressources très limités qui ne couvrent pas d'études importantes. Le sens général de l'écoulement des eaux peut classer en: la partie Ouest – est qui correspond aux zones les plus élevées à dominances sableuses (plateau de Médéa). À partir de ce sommet, les eaux tiennent deux directions contraires, l'une vers le nord-est alimentant l'oued Chiffa, l'autre vers le sud- ouest alimentant l'oued Harch. Plusieurs barrages sont constitués pour

mobiliser les eaux de superficielles (Ghrib de 280Hm^3, Boughazoul de 50 Hm^3) et environ 50 contenues collinaires existent sur le territoire de la wilaya.

La capacité totale des barrages et retenues collinaires sont données dans le tableau suivant:

Ouvrages	Nombre	Capacité(en m^3)
Petits Barrages	20	27.967.000
Retenues collinaires	50	3.827.000.
Capacité total	70	31.794.000.

Tableau IV.1- capacité totale des barrages et retenues collinaires [25]

1.3.2. L'espace vital

L'espace vital de la Wilaya de Médéa se compose de quatre principales zones qui sont

1.3.2.1. La zone montagneuse

Cette zone est formée par une chaîne montagneuse qui limite la partie ouest et nord de la Wilaya. Cette zone s'étend des sommets de l'Ouarsenis jusqu'à Tablat. Elle se caractérise par une large couverture forestière et un faible taux de densité démographique.

1.3.2.2. La zone Tellienne

Terre agricole situe au milieu de la wilaya, notamment la culture de la vigne qui produit différentes variétés de raisin, en plus des agrumes de toutes sortes dont principalement les pommes. Cette zone est également connue pour ses riches pâturages au bord des oueds et des courants d'eau.

1.3.2.3. La zone des plaines

Elle comprend les plaines de Béni Slimane et de M'Rachda qui se situent au milieu de la zone tellienne. Ces plaines se distinguent par la culture des arbres fruitiers et l'élevage.

1.3.2.4. La zone du Sud

Cette zone se caractérise par l'irrégularité de la pluviométrie. C'est la culture des céréales qui y est répandue en plus de l'élevage ovin, bovin et caprin.

1.3.3. Terres agricoles

La surface agricole totale est de l'ordre de 773.541 Ha , une surface agricole utile de 337.750 Ha et un relief correctement arrosé constituent des potentialités en vue de nouvelles pratiques de l'agriculture intensive et d'échelle . à cela, on ajoute l'activité pastorale pratiquée sur une étendue de parcours de plus de 200.000 Ha située dans la zone sud de la wilaya .[25]

1.3.4. Forêts

Médéa dispose d'une superficie forestière estimée à 161 320 hectares, se situant surtout à Tamezguida, Tablat, Berrouaghia, ouled brahim... etc. Les formations forestières de la wilaya donnent 40 % de forets soit 64000 Ha, 33 % De maquis (65.000 Ha et 19 %) de reboisement (32000 Ha). Les formations végétales issues essentiellement des peuplements naturels sont le pin d'Alep (51 %), chêne vert (24 %), peuplier, eucalyptus, cyprès et le pri pignon (23 %).

Cette richesse forestière qui représente 18,38 % de la superficie totale de la wilaya, a permis la prolifération de la faune, en particulier, le lièvre, le chat sauvage, la tourterelle et le canard, en plus d'autres animaux locaux tels que le Singe magot, le singe des Babors… etc. [25]

1.4. Population

1.4.1. Répartition de population

La population de la commune de Médéa était de 84 408 habitants lors du recensement de 1987 dont plus de 95 % chef lieu représentant 80249 habitants, le reste 5 % Eparpillées entre deux agglomérations secondaires (ben Atteli 1562 habitants, Rezarza 1561 habitants et les deux hameaux de la zone éparse avec un total de 1036 habitants.

L'estimation de la population en fin de 1995 confirme la tendance nationale constatée ou le taux d'accroissement est toujours en baisse passant 3.53 % en 1987 à 2.84 % en 1995, c'est ce qui donne une population total de 108 638 habitants dont 103 858 au chef lieu, 4194 en agglomérations secondaires et 586 en zones éparse. Ainsi, il apparait que la commune de Médéa est de loin la commune la plus peuplée de la wilaya. Aujourd'hui la wilaya compte environ 935 029 habitants dont159648 H au chef lieu avec une densité de 107 H/km^2. [26]

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2009
Population	123493	125938	128432	130975	133568	159648

Tableau IV.2- évolution de population dans la commune de Médéa [26]

1.4.2. Emploi

94.878 % de la somme totale de population de Médéa sont active. Le taux d'occupation est de 77,97 % et le taux de chômage est de 12,70 %. Occupant plus de 46 % de la population active, le secteur de l'agriculture connaît une importante dynamique. Les données de l'emploi font apparaître l'important effort de recrutement consenti par le secteur de l'administration.

Bien que difficile à appréhender, le niveau de l'emploi continue l'enregistrer des améliorations qui se sont traduites par une baisse du taux de chômage de 1.30 point, passant de 14 % à 12,70 %, soit 37.281 nouveaux emplois créés en l'espace d'une année. [27]

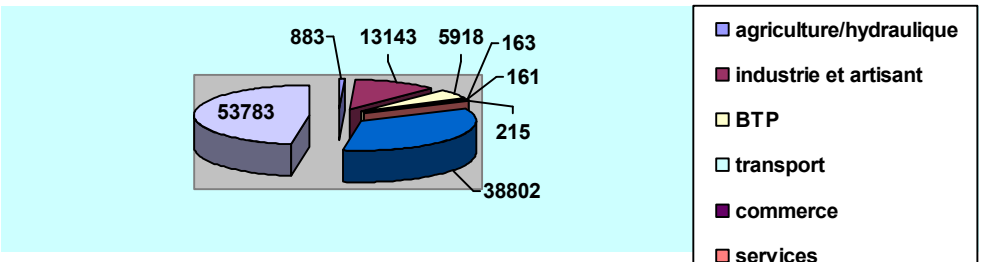


Figure IV. 2- Nombre d'emploi selon l'activité (secteur publique) [27]

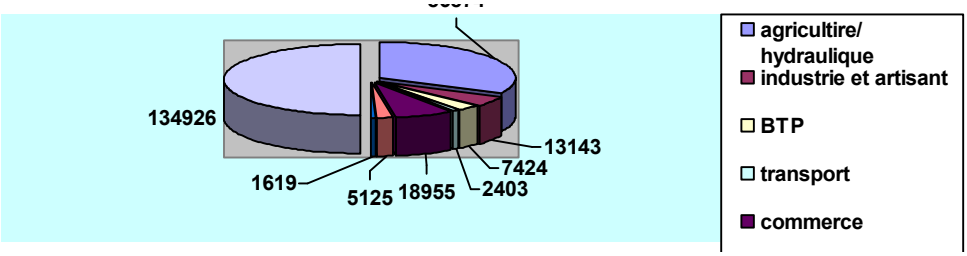


Figure IV. 3- Nombre d'emploi selon l'activité (secteur privé) [27]

1.4.3. Alimentation en eau potable

La commune de Médéa est alimentée alimentation d'eau potable à partir de pompages du barrage du Ghrib, des pompages de la Chiffa, des sources existantes et des forages.

La quantité journalière reçue du barrage Ghrib est de 7000 m^3, celle de la chiffa est de 1000 m^3. Les sources locales produisent 3000 m^3, soit une dotation journalière par habitant est de l'ordre de 189 litres. [27]

1.4.4. Réseau d'assainissement

L'évacuation des rejets se fait par sept exutoires aux oueds du versant sud de la ville et vers oued Lahrech qui relie le Chélif en aval du barrage Ghrib. Une station d'assainissement est prévue à proximité de cet oued pour éviter une contamination et une pollution du barrage. Actuellement, la commune de Médéa rejette un volume moyen de 24000 m^3 d'eaux usées.[28]

1.5. Infrastructures de base

Les infrastructures de base de la wilaya de Médéa se caractérisent par leur diversité et leur niveau de développement qui permettent à la Wilaya d'être en contact permanent avec les autres régions du territoire national. Ces infrastructures sont:

a) Electrification rurale: Le taux d'électrification rurale arrêté au 31/12/2007 est de 89,80 %.

b) Gaz Naturel: Dix agglomérations sont raccordées en gaz naturel, il s'agit de ; Médéa, Berrouaghia, Draa Smar, Benchicao, Ouzera, Boughezoul, Ain Boucif, Ouamri, Chellalet El-Adhouara et Kasr El-Boukhari (Soit un taux de pénétration est de 36%).

c)Réseau routier: La wilaya dispose d'un large réseau routier qui pénètre singulièrement les routes nationales N° 01 et 08 qui relient le Nord au Sud du pays, les routes nationales N°18 et N°40 qui relient l'Est à l'Ouest, ainsi qu'un réseau de routes de wilaya dont la longueur totale est de 976,70 Km, quant aux chemins communaux ils comptent une longueur de2357 Km. [28]

1.6. Commerce

La Wilaya compte quelques 3.992,02 Km de route dont plus de 61 % de chemins communaux. Le secteur compte 107 ouvrages d'art dont 47 situés sur des routes. [28]L'autre facteur de désenclavement est le développement des moyens de télécommunication. En effet, toutes les localités disposent de leurs propres infrastructures de collecte et de distribution de courrier telles les recettes et les

agences postales où sont également assurées toutes les liaisons téléphoniques. Pour ce faire, la Wilaya dispose de centraux d'une capacité de 55.408 lignes, un centre de transit numérique et un centre de télécommunication de radio maritime. Aux capacités existantes.

1.7. Agriculture

L'agriculture s'oriente vers la céréaliculture, arboricultures et viticulture. La commune dispose d'un potentiel sol important favorable aux cultures à sec. Le sol s'y prête aux cultures en intensif. Le cheptel de la wilaya de Médéa compte 40 474 bovins dont 90 % sont détenus par le secteur privé. Les 492 187 ovins. 61 660 caprins et de 14 168 équins sont eux aussi des propriétés privées dans la plupart des cas. Le secteur public en raison de manque de moyen technique ne possède qu'une très faible proportion du cheptel de la wilaya.

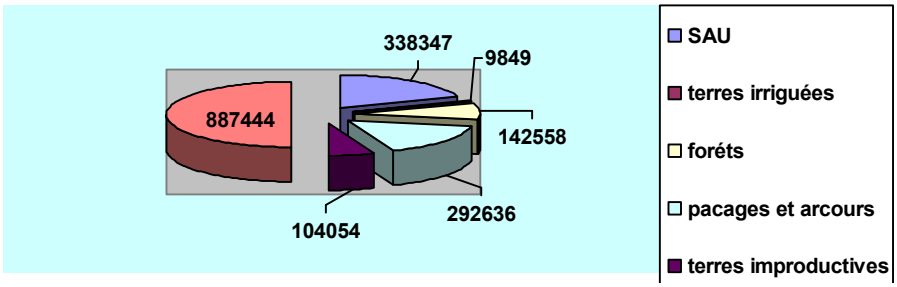


Figure IV.4- surface agricoles en Hectares

1.8. Industrie

Parmi les nombreuses unités industrielles se trouvent à Médéa, nous citerons : I' industrie pharmaceutique (Saidal) à Médéa, l'industrie mécanique à Berrouaghia, ainsi que les unités de produits agroalimentaires et les moulins à Ksar El Boukhari.

- En compte aussi dans la commune de Médéa, l'entreprise nationale du plastique et caoutchouc (ENPC). La briqueterie de Médéa ainsi que plusieurs artisans de chaussures et de matériaux de construction. [28]

1.9. Tourisme

A quelques 88 km au sud d'Alger, agrippée au flanc du DJEBEL NADOR, du haut de ses 950 m d'altitude, Médéa offre de larges étendues verdoyantes. Elle apprécie d'un climat méditerranéen : froid en hiver, chaud en été. La région de Médéa offre des sites touristiques forts intéressants par leurs variétés:

- Au nord se dresse le DJEBEL TAMEZGUIDA au crête duquel, caché au cœur de la forêt, miroite un splendide lac.
- A l'ouest, au gré des vallées s'étalent à l'infini les CHAABS, véritable curiosité pour vos yeux avides d'immobilité et d'espaces nus.
- Au sud, vous percevrez au loin des plateaux et sommets de BOGHAR.

Mais pour les amateurs de la nature, le spectacle commence sur la route de la CHIFFA, au creux des montagnes où on peut découvrir des agréables chutes d'eau qui tombent en cascades, et les tribus de singes MUGOT qui peuplent ces montagnes.

1.10. Artisans

La wilaya de Médéa est renommée par l'artisanat local :

- Artisanat d'arts (80 artisans).
- Artisanat de production de biens (404 artisans).
- Artisanat de produits de services (513 artisans).

à cela s'ajoute 19 coopératives dans les domaines de services et production de biens (Tapis, poterie, peinture sur soie, habits traditionnels). [28]

1.11. Potentialités touristiques

de Médéa, en peut citer les sites touristiques suivants:

- DAR EL AMIR ABDELKADER (site classée);
- HAOUCH EL BEY (non classée);
- Minaret Mosquée rouge (non classée);
- Aqueducs (non classée);
- Mosquée MALIKI (non classée). [28]

1.12. Perspectives de développement

La wilaya dispose également d'énormes possibilités d'investissement. La surface agricole totale de l'ordre de 773.541 Ha et une S.A.U de 337.750. L'activité rurale pratiquée sur une superficie est de plus de 200.000 Ha située dans la zone sud de la wilaya.

Le secteur touristique peut trouver dans les différents paysages un moyen d'expansion et d'investissement. Beaucoup de zones sont établies pour recueillir les investissements de production. En effet, pour la promotion de

l'investissement seul les grands centres urbains situés sur l'axe routier RN1 sont dotés de zones industrielles ou les grandes unités sont déjà implantées. [28]

1.13. Principales réalisations dans la wilaya de Médéa

Le nombre de petites et moyennes entreprises (PME) dans la wilaya de Médéa a enregistré une hausse de l'ordre de 8,87 % entre 2007 et 2008 à la faveur de l'important programme de développement affecté à la région au titre du plan quinquennal 2005-2009.

Cette hausse est due aussi aux multiples avantages fiscaux et financiers octroyés dans le cadre du programme de soutien au secteur de la PME. Cette évolution a permis de porter à 3.423 le nombre total d'entités économiques opérationnelles dans la région englobant 2.728 micros entreprises, 620 petites entreprises et sept moyennes entreprises. Ces entités économiques ont généré plus de 27.000 emplois, notamment dans le secteur du bâtiment et des travaux publics (BTP), fort de 1.698 entreprises, qui emploient plus de 67 % de la main d'œuvre globale, soit 18.393 ouvriers.

Les secteurs des services et de l'industrie de transformation, troisième pourvoyeur de main d'œuvre, juste derrière le secteur agricole et le BTP, offrent respectivement 4.060 et 3.073 emplois, concentrés en majorité au niveau des grandes agglomérations urbaines. Dans le domaine de l'enseignement supérieur, outre les 6.200 places pédagogiques et les 4.300 places d'hébergement déjà réceptionnées, un nouveau pôle universitaire doit être livré avant juin 2009 pour permettre son utilisation dès la prochaine rentrée universitaire et entamer, dans ce sillage, l'ouverture de nouvelles disciplines et filières à même d'absorber toutes les demandes émanant des futurs bacheliers. Le nouveau pôle universitaire dispose de blocs pédagogiques d'une capacité de 5.000 places et de structures d'hébergement pouvant accueillir 3.000 étudiants.

Le secteur de la santé s'est renforcé, pour sa part, de 8 établissements, ainsi que de 14 structures sanitaires de proximité portant à 231 le nombre global d'infrastructures sanitaires mises à la disposition de la population locale. Le programme d'équipement arrêté par la direction de la santé pour les prochaines années

prévoit également la réalisation d'une cinquantaine de structures sanitaires de proximité dont 26 nouvelles polycliniques, cinq maternités rurales et huit unités de dépistage sanitaire (UDS). [29]

2. Situation actuelle de Médéa

2.1. Contexte socio-économiques

Médéa subit de plein fouet, exacerbe et symbolise toute l'écume de l'imprévoyance montante de ces trois dernières décennies.

Aujourd'hui, c'est une commune en plein trouble conséquence d'un urbanisme incohérent. Qui occupe 1920 ha et s'étalant sur six km où s'entasse une population de quelque 110000 habitants, grande congestion d'activités et services ayant pratiquement détruit la fonction agricole de la périphérie.

En effet, une relecture de vingt ans de concentration infrastructurelle au niveau du seul chef-lieu de la wilaya sans approche urbaine, foncière et immobilière révèle une inquiétante accumulation de problèmes à plusieurs vitesses projetés sur grand écran: l'habitat occupe 70,7% de la surface totale dont 82% à titre individuel alors que le taux d'occupation du logement atteint le seuil critique de 7,60% - voire plus -.En termes prospectifs, les besoins en matière d'habitat pour les années 2005 et 2015 sont estimés respectivement à 3.462 et 6.413 **logements** soit un total de 9.875 unités.

Autre problème de taille celui des besoins en **eau potable** ; actuellement l'offre est de 25.964 m^3/jour alors que le déficit tourne autour de 5.864 m^3/jour. A moyen et long termes, la demande communale grimpera à 72.888 m^3/jour en accusant toujours un déficit démultiplié, c'est-à-dire 32.885 m^3/jour. [29]

2.2. Problèmes environnementaux

Comme toutes les villes algériennes, Médéa a connue ses dernières années des graves problèmes environnementaux, ces problèmes qui expliquent malheureusement notre choix de thème étudie.

2.2.1. Pollution due aux déchets solides

Une atmosphère polluée, des ordures ménagères et autres détritus éparpillés presque partout, n'épargnant pratiquement aucune des 64 communes de la wilaya. Une situation qui est la conséquence logique de la création de ces petites et moyennes entreprises industrielles dont certaines se caractérisent par la non-application des mesures et règlements régissant leurs activités, mais surtout de ces comportements quotidiens néfastes d'un grand nombre de citoyens et citoyennes qui n'accordent, ce qui est regrettable, aucune attention et aucune importance au paysage environnemental, dans lequel ils évoluent. La commission de l'APW chargée de l'agriculture et de la protection de l'environnement a donné quelques exemples, résultats de ses nombreuses sorties sur le terrain : jardins publics et autres espaces verts sont, pour la plupart, dans un état d'abandon avancé. [30]

Le laisser-aller caractérisé au niveau de la plupart des stations de lavage-graissage des véhicules et autres garages de mécanique dont souffrent les habitants des quartiers environnants, toutes sortes d'ordures qui entourent les ensembles d'habitations et les marchés des fruits et légumes notamment, les décharges sauvages qui sont créées de façon anarchique et qui se multiplient dans les centres urbains et qui attirent, chaque jour davantage, chiens et chats errants sans oublier la prolifération inquiétante des rats comme celle des moustiques en période estivale. [30]

2.2.2. Pollution des eaux

Les problèmes ne sont pas uniquement liés au logement, à l'emploi et à l'eau potable. Loin s'en faut. Selon la direction générale de l'environnement, les risques de pollution viennent aussi en aval : Oued Chiffa via Oued Sid Ali par l'extension nord de la ville ; oued Harbil (barrage Ghrib) par les projets du complexe pharmaceutique de Habril, sans compter les 117,5 tonnes de déchets solides qui s'amoncellent dans la décharge de Draâ Smar.

2.3. Problème sanitaire lies à la pollution

La situation est pire, pour ne pas dire catastrophiques, Une étude faite en 2007, par deux médecins spécialistes exerçant à Médéa, fait ressortir que les pathologies du

cancer, des allergies, de l'asthme, de l'eczéma ont subitement pris de l'ampleur dans la région, en raison de la dégradation de l'environnement par la pollution atmosphérique.

Ainsi d'ailleurs que la situation sanitaire préoccupante des quartiers Chelaâla et Gargaza classés zones à haut risque en matière des maladies à transmission hydriques MTH. [30]

3. Lutte contre la pollution

3.1. Réalisation

En 2007, un budget spécial a été élaborer dans le cadre de l'opération dite « Blanche Algérie » pour améliorer le cadre de vie des populations de la wilaya. Des projets d'espaces verts, des aires de jeux et des VRD (volontaire de ramassage de déchets) ont été réalisés au sein de quelques quartiers importants au niveau des grandes agglomérations, telles que Médéa, Berrouaghia, Ksar El Boukhari, Tablat, Beni Slimane et autres.

Parallèlement, l'OPGI avait entamé des actions de nettoyage, d'entretien et de ravalement des bâtiments relevant de sa gestion. La réussite de cette démarche a suscité un engouement au sein des locataires et copropriétaires qui ont adhéré à l'opération, tout en s'engageant à faire en sorte de garder les lieux propres.

Dans le cadre de la protection de l'environnement, la direction concernée a conclu des «contrats de performance» avec plusieurs entreprises industrielles dont Saïdal, Poval (vannes et pompes), EPRC (tuiles et briques), ERIAD, SOEXPLAT (sachets en plastique)... Les actions tendant à l'amélioration du cadre environnemental et à la sensibilisation des citoyens ont permis à la direction de l'Environnement, en coordination avec celles de la Jeunesse et des sports et de l'Education, la création de 24 associations environnementales, 37 clubs verts dans les établissements scolaires et 34 autres dans les maisons de Jeunes éparpillées à travers la wilaya de Médéa.

la commission de l'APW en charge de ce dossier de conclure ses recommandations par «une meilleure prise en charge des jardins publics et autres espaces verts», «la multiplication des campagnes de sensibilisation sur les gros dangers que représente la pollution, sous toutes ses formes, sur l'environnement» et

«l'organisation régulière de journées de volontariat d'hygiène et de nettoyage dans les quartiers et autour des bâtiments d'habitations OPGI en particulier».[DE, Médéa,2010]

3.2. Bilan

Le bilan du premier trimestre 2009 établi par la direction de l'environnement de Médéa fait ressortir 45 interventions sanctionnées par 2 fermetures et 8 avertissements. Au cours de ces opérations, 300 kilogrammes de sachets noirs ont été saisis. Par ailleurs, 2150 structures utilisant des produits dangereux (gaz toxiques, explosifs) ont été recentrés à travers la wilaya de Médéa. [DE, Médéa, 2010]

3.3. Investissements

Dans la même optique, une enveloppe financière de 10.920.000,00 DA a été répartie entre 23 communes pour différentes opérations environnementales devant générer la création de 364 emplois sur une durée de 9 mois. [DE, Médéa, 2010]

Partie2: présentation de la décharge publique de Médéa

1. La décharge publique de Draa Smar

La wilaya compte pourtant 43 décharges contrôlées qui ont été réalisées en 2006 dans le cadre des plans de développement local (PCD), Comme il y a lieu de signaler que l'Entreprise publique à caractère commercial (EPIC) chargée de la gestion du centre d'enfouissement technique (CET) des déchets ménagers et assimilés de Draa Smar, implanté à une dizaine de kilomètres à l'ouest de Médéa, mais qui n'est pas encore opérationnel. [33]

2. Situation géographique de la décharge

La décharge publique communale de Médéa est localisée à l'ouest de la ville au lieu dit Douar Ezzerga. Le site s'étend sur une superficie de plus de 7.5 ha, se présente sous forme de ravin dénudé de toute végétation. La décharge est distante d'environ 6.4 Km du chef lieu communal de Médéa, de 3.4 Km de Draa Smar et de 8.1 Km de Harbil. Cette décharge reçoit quotidiennement les déchets urbains des ces trois communes. [33]

Les limites du site de la décharge sont:

- au nord, la carrière d'argile de la briqueterie.
- Au sud, des terrains nus.
- A l'ouest, une « chaabat ».
- Et à l'est, la route nationale N° 18.



Figure IV.5-Situation géographique de la décharge(google)

1.2. Caractéristiques géologiques

Le site de la décharge est caractérisé par les formations suivantes:

Un ensemble d'argileux important d'âge miocène moyen à forte pente et d'une épaisseur très importante dépasse 500 m.



Figure IV.6-Vue générale de la décharge étudie (google)

Le nord du site se forme par des dépôts de pentes constituées par des argiles bleuâtres renfermant des intercalations de sable bleu ou des sièges de grés durs de même couleur d'une épaisseur comprise entre 20 et 60 m.

3. Nature de déchets au niveau de la décharge

Une étude réalisée en juillet 2002, pour décrire la nature des polluants collectés au niveau de la ville de Médéa. L'analyse a été effectuée par la direction de l'environnement de Médéa sur un échantillon de 200 kg a extrait aléatoirement de déchets collectés. Les résultats du tri manuel effectué au niveau de la décharge sont illustrés dans le tableau suivant:

Matière	quantité (kg)	%
matière organique	126	63
papier carton	10	5
plastique	3	1.5
métaux	5	2.5
textiles	-	-
verres	6	3
cuir	29	14.5
bois	-	-
déchets animaux	-	-
Autres (pierre..)	21	10.5
total	**200**	**100**

Tableau IV. 3- caractéristique de déchets de la décharge étudié [30]

D'après le tableau, la quantité de matières organiques reste toujours la plus grande que les autres composants de déchets.

4. gestion de déchets

La gestion des déchets de la commune de Médéa fait partie des attributions de l'APC. La décharge dispose d'un trax, se dernier est utilisé trois fois par semaine (samedi, lundi, mercredi) pour balayer les déchets évacué sur la plate forme de la décharge vers le ravin .Pour ce qui concerne le reste des équipements tel que pont

bascule, compacteur épandeur, atelier d'entretient clôture et portail sont inexistant. La surveillance de la décharge se fait seulement deux jours par semaine, par deux agents de gardiennage.

Le volume actuelle des déchets évacué au niveau de la décharge, ne peut être déterminé, vu que les déchets sont brûlés quotidiennement soit par les chiffonniers soit par les feux qui se déclarent à cause des gaz émanant de la décharge. [30]

5. La collecte

À cause de la disparition d'un matériel techniquement moins développé, la collecte de déchets au niveau de la commune de Médéa est assurée, tant bien que mal, la trop grande diversité des marques et des types pose de nombreux problèmes:

- La majorité des bennes tisseuses reçus en 2000, sont en panne à cause de l'absence d'un service après vente;
- l'habillement du personnel est actuellement très disparaître et mal adapté;
- les ateliers de maintenance sont très limités. pour les camions, elle se fait uniquement pour des petites pannes.

La collecte des déchets ménagers constitue un vrai problème pour la plupart des communes de la wilaya de Médéa. Le travail des éboueurs ne semble pas suffire pour changer grand-chose. Cette situation est aggravée par l'incivisme et l'insensibilité de certains habitants qui ne respectent pas les horaires d'enlèvement des ordures ménagères. Les responsables locaux affirment, sans détour, qu'aucune des solutions adéquate n'a pu être réalisée pour améliorer le ramassage des déchets ménagers.

6. Equipements techniques de la décharge

Les équipements techniques de la décharge de Draa Smar sont donnés dans le tableau suivant:

Type de camions	Nombre	Nombre de rotation /camion	quantité collectée
Commune de Médéa			
Camions à benne K120	4	2	20, 72
Camions Ampli roll K120	2	2	16,4

Camions Ampli roll K66	2	2	14	14
Camions RENAULT GLR190	1	2	6,3	
Camions RENAULT G 290	1	2	5,7	
Camions RENAULT JP 14	1	2	14,32	
Tracteurs agricoles	3	2	14	14
Tonnage collecté par jour			91,84	
C Commune de Draa Smar				
camions à benne k66	1	1	2,	2,5
Tracteur agricole	1	1	2,	2,5
T Tonnage collecté par jour			5	
Commune de Harbil				
Camions à benne K66	1	1	2,	2,5
Tonnage collecté par jour	2,5			
Nombre de livraison par jour	17			
Tonnage collecté par jour			99,34	

Tableau IV.4-Équipements techniques de la décharge [30]

7. Manques et problèmes

7.1. Manque d'hygiène

La décharge est exploitée d'une manière sauvage:

- Tous les types de déchets générés par les différentes sources (ménages, commerces, industrie) sont admis au niveau de la décharge sans aucun contrôle.
- L'absence de portail et de barrière laisse l'accès libre aux personnes étrangères.
- Les déchets évacués ne sont pas compactés ou recouvrés, ce qui favorise la prolifération continue des rongeurs et des insectes (mouches, moustiques, cafards) et attire les animaux dangereux (rats, chien errants et corbeau).

7.2. Trafic

Le trafic utilisé lors de l'exploitation de la décharge engendre des incidences sur le milieu environnant. Sur la voie publique, les camions peuvent causer des gênes tel que:

- Eparpillement et envol des déchets.
- Ralentissement de la circulation à cause de la lenteur des camions et tracteurs de collectes.

8. Effet sur l'environnement

8.1 Pollution de l'air

À cause de le non recouvrement et de le non compactage de déchets évacués qui sont sauvant de nature organique se qui accélérer sa dégradation (fermentation aérobie) surtout en été au la température accélérer le processus de fermentation. Cette décomposition engendre des émanations d'odeur nauséabonde qui senti aux alentours de la décharge, gaz très toxique surtout pour les personne travaillant dans la décharge, il se compose de dioxyde de carbone (CO2), du méthane (CH4), ainsi que des sous–produits de très mauvaise odeur tels quel' ammoniac NH3, l'hydrogène sulfuré (H2S), le nitrogène (N2).

La décharge se trouve souvent en feu et en fumées,provoquée soit spontanément à cause de la présence de déchets à caractères combustible (papier, plastique, matières organiques…etc.). Soit par les chiffonniers.Les fumées qui est chargées par le dioxyde de carbone (CO_2) et le monoxyde de carbone (CO) constituent un écran conséquent, autour de la décharge et entrainent des nuisances olfactives et une gêne visuelle pour le voisinage du site (RN N°18).

8.2. Risque de contamination des eaux souterraines

"Le site actuel de la décharge de Médéa se trouve sur des marnes et des argiles d'âge miocène. Il s'agit d'une formation très imperméable. Il n'existe pas de nappe au niveau et aux alentours immédiats du site de la décharge. Donc pas de risque de contamination des eaux souterraines." [DGE de Médéa, 1995].

8.3 Effet de la décharge sur la santé

Le mauvais état décrit précédemment engendre la prolifération de rongeurs, d'insectes, avec comme conséquence logique de graves risques de maladies, surtout en période d'été. Les odeurs émis par les déchets décomposé présentent un gêne pour les personnes qui prend la RN N°18.

La propriété de la ville et ses périphéries est plus que nécessaire pour préserver la santé de la population.

Conclusion

À travers ce chapitre, nous avons essayé de présenter la willaya de Médéa, et d'avoir une idée sur ces potentialités naturelles, humaines et économiques. Elle contient certainement des manques, mais néanmoins, elle dispose un progrés qui va de soit avec l'évolution rapide de la population de cette Wilaya .

Ce qui concerne le coté environnementale, on a constaté que la capacité de matière recyclable existe au niveau de la ville de Médéa, c'est l'organisation de la récupération de ces matières qui doit être mis en œuvre par le porte à porte, les déchèteries ou le centre de tri.

À travers cette étude, on a trouvé que la décharge de Draa Smar n'a aucun impact sur les eaux souterraines grâce à la nature géologique perméable de terre occupé par la décharge.

Les deux impacts qui sont visible pour tout le monde sont:

- des odeurs nauséabondes qui attaquent chacun traversent la route nationale N°18.
- Des fumées noires qui se diffusent vers les habitants voisinant.

Introduction

Dans ce chapitre, on a arrivé en fin à notre objectif où on va étudie l'impact de la décharge publique de Draa Smar sur la ville de Médéa. Les raisons qui ont prévalu au choix de l'échelle locale sont, d'une part, la volonté d'étudier l'impact de la pollution atmosphérique sur la population de Médéa, d'autre part par le fait que la pollution atmosphérique y est davantage préoccupante, à cause de la variété de la topographie de la ville de Médéa.

Nous avons choisi de traiter **un seul** polluant primaire susceptible d'être de bons indicateurs de la pollution liée au décharges publiques et la combustion de déchet à ciel ouvert: le dioxyde de carbone (CO_2) le polluant le plus représentatif de la pollution atmosphérique par les décharges publiques(combustion complète de déchets biodégradable).

V.1. Principe de modélisation

Une modélisation à échelle locale sera réalisée sous Fluent 6.2.16, c'est un modèle tridimensionnel. Il permet donc de modéliser les concentrations réelles (après dispersion) à proximité des bâtiments. Le quartier situe à l'entrée ouest de la ville de Médéa est choisis pour la modélisation, il est reconstitué en deux dimensions après en trois dimensions.

Notre démarche est de modéliser ces concentrations sur le quartier ciblé mais surtout d'en déduire les interactions entre forme urbaine et répartition spatiale des polluants. Le programme comporte deux parties:

- Dans la première section, une analyse quantitative est nécessaire pour évaluer la nature des polluants issus de la combustion des déchets. Ce bilan est évaluée d'une part à partir d'un inventaire sur le type et la quantité du déchet journalier évacué vers la décharge et d'autre part à partir des données relatives à la charge brulée et la surface de combustion.

- Dans la seconde, en fait appel au code de calcul Fluent en utilisant les données recueillies dans la première partie pour étudier la dispersion de polluants issus de la décharge autour la ville de Médéa.

Partie 1: Bilan qualitative et quantitative des polluants issus de la combustion de déchets de la décharge étudiée

1.1. Compostions

Une quantité de déchet est définie en étudiant la nature de ses compositions évaluées en quantité (kg) ou bien en pourcentage, pour le cas de la ville de Médéa, Les matières organiques représentent plus des 2/3 de la masse totale des déchets.

1.2. Propriétés physico-chimiques

Outre leur composition, les ordures ménagères sont caractérisées par ses propriétés physico-chimiques qui sont des paramètres nécessaires pour les énergéticiens intéressants aux traitements et valorisation énergétique de déchets.

a) densité moyenne : Ou la masse volumique, elle met en évidence la relation entre la masse des ordures ménagères et le volume qu'elles occupent.

b) teneur en eau ou degré d'humidité: C'est le rapport massique ou volumique entre la quantité (en masse ou en volume) d'eau dans une quantité (en masse ou en volume) de déchets.

c)Le pouvoir calorifique:

le PC des ordures ménagères, qui représente la quantité de chaleur dégagée par la combustion de l'unité de poids d'ordures brutes. Il s'exprime en Joule par kilogramme d'ordures. Si la quantité de déchet subies a une combustion est sèche, le PC est déterminé sans prendre en compte du changement de phase de la vapeur issue de la combustion. Il s'appel de ce cas : le pouvoir calorifique inférieur (PCI).

En règle générale, plus que la teneur en eau est élevée, plus que le PCI est faible. Lorsque les ordures ménagères contiennent plus de 50% d'humidité, elles sont réellement impropres à l'incinération. [31]

d) carbone organique dégradable:

des formules sont trouvées pour déterminer la fraction de carbone organique dégradable (COD) dans une quantité connue de déchets urbain, parmi lesquels on situe une formule élaboré par l'IPCC (Intergovernmental Panel for Climatic Change) qui a utilisée pendent l'inventaire des émissions des gaz à effet de serre (PAN,1996) ou' la fraction en poids de carbone organique est égale à de 16 % .

e) Rapport carbone/azote :

Parmi les résultats de la fermentation de déchets urbains, la décomposition des matières organiques en gaz carbonique et en ammoniaque avec la production d'acide nitrique ou sulfurique. En plus et grâce aux micro-organismes, des complexes colloïdaux se forment, ils sont composés de micro- molécules organiques qui constituent l'humus. L'analyse de cette évolution peut être suivie par la détermination du rapport de teneurs en carbone et en azote (C/N). Compte tenu de son importance, cette donnée est utilisée comme un critère de la qualité du traitement des ordures par voie de compostage. Dans un bon compost, le rapport C/N se situe entre 15 et 18. Il est très voisin de 10 dans un sol de culture. [30]

2. Combustion de déchets ménagers

La partie combustible des ordures ménagères étant formées en première estimate, de déchet alimentaire égal à une certaine quantité de carbone et d'hydrogène, plus des substances plus complexes (fluorée et soufrées), trouvant en petite fraction dans les ordures.

2.1. Bilans de matière

a) Combustion du carbone: Si la littérature ne mentionne, à notre connaissance, aucune étude spécifiquement consacrée à la combustion des OM, elle fourmille, par

contre, d'études consacrées à l'oxydation du carbone sous la forme de charbon, coke, coke de pétrole...etc. Cette oxydation produit CO et CO2, CO2 pouvant lui-même être formé par l'intermédiaire de CO, dans des proportions qui sont principalement fonction de la température. Les mécanismes réactionnels sont encore l'objet de recherches [TOMECZEC, 1994; HAYHURST et PARMAR, 1998]. Nous écrivons l'équation de la réaction sous la forme globale suivante [ARTHUR, 1951 ; LINJEWILE et coll., 1995] :

$$C + \gamma\, O_2 \longrightarrow (2\gamma - 1)\, CO_2 + (1-\gamma)\, CO$$

Où le coefficient γ est une fonction de la température que l'on peut calculer par l'intermédiaire du rapport $f = c_{co}/ c_{co2}$.

$$\gamma = \frac{2+ f}{2(1+f)}$$

Supposons que la combustion est complète et la température de la combustion est de l'ordre de 250°C, donc $\gamma = 1$ et l'équation précédente sera:

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

b) Combustion de l'hydrogène:

$$H + \tfrac{1}{2}\, O_2 \longrightarrow HO_2$$

c) Combustion du soufre:

S'il en existe**,** est brûlé lui aussi suivant l'équation suivant :

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$

d) Combustion des halogènes:

C'est-à-dire essentiellement le chlore et est dans une moindre mesure, le fluor interviennent en présence de la vapeur d'eau pour donner de l'acide chlorhydrique et de l'acide fluorhydrique :

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow 2HCl + \tfrac{1}{2}\, O_2$$

$$F_2 + H_2O \longrightarrow 2HF + \tfrac{1}{2}\, O_2$$

e)Combustion de l'azote :

Enfin, l'azote organique peu donner lieu, lui aussi, à la formation d'oxydes de l'azote.

$$N_x + x/2\ O_2 \longrightarrow x\ NO$$

f) Bilans massiques:

Les différentes réactions chimiques intervenants les éléments chimiques constituants les déchets ménagers pendant de la combustion peuvent être combiné dans une seule équation (supposons toujours que toutes les réactions sont complètes).

$$C_a H_b Cl_c F_d S_e N_f + \left(a + \frac{b}{4} - \frac{(c+d)}{2} + e + \frac{f}{2} \right) O_2$$

$$\longrightarrow a CO_2 + \tfrac{1}{2}\left[b - (c+d) \right] H_2O + c\ ClH + d\ f\ H + e\ SO_2 + f\ NO$$

La plus grande partie des gaz contenus dans les fumées est constituée par le CO_2 et H_2O . Ce dernier est généralement fixé par adsorption sur les poussières rejetées par la décharge, les autres polluants n'existent qu'en faible proportion.

Basant sur l'équation générale de combustion, on peut déterminer la quantité de chaque polluant issu d'une combustion complète de déchets ménagers.

<u>En effet:</u>

12 X masses carboniques **(C)** donne 44 X masses de dioxyde de carbone **(CO_2)**.
32 X masses de soufre **(S)** donne 64 X masses de dioxyde de soufre **(SO_2).**
14 X masses d'azote **(N)** donne 30 X masses d'oxde d'azote **(NO).**
2X masses d'hydrogène **(H)** donne 18 X masses de vapeur d'eau **(H_2O).**

Alors, il suffit d'abord de calculer les éléments chimiques constituants une quantité connue de déchets managers, cette dernière est supposée complètement brûlée. Connaissons que la quantité journalière totale collectée et évacuée à la décharge est de l'ordre de 99.34 tonnes/jour. Le tableau suivant ressemble quelques données nécessaire sur la quantité élémentaire de 10 % de la quantité évacuée (10 % de la quantité évacuée est brulée par jour d'après le service de l'environnement de l'APC de Médéa. Sur la base des données ci-dessous, la masse des gaz polluants est déduite.

OM type kg/j	papier	Résidus Alimenta-ires	cuir	Matières Organiq-ues	métaux	Autres (pierres, …)	∑ masse Solide brûlé	∑masse Polluant (gazeux)
$Q_{év}$	4.97	62.58	14.404	1.49	2.48	10.43	99.34	
Q_{br}	0.5	6.26	1.44	0.15	0.25	-	8.6	20.171
h	0.04	0.035	0.125	0.003	0.017	-	0.776	
m_c	0.2	4.90	0.734	0.009	0.0013	-	6.246	
m_{co2}	0.46	11.43	1.713	0.021	0.003	-	-	13.614

Tableau V.1 : bilans massiques des polluants gazeux issus de la combustion journalière des déchets évacués dans la décharge étudie[35]

Sachant que:

$Q_{év}$: quantité de déchets évacuée dans la décharge de Draa Smar [tan/jour].
Q_{br} : quantité maximale de déchets évacué et brûlée [tan/jour].
h : teneur en humidité de la quantité brulé [].
m_c : masse de carbone solide [tan/jour].
m_{co2}: masse du gaz carbonique issus d'une la combustion complète [kg/jour].

2.2. Bilan énergétique et thermique

2.2.1. Propriétés thermo-physiques et énergétique des polluants gazeux

Les propriétés thermo physiques des polluants gazeux issus de la combustion de déchets sont regroupées dans le tableau suivant:

Polluant → propriétés ↓	$(CO_2)_g$	$(SO_2)_g$	$(NO)_g$	$(H_2O)_{vap}$	Air à 31C° et 1atmo
Densité (kg/m^3)	0,973	0,894	0,682	0,5	1,14
Viscosité (kg/m*s)	2,605 e^{-5}	2,8e^{-5}	2,55 e^{-5}	1,34 e^{-5}	1,88
Conductivité (W/m*k)	0,0376	0,0335	0,038	0,026	0.0268

La chaleur Spécifique (J/mol*k)	1045	1076	1040	1550	1007
La diffusivité thermique (m^2s^{-1})	3,68 e-5	4,325 e-5	5,42 e-5	1,1e-5	2,3e-5
La masse molaire (g/mol)	28	48	30	18	28,57

Tableau V. 2: Représente les propriétés physiques des gaz polluants [30]

2.2.2. Propriétés physiques du gaz polluant équivalent

Si on Considère δ_x la propriété thermo physique du polluant x issus d'une combustion complète de déchets ménagers, cette propriété est mesurée à la pression atmosphérique et à 250C° (température de combustion).La propriété thermophysiqe du polluant équivalent (mélange des gaz émis) peuvent être calculé à partir de l'ensemble de propriété des gaz polluants constituent le mélange .Cela, se faite en utilisant l'expression suivante :

$$\delta_{éq} = x_{NO}\,\delta_{NO} + x_{SO2}\,\delta_{SO2} + x_{CO2}\,\delta_{CO2} + x_{H2Ovap}\delta_{H2Ovap}$$

Ou' x désigne la fraction massique du polluant ayant pour valeur :

$$x = \frac{\text{Masse du polluant}}{\text{Masse totale}}$$

- **Dioxyde de carbone**

$$x_{co2} = \frac{13.614}{20.171} = 0.675 \Rightarrow x_{co2} = 0.675$$

- **Monoxyde d'azote:**

$$x_{NO} = \frac{0.391}{20.171} = 0.02 \Rightarrow x_{NO} = 0.02$$

❖ **Dioxyde de soufre:**

$$x_{so2} = \frac{0.117}{20.171} = 0.006 \quad => \quad \boxed{x_{so2} = 0.006}$$

Si les propriétés des polluants sont disponibles, on peut facilement obtenir les propriétés du polluant équivalent en utilisent l'expression précédente (voir le tableau suivant).

Densité (kg/m^3)	Viscosité (kg/m*s)	Conductivité (W/m*k)	La chaleur Spécifique (J/mol*k)	La diffusivité thermique (m^2s^{-1})	La masse molaire (g/mol)
0,8840	2,4062 e-5	0,0365	1286,735	3,1377e-5	25,548

Tableau V. 3- Propriétés physiques du polluant équivalent [30]

Partie 2: modélisation en 3D de la dispersion autour la ville de Médéa des polluants issus de la décharge de Draa Smar

1. Données de modélisation

De nombreuses données sont nécessaires à la construction des modèles, les principales sont les suivantes :

- Plan cadastral de la zone d'étude (situation, topographie,…).
- Données de polluants émis (vitesse d'émission, débit massique,…).
- Hauteur des bâtiments et largeurs des rues.
- Rugosité du bâti et du sol. [31]
- Données météorologiques (vitesse du vent, température moyenne,…).

Certaines données nous ont été fournies par différents organismes agréés. Pour d'autres, nous avons dû effectuer des comptages manuels. Ce fut le cas de la hauteur des bâtiments.

1.1. Localisation

La ville de Médéa, la région destinée par la modélisation, sa situation géographique est déjà présentée dans le chapitre quatre.

1.2. Topographie

L'influence de la topographie est non négligeable. En effet, la zone modélisée n'est plus considérée comme un plat car la différence d'altitude entre le récepteur le plus élevé et le plus bas est supérieurs à 10 m. [31]

La ville de Médéa se situe sur une hauteur de 900 à1000m par rapport au niveau de la mer, la commune de Draa Esmar se trouve sur une hauteur de 800m mais la décharge étudie est localisé sur une altitude égale à 600m par rapport au niveau de la mer. C'est –à-dire que la différence d'altitude entre le milieu récepteur et la source polluante est plus ou égale à 200m. La figure suivante illustre clairement les altitudes de la zone modélisée.

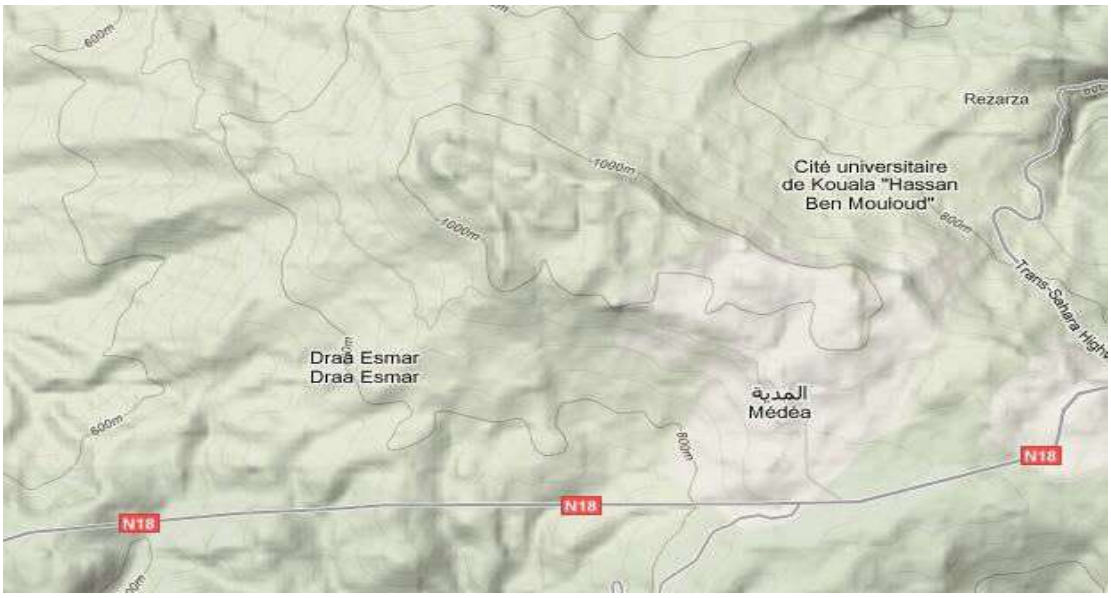


Figure V.1- carte topographique de la zone modélisée (source:google-maps)

1.3. Bâtiments

On doit tenir compte de l'effet des bâtiments selon les procédures usuelles, telles qu'elles sont décrites dans le guide de modélisation de pollution atmosphérique.

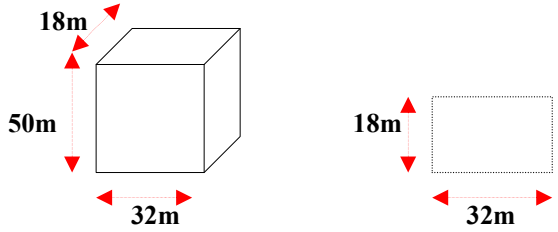


Figure V.2- vue en coupe et en plan de l'ensemble des bâtiments considérés dans la modélisation.

1.4. Option R/U

Dans un rayon de 3 km de la décharge de Draa Smar, le degré d'habitation est plus de 50 habitant/ km ^{2}. De plus, il y a un site industriel situé dans cette zone, c'est le complexe de Saidal (situé à l'ouest de la décharge).

En tenant compte ces remarques, l'option choisie pour cette étude est "l'option urbain". [31]

1.5. Source d'émissions

1.5. 1. Localisation de la source:

La décharge de Draa Esmar; la source simulée est déjà présentée dans le chapitre précédent.ses coordonnées en 2 D par rapport au niveau de la mère sont représentées sur le tableau suivant:

	X (en m)	Y (en m)
Décharge publique	0	692
RN n 18	2000	768
DRAA SMAR	3500	892
MEDEA (centre ville)	7100	911

Tableau V.4- Détermination spatiale de déférents points (en 2D)

1.5.2. Données d'émissions

Aucune station météorologique n'est représentative du site, on va utiliser les données synthétiques générales pour simuler la dispersion. Les valeurs caractéristiques des polluants étudies sont basées sur des mesures effectuées dans la première partie de ce chapitre. On a supposé que les polluants émis a une température égale à 400k et forment avec l'air ambiant un fluide homogène, il se disperse avec une vitesse égale à la vitesse moyenne du vent dominant.

Comme on a intéressé à la pollution estivale, on a utilisée des valeurs moyennes de températures et de vitesses des mois suivants: juin, juillet et Aout. D'après les données de la météo disponible sur l'internet de quelques associations agrées, les données climatiques caractérisées la région pour l'année 2010 sont présentées dans le tableau suivant:

	Température (en°c)			Vitesse de vent (m/s)		
	T_{moy}	T_{max}	T_{min}	v_{moy}	v_{max}	v_{min}
Juin	27	29	21	5.2	7.86	2.50
Juillet	26.6	30	19,2	4.8	5.40	3.67
Aout	30.5	35	22	3,98	4,71	2,79
Moyen de saison	**28**	**31.3**	**20.7**	**4,66**	**5.99**	**2.98**

Tableau V.5- Données climatiques de la zone d'étude[32] .

1.6. Modèle

1.6.1. Chois du modèle

Le modèle choisi pour cette étude est le modèle CFD, Ce modèle issu de la mécanique des fluides, il se base sur les techniques physiques courantes et reconnues pour simuler la dispersion des polluants. L'utilisation de ces codes pour prédire ou étudier les phénomènes liés aux bâtiments depuis les années 1970 est devenue de plus en plus fréquente avec l'augmentation de la puissance des moyens de calcul et le développement des méthodes numérique. [31]

1.6.2. Option

Le logiciel Fluent que nous avons choisi pour cette modélisation et qui fonctionne sur la base des codes CFD. Ce logiciel fournit de possibilités de modélisation pour un large éventail de problèmes. Il fournit aussi la possibilité de combiner l'écoulement du fluide à d'autre phénomènes physiques comme le transfert de chaleur, le transport de polluants ou encore les réactions chimiques.

Le logiciel Fluent fournit la possibilité d'utiliser des différents modèles physiques tels que compressible incompressible, non visqueux ou visqueux, laminaire ou turbulents et même les différents modèles de turbulence. [31]

1.7. Récepteurs et domaine de modélisation

Le domaine de modélisation devra couvrir une superficie d'environ 8 km (est-ouest) sur 4.5 km (nord-sud). Celui-ci comprendra, en gros, L'audit, Draa Smar, et la sortie ouest du centre ville de Médéa.

La carte géographique suivante comprenne la topographie, les agglomérations avec routes et autres repères géographiques, les récepteurs sensibles et toute autre

information pertinente. Les limites du domaine modélisé sont présentées par le rectangle bleu.

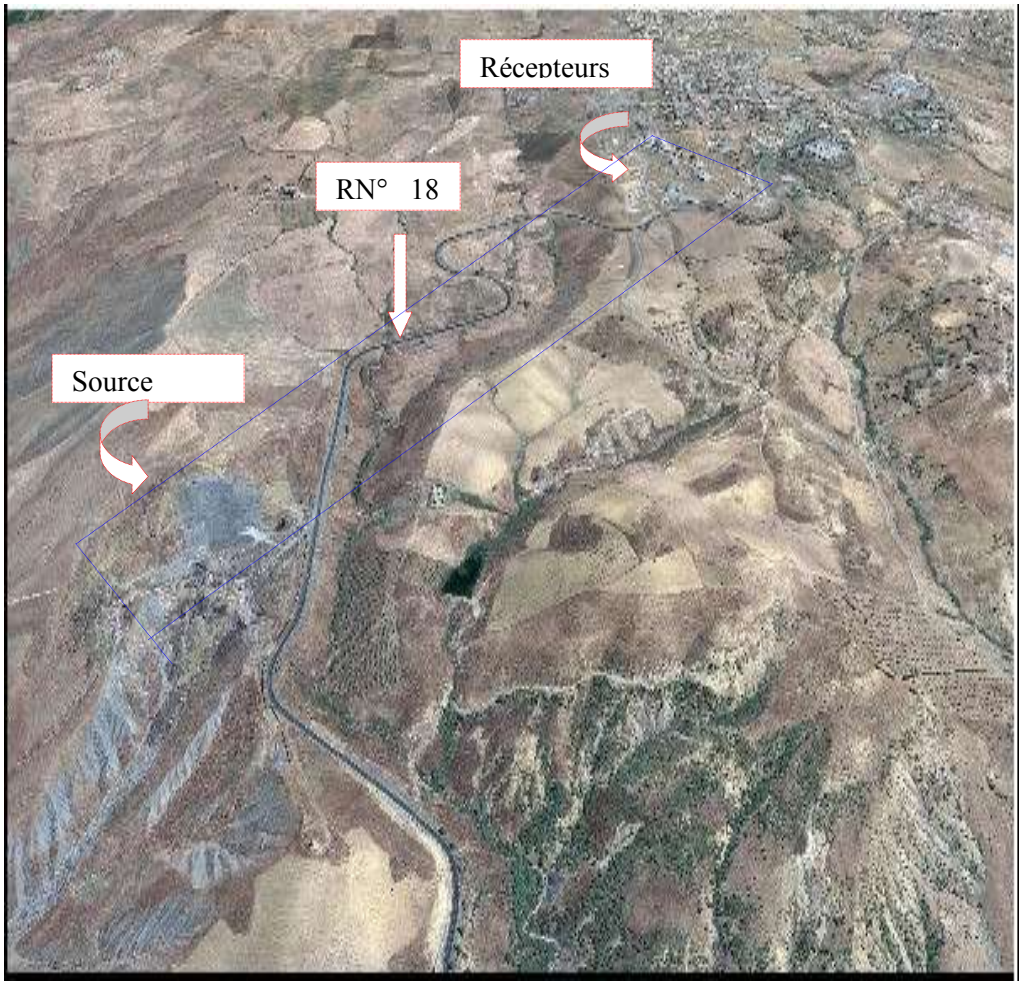


Figure V.3- Illustration en 3D du domaine d'étude

2. Modélisation numérique de dispersion

2.1. Hypothèses

Pour mener les simulations numériques, le logiciel de CFD, Fluent est utilisé. Nous avons considéré **les hypothèses** suivantes :

- les particules qui représentent les effluents sont constituées de particules de CO2; et sont éjectées à la température égale à 400K. La combustion de déchets est supposé complète donc le mélange éjecté est constitué d'air et de particules de CO2;
- l'écoulement est moyennement stationnaire ;
- les chaleurs spécifiques sont supposées constantes ;

- l'approximation de Boussinesq pour la loi de variation de la densité en fonction de la température est introduite ;
- la loi de mélange pour les chaleurs spécifiques des fluides (air+CO2) est utilisée.

On s'intéresse à l'écoulement incompressible isotherme autour de la ville de Médéa. Le modèle standard **k-ε** (Lander spalding, 1972) est utilisé avec des lois parois (Lander spalding,1974) pour simuler l'écoulement turbulent. **La discrétisation** des différentes équations se faite automatiquement à l'aide de logiciel Fluent, les schémas de discrétisation du **second ordre** sont utilisés. Les critères de convergence considérés sont 10^{-3}.

2.2. Dispersion turbulent en 2D

Dans le but de tester les différents paramètres qui améliorent la convergence Tels que le type de maillage et leurs densité, paramètres de sous relaxations, type de schémas de discrétisation,…etc., on a commencé cette étude numérique par une simulation en 2D.

2.2.1. Géométrie

Le domaine crie à l'aide le précurseur **Gambit** est présenté sur la figure suivante:

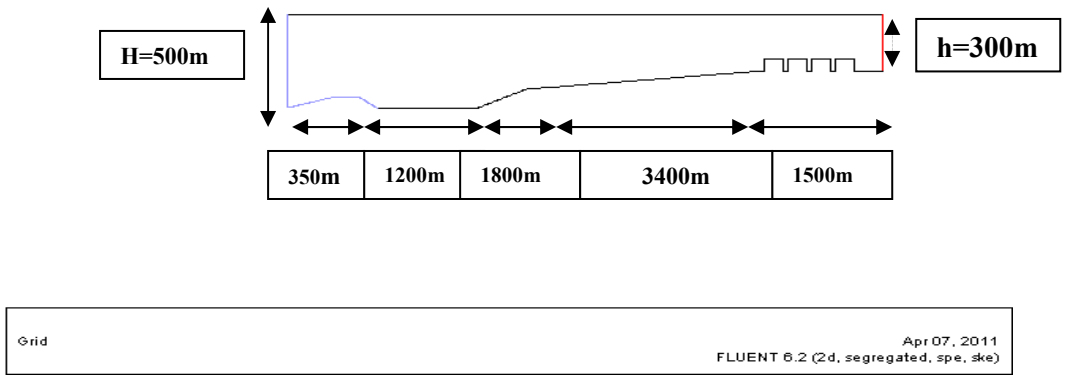


Figure V.4: Représentation en 2D du domaine modélisé (l'échèle: 1/10)

La décharge a une longueur longitudinale de 350m et une hauteur varie de 20à 60m. Le milieu urbain occupe une longueur égale à 1500m et situe sur une altitude de 200 m par rapport à la source polluante. La distance entre la décharge et le milieu urbain modélisé est 6400m.

2.2.2. Maillage

Le maillage constitue l'étape la plus délicate et la plus conséquente au niveau des résultats. Vue la complexité du domaine le type de maillage par volume finis semble le plus adéquat.

Les simulations sont réalisées avec le schéma Quick d'ordre 2, sur le maillage rectangulaire structurés et non uniformes, La grille est de forme rectangulaire avec une maille de 20 m; une seconde grille avec une maille de 2 m couvrit les récepteurs sensibles (habitants).la figure suivante présente le domaine maillé et qu'il contient 28761 cellules (rectangles).

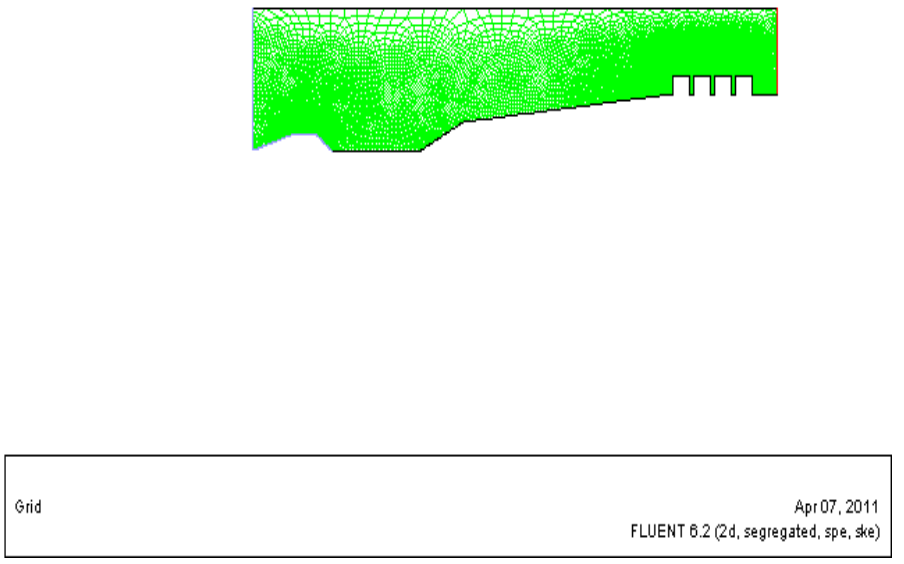


Figure V.5- Domaine maillé pour une simulation 2D

2.2.3. Conditions aux limites

Pour cette simulation, on a choisi les conditions aux limites suivant:

- **entré du domaine** : entrée vitesse (vitesse du vent supposée constante en module et en direction, elle représentée par des flèches bleus).
- **vitesse d'éjection:** supposons que le polluant sort avec une vitesse constante suivant la direction z (flèches rouges), estimées à 2.8 m/s
- **condition parois non glissantes :** pour le sol et les murs.
- **Sortie du domaine:** la condition sortie en pression (pressure outlet) est choisie.

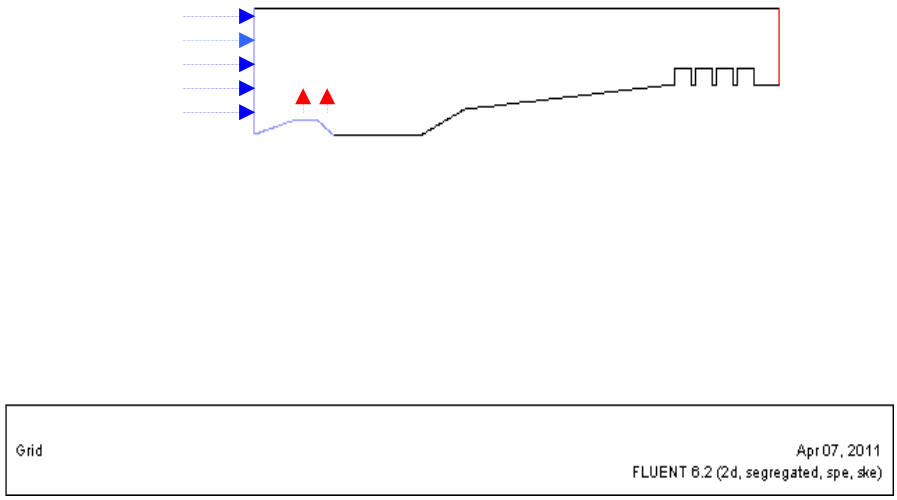


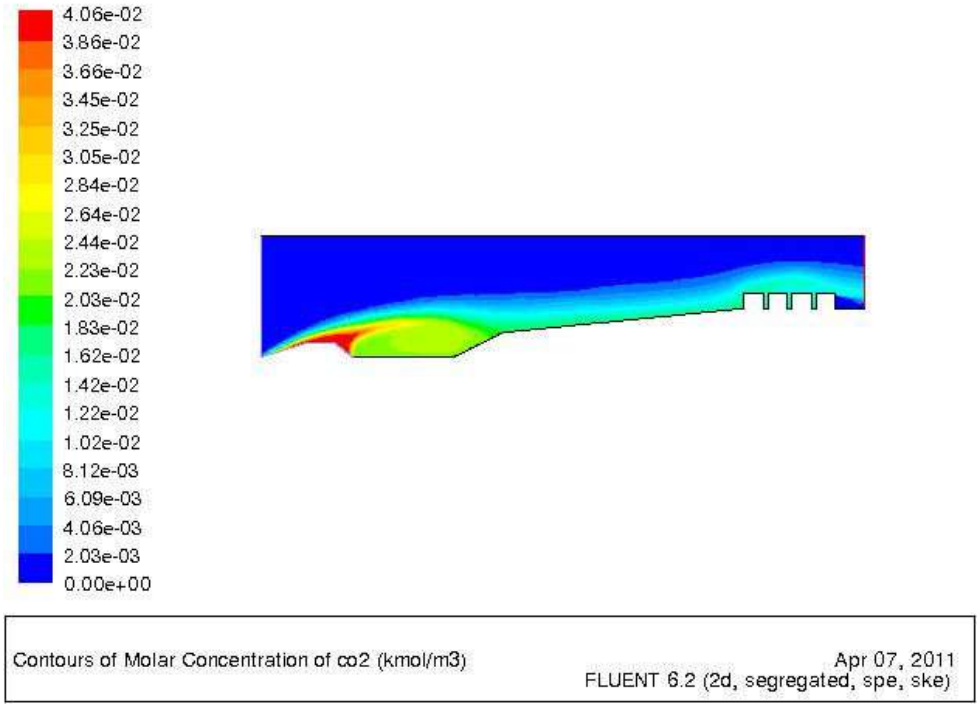
Figure V.6- Conditions aux limites imposées aux frontières du domaine

2.2.4. Résultats et discussions

Pour visualiser le parcours des rejets gazeux issus de la combustion de déchets de la décharge et l'influence de la vitesse du vent sur leur dispersion, on a répéter l'exécution pour différent valeur de vitesse d'entrée (vitesse du vent).

La comparaison se faite en étudiant la répartition du polluant (concentration mesuré en kmol/m$^{3)}$ pour chaque valeur de vitesse, les résultats obtenues sont les suivants:

V=2.5 m/s


4.06e-02
3.86e-02
3.66e-02
3.45e-02
3.25e-02
3.05e-02
2.84e-02
2.64e-02
2.44e-02
2.23e-02
2.03e-02
1.83e-02
1.62e-02
1.42e-02
1.22e-02
1.02e-02
8.12e-03
6.09e-03
4.06e-03
2.03e-03
0.00e+00
Contours of Molar Concentration of co2 (kmol/m3)
Apr 07, 2011
FLUENT 6.2 (2d, segregated, spe, ske)

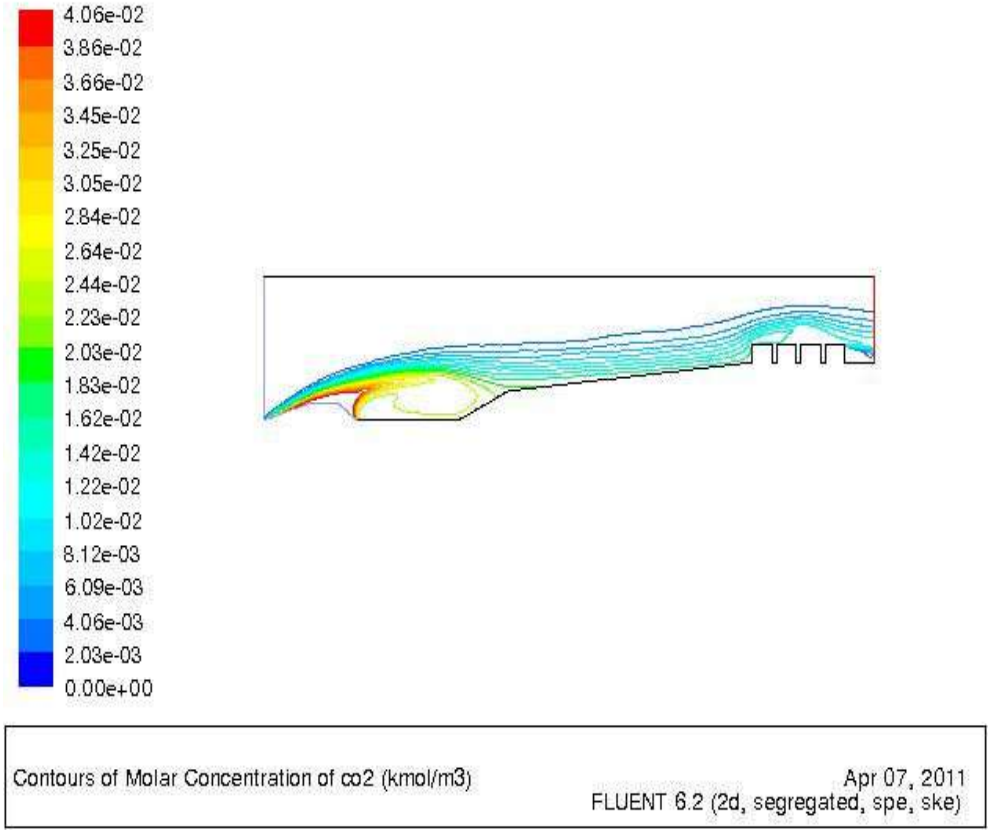
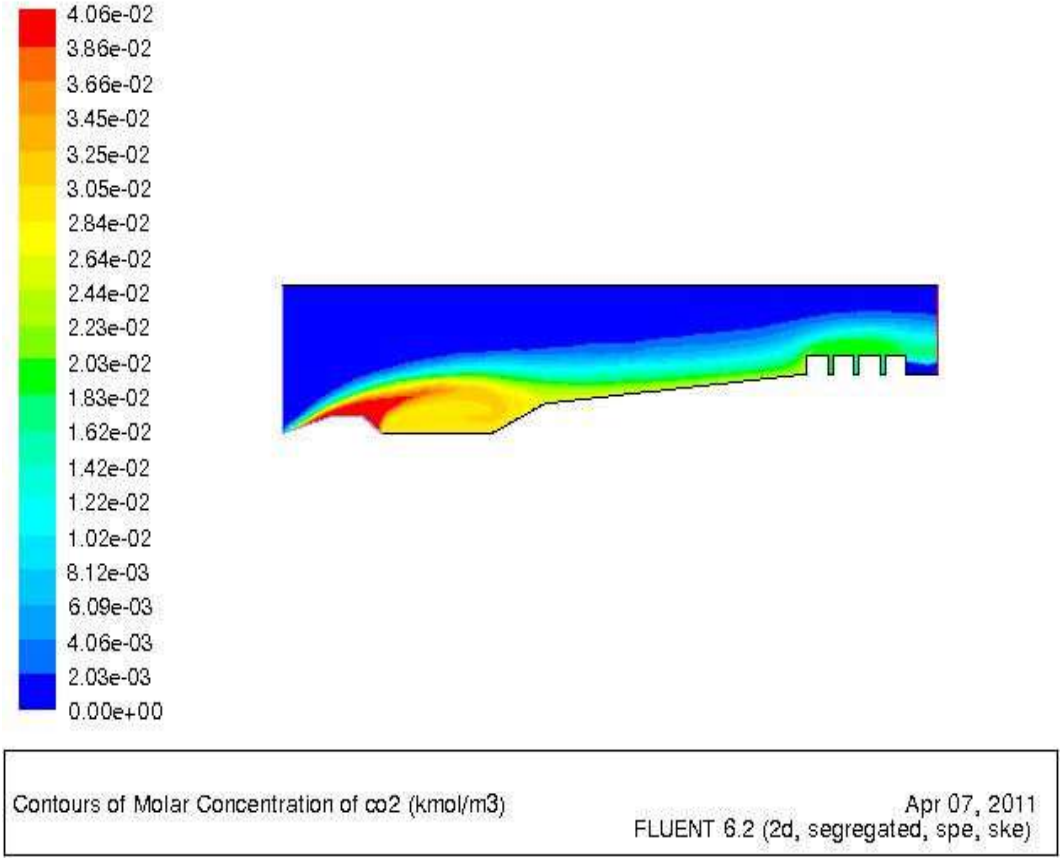


Figure V.2D.1- Contours de concentration du polluant pour V= 2.5m/s

V=5 m/s



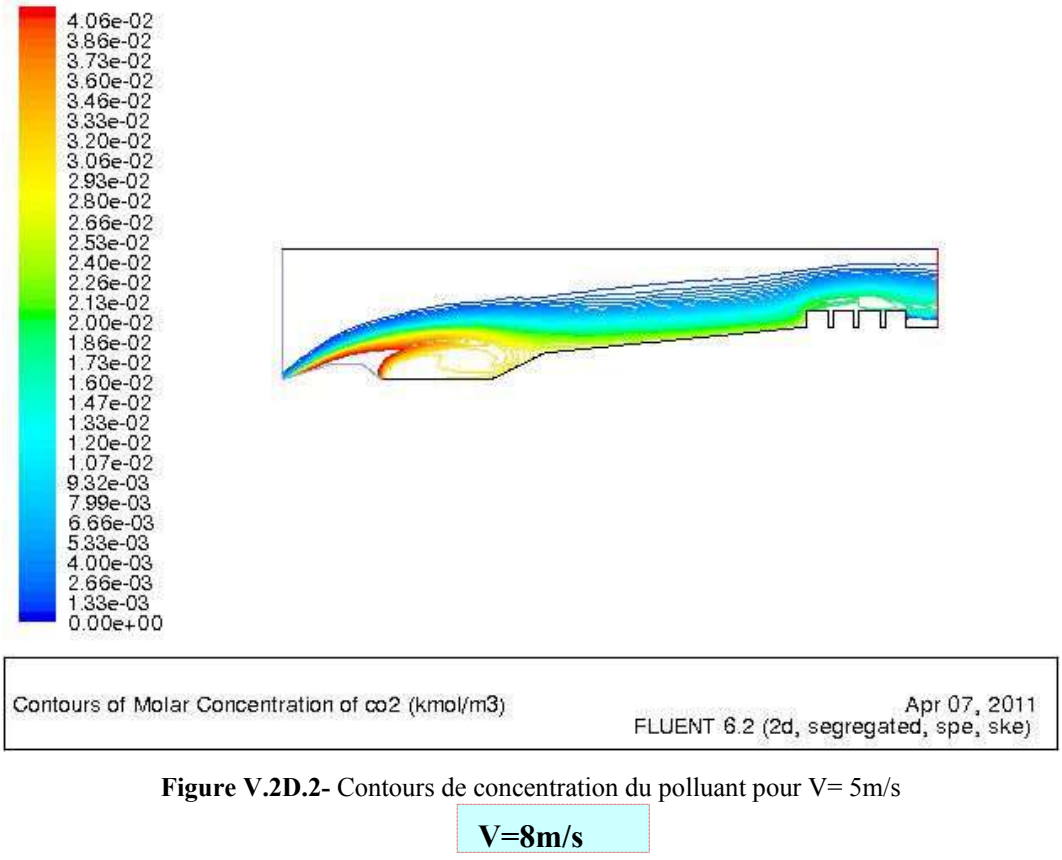
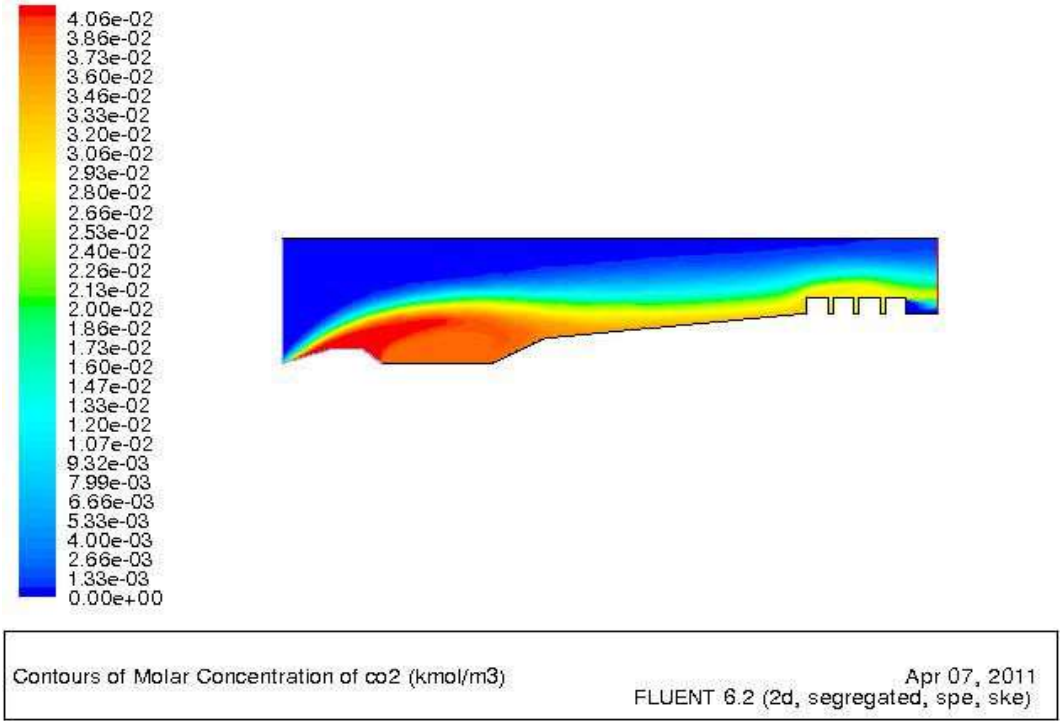


Figure V.2D.2- Contours de concentration du polluant pour V= 5m/s

V=8m/s



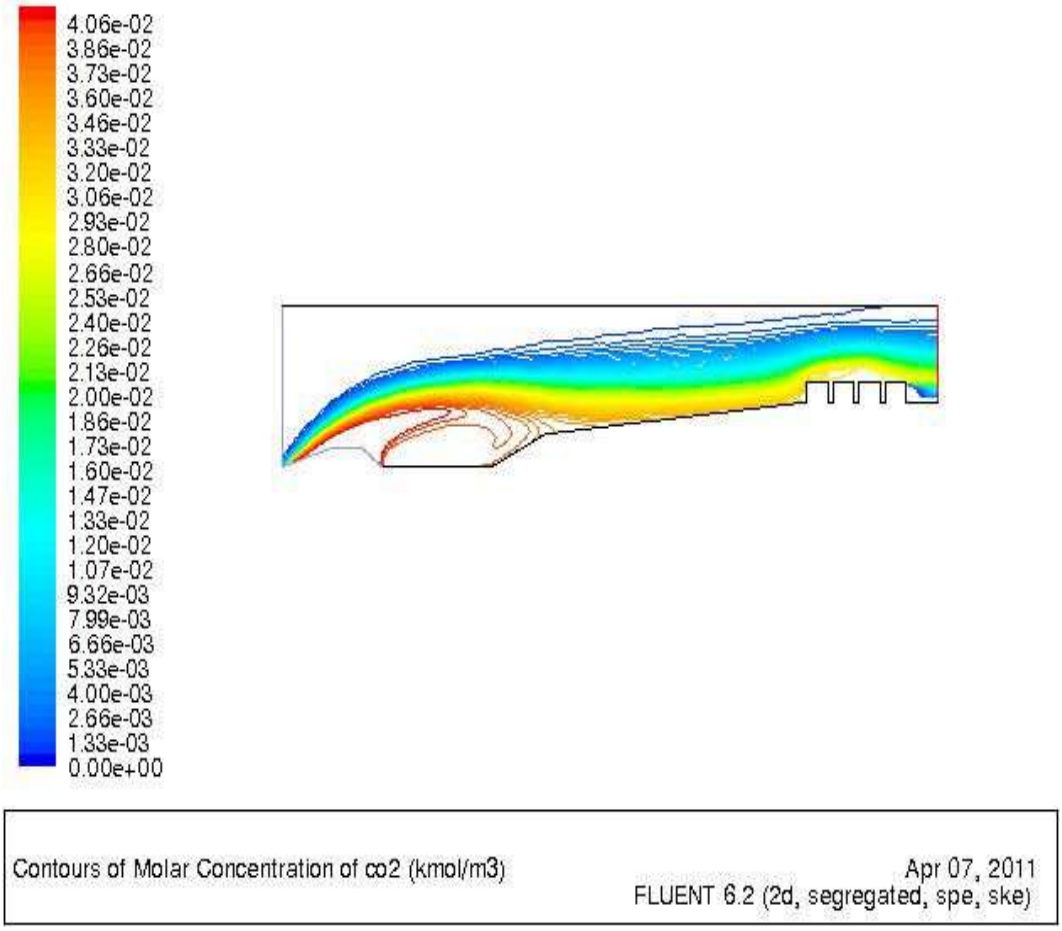


Figure V.2D.3- Contours de concentration du polluant pour V= 8m/s

Les résultats obtenues montrent l'existence du polluant au niveau de la ville pour les trois valeurs du vent utilisés, Le jet du gaz polluant issus de la combustion se disperse verticalement au dessous de la décharge puis tend vers la direction horizontale, cela expliquer par l'interaction entre l'écoulement du polluant et le mouvement de l'air sous le vent latéral.

La concentration du polluant est plus remarquable au voisinage de la décharge(en aval). L'influence du vent n'est visible qu'a pour une telle distance loin à la décharge. En effet, les isovaleurs montre que la concentration de polluant autour le milieu urbain varie en variant la vitesse du vent et devient plus remarquable pour un vent fort. Le vent d'ouest (vent dominent) favorise la dilution de polluent avec l'air et accélérer la dispersion loin de la décharge vers la ville de Médéa (situe à l'Est de la décharge).

2.3. Dispersion turbulent en 3D

L'étude en deux dimensions a donné des résultats suffisamment corrects a priori, mais nous ne devons pas négliger l'effet de la topographie, dans la mesure où son introduction a de l'influence sur la turbulence des écoulements dans la région. Une modélisation en trois dimensions est plus réaliste dans la mesure où elle va donner une idée plus précise de l'effet de la topographie sur la dispersion des polluants.

2.3.1. Géométrie

Toujours, notre domaine d'étude concerne la décharge publique de la commune de Médéa et la région environnante y compris l'agglomération de Médéa. Ce domaine à une longueur de 8250 m, une largeur de 450 m et une hauteur varie de 300 à 500m. La décharge de Draa Smar est située à l'une des extrémités du domaine. La géométrie est un parallélépipède représentant l'atmosphère ambiante qui contient la décharge et les récepteurs environnants.

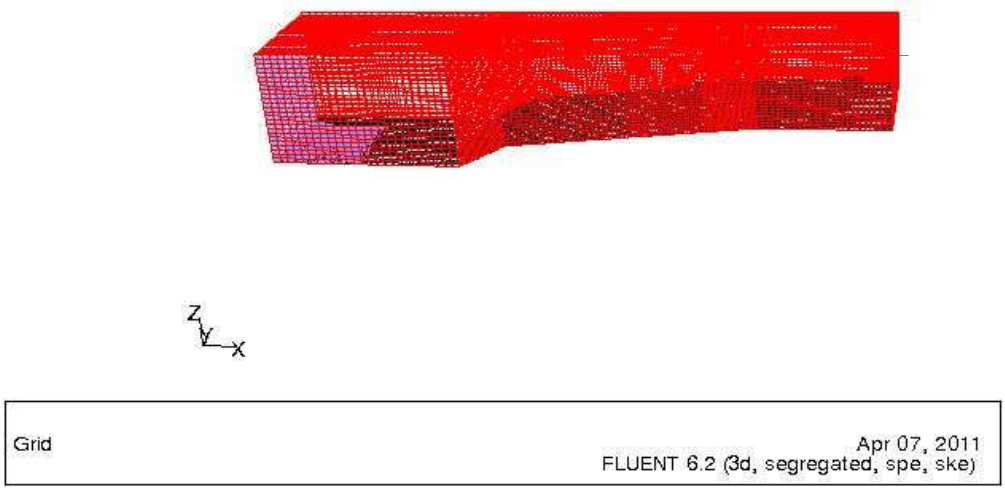


Figure V.7- Géométrie et maillage du domaine en 3D (l'échèle 1/10)

2.3.2. Maillage

Pour le maillage nous avons utilisé le logiciel GAMBIT. Nous avons conservé un maillage structuré, serré près du sol et du milieu urbain , puis plus relâché plus haut et à mesure qu'on s'éloigne de cette zone (voir figure ci-dessus). En tout nous avons obtenu approximativement 105027mailles**.**

2.3.3. Conditions aux limites

Les conditions aux limites ont été attribuées pour les différentes faces constituantes le domaine d'étude pour une situation du vent ouest (vent dominant

Pour la ville de Médéa) .Elles sont résumées dans le tableau suivant:

Limites du domaine	Conditions limites
- sols et murs - cotés ouest - cotés nord, sud, ouest - décharge	- parois solide (Wall) - entrée de vitesse (velocity inlet) - sortie de pression (pressure outlet) - entrée de vitesse (velocity inlet)

Tableau V.6 - Conditions aux limites imposées aux frontières du domaine3D

2.3.4. Résultats et interprétation:

On a fait plusieurs excusions en variant la vitesse horizontale du vent entre 2,5 et 8 m/s (supposons toujours que la vitesse est nulle dans les autres directions)

En fonction de ces différentes valeurs de la vitesse, les résultats de la dispersion ont été obtenus dans une zone proche de la décharge .les résultats obtenues sont des figures présentent la concentration du CO_2 en fonction des différentes valeurs de vitesse:

V=2.5 m/s

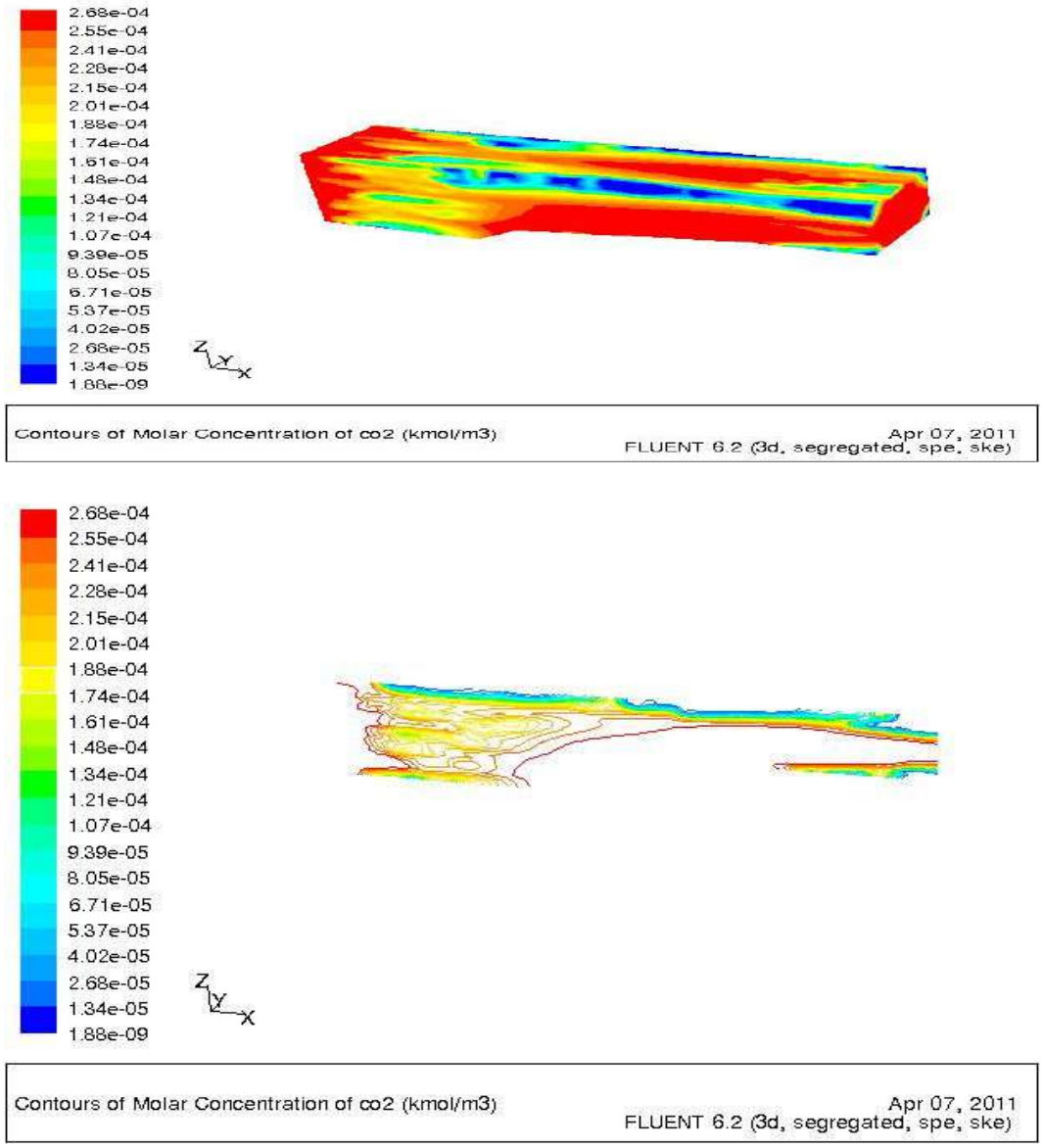


Figure V.3D.1- Contours de concentration du polluant pour V= 2.5m/s (plan **x-z)**

V=5m/s

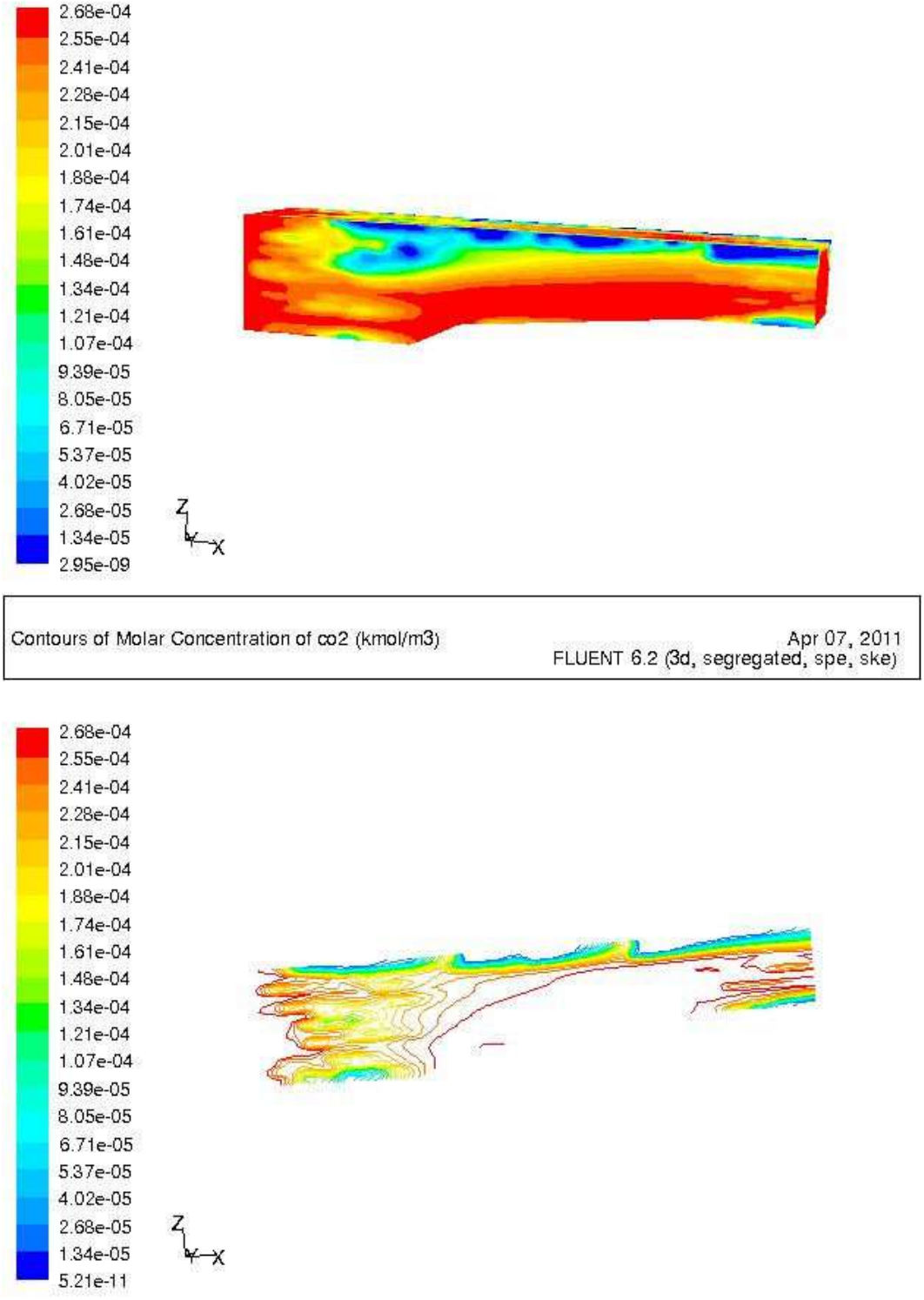
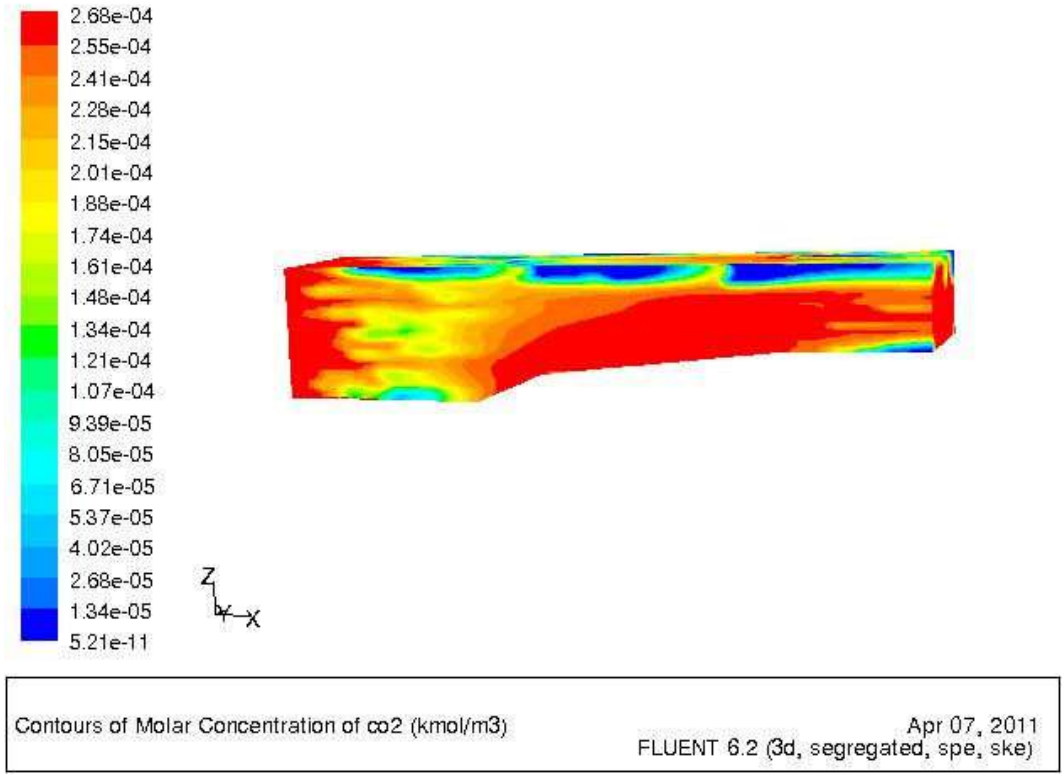


Figure V.3D.2- Contours de concentration du polluant pour V= 5m/s

V=8 m/s



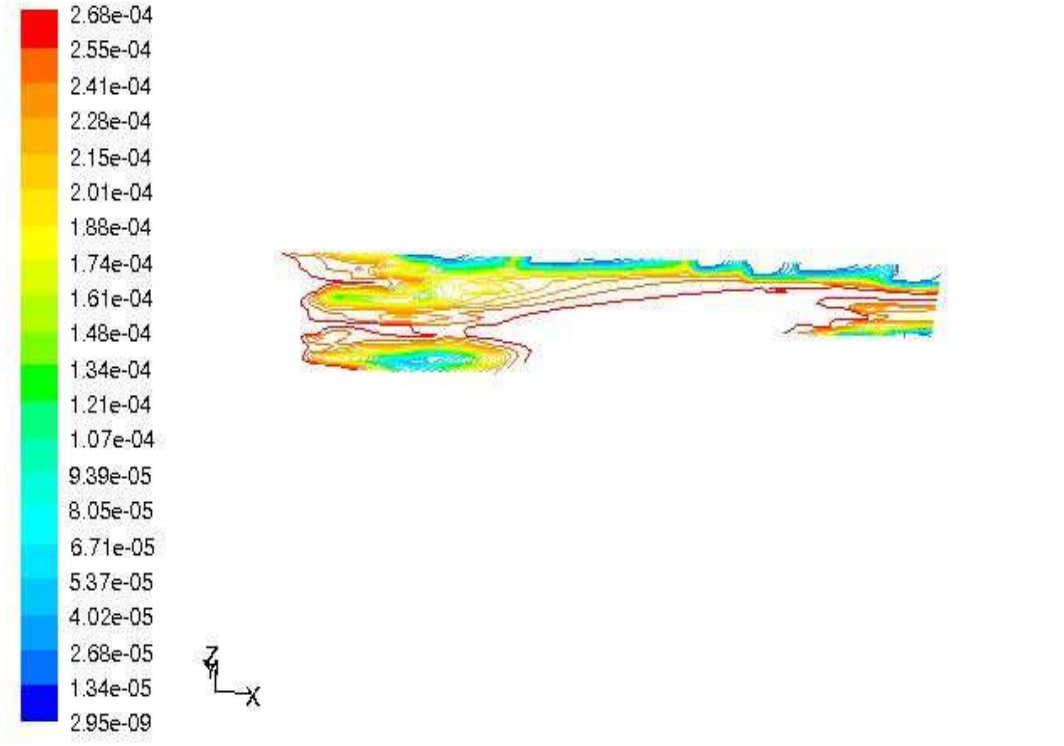


Figure V.3D.3- Contours de concentration du polluant pour V= 8m/s

On remarque que la dispersion est plus marquée pour les valeurs de vitesses plus grandes. Les particules forment une bande plus large et elles se dispersent à l'aval de la décharge.

L'effet du vent ouest sur le comportement des particules est nettement observable quand la vitesse varie. Nous remarquons aussi que la concentration du polluant prés du milieu urbain devient plus en plus importante avec l'augmentation de la vitesse du vent.

La quantité de mouvement et l'énergie thermique du gaz éjecté prédominent réellement a une température supérieure à la température ambiante, l'influence du vent n'est remarquée qu'à une certaine distance loin de la sortie de la décharge.

La dispersion du polluant en aval de la décharge est influencée par la dilution avec l'air de l'atmosphère. On remarque que, plus le vent est fort, plus que la dispersion des particules est remarquable .Sa concentration est observé au voisinage de la décharge ; la vitesse élevée du vent latéral favorise la dilution.

Le dépôt des particules se fait dans la zone plus proche de la décharge pour un vent faible. Les polluants tombent dans ces zones avec une concentration relativement élevée. Cette situation peut se révéler un cas nocif pour des localités situés à proximité de la décharge et c'est le cas de la commune de Draa Esmar.

Comparons les résultats obtenus par la simulation 2D avec celles obtenues par la simulation 3D, les deux simulations ont démontrées que le polluant existe au niveau de la ville de Médéa et que sa concentration augmente avec l'augmentation du vent dominant (direction Ouest-Est).

La différence entre les deux simulations est le parcours suivi par le polluant lors sa dispersion vers le milieu urbain et la concentration de polluant autour le milieu urbain:

- En deux dimensions les contours de concentration sont fermés, continue et uniformément répartis, la concentration maximale enregistrée au niveau du milieu urbain est autour 3.10^{-2} kmol/m^3 (Figure V.2D.3).
- par contre, la représentation en 3 D nous a montrée que les iso- valeurs de polluant forment des contours attachés et d'autres districts. En plus, la valeur de la concentration maximale enregistrée prés du quartier étudie est presque $2.68.\ 10^{-4}$ kmol/m^3 (Figure V.2D.3).

Cela, peut être expliqué par l'influence de la topographie, la présence d'un obstacle en aval de la décharge (pente situe à 3000m en aval de la décharge sur une hauteur de 200m). Les contours fermés de polluant en interaction avec l'obstacle entraine à cassure pour former à nouveau des contours fermés en avale de ce dernier.

Conclusion

D'après les résultats obtenues restent relative à cause de hypothèses supposés au début de modélisation mais ils peuvent décrire la situation global du problème. Grâce à la modélisation 3D on a remarqué que la topographie peut avoir une influence non négligeable sur les écoulements atmosphériques dans les base couches de atmosphérique, ce qui peut modifier le comportement de la dispersion des polluants dans la ville de Médéa : ceci justifie notre modélisation en deux puis en trois dimensions.

Afin de mieux cerner le degré de nuisance de la décharge publique de ***Draa Smar*** sur l'environnement de ***Médéa*** , on a réaliser une modélisation 2D qui permet d'étudier la dispersion de quelques polluants issus de la combustion de déchets au niveau de la décharge en incluant le grand nombre de phénomènes physiques qui interviennent dans le processus afin d'évaluer les risques réels fournis aux rejets des ces polluants .

La modélisation du parcours suivi par le panache des polluants a été faite grâce au logiciel **Fluent** qui fonctionne avec le système CFD.

Les résultats obtenus montrent l'existence de polluant au niveau de la ville de Médéa, ces concentrations variant avec les conditions climatiques de la région.

En effet, on cas d'un vent fort (vent d'Ouest) la concentration des polluants autour le milieu urbain atteint ces valeurs maximales:

Le vent dominant de direction Ouest-Est est un facteur principal qui favorise la dispersion des polluants dégagés par la décharge vers les ensembles d'habitations avoisinantes.

En tenant compte ces résultats, la ***fermentation définitive*** de la décharge actuelle reste la meilleure solution.

Comme travaux de futur on a proposé les recommandations suivantes:

Collecte de déchets:

- Remplaçant les moyens actuels d'évacuation de déchets par des moyens répond aux exigences esthétiques et sanitaires.
- Améliorer les outils utilisés pour le nettoiement des voies publiques.

Citoyens:

- Sensibilisation du publique pour participer au nettoyage des quartiers, sauvegarder les espaces verts et respecter les temps de remise de déchets.

Sciences :

- Elargir le domaine de gestion qu'il faut englober touts les déchets recyclables;
- Encourager les recherches scientifiques et d'études d'impacts;
- Crier des centres de formation pour élaborer des méthodes développées utilisées pour la valorisation matières et énergétiques de déchets (récupération du biogaz de la décharge en la production des compos).

Référencés bibliographiques:

[1] .MATE: Projet POP's – Algérie GF/ALG/02/001, Plan National de Mise en œuvre (PNM) ALGERIE – Convention de Stockholm, 2006.

[2]. MATE: "Cadastre nationale des déchets spéciaux « élimination écologique des déchets spéciaux » ", Alger ,2002.

[3].M. Mohamed EZZOUAQ: "Guide de présélection de site de décharge contrôlée des déchets ménagers: cas de Larache et Chefchaouen", coopération Mroco-Allemande, programme de gestion et de protection de l'environnement PGPE, Rabat, novembre 2002.Email : gtz-pgpe.rabat@menara.ma

[4] "Les déchets - Présentation générale". © 2010-2013 economiedenergie.fr

[3]. Boudoukha Abderahmanne: "Caractérisation de la pollution urbaine et industrielle, et interaction eau de surface-eau souterraine dans un sous bassin versant de l'est Algérien « cas de la région de Batna »", université de Batna, 2006.

[4]. Laarousi Elmoualdi **(Afrique Science) :** "Caractérisation, transformation et valorisation de déchets d'éviscération de volaille de Kénitra, Maroc"; Laboratoire de biotechnologie microbienne, Département de biologie, UFR Amélioration et transformation microbienne et végétale, Faculté des sciences, Université Ibn Tofaïl, Kénitra, Maroc.07 Janvier 2006.

[5]. "les déchets et leur gestion", copyright Yahn ABTHUS-BERTRAND; "la terre vue du ciel", module optionnel: "environnement et société".

[6]. C.SEGHIER:"La production mondiale de déchets progresse toujours" Actu-Environnement.com, 12 Juin 2009.

[7]. Agence européenne de l'environnement: "L'Europe et l'environnement-Comparatifs sur les déchets générés dans les Etats membres".22/03/2009.

[8] ADEME / SRIM: " Evaluation des nuisances et impacts liés à l'incinération d'ordures ménagères et assimilées ", par DOR.. F, (France, 2000).

[9]. "Pollution de l'eau : Causes et impacts sur notre santé", Par Rédacteur invité | 27 janvier 2009. http://www.spill-international.com

[10].Hanoi: "Gestion intégrée des eaux et des sols, Ressources, aménagements et risques en milieux ruraux et urbains", Journé Scientifiques inter-réseaux, 4 - 9 novembre 2007. Université d 'Oran, Faculté de Médecine.

[12].Henry René Diouf : "Identification et quantification des rejets de dioxines et furanes dans quelques activités du secteur informel dans Dakar", Projet International pour l'Elimination des POP's(IPEP).

[13]. Afsse (agence française de la science et la santé): Impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine. Rapports 1 et 2. Juin 2004.

[14]. Commissariat Général du Plan: " Effet de serre : modélisation économique et décision publique" Rapporteur général Nicole Justin-Fleury, (France, Mars 2002).

[15]. Hadjira Schmitt-Foudhil : "Dispersion atmosphérique", Module environnement atmosphérique et qualité de l'air. Ecole des Pontes Paris-Cerea, 23 novembre 2010.

[16]. Franck JOURDAIN: "Phénomène et modélisation des transports de polluants dans l'atmosphère", CEA Cadarache, Laboratoire de Modélisation des Transferts dans l'Environnement, franck.jourdain@cea.fr .

[17]. Gilles MAIGNANT: "Modélisation de la dispersion de polluants à l'échelle intra-urbaine, mise en place d'indicateurs morphologiques", CNRS / Université de Nice – Sophia Antipolis UMR ESPACE.

[18]. N. Diaf, M Bouchaour, L. Merad et B. Benyoucef : "Paramètres Influençant la Dispersion des Polluants Gazeux ", Laboratoire De Matériaux & Energies Renouvelables, Facultés Des Sciences, Université De Tlemcen 2003. E-mail : n_diaf@mail.univ-tlemcen.dz

[19]. ZIRARI Mounir: "Fluent pour la simulation numérique des procédés industriels-Etude de la dispersion d'un polluant dans l'atmosphère-", conférence sur : la recherche scientifique pour la société. Laboratoire de Procédés de Traitement et Recyclage de Rejets, université de Médéa, le 15 à 17 Mars 2010.

[20]. Matthieu François Daniel DUFRESNE: "La modélisation 3D du transport solide dans les bassins en assainissement : Du pilote expérimental à l'ouvrage réel", thèse de doctorat, Université Louis Pasteur Strasbourg, 15 octobre 2008.

[21]. Mohamed Hefny & Ryozo Ooka: "Numerical simulation of turbulent flow inside around covered roadway". The seventh International Conference on Urban Climate, 29 June - 3 July 2009, Yokohama, Japan.

[22]. Rodolphe Perrin: " Analyse physique et modélisation d'´ecoulements incompressibles instationnaires turbulents autour d'un cylindre circulaire `a grand nombre de Reynolds", Thèse de Doctorat, l'Institut National Polytechnique de Toulouse Spécialité´ : Dynamique des Fluides, 5 juillet 2005.

[23]. Abedi Jalal & Omidyeganeh Mohammad:" Modélisation de la dispersion de la pollution autour un obstacle cubique".6eme Colloque international sur Aérodynamique des organes & Applications, Milano, Italie, Juillet, 20-24, 2008. E-mails: jabedi@ucalgary.ca

[24]. Chambre Algérienne de Commerce et d'Industrie: "Monographies des Wilayate; Wilaya de Médéa" .BP 100 1^{IER} Novembre .place des Martyrs.
Source: http://www.monographies-algerie.caci.dz

[25]. "Médéa : Réhabilitation prochaine de plusieurs stations de pompage et de traitement d'eau". Publie le 24-10-2010. http://www.elmoudjahid.com/fr/archive/tag/10687

[26]. RGPH: Recensement Général de la Population et d'Habitat, Office Nationale de Statistique, (Alger, 1998) .

[27]. Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière : "Mise en concession de 32 actifs" ,14 avril 2010. Source: www.aniref.dz

[28]. "PME et artisanat à Médéa ". Posté par: Touareg, Publiée le : 11/11/2009 Par Mohamed Abdelli, www.elwatan.com

[29]. "Principales réalisations dans la wilaya de Médéa ".www.Bouteflika2009.com

[30]. BELKHIER Mohamed: "Etude de l'impact des effluents gazeux issus de la décharge de Médéa sur la ville de Médéa". PFE pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en génie mécanique ; université de Médéa, juin 2010.

[31]. Direction du suivi de l'état de l'environnement du Québec: "Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique", Avril 2005 .

[32]. "ALGERIE : Climat, températures, précipitations, ensoleillement" www.levoyageur.net

Sur Internet:

- Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire : www.joradp.dz
- Plan Général de Gestion de Déchets : www.emwelt.lu.dz
- Nouvelles de l'Algérie:www.magharebia.com
- Projet International pour l'Elimination des POPs (IPEP) :www.ipen.org
- centre interprofessionnel technique d'étude de la PA : www.citepa.org/pollution.fr
- association pour la prévention de la pollution atmosphérique : www.appa.asso.fr
- Ademe : agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie:www.ademe.fr

Annexe A: les deux cadres algériens -législatif et institutionnel- relatifs à l'environnement

A.1. le cadre législatif

Les principaux textes réglementaires et législatifs relatifs aux déchets solides sont les suivants:

_ ***Loi n° 83-03 du 5 février 1983*** relative à la protection de l'environnement;

_ ***Décret n° 84-378 du 15 décembre 1984*** fixant les conditions de nettoiement, d'enlèvement et du traitement des déchets solides urbains;

_ ***Loi n° 01-19 du 12 décembre 2001*** relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets;

_ ***Loi n° 03-10 du 19 juillet 2003*** relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable. Elle défini parmi ses objectifs la prévention de toute forme de pollution et de nuisances causées à l'environnement. Elle définit de nouvelles obligations pour la protection des sols et des eaux souterraines incluant la décontamination des sites polluées.

Parmi les principes fondamentaux fondant cette loi : le principe de pollueur-payeur, selon lequel toute personne dont les activités causent des dommages à l'environnement assure les frais de toute les mesures de préservation et de réduction de la pollution ainsi que la remise en état des lieux.

A.2. Le cadre institutionnel

La prise de conscience des problèmes de l'environnement s'est effectuée de façon progressive. La démarche a consisté à créer ,par strates successives et par secteurs ,un cadre institutionnel responsable de la gestion environnementale dans le pays. Ainsi, la plupart des institutions mises en place ont travaillé sur la base de préoccupations étroites et compartimentées.

Il en a été ainsi :

Des directions et sous-directions des départements ministériels ayant à des degrés divers des responsabilités environnementales sectorielles notamment énergie et mines ,industrie, déchets, agriculture, forêts ,ressources en eaux, transport ,santé publique ;(des administrations et agences environnementales opérationnelles (Direction Générale de l'Environnement DGE, Direction Générale des Forêts DGF,

Agence Nationale de Protection de la Nature ANPN, Agence de Promotion et de Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie APRUE, etc…).
Les changements multiples de tutelle qu'a connue l'administration environnementale pendant une longue période n'ont pas favorisé l'émergence de programmes d'action durables et coordonnés.

A partir de 1995, la création de la DGE et d'inspections de l'environnement au niveau des différentes wilayas du pays était censée densifier le cadre institutionnel et améliorer les capacités de surveillance et de contrôle de l'état de l'environnement. De même, la création du Haut Conseil à l'Environnement et au Développement Durable (HCEDD) était destinée à initier une démarche globale et intégrée .

Dans la réalité, le HCEDD n'a jamais été opérationnel. Ainsi, malgré l'existence de multiples institutions, les capacités de ces dernières sont restées limitées dans les différents domaines :
Formulation de stratégies, coordination ,études et recherches, audits et études d'impacts, contrôle et surveillance de l'état de l'environnement. Au niveau décentralisé, les capacités des municipalités dans la gestion environnementale s'avèrent très insuffisantes .

La création en l'an 2000 du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE) a ouvert des perspectives nouvelles. Un vaste programme de renforcement institutionnel et juridique est actuellement proposé, incluant notamment une nouvelle organisation du MATE et un renforcement des capacités humaines et techniques de veille .

La nouvelle structure du MATE4:

Inclut huit directions**:** (1) la direction générale de l'environnement (qui comprend les directions de la politique environnementale urbaine, de la politique environnementale industrielle, de la diversité biologique, du milieu naturel ,des sites et des paysages, de la communication, de la sensibilisation et de l'éducation environnementales, de la planification, des études et de l'évaluation environnementales); (2) la direction de la prospective, de la programmation et des études générales d'aménagement du territoire; (3) la direction de l'action régionale et

de la coordination; (4) la direction des grands travaux d'aménagement du territoire; (5) la direction de la promotion de la ville; (6) la direction des affaires juridiques et contentieux; (7) la direction de la coopération; (8) la direction de l'administration et des moyens.

Annexe B: Quelques mesures concernant le secteur de déchets en Algérie

Pollution due	Oxyde de Carbone: CO	Composants organiques	Particules volatiles non méthaniques COVNM	Oxyde d'azote: NOX	Dioxyde de Souffre : SO2
Trafic automobile	4.160	123.629	8.710	249.600	996.600
Sources fixes	65.445	22.521	1.131.352	55.906	45.047
Dont:					
-Activité industrielle	48.019	14.061	1.128.688	53.683	44.846
-Combustion déchets	17.437	8.954	3.324	1.219	208

Tableau annexe1 - Emissions de polluants de l'air en Algérie (année 1995) Ton

Source : MATE - Direction Générale de l'Environnement

Secteur d'activité industrielle	Tonne / an
Déchets agricoles et forestiers	-
Déchets des mines et carrières	212.000
Déchets industriels (ind. Manufacturières) dont :	
Industries alimentaires, tabac, allumettes	2.100
Textiles, bonneterie, confection	4.400

Cuirs et chaussures	12.300
Bois, papier, imprimerie	2.700
Chimie, caoutchouc, plastiques	3.200
Ind. Sidérurgiques, métallurgiques, mécaniques, électriques	955.700
- Déchets résultants de la production d'énergie (hydrocarbures)	49.700
- Déchets municipaux (ménagers)	5.200.000

Tableau annexe. 2 - Quantité de déchets produite par secteur en Algérie (Source : MATE – DGE).

Domaines	**Décennie 1980 / 1989 % PIB annuel**	**Décennie 1990 / 2000 % PIB annuel**
Assainissement, épuration (eau)	0.58	0.34
Restauration des sols, reforestation, steppes	0.37	0.14
Equipements antipollution (industrie, énergie)	0.04	0.15
Déchets	0.06	0.08
Santé	0.05	0.05
Fonctionnement des agences	0.08	0.08
Total	1,18	0,84

Tableau annexe.3 - Les dépenses de protection de l'environnement en pourcentage du PIB

-	1000xTE-CO2	Pourcentage
Déchet solides	4 109,49	85,34
Rejets humains	290,22	6,03
Déchet liquides	415,40	8,63
BILAN	4 815,11	100,00

Tableau annexe.4- Emissions agrégées des GES dues au secteur des déchets pour l'année 1994.

Maladies	Morbidité (nombre de cas)	Mortalité (taux pour 100 000 hab.)
Bronchite chronique	353 600	16,69
Cancers du poumon	1 522	2,74
Asthme	544 000	1,97

Tableau annexe.5- Nombre de cas liés à la morbidité respiratoire et mortalité 1996

Type de MTH	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**2000**	**2001**	2002
Choléra	0.39	0.06	0.47	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Typhoïde	9.68	9.03	16.36	16.21	14.68	9.28	6.87	10.30
Dysenteries	7.72	7.78	9.24	11.09	9.78	8.65	9.36	7.50
Mal. virales	13.55	11.78	8.90	11.86	10.98	8.94	4.25	2.66

Tableau annexe.6- Maladies à transmission hydrique, 1992-2002 (‰)[INSP]

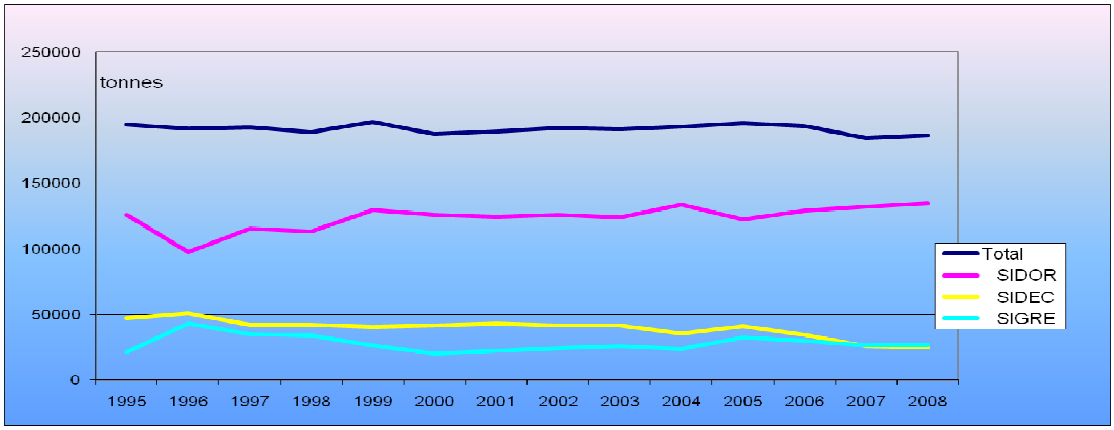


Figure annexe.1- Evolution des quantités de déchets ménagers absolues et spécifiques éliminées par les syndicats SIDEC, SIGRE et SIDOR (1995 - 2008), (source: PGGD).

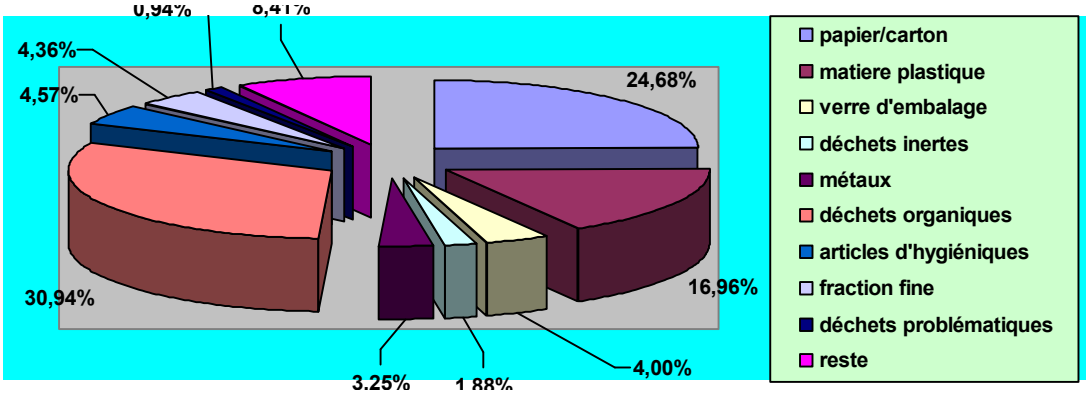


Figure annexe.2-Répartition des différentes fractions dans les déchets ménages résiduels (2004/2005) [7]

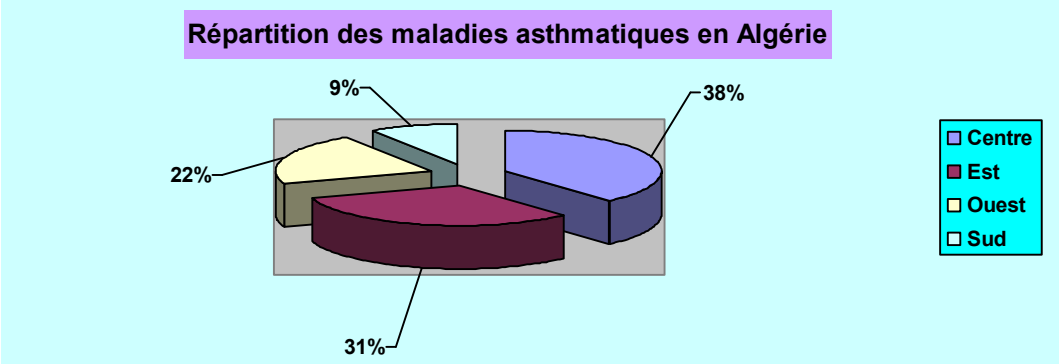


Figure annexe.3-La répartition des asthmatiques selon les régions [INSP]

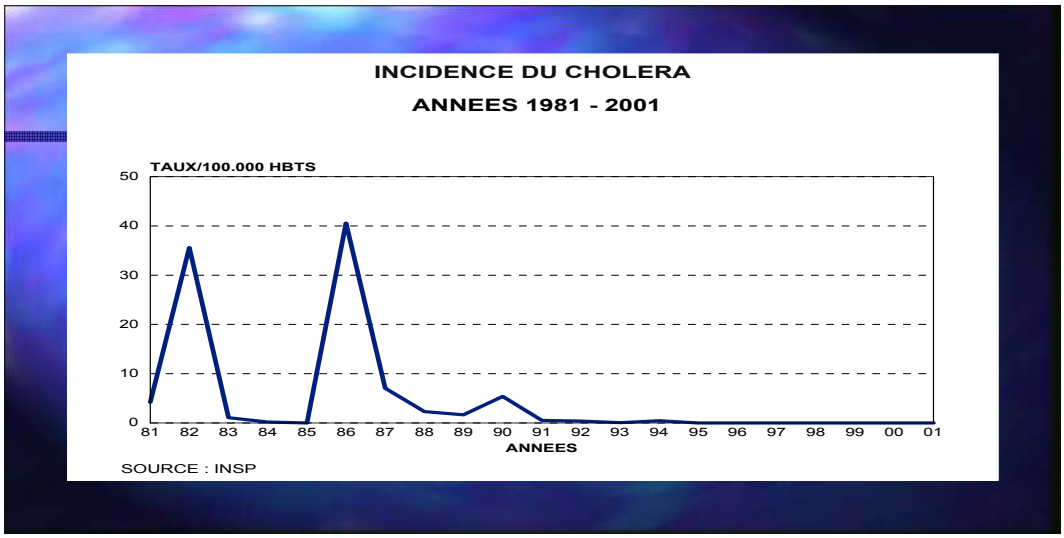


Figure annexe. 4 – incidence du Cholera (1981-2001) [INSP]