

UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID DE TLEMCEM

FACULTE DE MEDECINE

Thèse

Pour l'obtention du
DOCTORAT EN SCIENCES MEDICALES



N°

**PREVALENCE DES TROUBLES RESPIRATOIRES
CHEZ UNE POPULATION D'ENFANTS EXPOSES
AUX POLLUANTS INDUSTRIELS**

Soutenue publiquement le 30 /10 / 2008

Par : Mohamed BENMANSOUR

Devant le jury d'examen

Président

Pr. SALAH Lellou

Faculté de Médecine d'Oran

Membres

Pr. MOUMENI Abdelhak

Faculté de Médecine Sétif

Pr. MEGUENNI Kaouel

Faculté de Médecine Tlemcen

Pr. TEBBOUNE Bachir

Faculté de Médecine d'Oran

Directeur de thèse

Pr. BERRABAH Yahia

Faculté de Médecine d'Oran

REMERCIEMENTS
ET
DEDICACES

A Monsieur le Professeur

y. Berrabah

Qui a dirigé ce travail

A Monsieur le Professeur

S. Lellou

A Monsieur le Professeur

A. Moumeni

A Monsieur le Professeur

B. Tebboune

A Monsieur le Professeur

K. Meguenni

Qui ont l'honneur de juger cette thèse

A Monsieur le Professeur

J.F Tessier

A Monsieur le Professeur

D Lison

A Monsieur le Professeur

Z.Massen

Dont la compétence et l'aide m'ont été précieuses

Qu'ils acceptent ici l'expression de mes sincères remerciements

Remerciements

A tous ceux qui m'ont aidé à réaliser ce travail

<i>A Monsieur Adelhalim Lalama</i>	<i>Directeur général du CHUT</i>
<i>A Monsieur Kadi Mohamed</i>	<i>Directeur général</i>
<i>A Monsieur Bourak Hamid</i>	<i>Directeur de la communication</i>
<i>A Monsieur Atmani Mohamed</i>	<i>DRH</i>
<i>A Monsieur Berahou Ahmed</i>	<i>S. directeur de l'environnement</i>
<i>A Monsieur Arslane Bessedik</i>	<i>Chargé de l'environnement</i>
<i>A Monsieur Rahmi Abdelkader</i>	<i>Médecin de l'entreprise</i>
<i>A Monsieur Hadj Berrouiguet</i>	<i>Directeur de la santé et de la population .</i>
<i>A Monsieur le Directeur de l'Office National de Statistique.</i>	
<i>A Monsieur l'Inspecteur de l'Académie.</i>	
<i>A Messieurs les Directeurs des Etablissements Scolaires.</i>	
<i>A Messieurs les Surveillants des Etablissements Scolaires.</i>	

Dédicaces

*A l'ensemble du personnel du service de Médecine Respiratoire du C.H.U
Docteur T. Damerdji Tlemcen.*

A mes amis

A ma famille

A mes parents

A Zakia

A Hanane

*A Hanaa, avec l'espoir qu'elle trouvera
ici courage et motivation.*

Table des matières

CHAPITRE I

REVUE DE LITTERATURE

A. INTRODUCTION	1
B. HISTORIQUE	3
C. DONNEES FONDAMENTALES	5
I. L'appareil respiratoire	5
I.1. Anatomie.....	5
I.2. Physiologie et Mécanisme de la respiration.....	8
I.3. Appareil circulatoire.....	9
I.4. Les échanges gazeux.....	11
II. Moyen de défense de l'appareil respiratoire	12
II.1. L'épuration :	12
II.2. Epuration mécanique :.....	13
II.3. Le dépôts	13
II.4. Epuration immunologique et métabolique.....	14
II.5. Moyen de défense réflexe.....	15
III. l'air et pollution atmosphérique	15
III.1. Définition de la pollution atmosphérique.....	16
III.2. Substances polluantes	17
III.2.1. La pollution naturelle.....	17
III.2.2. La pollution engendrée par l'homme	17
III.2.2.1. La pollution en zone urbaine et industrialisée.....	17
III.2.2.2. La pollution en zone rurale	18

III.3. Les principaux sources d'émissions des polluants atmosphériques	18
III.3.1. Le dioxyde de soufre (SO ₂).....	18
III.3.2. Les oxydes d' azote (NO, NO ₂).....	19
III.3.3. Les particules en suspension (PM ₁₀ – PM _{2,5}).....	19
III.3.4. Le monoxyde de carbone (CO).....	19
III.3.5. Les composés organiques volatils (COV).....	19
III.3.6. Les métaux	19
III.3.7. L'ozone O ₃	20
III.3.8. Les dioxines	20
III.4. L'importance de la météorologie.....	20
III.4.1. Le rôle de la température.....	21
III.4.2. Le rôle du vent.....	22
III.4.3. En hiver.....	22
III.4.4. En été.....	22
III.5. Mécanisme d'élimination des polluants.....	23
III.5.1. Entraînement par les précipitations appelé processus de dépôt humide.....	24
III.5.2. Dépôt a la surface sous-jacente appelé processus sec	24
IV. Impact de la pollution atmosphérique	25
IV.1. Effet sur l'environnement.....	25
IV.1.1. Echelle locale.....	25
a. la détérioration du patrimoine bâti.	25
b. La flore citadine.	26
IV.1.2. Echelle régionale.....	26
a. Effet de l'ozone.....	26
a.1. A basse altitude	26
a.2. A haute altitude.....	27
IV.1.3. Echelle mondiale.....	27

IV.2. Impact, mode d'absorption et paramètre d'action de la pollution atmosphérique sur l'homme	28
IV.2.1. Absorption.....	28
IV.2.2. Mode d'absorption par inhalation	28
IV.2.3. Mode d'absorption par ingestion	28
IV.2.4. Mode d'absorption par contact avec la peau.....	29
IV.3. Paramètres d'action.....	29
IV.3.1. Le type de polluant.....	29
IV.3.2. La concentration du polluant.....	29
IV.3.3. La durée d'exposition.....	29
IV.3.4. Accumulation du polluant.....	29
IV.3.5. La population concerné.....	30
IV.4. Retentissement de la pollution atmosphérique sur l'appareil respiratoire et effets des différents polluants.....	30
IV.4.1. L'ozone	32
IV.4.2. Le dioxyde de soufre.....	32
IV.4.3. Les particules en suspension	32
IV.4.4. Le dioxyde d'azote	33
IV.4.5. Le monoxyde de carbone	33
IV.4.6. Le tabagisme passif	33
IV.4.7. Polluants combinés	33
IV.5. Pathogénie et mode d'action :	34
IV.6. Les accidents observés.....	35
V. Retentissement de la pollution atmosphérique sur l'asthme de l'enfant.....	37
V.1. Population d'enfants.....	37
V.2. Population d'enfants asthmatiques.....	37

V.2.1. Définition de la maladie asthmatique.....	37
V.2.2. Une prévalence en augmentation	40
V.3. Facteurs favorisants	41
V.3.1. La prédisposition génétique.....	41
V.3.2. L'infection.....	42
V.3.3. L'allergie.....	42
V.3.4. Le rôle de l'environnement.....	43
V.4. Etat actuel du problème.....	45
V.4. 1. Intérêt de recherche sur la pollution atmosphérique.....	45
V.4. 2. Intérêt de recherche sur l'asthme bronchique et la morbidité respiratoire.	47
V.4. 3. Intérêt d'une étude de prévalence sur l'asthme.....	47

CHAPITRE II

ETUDE PERSONNELLE

I. Problématique	49
II. Objectifs de l'étude.....	51
II.1. Objectif principal.....	51
II.2. Objectifs spécifique	51
III. Matériel et méthode.....	51
III.1. Géographie de la région d'étude.....	51
III.2. Etude de la pollution environnementale en SO ₂	52
III.2.1. Détermination des zones par rapport a la source de pollution (Découpage)	52
III.2.2. Technique d'échantillonnage en SO ₂	52
III.2.3. Etude des paramètres climatique.....	53

III.3. Population d'étude	53
III.3.1. Echantillonnage	53
III.3.1.1 Type de sondage.....	53
III.3.1.2. Méthode de calcul de la taille d'échantillon.....	54
III.3.1.3. Détermination du nombre de sujet nécessaire.....	54
A. Taille de l'échantillon	54
B. Choix de la catégorie d'age.....	54
C. Critère d'exclusion.....	55
III.3.2. Les établissements scolaires.....	55
III.3.2.1 .Les établissements primaire	56
III.3.2.2. Les établissements moyen.....	56
III.3.2.3. Répartition des enfants examiné au niveau des centres d'enseignements moyen.....	57
III.3.2.4. Répartition des enfants examiné au niveau des écoles.....	57
III.4. Questionnaire.....	57
III.5. Enquête proprement dite	59
III.5.1. Les autorisations préalables a l'enquête.	59
III.5.2. Formation et organisation des enquêteurs.	59
III.5.3. Type et période d'étude	60
III.5.4. Rythme et déroulement de l'enquête.....	60
III.5.5. Examen clinique	60
III.5.6. Mesure du débit expiratoire de pointe.....	60
III.5.7. Traitement des résultats.....	61
III.5.8. Analyse des résultats de l'enquête.....	61

IV. RESULTATS	62
IV.1. Présentation générale de la population	62
IV.1.1. Représentations générales de la population en fonction du sexe de l'âge et des établissements	63
IV.1.2. Représentation générale de la population en fonction des établissements et la période (Phase I et Phase II)	63
IV.1.3. Représentation générale de la population en fonction de l'âge et du sexe selon la période (Phase I et Phase II).....	64
IV.1.4. Synthèse des deux phases : Caractéristique de base de notre population d'étude et représentations générales de la population en fonction du sexe, de l'âge, du sexe et de la tranche d'âge et des établissements.....	65
IV.1.5. Qualité et mode de vie de la population d'étude.....	69
IV.2. Recueil des données de la pollution de l'usine et représentations des établissements en fonction de la zone d'enquête.....	73
IV.2.1. Présentation du process.....	73
IV.2.2. Zone et estimation et quantification de la teneur atmosphérique en SO_2	74
IV.3. Morbidité respiratoire Phase I	78
IV.3.1. prévalence d'Asthme et symptômes d'asthme des six derniers mois.....	78
IV.3.2. Prévalence de la pathologie décrite au cours des six derniers mois	79
IV.3.3. Symptômes ressentis au cours des six derniers mois (Phase I).....	80
IV.4. Morbidité respiratoire Phase II.....	82
IV.4.1. Prévalence d'Asthme et symptômes d'asthme des six derniers mois.....	82
IV.4.2. Pathologie décrite au cours des six derniers mois (Phase II).....	83
IV.4.3. Symptômes ressentis au cours des six derniers mois (Phase II).....	84

IV.5. Asthme et profil épidémiologique de l'asthme	86
IV.5.1. Répartition de la prévalence de l'asthme en fonction de l'âge et du sexe (phase I et phase II).....	86
IV.5.2. Caractère sociodémographique de la population asthmatique sexe, age, établissement et zone d'enquête	88
IV.5.3.. Asthme et terrain d'atopie	90
IV.5.4. Etude des facteurs de risques (âge, zone d'enquête, tabagisme, habitat et animaux).....	94
 IV.6. Taux de prévalence des symptômes d'asthme selon la zone	 107
IV.6.1. Morbidités respiratoires subjectives	107
IV.6.2. Prévalence de morbidité ressentie selon la zone dans la population général.....	110
IV.6.3. Taux de prévalence de morbidité ressentie selon la zone dans la population asthmatique	111
 IV.7. Morbidités respiratoires objective (antécédents) des 12 derniers mois.....	 112
IV.7.1. Taux de prévalence de la pathologie décrite selon la zone en population générale	112
IV.7.2. Prévalence de la pathologie décrite indépendamment de la zone et selon la zone chez la population asthmatique.....	113
IV.7.3. Taux de prévalence de la pathologie décrite selon le tabagisme passif chez la population générale	115

V. DISCUSSIONS.....	118
I. Méthodologie.....	118
II. L'échantillonnage.....	120
II.1. La taille de l'échantillon	121
II.2. La technique d'échantillonnage.....	121
III. Caractéristiques démographiques et sociales.....	121
III.1. Le sexe.....	121
III.2. L'âge	122
IV. Les instruments d'évaluation	122
IV.1. L'instrument d'évaluation de la pollution	122
IV.2. L'instrument d'évaluation du climat.....	123
V. Les Indicateurs sanitaires documentés.	123
V.1 : l'asthme bronchique	123
V.1.a. Prévalence de l'asthme bronchique selon le sexe	123
V.1.b. L Prévalence de l'asthme bronchique selon l'age	124
V.1.c. Prévalence des symptômes d'asthmes	124
V.1.d. Prévalence de la rhinite allergique	126
V.1.e. Le tabagisme passif.....	126
V.1.f. Les conditions socioéconomiques.....	126
V.1.g. Asthme et facteurs déclenchants	126
V.2.. Prévalence de l'asthme selon la zone a (pollution importante ou faible et intermédiaire)	127
V.2.1. Modulation de l'asthme et des symptômes d'asthmes selon la zone a (pollution importante ou faible et intermédiaire)	130
V.2.2. Les caractéristiques sociodémographique des asthmatique selon la zone	131
V.3. la pathologie décrite	132

V.3.1. La pathologie décrite indépendamment de la zone	132
V.3.2. La pathologie décrite selon la zone	132
V.4. la morbidité respiratoire subjective (symptômes d'asthme) selon la zone	135
V.5. la morbidité ressentie des 12 derniers mois	135
VI. la pathologie décrite selon le tabagisme passif.....	136
VI. CONCLUSION	140
VII .BIBLIOGRAPHIE.....	144
ANNEXES	
ANNEXE 1 : Questionnaires	153
ANNEXE 2 : Description du processus	160
ANNEXE 3 : Recueil des données de la pollution atmosphérique	161
ANNEXE 4 : Testo 350 M/XL	163
ANNEXE 5 : Estimation par mesure de détection (Appareillage)	164
ANNEXE 6 : Résultats et recueil des données météorologiques	165
ANNEXE 7 : Comparaison entre les études publiées concernant les enfants	169
ANNEXE 8 : Abréviations et unités de mesure	170
ANNEXE 9 : Carte de la région	171
ANNEXE 10 : Port de GHAZAOUET	172
ANNEXE 11 : Carte des zones d'extensions de la commune de Ghazaouet	173
ANNEXE 12 : Répartition géographique des établissements scolaires	174
ANNEXE 13 : Mesure des débits expiratoires de pointe des enfants asthmatiques....	175
ANNEXE 14 : Carte du débit expiratoire de pointe	177
ANNEXE 15 : Typologie des stations.....	178
ANNEXE 16: Mesure à prendre en cas de pic de pollution atmosphérique.....	179

Liste des figures

Revue de la littérature

Fig. 1 : Face ventrale Représentation schématique des vésicules pulmonaires	6
Fig. 2 : Représentation schématique d'une alvéole pulmonaire	7
Fig. 3 : Aspect du parenchyme pulmonaire au microscope électronique à balayage	8
Fig. 4 : Schéma de l'organisation interne du poumon : trois compartiments, air, tissu et sang, sont organisés en trois zones fonctionnelles .zone de conduction, zone périphérique d'échanges gazeux et zone intermédiaire de transition.	9
Fig. 5 : Schéma de la petite et grande circulation sanguine	10
Fig. 6 : Echange gazeux.	11
Fig. 7 : Expérience des deux éprouvettes : Expérience de BERTHOLLET	12
Fig. 8 : Schéma d'inversion de la température	21
Fig. 9. Eté, effet de brise mer (après midi)	22
Fig. 10. Eté, effet de brise de terre (La nuit).....	23
Fig. 11 : Elimination par processus de dépôt humide	24
Fig. 12 : Elimination par processus de dépôt sec	24
Fig. 13 : Effet de serre	27
Fig. 14 : Profil schématique des réactions biologiques à la pollution	30
Fig. 15 : Schéma illustrant les effets néfastes sur la santé des enfants et adolescents exposés a la pollution atmosphérique.	36
Fig. 16 : Prévalence en augmentation : nombre d'asthmatiques cumulés sue 4 générations successives.....	40
Fig. 17 : Schéma des différentes interactions entre manifestations aiguës et chroniques de l'enfance a l'état adulte (Source / Walter S.D.)	44

Etude personnelle

Fig.1 : Répartition selon le sexe	65
Fig.2 : Répartition selon par classe d'âge et par sexe.....	67
Fig.3 : Répartition de l'effectif selon l'établissement.....	68
Fig.4 : Répartition de la population selon le tabagisme.....	69
Fig.5 : Répartition selon l'ancienneté de habitat.....	70
Fig.6 : Répartition de l'effectif selon l'indice d'occupation	71
Fig. 7. Répartition de la population selon le tabagisme passif	71
Fig. 8 : Répartition du tabagisme des parents selon le nombre de cigarettes / jour.....	72
Fig. 9 : Répartition de la présence des animaux selon la population.....	73
Fig.10 : Processus de production – ALZINC	86
Fig.11 : Répartition de l'échantillon et des établissements dans la zone à pollution importante	76
Fig. 12 : Répartition de l'échantillon et des établissements dans la zone à pollution faible et intermédiaire.....	76
Fig.13 : Répartition de l'asthme selon la population.....	78
Fig. 14 : Répartition de l'asthme et symptômes d'asthme (phase I)	79
Fig. 15 : Répartition de la pathologie décrite (Phase I).....	80
Fig. 16 : Répartition des symptômes ressentis. (Phase I)	81
Fig.17 : Répartition de la prévalence de l'asthme (Phase II)	82
Fig. 18 : Répartition de la morbidité respiratoire, asthme et symptôme d'asthme. (Phase II)	83
Fig. 19 : Répartition de la pathologie décrite (Phase II).....	84
Fig. 20 : Répartition des symptômes ressentis (Phase II).....	85
Fig. 21 : Répartition de la prévalence de l'asthme (phase I et phase II).....	86
Fig. 22 : Répartition des asthmatiques selon le sexe.....	87
Fig. 23 : Répartition de l'asthme bronchique selon l'indice d'occupation	88
Fig.24 : Répartition des asthmatiques selon la notion du tabagisme passif	89

Fig. 25 : Répartition des asthmatiques selon la présence d'animaux.....	89
Fig.26. Répartition des absences selon la sévérité de l'asthme	90
Fig. 27 : Répartition des Antécédent d'asthme familial chez les asthmatiques.....	91
Fig. 28 : Répartition de la rhinite allergique chez les asthmatiques.....	92
Fig.29 : Répartition de la rhinite allergique chez les asthmatiques en zone A.....	93
Fig.30 : Répartition de la rhinite allergique chez les asthmatiques en zone B.....	93
Fig.31 : Répartition de la rhinite allergique chez les asthmatiques	
selon la zone A et B.....	94
Fig. 32 : Répartition des asthmatiques selon l'établissement	
et la zone de pollution.....	96
Fig. 33. Répartition des asthmatiques selon la zone de la pollution	97
Fig. 34. Répartition de l'allure évolutive selon la tranche d'âge	98
Fig.35 : Allure évolutive des enfants asthmatiques	
par rapport à l'ensemble des enfants de la même tranche âge.....	101
Fig. 36 : Répartition de l'allure évolutive de l'asthme bronchique	
selon la zone de pollution.....	103
Fig. 37 : Facteurs déclenchants la crise d'asthme.....	104

Liste des tableaux

Revue littérature

Tableau 1 : Elimination des contaminants atmosphériques	28
Tableau 2 : Effets respiratoires néfastes sur la santé selon l'ATS	37
Tableau 3 : Degrés de sévérité de l'asthme selon GINA	38
Tableau 4 : Mesures spirométriques et degré de sévérité de l'asthme, selon GINA	39

Tableau 5 : Estimation des émissions atmosphériques (en tonnes par an) selon le secteur d'activité en Algérie (1995).....	45
---	----

Etude personnelle

Tableau 1. Répartition de la population d'étude en fonction du sexe.....	62
Tableau 2. Répartition de la population d'étude en fonction du sexe	62
Tableau 3. Répartition de la population en fonction des établissements selon la période	63
Tableau 4. Représentations générales de la population en fonction de l'âge et du sexe selon la période.....	64
Tableau 5. Répartition de la population en fonction du sexe	65
Tableau 6. Répartition de la population en fonction de l'âge et du sexe	66
Tableau 7. Répartition de la population d'enfants selon le sexe et la tranche d'âge (Echantillon global).....	67
Tableau 8. Répartition de l'échantillon en fonction de l'établissement	68
Tableau 9. Répartition de la population selon l'emploi des parent.....	69
Tableau 10. Nombre de cigarettes fumées par jour.....	72
Tableau 11. Répartition de l'échantillon selon l'établissement et la zone d'enquête.	75
Tableau 12. Asthme et symptômes d'asthme des six derniers mois	78
Tableau 13. Pathologie décrite au cours des six derniers mois (phase I).....	79
Tableau 14. Symptômes ressentis au cours des six derniers mois.....	80
Tableau 15. Asthme et symptômes d'asthme des six derniers mois	82
Tableau 16. Pathologie décrite au cours des six derniers mois.....	83
Tableau 17. Symptômes ressentis au cours des six derniers mois	84
Tableau 18. Asthme en fonction du sexe	86
Tableau 19. Asthme en fonction de l'âge	87
Tableau 20. Représentation de l'asthme au niveau des établissements par rapport à l'ensemble des asthmatiques.....	88
Tableau 21. Antécédent d'asthme familial chez les asthmatiques.....	90
Tableau 22. Antécédent de rhinite allergique chez les asthmatiques.....	91

Tableau 23. Antécédent de rhinite allergique chez les asthmatiques selon la zone	92
Tableau 24. Asthme en fonction de l'âge en zone (polluée ou non)	94
Tableau 25. Répartition des asthmatiques selon l'établissement et la zone d'étude...	95
Tableau 26. Asthme selon la zone de pollution	97
Tableau 27. Allure évolutive de l'asthme	98
Tableau 28. Répartition de l'allure évolutive de l'asthme selon la tranche d'âge (Asthme intermittent).....	98
Tableau 29. Répartition de l'allure évolutive de l'asthme selon la tranche d'âge (Asthme chronique léger).....	99
Tableau 30. Répartition de l'allure évolutive de l'asthme selon la tranche d'âge (Asthme chronique modéré).....	99
Tableau 31. Répartition de l'allure évolutive de l'asthme selon la tranche d'âge (Asthme chronique sévère).....	100
Tableau 32. Répartition des enfants asthmatiques selon l'âge et en fonction de la gravité.....	101
Tableau 33. Allure évolutive de l'asthme en fonction de la zone de pollution.....	102
Tableau 34. Facteurs déclenchants de la crise d'asthme.....	104
Tableau 35. Facteurs déclenchants de la crise d'asthme selon la zone (zone polluée où a pollution faible et intermédiaire).....	105
Tableau 36. Rhinite allergique chez les asthmatiques selon la zone (zone polluée où a pollution faible et intermédiaire)	105
Tableau 37. L'asthme bronchique et le tabagisme passif en zone polluée et à pollution faible et intermédiaire... ..	106
Tableau 38. Morbidités respiratoires subjectives des 12 derniers mois chez la population générale.....	107
Tableau 39. Morbidités respiratoires subjectives des 12 derniers mois en zone pollué et zone à pollution faible et intermédiaire chez la population générale	108
Tableau 40. Morbidités respiratoires subjectives des 12 derniers mois chez les asthmatiques selon la zone (pollué ou a pollution faible et intermédiaire)...	109
Tableau 41. Morbidité ressentie au cours des douze derniers mois (Symptômes) chez la population générale.....	110
Tableau 42. Symptômes ressentis chez la population générale en zone pollué et en zone a pollution faible et intermédiaire.....	110

Tableau 43. Symptômes ressentis chez la population asthmatique en zone polluée et zone à pollution faible et intermédiaire.....	111
Tableau 44. Pathologie décrite au cours des douze derniers mois chez la population générale.....	112
Tableau 45. Pathologie décrite au cours des douze derniers mois chez la population générale en zone polluée et pollution faible et intermédiaire.....	112
Tableau 46. Pathologie décrite au cours des douze derniers mois chez la population asthmatique.....	113
Tableau 47. Pathologie décrite au cours des douze derniers mois chez les asthmatiques en zone polluée et non polluée.....	114
Tableau 48. Pathologie décrite au cours des douze derniers mois en fonction du tabagisme passif chez la population générale.....	115
Tableau 49. Pathologie décrite au cours des douze derniers mois chez la population générale en zone polluée et non polluée exposée ou non au tabagisme passif	116
Tableau 50. Pathologie décrite au cours des douze derniers mois chez la population asthmatique en zone polluée et non polluée exposée ou non au tabagisme passif.....	117

Introduction

CHAPITRE I

REVUE DE LITTERATURE

A- INTRODUCTION

Malgré une meilleure qualité de l'air, grâce à l'adoption de niveaux à ne pas dépasser de certains types de polluant, la pollution de l'air demeure une préoccupation de santé publique.

L'accent est mis particulièrement sur l'augmentation constante de la fréquence des allergies respiratoires et de l'asthme pour lesquelles le rôle de la pollution atmosphérique est suspecté sans être clairement démontré.

L'ensemble de la population est exposé à la pollution atmosphérique et peut manifester des troubles respiratoires.

Cependant certaines populations sont plus sensibles tels que les enfants ; leur appareil respiratoire poursuivant son développement jusqu'à l'adolescence, en croissance et en maturation, reste plus vulnérable.

Les enfants asthmatiques sont particulièrement sensibles à la pollution atmosphérique et réagissent à des stimulations plus minimes. Ils constituent une population de choix pour apprécier les effets des polluants et ceci d'autant plus qu'ils sont moins directement soumis que les adultes à d'autres expositions respiratoires tels que la fumée du tabac ou les polluants des ambiances professionnelles.

La situation sanitaire des enfants de 6 à 16 ans suscite apparemment moins d'intérêt que celle de la période néonatale ou des enfants de 1 à 5 ans, si l'on juge par le peu d'écrits consacrés à ce sujet.

Ce travail, réalisé au niveau de la commune de Ghazaouet, sera principalement d'ordre épidémiologique sur un sujet qui nous importe beaucoup à savoir « santé et environnement » en s'intéressant à la pathologie pulmonaire en l'occurrence l'asthme bronchique et les facteurs associés tel que les infections respiratoires hautes et basses chez des enfants de 6 à 15 ans scolarisés.

Après l'historique sur la pollution de l'air et un rappel sur l'anatomie de l'appareil respiratoire, de la circulation sanguine et des échanges gazeux, nous établirons la définition de la pollution en général et la pollution atmosphérique en particulier ainsi que les effets incontestables de l'environnement.

Les différents polluants atmosphériques seront ensuite bien décrits et leur effet sur la santé de l'être humain avec insistance sur le dioxyde de soufre (SO₂).

La maladie asthmatique sera définie ainsi que les différents aspects d'infections respiratoires.

Les différentes études scientifiques, et épidémiologiques publiées termineront cette première partie.

Dans une seconde partie, le travail personnel sera exposé; on se propose d'étudier la prévalence de l'asthme bronchique et d'estimer l'ampleur du problème de la morbidité respiratoire dans une zone polluée.

De poser la problématique de l'usine d'électrolyse de zinc de METANOF (Entreprise de transformation des métaux non ferreux) qui est à l'origine de plusieurs types de pollution, dont la pollution atmosphérique par rejet de dioxyde de soufre (SO₂).

En effet aucune enquête épidémiologique de santé en général n'a été réalisée et sur la pathologie respiratoire en particulier.

Nous développerons dans ce travail l'enquête et les résultats de l'étude des cas d'asthme bronchique d'enfants scolarisés dans la commune.

Une description sera faite de l'état de la pollution atmosphérique (SO₂) au sein de la même commune.

Bien que le titre de la thèse s'arrête au plan épidémiologique, nous avons considéré, au fur et à mesure de l'avancement dans le travail qu'il était indispensable de prolonger cette étude épidémiologique aux aspects cliniques et évolutives.

Enfin, une bibliographique sera proposée.

B- HISTORIQUE

Pour certains, le bon vieux temps est paré de toutes les vertus, ce qui existait autrefois, quand l'eau et l'air était pur quand il n'y avait pas l'engrais chimique et que la nourriture était naturelle et saine.

Ce bon vieux temps existait-il avant les congés payés, avant le développement industriel ou a des époques plus lointaines lorsque sévissaient famines et épidémies.

L'eau était elle pure ? Nous citerons cette phrase de l'historien Leroy-Ladulte ; «boire du vin était un brevet de longue vie... car l'eau contenait des miasmes, des bactéries, de protozoaires, ce qu'on ignorait à l'époque et qui étaient responsables de maladies diverses typhoïdes, dysenterie, etc.»

Quant à l'air pur, nous reproduirons les citations d'auteurs anciens.

« Dès que j'aurai laissé derrière moi l'oppressant air de la ville et la puanteur des fumantes cheminées qui, une fois leur feu allumés et suies qu'elles contiennent, je me sentirai tout à fait un autre homme. »

C'était il y a 2000 ans, ce qu'écrivait le philosophe romain Sénèque.

Au 1^{er} siècle avant J-C, la population se plaignait de la puanteur des cheminées urbaines fumantes.

Les grecs de l'antiquité le savaient déjà selon R. Leygonie^[1]

Plus près de nous, en 1961, John Evelyn adressait une requête au roi d'Angleterre, ainsi rédigée :

«Londres Drape sa tête majestueuse dans les nuages de fumées et de soufre, si remplis de puanteur et de noirceur.... Qu'est tout cela sinon cet infernal et lugubre nuage de charbon ? ».

Les habitants de Londres ne respirent qu'une brume impure et épaisse, accompagnés de vapeur fuligineuses et sales, qui les rend sujets à mille désagréments, attaque leurs poumons, dérègle le comportement tout entier de leur corps de tel sorte que les catarrhes, la phthisie, la toux, sévissent plus en une seule cité que sur toute le reste de la terre.

En Angleterre, dès le XIII^{ème} siècle, la couronne a pris des mesures pour restreindre l'emploi du charbon dans les foyers à cause de la fumée et de l'odeur dégagées.

Au début de l'air industriel, en 1883, A. Ledereau publiait un article dans les annales de chimie physique, intitulé : l'acide sulfureux dans l'atmosphère de Lille. ^[2]

Nous terminerons ce retour au passé par l'épisode de smog qui sévit à Londres en 1952 du 5 au 9 décembre, la pollution de l'air atteignit des niveaux élevés avec un maximum les 7 et 8

décembre où l'on enregistra une concentration, pour 24 heures, de 3 800 microgrammes de dioxyde de soufre (SO₂) et plus de 4500 microgrammes de poussières.

Les concentrations de SO₂ étaient 10 fois supérieures à la concentration de l'année précédente pour la même période, ce qui a entraîné 4 000 décès supplémentaires. Par rapport à la même période, le nombre de morts par maladies respiratoires a été multiplié par huit et par quatre pour les maladie cardio-vasculaires. [7]

Ce furent surtout les personnes âgées de plus de 45 ans qui furent victimes et aussi les enfants de moins d'un an. Les cas de bronchites furent particulièrement nombreux.

Il faut cependant dire que les taux de fumées noires et de dioxyde de soufre constatés en décembre 1952 (valeurs moyennes maximales sur 24 h de 4460µg/m³ pour la fumée noires et 3830µg/m³ pour le dioxyde de soufre) étaient plus de 20 fois supérieurs aux moyennes observées de nos jours. [8]

En décembre 1975, un taux de dioxyde de soufre valeur maximale sur 24 quatre heure de 994µg/m³ était encore noté a Londres.

Depuis les épisodes accidentelles de pollution massive du 20^{ème} siècle, la pollution atmosphérique a suscité un véritable intérêt dans les milieux scientifiques et a favorisé la réalisation de nombreux travaux de recherche à l'échelle nationale et internationale, aboutissant à une meilleure connaissance des polluants atmosphériques, de leur sources et de leurs effets sur la santé.

C- DONNEES FONDAMENTALES

I. L'appareil respiratoire

I.1. Anatomie

L'orifice postérieur des fosses nasales s'ouvre sur la partie supérieure du pharynx. Le pharynx se continue par le larynx puis par la trachée, conduit long environ de douze cm, armé d'anneaux cartilagineux qui le maintiennent ouvert.

Les bronches et les alvéoles

La trachée se sépare en deux pour former la bronche droite et gauche qui pénètrent dans le poumon la bronche gauche se divise en deux bronches secondaires la bronche droite en trois bronches secondaires.

Chaque bronche secondaire donne dans chaque lobe du poumon une arborescence de bronchioles qui aboutissent finalement aux alvéoles pulmonaires, sorte de chambre ronde.

Ces alvéoles sont entourées de capillaires au niveau desquels ont lieu des échanges gazeux.

Ces alvéoles représentent une surface d'échanges 25 fois plus grande que la surface de la peau.

Les poumons sont des organes pairs qui occupent presque toute la cage thoracique. Ils sont spongieux, composés par les alvéoles.

Les alvéoles correspondent à de petites poches disposées autour d'un canal central, appelé canal alvéolaire. A cause de leur forme polygonale, qui permet un arrangement très dense, ils sont souvent comparés aux cellules d'un rayon de miel.^[9]

Le poumon droit est constitué de trois lobes et le gauche de deux qui sont indépendants les uns des autres, ils sont entourés d'une sorte de sac : la plèvre.

Une cloison musculaire, le diaphragme sépare la cage thoracique de la cavité abdominale.

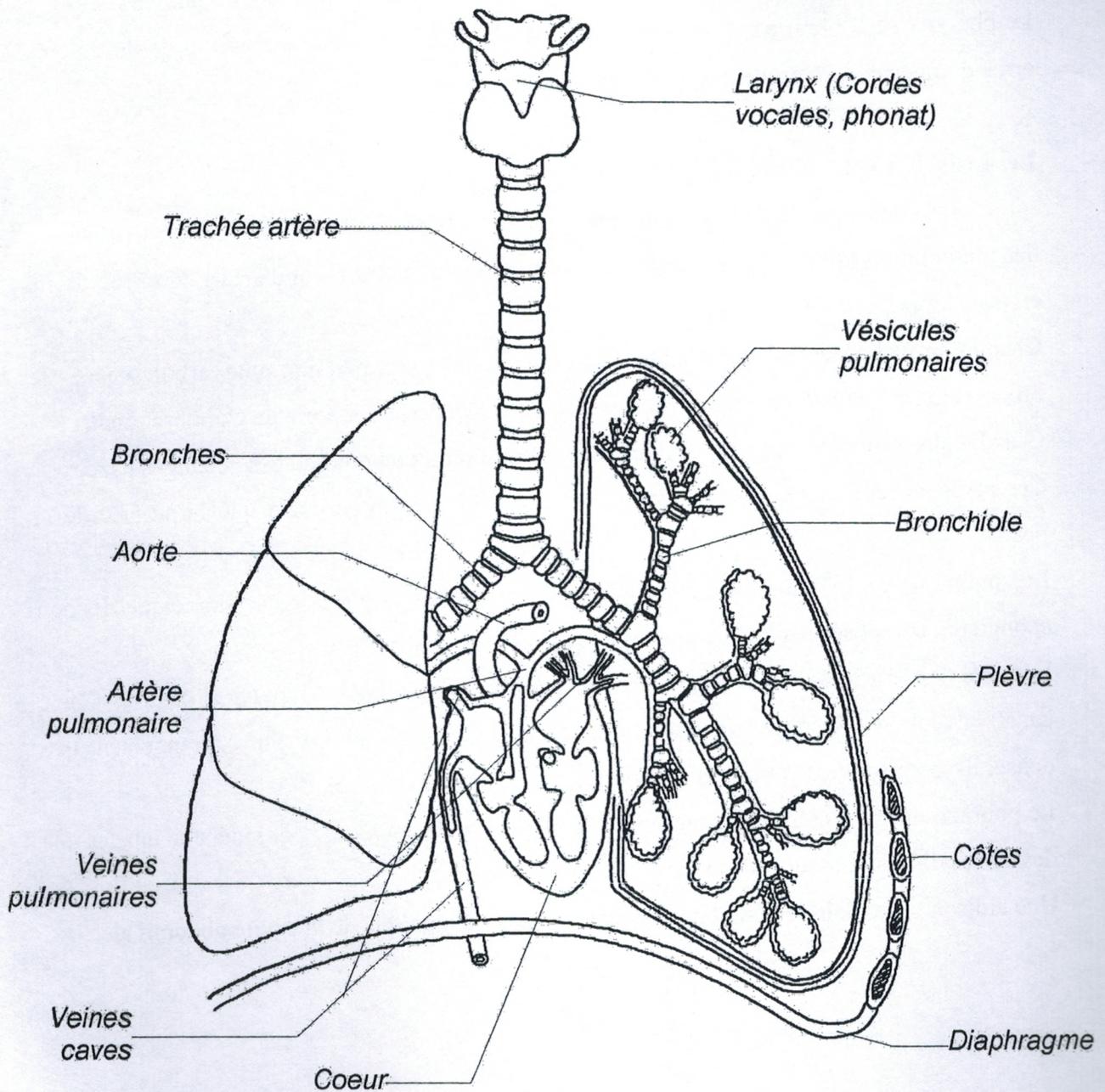


Fig. 1 : Face ventrale Représentation schématique des vésicules pulmonaires

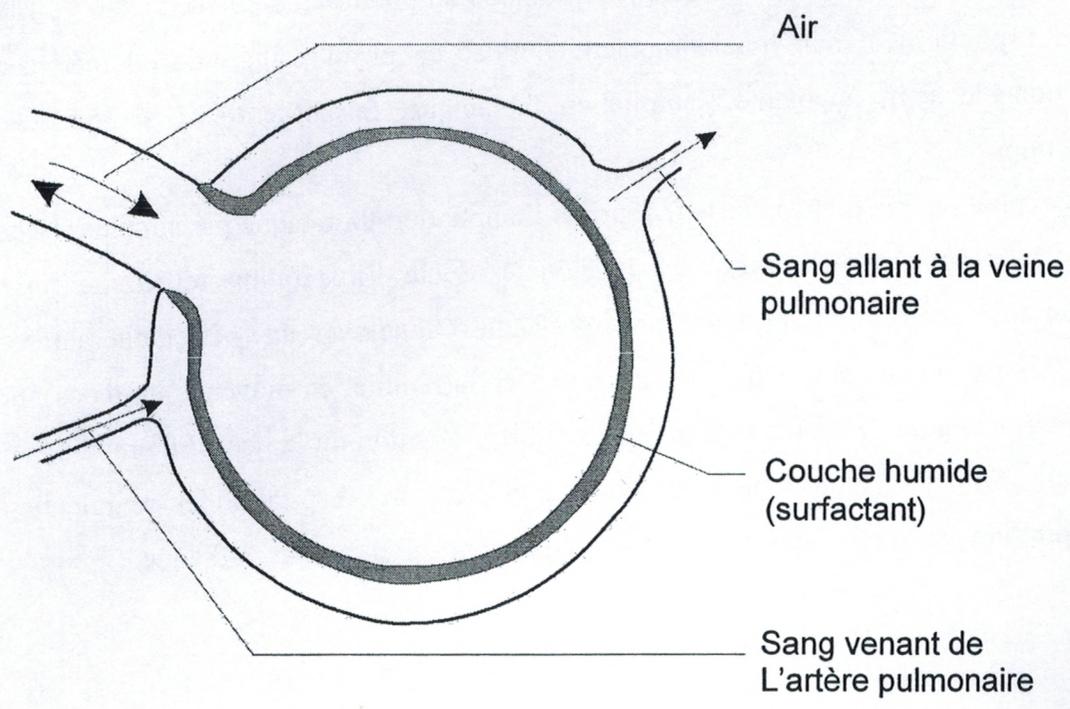
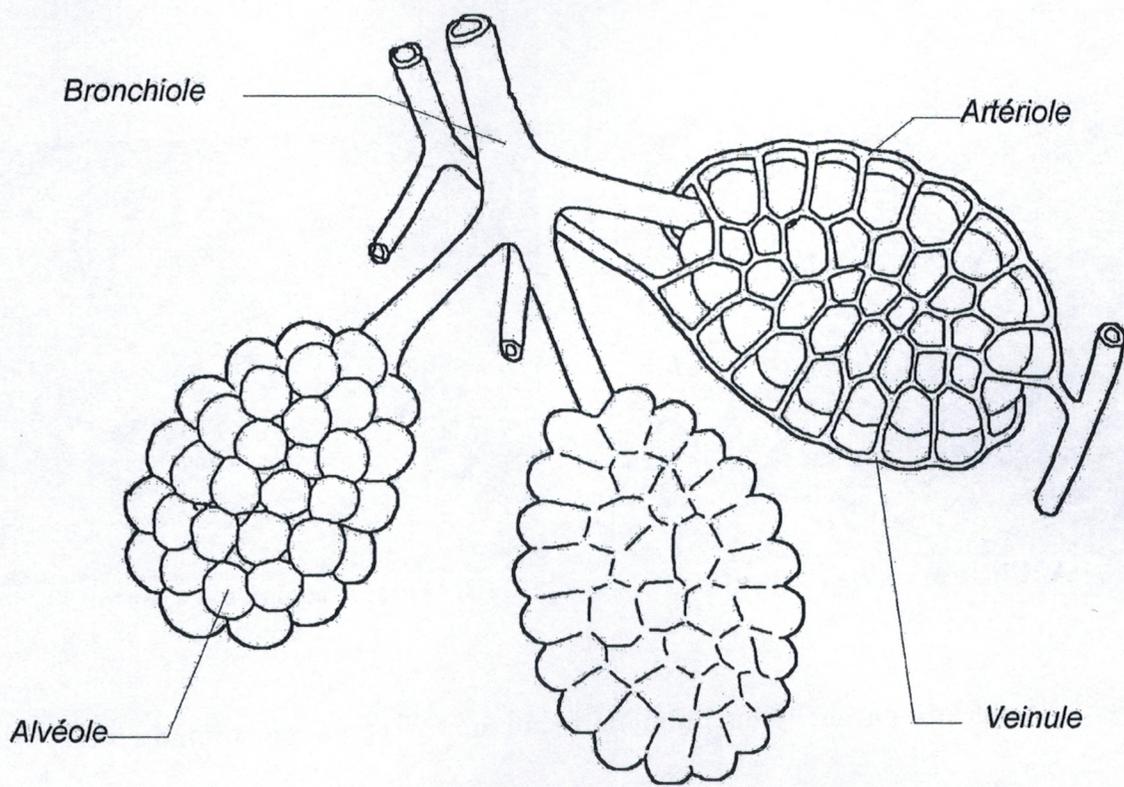
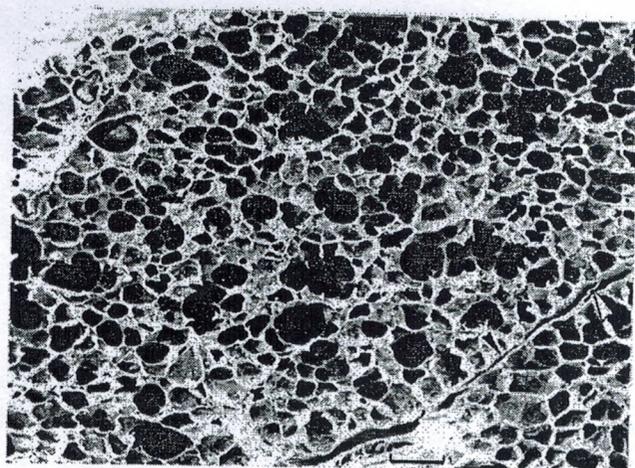
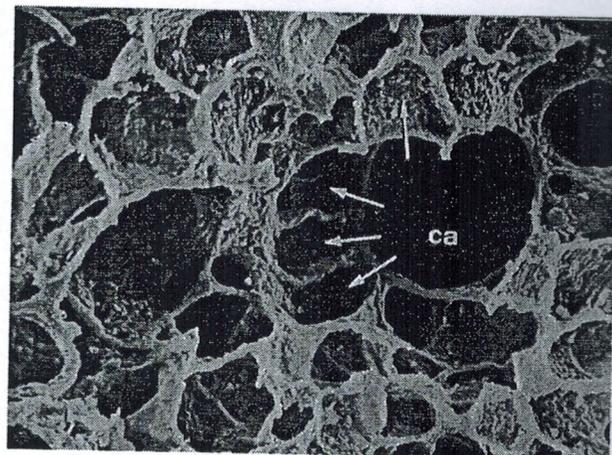


Fig. 2 : Représentation schématique d'une alvéole pulmonaire



A. Illustration de l'aspect.
des alvéoles



B. Canal alvéolaire (ca) entouré
d'alvéoles.

Fig. 3 : Aspect du parenchyme pulmonaire au microscope électronique à balayage

I.2. Physiologie et mécanisme de la respiration

La respiration assure le renouvellement de l'air dans les poumons, qui permet l'hématose (échanges gazeux entre alvéole et sang), et module l'ampliation thoracique :

- * L'inspiration (et non inhalation, terme utilisé en physiopathologie ou thérapeutique) phénomène actif, augmente l'ampliation thoracique, faisant entrer l'air frais dans les poumons.
- * L'expiration, phénomène passif, déprime l'ampliation thoracique par simple relâchement de l'action musculaire, expulsant l'air vicié. Seule l'inspiration représente un temps respiratoire actif important, commandé de façon réflexe avec une périodicité automatique (15 fois par minute chez l'homme, 18 fois chez la femme, en moyenne au repos), dont la fréquence augmente spontanément avec l'effort, l'émotion ou la peur. Elle module aussi le travail cardiaque, le rythme cardiaque s'accéléralant à l'inspiration et se ralentissant à l'expiration en fonction des pressions qui s'exercent sur la pompe cardiaque.

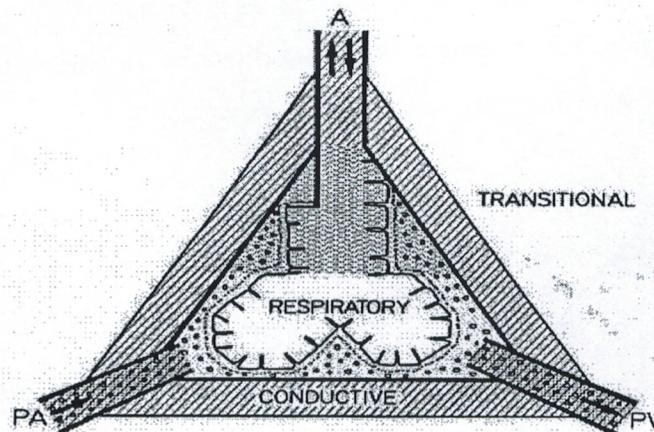


Fig. 4 : Schéma de l'organisation interne du poumon : trois compartiments, air, tissu et sang, sont organisés en trois zones fonctionnelles : zone de conduction, zone périphérique d'échanges gazeux et zone intermédiaire de transition.

A = voies respiratoires ; PA= artère pulmonaire ; PV= veine pulmonaire. BURRI (1985)

I.3. Appareil circulatoire

a- le coeur :

Le coeur possède un système nerveux propre qui lui assure un rythme propre et qui est lui-même régulé par le système neurovégétatif.

Au cours d'une évolution sanguine, le sang passe deux fois dans le coeur :

- Une fois dans le coeur droit, vers le poumon :

Organes → veine cave → OD → VD → artère pulmonaire → poumons.

- Une fois dans le coeur gauche, vers les différents organes :

Poumons → veines pulmonaires → OG → VG → artère aorte → organes.

- Le cycle cardiaque :

- 1- Les oreillettes se contractent simultanément (systole auriculaire) et envoient le sang dans les ventricules.
- 2- Les ventricules se contractent simultanément et envoient le sang dans les artères (systole ventriculaire).
- 3- Relâchement, repos général du coeur (diastole).

b- le réseau d'irrigation

On distingue trois sortes de vaisseaux sanguins :

- les artères : conduisent le sang du coeur aux organes.
- Les veines : ramènent le sang vers le coeur.

- Les capillaires : sont des vaisseaux très fins, situés au niveau des organes entre les artérioles et les veinules. Leur paroi extrêmement fine permet les échanges nutritifs et gazeux entre le sang et les cellules.

On appelle respectivement vasoconstriction ou vasodilatation la diminution ou l'augmentation de diamètres des vaisseaux sanguins.

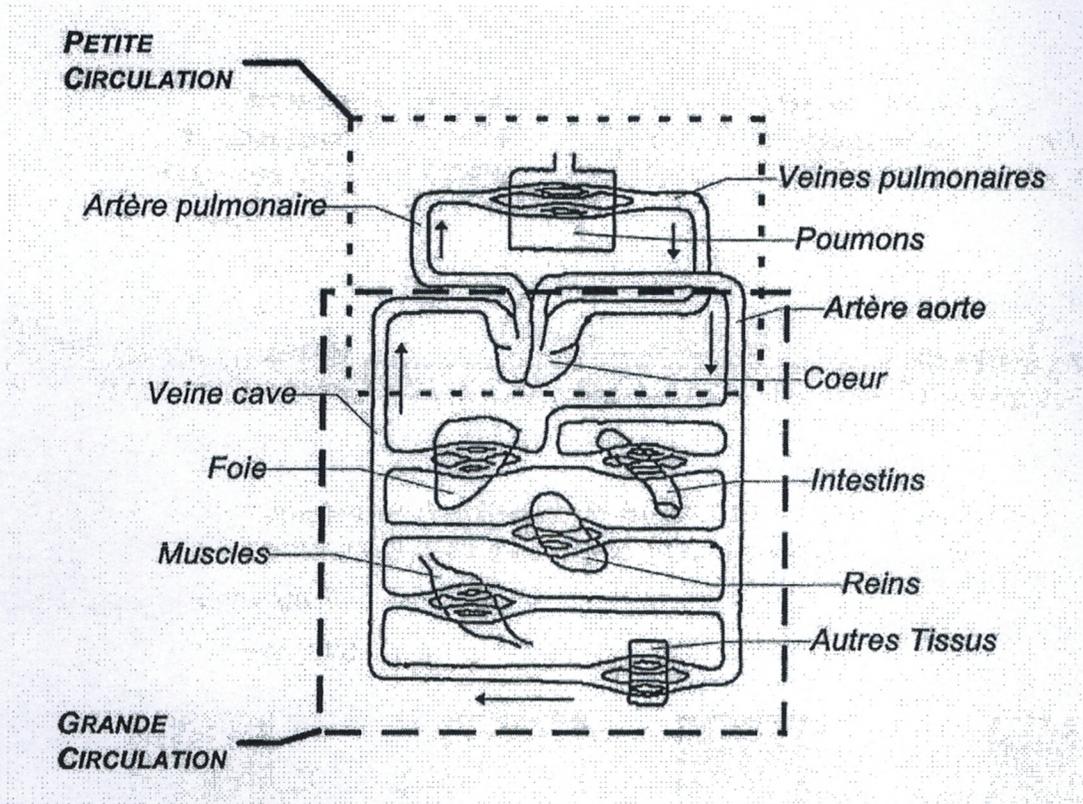


Fig. 5 : Schéma de la petite et grande circulation sanguine

c- Fonctionnement

Dans l'appareil circulatoire, on peut distinguer deux parties qualifiées respectivement de petite et grande circulation :

- la petite circulation est le trajet suivi par le sang entre le cœur et les poumons :

Le sang chargé en gaz carbonique part du cœur pour aller vers les poumons où il est rechargé en oxygène et vidé du gaz carbonique, avant de repartir vers le cœur, d'où il sera envoyé dans la grande circulation

- la grande circulation est le trajet suivi par le sang entre le cœur et les organes à l'exclusion des poumons. Renouvelé en oxygène, le sang va alimenter les organes et en recueillir les déchets issus de l'activité cellulaire, dont le gaz carbonique. ^{[10][11]}

I.4. Les échanges gazeux :

L'air est composé d'environ 78 % d'azote (N_2), 20 % d'oxygène (O_2) et de nombreux autres constituants. Parmi eux, des oxydes d'azote de soufre, des poussières des métaux, des brouillards et aérosols divers. Un individu normal respire environ 15 kg d'air par jour (alors qu'il n'absorbe que 2,5kg d'eau et moins de 1,5kg de nourriture) et l'on comprend que certains des constituants de l'air, même présents en de très faibles quantités, soient susceptibles de provoquer certains troubles sur l'appareil respiratoire. ^[13]

Au cours de la respiration, les pourcentages d' O_2 et de CO_2 varient mais celui de N_2 reste constant. Les échanges gazeux s'effectuent en trois étapes :

Au niveau des poumons :

Chaque alvéole pulmonaire est le site d'échanges gazeux:

L'air inspiré contient beaucoup d' O_2 (21%) et peu de CO_2 (0,04%) parvenant à l'alvéole pulmonaire par des capillaires venant de l'artère pulmonaire.

L'air expiré contient moins d' O_2 (16%) et plus de CO_2 (0,04%) prenant des capillaires allant vers la veine pulmonaire.

A savoir, entre l'inspiration et l'expiration, la faible variation en proportion P de l'oxygène ($PiO_2=1,3.PeO_2$) comparée à celle du dioxyde de carbone ($PeCO_2=50.PiCO_2$).

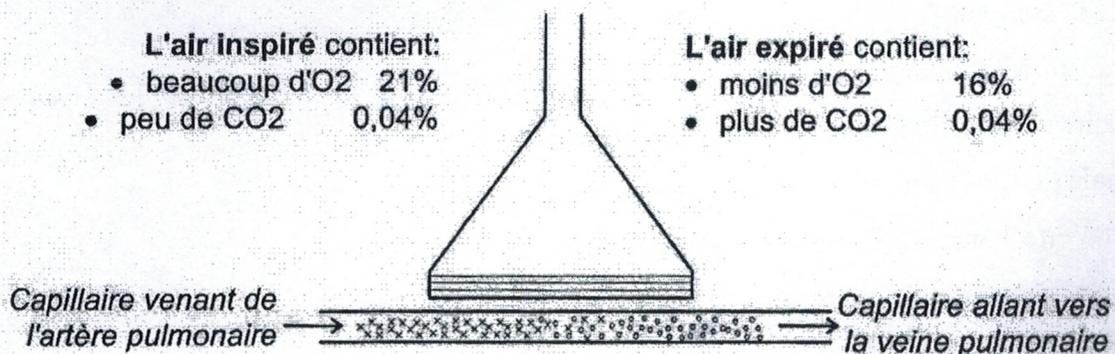


Fig. 6 : Echange gazeux

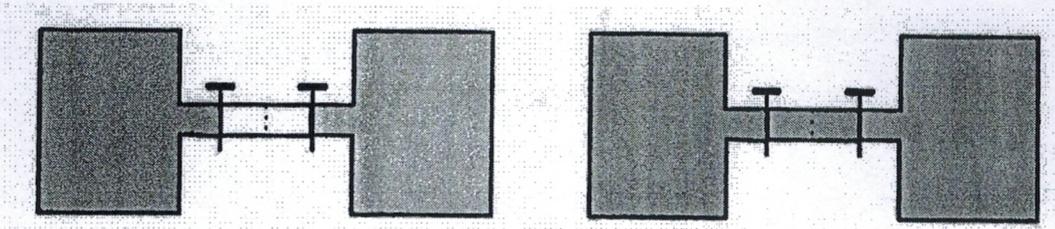


Fig. 7 : Expérience des deux éprouvettes : Expérience de BERTHOLLET

Soit deux éprouvettes (de mêmes volume, pression et température) fermées et reliées par une membrane perméable. L'une est remplie d'azote, l'autre d'oxygène.

On ouvre les vannes et l'on trouve alors dans les deux éprouvettes la même proportion d'oxygène et d'azote. Un équilibre s'est établi. Le même phénomène intervient donc au niveau des alvéoles, on l'appelle l'hématose. ^[10]

Dans les alvéoles, il n'y a que 16% d'oxygène, le dioxyde de carbone est très diffusible alors que l'oxygène l'est beaucoup moins mais s'y trouve en plus grande proportion. Les échanges s'effectuent à la même vitesse. ^[12]

Les facteurs favorables à l'hématose sont :

- des capillaires en bon état.
- un débit d'air suffisant.
- une membrane (surfactant) la plus perméable possible.
- une surface d'échange la plus importante possible.

II. Moyen de défense de l'appareil respiratoire

II.1. L'épuration

C'est un rôle essentiel qui assure la bonne qualité de l'air qui arrive dans les alvéoles pulmonaires en éliminant les aérocontaminants nombreux et quelquefois toxique qui polluent l'air inhalé (air ambiant) et en le rendant stérile au dessous des cordes vocales.

En effet l'être humain respire chaque jour 15 000 litres d'air, et que la zone des échanges gazeux de l'appareil respiratoire constitue une interface de 75 m² environ entre le milieu extérieur et l'organisme. C'est la plus grande frontière entre l'homme et son environnement.

L'état de l'appareil respiratoire est donc très lié à la qualité de l'air inhalé et à ses capacités de défenses.

La voie respiratoire est la voie d'entrée principale pour les polluants atmosphériques

Ils peuvent provoquer l'irritation des muqueuses des voies aériennes et participent à une augmentation de certaines pathologies comme l'asthme.

La majorité des gaz atteint le fond des poumons, les particules, quant à elles, y pénètrent plus ou moins selon leur taille.

II.2. Epuration mécanique :

Les particules en suspension les plus fines peuvent avoir un effet direct mais aussi indirect en transportant les composés toxiques dans les voies respiratoires inférieures.

L'inhalation d'un aérosol, c'est à dire sa pénétration dans les voies respiratoires via le nez et/ou la bouche, puis le dépôt des particules dans les différentes régions des voies aériennes supérieures, trachée, bronches, bronchioles respiratoires non ciliées, sac alvéolaire représentent potentiellement un risque pour la santé, les particules ultrafines jouent alors un rôle particulier.

La probabilité de dépôts se réfère à la probabilité moyenne qu'à une particule inhalée d'un diamètre donné de se déposer à un endroit quelconque le long des voies respiratoires.

II.3. Le dépôt

Le dépôt total est la somme des probabilités de dépôt dans les trois différentes régions anatomiques distinctes (ou compartiments respiratoires) que sont généralement :

- La région extra thoracique incluant la bouche, les fosses nasales, le larynx et le pharynx.
- La région trachéo-bronchique : zone où le mécanisme d'épuration par le tapis roulant mucociliaire est prépondérant (qui s'étend de la trachée aux bronches).
- La région alvéolaire qui comprend les bronchioles.

On distingue habituellement cinq mécanismes distincts de dépôt qui sont :

- ❖ La sédimentation, liée à la gravité agissant sur les particules de diamètre situé entre 5 à 0,2 μm , elle se fait surtout dans les voies aériennes distales où le débit gazeux est faible.
- ❖ L'impaction inertielle, qui caractérise le comportement des particules massives.
- ❖ L'interception, qui se produit lors qu'une particule entre en contact avec une surface ; et dont le diamètre est supérieure au diamètre de la bronchiole.

- ❖ La diffusion, liée au mouvement aléatoire des particules très fines dont le diamètre est inférieure à $0,2 \mu\text{m}$; elle est due à l'agitation de ces particules sous les bombardements des molécules de gaz.
- ❖ L'attraction électrostatique lorsque les particules sont chargées.

La plupart des molécules dont le diamètre est situé entre $0,1$ et $0,5 \mu\text{m}$ restent suspendues dans l'air et sont expirées des voies aériennes proximales aux bronchioles terminales

La défense des voies aériennes (de la trachée aux bronchioles) est principalement mécanique, mucociliaire. [15]

Lorsqu'un inoculum est inhalé ou aspiré, le rétrécissement progressif et les divisions du système bronchique constituent une première entrave à la progression de celui-ci vers le poumon profond. Le système muco-ciliaire en assure normalement la clairance.

L'efficacité de la clairance dépend de l'intégrité de l'appareil ciliaire et des priorités des viscoélasticités du mucus, secrété à la surface de la muqueuse bronchique.

Les microorganismes englués dans le mucus bronchique, sont acheminés vers le carrefour aéro-pharyngé par les battements ciliaires (1000 à 1500 mouvements par minute à la façon d'un escalator.

L'épithélium cilié s'interrompt au niveau des bronchioles terminales où le mucus est remplacé par une sécrétion de phospholipides tensioactifs.

II.4. Epuration immunologique et métabolique

Elles sont plus complexes et moins immédiatement efficaces ; biochimique (constituant du mucus, lysozyme, transferrine, surfactant), immunologiques (anticorps, complément), cellulaire (macrophage alvéolaire, lymphocyte et polynucléaire neutrophiles).

Un ensemble de phénomènes immunitaires complexes participent à la défense et amplifient l'action macrophagique : transsudation et sécrétion d'anticorps, particulièrement d'IgG opnotisante ; sécrétion de lymphocyte T des structures lymphoïdes bronchiolo-alvéolaire ; activation du complément qui libère des substances microbicides et chimiotactiques.

L'efficacité des processus de défense est attestée par la rareté des infections. Les lignes de défense locale que l'hôte oppose sont multiples et imbriqués.

II.5. Moyens de défense réflexe

a. La toux :

Elle augmente brutalement les débits aériens dans les bronches et la toux décolle et propulse les mucosités vers le pharynx et la bouche dépend de la simulation mécanique ou chimique.

Elle intéresse surtout les bronches proximales ; mais la pression développée fait remonter le où sécrétions depuis les bronches les plus distales.

L'éternuement est fait d'inspiration successive avec expulsion d'air et passages par le nez ; ils expulsent les mucosités nasales.

b. La broncho constriction :

Il s'agit d'une contraction des bronches elle peut être déclenchée par de multiple agresseurs gazeux, liquide ou solides à partir du nez, du larynx ou de la trachée ,lorsque elle est exagérée on parle d'hyper réactivité bronchique : c'est ce qu'on observe dans l'asthme.

III. L'air et pollution atmosphérique

Depuis plusieurs décennies déjà, l'environnement tient une place de plus en plus importante dans nos préoccupations quotidiennes.

Il y a une prise de conscience des effets négatifs produits par les activités humaines sur son environnement.

Que ce soit par des activités industrielles, domestiques, l'homme génère des déchets, source de pollution.

Le thème de la pollution atmosphérique sensibilise l'opinion publique car les facteurs environnementaux jouent un rôle déterminant dans le développement, la santé et la maladie de l'être humain.

L'enjeu de ces études est d'aider à l'établissement d'une réglementation concernant les niveaux maximums acceptables de polluants de diffuser une meilleure information auprès des médecins généralistes et de la population et aussi d'induire a long terme des changements de comportements collectifs et individuels afin d'améliorer la qualité de l'air.

Jusqu'à récemment, on ne parlait que de pollution atmosphérique en cherchant à en limiter la production, rôle dévolu à l'Etat, aujourd'hui, les pollutions sont plus diffuses et l'ensemble de la population est acteur et victime de la pollution atmosphérique.

On parle, en outre plutôt de qualité de l'air que de pollution atmosphérique ce qui représente un enjeu de taille.

Pour vivre, il faut respirer. Cette affirmation est certes banale mais elle n'en demeure pas moins exacte.

En cas de problème, on ne peut pas interrompre la distribution de l'air comme on pourrait le faire avec un autre élément nécessaire à la vie : l'eau, ou les aliments.

L'air constitue un élément essentiel à la vie et nous en consommons quotidiennement près de 15 Kg.

Il compose également l'atmosphère qui joue un rôle majeur pour nos conditions de vie en filtrant notamment les rayons solaires et en absorbant une partie de la chaleur rayonnée par le sol.

Cette composition n'est cependant pas immuable car elle est résultante d'équilibres complexes.

Dès que l'un de ces équilibres est rompu par la présence d'autres composés ou par l'augmentation de la composante de l'un d'entre eux, on peut parler de pollution atmosphérique et l'ensemble de la population en est exposée et peut manifester des troubles de la santé.

Le droit à respirer un air pur est une notion qui fait son chemin et la société porte une attention de plus en plus vive à l'air que chacun respire.

III.1. Définition de la pollution atmosphérique

La pollution tire son nom du latin << polluere >> qui signifie salir, souiller, insulter, déshonorer.

On peut définir la pollution atmosphérique comme la présence dans l'air d'un ensemble de causes morbides (fumées, gaz, vapeurs toxiques...).^[4]

Selon les pays ou les divers organismes qui s'en occupent, la pollution atmosphérique fait l'objet de définitions différentes.

En plus des modifications de la composition normale de l'air d'autres y ajoutent des notions de gênes ou de nocivité dues aux substances polluantes qui ont modifié la composition de l'air.

De même certains préfèrent ne parler que de polluants liées à l'activité humaine et tenir à l'écart les polluants d'origine naturelle.

La loi Française sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30 décembre 1996 en donne la définition suivante :

« Constitue une pollution atmosphérique l'introduction, dans l'atmosphère et des espaces clos, par l'homme directement ou indirectement, de substances, d'énergie ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives excessives ».

Le conseil de l'Europe dans sa déclaration de mars 1968 avait préféré retenir que : « il y a une pollution atmosphérique lorsque la présence d'une substance étrangère ou une variation importante dans la proportion de ses composants est susceptible de provoquer un effet nocif, compte tenu des connaissances scientifiques du moment, ou de créer une nuisance ou une gêne ». ^[16]

Compte tenu des connaissances du moment, le conseil de l'Europe montre que la connaissance des risques s'affine. ^[16]

Par ailleurs l'idée indique que la pollution ne concerne pas seulement les composés chimiques nocifs, mais recouvre également les atteintes aux sens humains tels que les dégagements d'odeurs, les atteintes à la visibilité, etc.

On peut la définir comme « la contamination de l'air par une ou plusieurs substances soit produites à l'état naturel, soit résultant de l'activité humaine, contamination ayant pour conséquence que l'air devienne moins acceptable pour le maintien de la santé ». ^[18]

III.2. Les substances polluantes

III.2.1. La pollution naturelle

La pollution naturelle est beaucoup plus élevée que la pollution engendrée par l'homme puisque elle représente 80% de la pollution émise dans l'atmosphère ; les feux de forêts (poussières), l'érosion des sols , les océans (chlore , composés soufrés provenant de la décomposition de la matière vivante qui , oxydés à l'air , donnent de l'anhydride sulfureux). Les éruptions volcaniques (poussières, gaz), les espèces végétales (pollens...).

III.2.2. La pollution engendré par l'homme

Elle est différente en zone urbaine industrialisée et en zone rurale

III.2.2.1. La pollution en zone urbaine et industrialisée

Elle provient de quatre sources principales : les transports ,les foyers de combustion (domestiques, industriels et la production d'électricité), les procédés industriels (chimie, pétrochimie , sidérurgie) et l'incinération et traitement des déchets . ^[17]

III.2.2.2. La pollution en zone rurale

A la pollution de type urbain ou industriel, également observée en zone rurale, vient s'ajouter une pollution spécifique : silos à grains, épandage d'engrais ou de pesticides.....

Il existe plusieurs milliers de substances polluantes présentes dans l'atmosphère qui actuellement peuvent être de deux types et peuvent être classées en deux grands groupes : on distingue ainsi la pollution acido-particulaire et la pollution photo oxydante.^[20]

La première provient essentiellement du chauffage domestique et industriel et prédomine en hiver, elle est représentée par la pollution particulaire et soufrée regroupant les fumées noires, les particules fines en suspension distinguées en fonction de leur diamètre aérodynamique (PM 10 μ m ou PM 2,5 μ m), les suies, et l'acidité qui comporte l'acidité forte gazeuse et l'anhydride sulfureux (SO₂).

La pollution photo oxydante est principalement estivale elle est liée aux sources mobiles de pollution, notamment à la circulation automobile qui émet du monoxyde de carbone, des hydrocarbures imbrûlés et des oxydes d'azote NO et NO₂.

Ces polluants primaires donnent naissance dans l'atmosphère à des polluants secondaires.

Le dioxyde d'azote naît de l'oxydation de NO. L'ozone O₃ se forme du NO₂ en présence d'un fort ensoleillement.

Les niveaux élevés d'O₃ sont ainsi principalement observés l'été.

Les polluants présents dans notre environnement sont souvent incolores, inodores et invisibles aux concentrations que l'on rencontre habituellement. Plus d'une centaine de polluants ont pu être identifiés mais seulement quelques uns d'entre eux sont surveillés en permanence. Ils représentent ce que l'on appelle des indicateurs de pollution atmosphérique et sont généralement liés à une activité précise.

III.3. Les principales sources d'émissions des polluants atmosphériques

III.3.1. Le dioxyde de soufre (SO₂)

C'est le polluant le plus caractéristique des agglomérations industrialisées. Les industries et les installations de chauffage en sont les principaux émetteurs. Ce gaz incolore à odeurs piquantes provient essentiellement de la combinaison du soufre, contenu dans les combustibles fossiles (charbon, fuel, gazole...) il s'oxyde en SO₃ au contact de l'eau puis se transforme en acide sulfurique H₂SO₄.

III.3.2. Les oxydes d' azote (NO, NO₂)

Ces gaz incolores sont solubles et font partie des polluants photo oxydants. Ils sont produits durant les combustions à haute température, par oxydation photochimique. La principale source d'émission est l'automobile qui représente 70% des émissions contre 20% pour les combustions notamment par les installations de chauffage. Le NO se transforme rapidement en NO₂ dans l'air, celui ci peut donner naissance à l'acide nitrique NO₂H et l'acide nitreux NO₃H.

III.3.3. Les particules en suspension (PM10 – PM 2,5)

Ce sont toutes les particules solides en suspension dans l'air issues de la combustion, des transports, l'usure des véhicules de l'érosion et de certains procédés industriels cet ensemble complexe comporte des substances dont le diamètre s'étale de 0,005 micromètres à 100 micromètres, ces poussières peuvent également véhiculer d'autres polluants comme les métaux lourds, les hydrocarbures ou des bactéries .leur toxicité dépend de leur diamètre et de leur composition.

III.3.4. Le monoxyde de carbone (CO)

Il résulte de la combustion incomplète des combustibles et carburants. Les taux les plus élevés sont observés dans les agglomérations à grand trafic automobile et au voisinage des centrales thermiques au charbon et au fuel.

Ce gaz incolore contribue indirectement à l'effet de serre en se transformant en dioxyde de carbone CO₂, et intervient dans la formation de l'ozone.

III.3.5. Les composés organiques volatils (COV)

Ils sont multiples, il s'agit principalement d'hydrocarbures dont l'origine est soit naturelle, soit liée a l'activité humaine : le transport routier, l'utilisation industrielle ou domestique de solvants, l'évaporation des stockages pétroliers et des réservoirs automobiles.

III.3.6. Les métaux

Ce terme englobe l'ensemble des métaux présents dans l'atmosphère. Les principaux ayant un caractère toxique sont : le cadmium (Cd), l'arsenic (As), le nickel (Ni) et le mercure (Hg). Dans l'air, ils se trouvent principalement sous forme particulaire. Ils sont pour la plupart issus du trafic routier, des industries sidérurgiques et des incinérateurs des déchets.

III.3.7. L'ozone O₃

Ce gaz est issu de la transformation de certains polluants, notamment les oxydes d'azote (Nox) et les composés organiques volatils (COV), sous l'effet des rayonnements solaires ; ultraviolets. Ce polluant a la particularité de ne pas être émis directement par une source ; c'est un polluant secondaire, on le retrouve principalement en été.

III.3.8. Les dioxines

Les dioxines (les polychlorodibenzofiranes) regroupés sous le terme de dioxines appartiennent à la famille chimique des hydrocarbures aromatiques polycycliques chlorés introduites dans l'environnement, les dioxines persistent en raison de leur stabilité chimique et sont présentes dans tous les milieux : (air, sol, eau, sédiments).

Les dioxines résultent essentiellement de procédés industriels : L'incinération d'ordures ménagères et l'industrie sidérurgique en sont les principales sources.

III.4. L'importance de la météorologie :

Les conditions météorologiques ont une incidence indéniable sur les niveaux de pollution observés au sol. Elles sont susceptibles d'influencer des épisodes de pointe ou de baisse de la pollution, les mouvements de l'atmosphère participent à la dispersion des polluants, ils peuvent au contraire contribuer à les concentrer ou les transformer en des substances plus toxiques pour l'homme.^[17]

En été, les températures élevées et le rayonnement solaire intense de longue durée accentuent les réactions chimiques. Ils induisent la formation de polluants secondaires comme l'ozone dont le taux atmosphérique est habituellement maximal en Juillet Août.

Les épisodes de forte concentration de photo oxydants sont fréquents en période de temps beau et chaud, par vent faible.

la transformation des polluants atmosphériques primaires (NO_x, SO₂, poussières fines) est plus faible, En hiver, (NO_x, SO₂, poussières fines) sont par ailleurs présents à des teneurs plus importantes, d'autant plus que la mise en fonctionnement des systèmes de chauffage est une nouvelle source de pollution durant cette saison.

Des situations d'inversions de température, fréquentes en hiver, occasionnant une mauvaise dispersion des masses d'air et une accumulation des polluants pouvant conduire à élévation rapide et importante de concentration au niveau du sol.

L'ensoleillement, les précipitations, la température, les caractéristiques du vent sont particulièrement importants.

Une fois émis, un polluant va se disperser plus ou moins facilement dans l'air en fonction des conditions météorologiques (vent et température) régnant dans l'atmosphère. Le vent assure une dispersion horizontale et le profil de température facilite ou non la diffusion verticale.

III.4.1. Le rôle de la température

En situation normale, dans les basses couches de l'atmosphère, la température décroît régulièrement avec l'altitude. Cela permet aux polluants émis de s'élever naturellement avec l'air chaud et donc de se mélanger avec l'air ambiant.

Par contre si l'air est plus froid au sol qu'en altitude, il a tendance à stagner en y maintenant les polluants.

Il s'agit du phénomène d'inversion de température. Ce phénomène qui se produit naturellement la nuit peut persister plusieurs jours, notamment en hiver ou l'ensoleillement est faible, et la situation devient anormale du fait de l'accumulation des polluants qui sont alors bloqués sous un véritable couvercle d'air chaud.

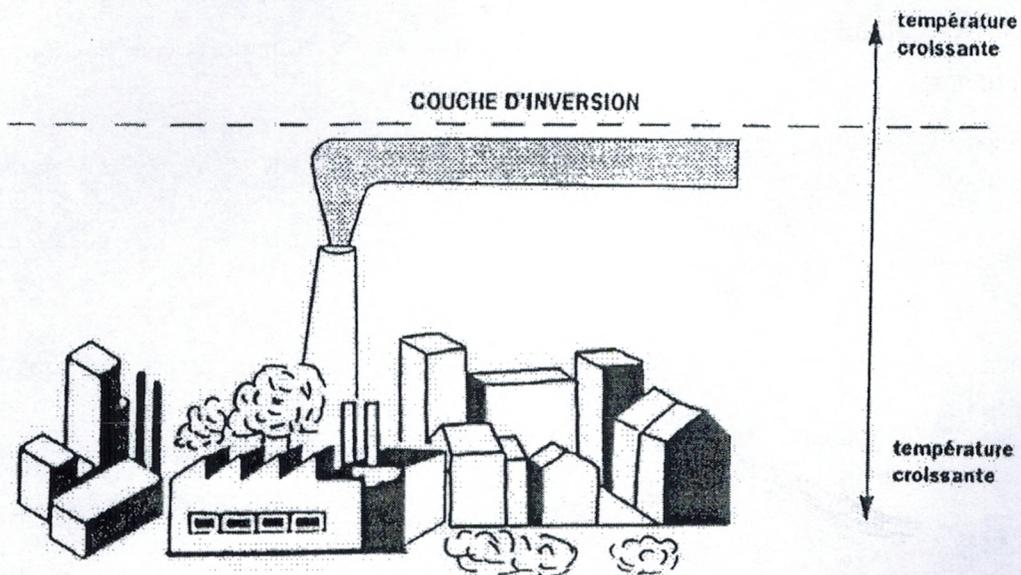


Fig. 8 : Schéma d'inversion de la température

III.4.2. Le rôle du vent

L'influence du vent sera très variable selon la position de la source de pollution (notamment sa hauteur) et les reliefs locaux qui peuvent créer de nombreuses situations particulières. Il intervient par sa direction, pour orienter les panaches de polluants et par sa vitesse pour diluer plus ou moins dès l'origine. Si le panache est émis à une altitude insuffisante, le vent au lieu d'assurer la dispersion des polluants accentuera leur rabattement au sol, créant ainsi des zones à fort risque et aggravant localement la pollution.

III.4.3. En hiver

Le temps anticyclonique (possible en toute saison) se caractérise par des vents faibles et une forte inversion de température au sol ; situation qui est très défavorable à la dilution des polluants dans l'atmosphère, fréquente en hiver, par les nuits longues et le sol froid qui renforcent la stabilité naturelle de l'anticyclone d'où l'accumulation des polluants dans les basses couches qui s'amplifie jusqu'à atteindre des taux très élevés sous la couche d'inversion et des teneurs plus importantes, d'autant plus que la mise en fonctionnement des systèmes de chauffage est une nouvelle source de pollution durant cette saison.

III.4.4. En été

Le rayonnement solaire intense de longue durée accentue les réactions chimiques. Ils induisent la formation de polluants secondaires comme l'ozone dont le taux est habituellement maximal en juillet – août

Passée longtemps inaperçue, la formation d'ozone est accélérée par les réactions chimiques, le vent intervient lui comme facteur de dispersion et de transport vers les zones rurales environnantes.

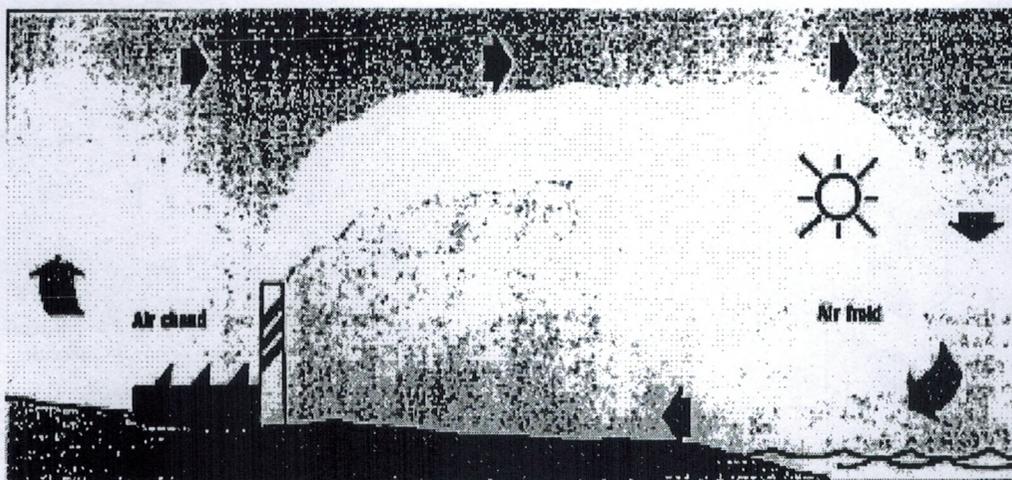


Fig. 9. Été, effet de brise mer (après midi)

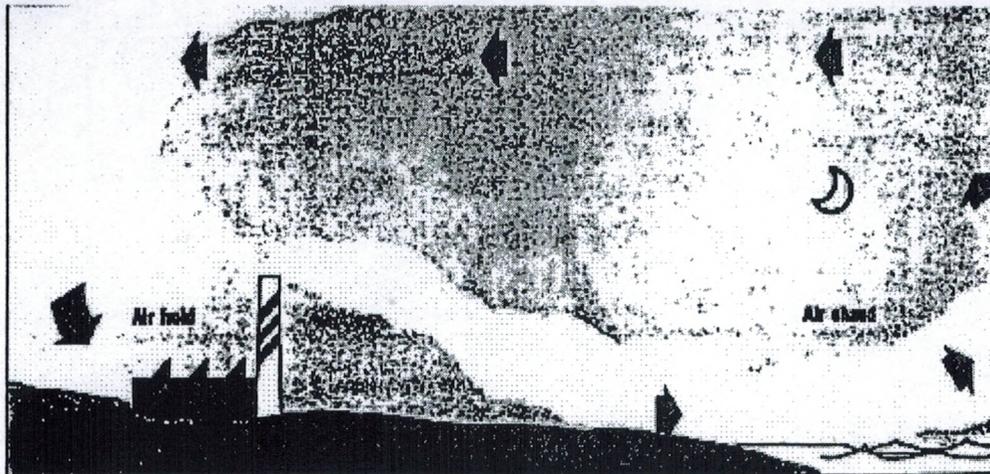


Fig. 10. Été, effet de brise de terre (La nuit)

III.5. Mécanismes d'élimination de certains contaminants atmosphériques

Tableau 1 : Elimination des contaminants atmosphériques

III.5.1. Entraînement par les précipitations appelé processus de dépôt humide

Contaminants	Milieu atmosphérique	Milieu terrestre	Milieu aquatique
Dioxyde de soufre	Nettoyage par les précipitations : capture et lessivage Par la pluie et la neige. Transformation chimique en sulfates	Sol : dégradation microbienne, réactions chimiques, Absorption. Végétation : absorption et adsorption sur les surfaces, absorption par les stomates	Absorption à la surface des lacs et des océans.
Hydrogène sulfuré	Oxydation en dioxyde de soufre		
Oxydes d'azote	Transformations chimiques en nitrate Réaction photochimique avec les hydrocarbures	Végétation : absorption et adsorption sur les surfaces, absorption par les stomates	
Monoxyde de carbone	Réaction avec des radicaux hydroxydés dans la stratosphère	Sol : activité micro biologique	
Dioxyde de carbone		Végétation : photosynthèse, absorption	Absorption à la surface des lacs et des océans
Hydrocarbures	Transformation chimique en particules. Réaction photochimique avec les oxydes d'azote et l'ozone	Sol activité microbiologique. Végétation : réaction bactérienne, absorption par les stomates	
Ozone	Réaction chimique avec le monoxyde d'azote	Réaction chimique avec le sol, la neige et la végétation.	Réaction chimique avec la surface des océans.

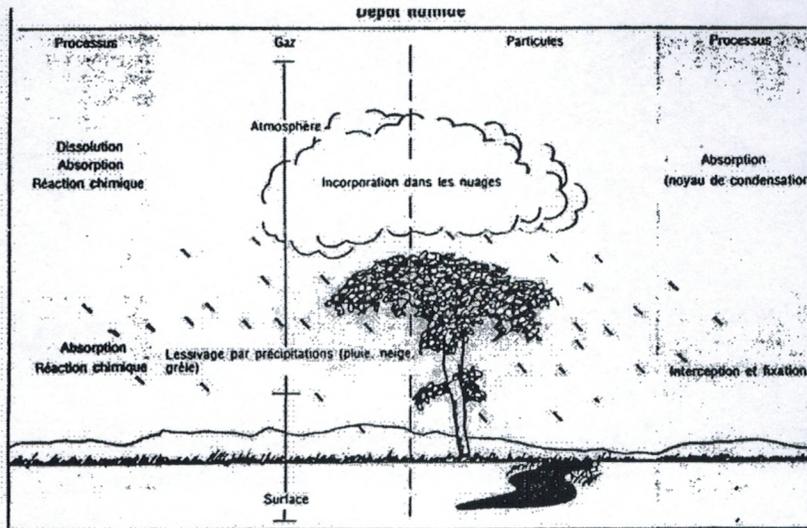


Fig. 11 : Elimination par processus de dépôt humide

La pluie peut « laver l'air » en dissolvant certains polluants (dioxyde de soufre, dioxyde d'azote) et les entraîner au sol sous forme d'acide nitrique et d'acide sulfurique. C'est l'origine des pluies acides et de l'acidité des sols et de l'eau des lacs de certaines régions du monde (Europe, Canada....).

On retrouve, aussi les dépôts à la surface sous-jacente :

III.5.2. Dépôt à la surface sous-jacente appelé processus sec

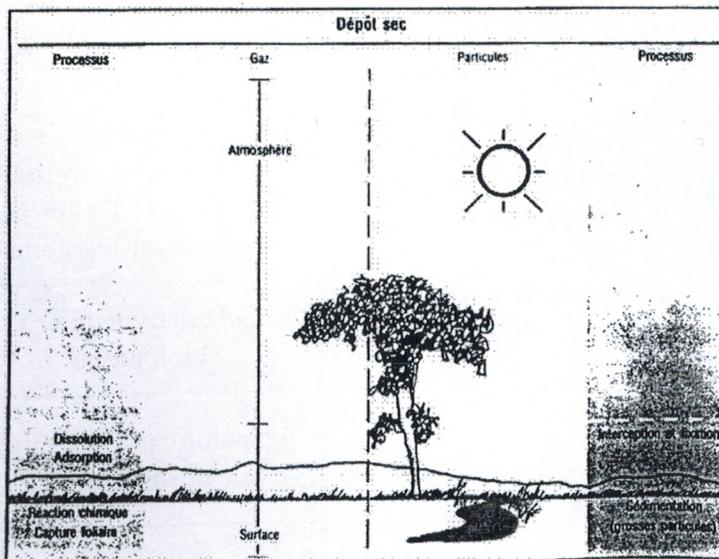


Fig. 12 : Elimination par processus de dépôt sec

IV. Impact de la pollution atmosphérique

IV.1. Effet sur l'environnement

Si les grandes affaires relatives à la santé publique ont cristallisées l'attention de l'opinion publique sur les sujets sanitaires, il ne faut pas pour autant occulter les atteintes à l'environnement, elles aussi pouvant conduire à des situations dramatiques.

Exemple les villes du sud ont été beaucoup moins favorisées que celles des villes du nord du fait du retard pris dans le développement économique.

Ce retard a eu pour conséquence, le développement simultané :

1) d'une industrialisation rapide avec des installations au moindre coût, le souci d'investissements immédiatement rentables prenant le pas sur le contrôle des émissions polluantes ; 2) d'un accroissement de la population urbaine du fait de l'exode rural massif, avec pour corollaire le développement souvent anarchique et difficilement contrôlable de zones d'habitats urbains, au voisinage immédiat des implantations industrielles exposant leurs populations et notamment les jeunes enfants directement au contact des sources de pollution 3) d'une augmentation mal maîtrisée des flux de circulation automobile avec des véhicules anciens et mal réglés.^{[21][23]}

Parmi les problèmes environnementaux que pose la pollution de l'air, certains ont lieu à l'échelle locale (la détérioration du patrimoine bâti, la flore citadine), d'autres se produisent sur une échelle régionale (les retombées acide et l'ozone) et d'autres encore ont lieu sur l'échelle mondiale (la diminution de la couche d'ozone et l'effet de serre).

IV.1.1. L'Echelle local

a. la détérioration du patrimoine bâti

La pierre ainsi que tous les matériaux de construction s'altèrent avec le temps selon leurs propriétés physiques et chimiques (densité, porosité, etc.)

et l'exposition aux éléments et aux intempéries (eau, vent, soleil, gel.....).

En effet, contrairement aux êtres vivants ; les matériaux ne possèdent pas de système d'autoprotection. Les apports en polluant se cumulent et entraînent alors des périodes d'incubation avant l'apparition de désordres dans quelques décennies.

Une accélération de la dégradation par des processus complexes est due notamment au SO₂ enfin, il faut noter que les pluies acides entraînent une érosion des surfaces métalliques (cuivre, zinc, etc.)

b. La flore citadine

Les arbres des agglomérations sont fortement exposés aux polluants automobiles, des études montrent une dégradation des feuillages des arbres.

Les retombés acides, l'émission de polluants dans l'atmosphère peut entraîner une acidification de l'eau de pluie.

Cette acidification est à l'origine de ce que l'on appelle « les pluies acides ».

Ce phénomène de pluie acides inclut non seulement les précipitations humides (pluies, brouillards, neige, etc.) ayant captées différents polluants atmosphériques mais aussi les dépôts secs de ces mêmes polluants.

Les processus générateurs des précipitations acides :

L'atmosphère polluée est soumise à des phénomènes physique et chimique à l'origine des pluies acides. Des réactions nombreuses et complexes s'effectuent entre les différentes composants de l'air : les polluants gazeux et les particules en suspension.

En présence de lumière et d'humidité, ces polluants gazeux, dits primaires, sont transformés en polluants secondaires.

Notamment le SO₂ et NO_x, les polluants les plus souvent mis en cause, sont oxydés et transformés en acide.

Les pluies acides prennent part à différents phénomènes :

- Les dommages subis par les lacs ; la flore et la faune aquatique se raréfient par l'acidification progressive.
- L'acidification des sols est un phénomène qui s'amplifie avec l'augmentation de certains polluants atmosphériques.

Cet effet se traduit par une perte d'éléments minéraux nutritifs pour les arbres et la végétation ; une baisse des rendements agricoles et un dépérissement forestier.

IV.1.2. A l'échelle régionale

a. Effet de l'ozone

a. 1. A basse altitude :

Dans la troposphère, la zone d'ozone en concentration importante est anormale et dangereuse pour la santé humaine et pour l'environnement.

L'ozone est le principal composant de la pollution photochimique qui est à l'origine de symptômes différents selon les espèces.

De façon générale, l'ozone accélère le développement et le vieillissement de la végétation et réduit le cycle végétatif.

a. 2. A haute altitude :

Dans la stratosphère, la présence d'ozone est, ici normale et indispensable. Il s'accumule et forme ce qu'il convient d'appeler couche d'ozone celle-ci agit comme un filtre en arrêtant une partie des ultraviolets (UV) du soleil tout en laissant passer la lumière et la chaleur nécessaire à la vie sur terre.

Les émissions gazeuses CFC (chlorofluorocarbures), les oxydes d'azote dus à l'activité humaine dégradent la couche d'ozone stratosphérique.

La végétation subit une atteinte importante et une exposition aux UV sans filtrage par la couche d'ozone et aboutirait à une diminution significative des rendements agricoles.

IV.1.3. L'effet de serre a l'échelle mondial

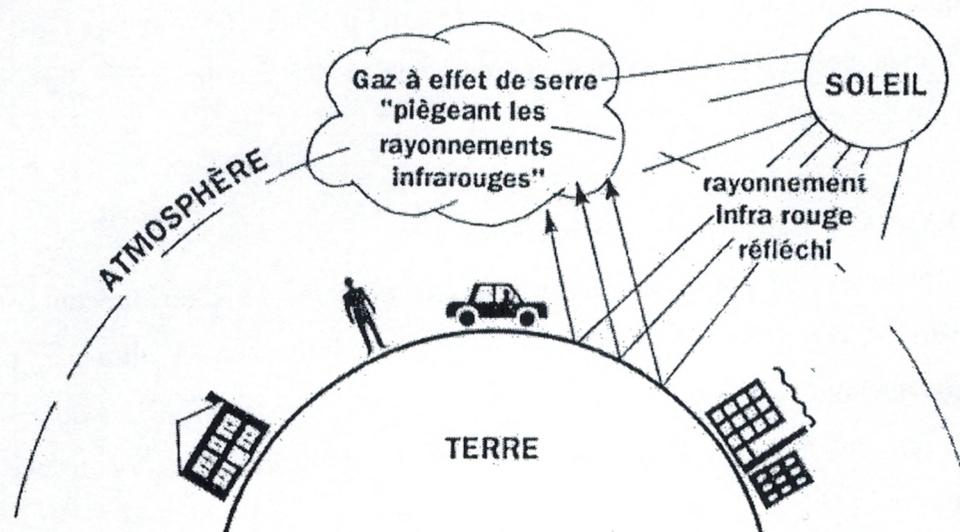


Fig. 13 : Effet de serre

Une partie des rayons solaires est absorbé par l'atmosphère ou réfléchi dans l'espace. Le sol renvoie à son tour vers l'espace une partie de cette énergie reçue sous forme de chaleur rayonnante infra rouge, chaleur qui se trouve pour partie retenue par les gaz à effet de serre

présents dans l'atmosphère (gaz carbonique, méthane, CFC, ozone, etc.). Il en résulte une élévation de la température de l'air.

Le développement industriel et l'intensification de l'agriculture depuis le siècle dernier seraient à l'origine de l'émission intensive de gaz à effet de serre ce qui contribue au réchauffement de notre planète.

IV.2. Impact, mode d'absorption et paramètre d'action de la pollution atmosphérique sur l'homme

IV.2.1. L'absorption

L'air comporte de nombreux éléments susceptibles de nuire à l'organisme

À côté des facteurs biologiques (pollen, virus, moisissures, bactéries, etc.) et de l'environnement radioactif (UV, radioactivité naturelle et artificielle), on trouve surtout des composés chimiques et des poussières.

L'homme étant entouré d'air de façon permanente, l'action sur l'organisme des polluants pouvant s'y trouver, est elle aussi continue.

Ceux-ci disposent de plusieurs moyens de pénétrer dans l'organisme.

VI.2.2. Mode d'absorption par inhalation

L'inhalation de polluants peut être à l'origine des maladies de la sphère ORL (oreilles, nez, gorge), mais peut surtout avoir des répercussions sur l'état pulmonaire (fosses nasales, trachée et bronches).

VI.2.3. Mode d'absorption par ingestion

Les retombées de polluants dans les sols et dans les eaux ou directement sur les végétaux peuvent entraîner une contamination des produits, eau et aliments, que nous absorbons chaque jour.

Les métaux (plomb, mercure, cadmium, etc.) sont les polluants que l'on trouve le plus fréquemment.

L'effet toxique des métaux porte principalement sur les os, le système nerveux, les reins et le foie.

IV.2.4. Mode d'absorption par contact avec la peau

Le contact cutané de polluants est plus marginal (exception faite des polluants accidentelles). Ici l'agent toxique agit directement par effet de contact sur les cellules pouvant laisser des séquelles permanentes sur les tissus ou passer dans le sang

IV.3. Paramètres d'action

L'action des polluants est fonction de plusieurs paramètres liés au polluant lui-même mais aussi au type d'exposition et au récepteur.

IV.3.1. Le type de polluant

Certains agissent directement sur les muqueuses de l'appareil respiratoire en raison de leur caractère corrosif (SO₂, NO_x, HCl). D'autres pénètrent plus profondément dans les poumons au niveau des alvéoles pulmonaires (poussières fines) et peuvent être la cause de dysfonctionnements.

IV.3.2. La concentration du polluant

La concentration du polluant, dans l'air que l'on respire, reste un facteur déterminant. Les différentes études réalisées ne mettent pas en évidence de niveaux, de seuils au-dessous desquels la pollution serait sans effet sur la santé.

Tous les résultats montrent une évolution du risque sanitaire (baisse des fonctions respiratoires, toux, morbidité ou mortalité) plus ou moins proportionnelle à la hausse des niveaux de pollution.

IV.3.3. La durée d'exposition

La durée d'exposition est aussi un facteur important des effets de la pollution sur la santé. Plus la durée passée en présence d'air pollué sera grande, plus la quantité de polluants absorbée sera importante impliquant la production de polluants secondaires et des actions combinées augmentant le risque pour la santé.

IV.3.4. L'accumulation des polluants dans l'organisme

L'accumulation dans l'organisme est caractéristique de certains polluants. Certains métaux lourds se fixent dans l'os et dans d'autres tissus. Le plomb peut rester pendant plus de trente ans dans l'os et environ un mois au niveau des tissus mous (reins, foie, cerveau). Il provoque le saturnisme avec diminution du quotient intellectuel, anémie et troubles neurologiques graves, particulièrement chez l'enfant.

IV.3.5. La population concernée

L'âge, l'état de santé et les conditions de vie des personnes sont autant de paramètres qui modifient de façon importante l'action des polluants sur la santé.

Les enfants en bas âge et les personnes âgées sont bien plus sensibles aux agressions venues de l'extérieur et donc aux polluants. ^[22]

Selon la littérature, dans le domaine de la pollution atmosphérique, toute la population est concernée, mais il existe une grande variation entre les individus : nous ne sommes pas tous égaux à ce risque.

Les personnes sensibles vont réagir plus vite et de façon plus grave, et ce pour des concentrations de polluants dans l'air qui n'auront aucun effet sur d'autres personnes.

IV.4. Retentissement de la pollution atmosphérique sur l'appareil respiratoire et effets des différents polluants :

Le spectre de la réponse biologique de l'individu à une exposition est vaste et toute action d'un polluant ne se caractérise pas forcément par un effet néfaste (fig14)

Il existe un niveau de pollution où aucun témoin d'exposition n'est détectable chez l'individu, puis lorsque la concentration en polluant croît, peuvent survenir des changements physiologiques dont la signification est incertaine.

La limite qui sépare un changement physiologique d'une altération pathologique est difficile à préciser. ^{[13][12]}

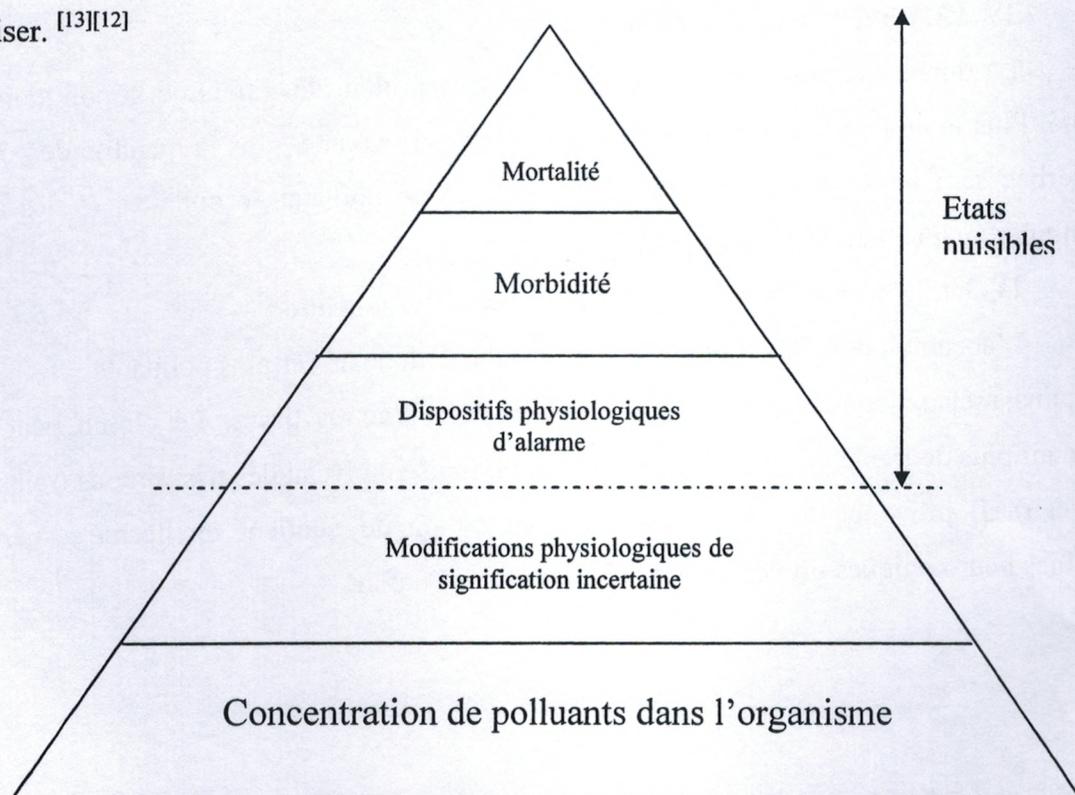


Fig. 14 : Profil schématisé des réactions biologiques à la pollution

Selon l'American Thoracic Society (ATS), un effet respiratoire néfaste pour la santé se caractérise par une baisse de l'activité normale de la personne atteinte, un épisode aigu d'infection respiratoire, une incapacité de défense, une atteinte respiratoire permanente ou une altération progressive de la fonction respiratoire.^[21]

Tableau 2. Effets respiratoires néfastes sur la santé selon l'ATS.

- A- Augmentation de la mortalité significative (par rapport à une population standard comparable)
- B- Augmentation de l'incidence du cancer
- C- Augmentation de la fréquence des crises d'asthme.
- D- Augmentation de l'incidence des infections respiratoires basses.
- E- Aggravation d'un état pathologique (insuffisance respiratoire ou cardiaque) marquée par une diminution de l'activité, une augmentation des hospitalisations, des traitements ou une baisse de la fonction respiratoire.
- F- Baisse de la fonction respiratoire statistiquement significative d'une population exposée.
- G- Augmentation de la prévalence de sifflements dans la poitrine (en dehors des périodes de rhume)
- H. Augmentation de la prévalence de ou de l'incidence de sensation d'oppression thoracique.
- I- Augmentation de l'incidence des infections respiratoires hautes.
- J- irritations nasale, oculaire ou de la gorge gênant l'activité normale.
- K – Odeurs.

IV.4.1. L'ozone :

L'ozone est un gaz agressif pour les muqueuses oculaires et respiratoires et qui pénètre jusqu'aux voies respiratoires les plus fines.

Les effets de l'ozone sur la santé dépendent du niveau d'exposition, du volume d'air inhalé et de la durée d'exposition.

En cas d'exposition unique, les manifestations sont réversibles en quelques jours, alors que des expositions répétées dans les 24 h en accentuent les effets.

Chez les personnes sensibles (enfants, asthmatiques, insuffisants respiratoires, allergiques...), les symptômes apparaissent à partir de $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ d'air et peuvent se traduire par des picotements, sensations d'irritations des yeux, du coryza, de la toux, une sensation de gêne respiratoire.

Les effets sont accrus par l'activité physique et, dès la concentration des $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, on observe que la fonction respiratoire diminue de 3% pour chaque augmentation de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ainsi, chez les sportifs, l'exposition peut engendrer une diminution de l'endurance et de la performance physique.

En l'état actuel des connaissances (issues des expérimentations contrôlées et de travaux épidémiologiques), il ne semble pas exister de seuil d'exposition à l'ozone en dessous duquel il n'y aurait pas d'effet sur la fonction ventilatoire.

IV.4.2. Le dioxyde de soufre

Le dioxyde de soufre est un gaz irritant et le mélange acido-particulaire peut, déclencher un spasme bronchique chez les asthmatiques, augmenter la fréquence des symptômes respiratoires ou encore altérer la fonction respiratoire.

IV.4.3. Les particules en suspension

Les particules les plus grosses sont retenues par voies aériennes supérieures, alors que les plus fines de diamètre inférieur à $13 \mu\text{m}$ (PS13) peuvent pénétrer profondément dans les voies respiratoires inférieures véhiculant à leur surface d'autres polluants toxiques, contribuant à l'irritation bronchique, en particulier chez les enfants et pouvant être cancérogènes : c'est le cas des hydrocarbures aromatiques.

IV.4.4. Le dioxyde d'azote

Le dioxyde d'azote peut pénétrer dans les plus fines ramifications des voies respiratoires.

Il peut, dès $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ d'air, entraîner une altération de la fonction respiratoire et une irritation des bronches chez l'asthmatique et, chez l'enfant, augmenter la sensibilité des bronches aux infections microbiennes et aux allergies.

IV.4.5. Le monoxyde de carbone

Il est extrêmement toxique pour l'homme .il se fixe sur l'hémoglobine de sang et empêche le transport de l'oxygène vers les différents organes du corps humain .a court terme il peut entraîner des céphalées, des vertiges, à long terme, on considère que l'exposition au CO peut jouer un rôle dans la survenue des maladies cardio-vasculaires à très fortes doses, il est mortel.

IV.4.6. Le tabagisme passif

Il représente l'agent irritant domestique le plus important et le plus évitable. Il a été déjà décrit qu'une exposition au tabac durant l'enfance entraînait une augmentation des affections respiratoires basses, des otites moyennes aiguës, une exacerbation de l'asthme, un risque de mort subite du nourrisson. Ce type d'exposition est également associé à une augmentation des taux de cancer à l'age adulte.

Outre ces effets locaux connus à type d'irritation et/ou d'inflammation le tabagisme semble agir sur les voies cellulaire et humorale précipitant le passage de l'atopie à l'allergie respiratoire à la maladie asthmatique.

On retrouve en une augmentation de la synthèse des IgE et des éosinophiles chez les enfants exposés, cet effet existe même lors de l'exposition du foetus in utero augmentant le risque d'atopie future.

IV.4.7. Polluants combinés :

La diversité des polluants atmosphériques est très importante et Il peut y avoir ainsi des interactions qui aggravent les effets individuels de chaque polluant ; exemple la baisse de capacité respiratoire due à l'ozone est amplifiée par une exposition au dioxyde d'azote, de même, le risque de toux du a une exposition aux dioxyde de soufre augmente avec le taux de poussières associées.

IV.5. Pathogénie et mode d'action :

Ce sont les études expérimentales *in vitro* et chez l'animal ; exemple étude de la cytotoxicité du NO₂ sur les macrophages alvéolaires ou la cytotoxicité des émissions diesels sur les cellules de mammifères en culture, démontrant la génotoxicité des particules diesels et des nombreux hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).^[24]

Le principe pathogénique, le mode d'action du toxique, sont souvent définis physiquement ou chimiquement ; il ne faut pas négliger une sensibilisation – allergie de type I ou II.

Les études de laboratoire (toxicologie) sur l'ozone O₃ et dioxyde d'azote NO₂ ont montré un effet tout d'abord « chimiques », ils oxydent les membranes cellulaires, mais leurs effets sont lié aux processus inflammatoires complexes suivants des caractéristiques biophysiques qui déterminent l'effet toxique, la concentration et la localisation dans les voies respiratoires.

Exemple ; les toxiques hydrosolubles, comme le SO₂ et le formaldéhyde, sont résorbés dans les voies respiratoires proximales et d'autre part, la faible hydro

solubilité de l'ozone fait qu'il parvient jusqu'au alvéoles particulièrement sensibles.

Si le toxique est un aérosol, son effet dépend de la taille des particules liquides (brouillard) ou solides (poussières) en suspension.

Les aérosols naturels, sel marin ou pollens, ont un diamètre > 10 µm. Les particules des aérosols anthropogènes, dont la composition chimique est variable, ont généralement un diamètre < 10 µm.

Une autre classification se fait d'après le diamètre des particules, avec les grosses particules, de 10-2,5µm (PM10= particule matter), Les poussières fines, de 2,5- 0,1 µm (PM2,5) et ultrafines inférieur a 0,1µm.^[25]

Plus ces particules sont fines, plus elles atteignent la périphérie du poumon.

Les particules > 10 µm se déposent en dehors du thorax.

Ce n'est qu'en respiration forcée, surtout buccale, qu'elles peuvent atteindre l'arbre trachéo-bronchique.

Depuis quelques années les poussières en suspension sont toujours de plus en plus reconnues comme toxiques inhalés, cela résulte surtout de données épidémiologiques, qui considèrent les aérosols comme facteurs majeurs de maladies cardio-pulmonaires, devant le SO₂, les aérosols acides, le NO₂ et O₃.^[26]

Dans les espaces fermés, la fumée du tabac est de loin la source la plus importante de particules toxiques inhalés, avec une teneur très élevés en substances organiques. La fumée de cigarette contient plus de 4 000 substances, en partie en phase gazeuse, en partie lié au

condensât. L'effet toxique et carcinogène de la plupart de ces substances est bien connu (exemple le benzopyrène, nitrosamines).

La concentration efficace d'un toxique et sa distribution dans les voies respiratoires sont modifiées par d'autres facteurs : fréquence et durée de l'exposition, concentration des toxiques inhalés, mode de ventilation et débits respiratoire.

D'autres facteurs déterminant l'importance des dégâts sont un système de défense intact ou non, avec macrophage alvéolaire (clairance alvéolaire, demi vie 100-1000 jours) et la clairance mucociliaire des bronches (d'abord demi-vie rapide de 1- 5 heures, puis de 8-30 jours)

L'efficacité de ce système peut être limitée par des pneumopathie ou la fumée, ce qui potentialise l'effet des toxiques inhalés également capables d'attaquer directement le système. Les effets toxiques des polluants sont également étudiés en soumettant diverses espèces animales à des concentrations croissantes de polluants. On peut ainsi étudier les effets toxiques aigus (concentration élevée) ou chroniques (concentration plus faibles pendant une durée plus longue).

Enfin, les études expérimentales ont été réalisées chez des volontaires humains en les soumettant à des atmosphères contenant des concentrations variables en polluants aussi bien chez l'homme sain que chez l'homme malade.

IV.6. Accidents observés :

Les effets délétères de la pollution sur la santé ont pu être identifiés à l'occasion d'accidents de pollution massifs et brutaux comme ceux de la Vallée de la Meuse en Belgique (1930), de Donora en Pennsylvanie (1952), de Seveso en Italie (1978), de Bhopal en Inde (1984) ou Tchernobyl en URSS (1985) pour prendre des exemples dans divers domaines de la pollution chimique ou physique de l'atmosphère.

Lors d'une catastrophe, l'augmentation de la morbidité et de la mortalité est massive et à bref délai, elle a donc pu être rapidement identifiée sur le plan scientifique. Toutefois en dehors de ces situations à caractère exceptionnel, l'étude des effets de la pollution atmosphérique sur la santé, est plus complexe ; des efforts concertés sont développés afin de réduire sensiblement certaines émissions de polluants, en particulier acido-particulaire d'origine principalement industrielle.

Des niveaux sensiblement moins élevés que les précédents sont donc devenus la règle dans les pays développés : toutefois il persiste une interrogation quant à l'existence d'effets nocifs de ces polluants aux niveaux les plus bas qu'ils ont progressivement atteints actuellement sur la santé des populations, en particulier sur le risque de maladies respiratoires. La mise en évidence de tels effets à des niveaux plus faibles nécessite la réalisation d'enquêtes toxicologiques expérimentales chez l'animal ou d'enquêtes épidémiologiques d'observation chez l'homme.

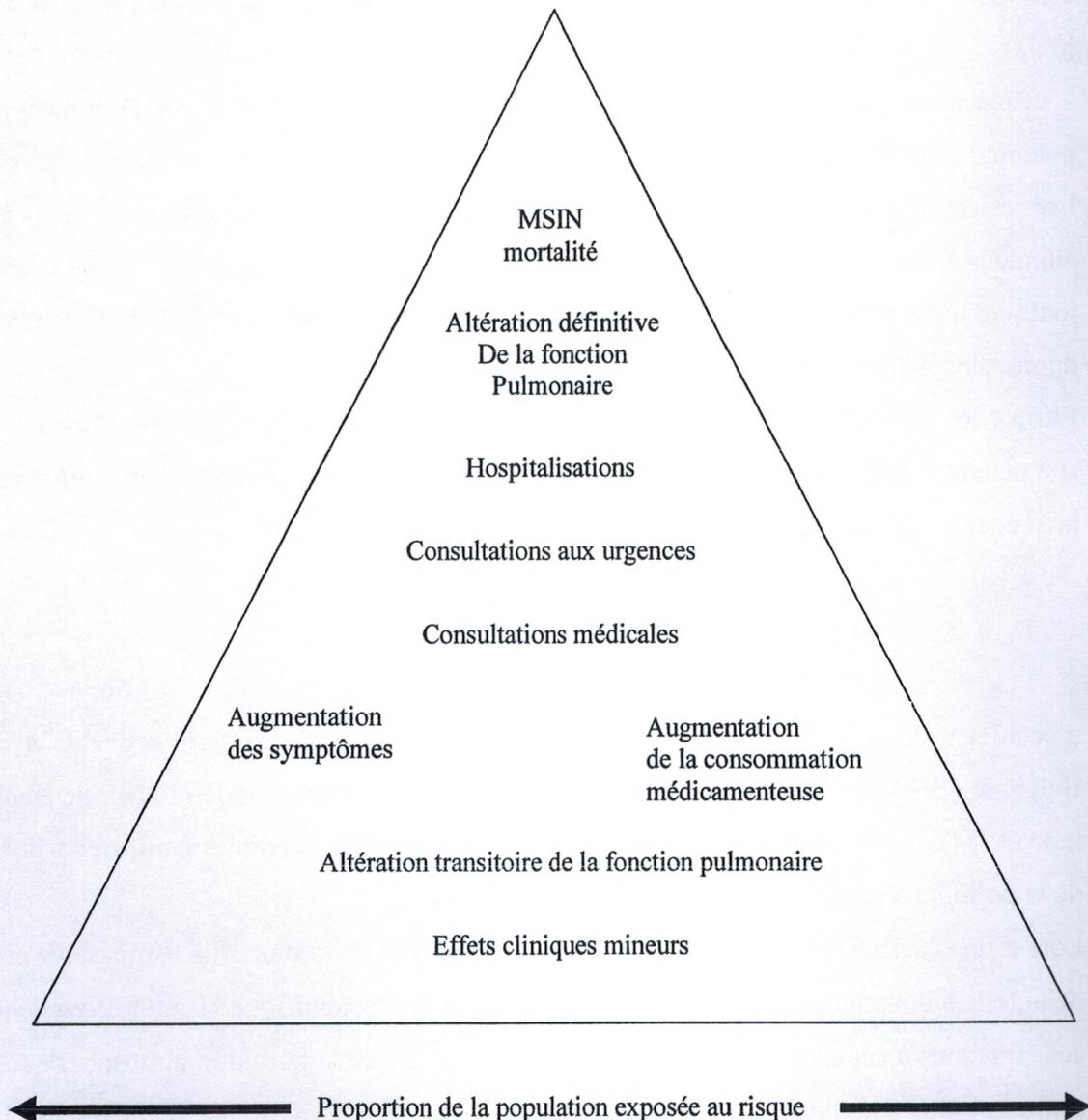


Fig. 15 : Schéma illustrant les effets néfastes sur la santé des enfants et adolescents exposés à la pollution atmosphérique.

V. Retentissement de la pollution atmosphérique sur l'asthme de l'enfant.

V.1 Population d'enfants

Les personnes les plus sensibles, comme les enfants, les personnes âgées, les grands fumeurs, les malades du cœur ou des poumons, sont les plus concernés par la pollution atmosphérique. [22]

Pour celles ci la pollution peut favoriser des maladies, en aggraver certaines, et parfois même précipiter le décès. [44]

Le choix de la population faite d'enfants est fort intéressant, on souhaite explorer leur plus grande sensibilité aux facteurs nocifs de l'environnement, qui s'explique par une croissance inachevée de divisions dichotomiques jusqu'à la fin du sixième mois, six nouvelles divisions auront lieu pendant l'enfance.

Car bien que potentiellement fonctionnel dès l'âge de 6 mois in utero,

le poumon poursuit en fait sa croissance jusqu'à l'âge de huit à dix ans d'où

la compensation possibles aux agénésies et aux exérèses pulmonaires réalisées au cours du premier âge, d'où aussi les dangers de l'aérocontamination au cours de la première décennie, qui touche des cellules jeunes, particulièrement sensible aux toxiques.

La sensibilité du poumon jeune à l'environnement explique sa plus grande sensibilité aux agressions atmosphériques, pouvant occasionner une réduction des performances fonctionnelles chez le sujet adulte.

V.2. Population d'enfants asthmatiques

V.2.1. Définition de la maladie asthmatique

L'asthme est une maladie chronique inflammatoire des voies aériennes, qui entraîne un hyper réactivité bronchique à différents stimulus (allergènes, irritants chimique, fumée de tabac, air froid, exercice) et une obstruction bronchique, liée à trois phénomènes intervenants a des degrés divers selon le type de la crise et la sévérité de l'asthme : la broncho constriction, l'œdème inflammatoire de la muqueuse bronchique et l'hypersécrétion bronchique de mucus. Il n'existe pas de définition univoque, car c'est une maladie hétérogène. [27]

Sur le plan clinique cette obstruction peut se traduire par des épisodes récidivants de toux et/ou de sifflements survenant plus volontiers la nuit ou le matin au réveil que dans la journée ainsi que le blocage thoracique et de difficultés respiratoires avec limitation des débits bronchiques. [28] La disparition des symptômes spontanément, soit à l'aide de broncho-dilatateurs, est un bon argument diagnostique.

On distingue ainsi 4 degrés de sévérité de l'asthme : l'asthme intermittent, chronique léger, chronique modéré et chronique sévère, tel que défini par GINA. (Global Initiative For Asthma) dans les recommandations 2004. [3]

Degrés de sévérité de l'asthme selon GINA (Global Initiative For Asthma)

Fréquences des crises			
	Toutes crise	Crises nocturnes	Entre les crises
Asthme Intermittent	<1 fois/semaine	=2 fois/mois	Absence de plaintes Asymptomatique
Asthme Chronique Léger	=1 fois/semaine mais <1 fois par jour les crises peuvent altérer les activités normales	>2 fois/mois	Absences de plaintes Asymptomatique
Asthme Chronique modéré	Quotidiennes les crises perturbent les activités normales	>1 fois/semaines	Dyspnée modérément
Asthme Chronique sévère	Permanente Activité physique limitée	Très fréquente	Etat dyspnéique

Dans cette classification, on prend en compte le niveau d'obstruction bronchique et sa variabilité.

**Mesures spirométriques et degré de sévérité de l'asthme, selon GINA.
(Global Initiative For Asthma)**

VEMS et DEM

Asthme Intermittent	VEMS ou DEP= 80% de la meilleure valeur personnelle Variabilité du DEP <20%
------------------------	--

Asthme Chronique Léger	VEMS ou DEP= 80% de la meilleure valeur personnelle Variabilité du DEP de 20 a 30%
------------------------------	---

Asthme Chronique modéré	VEMS ou DEP 60- 80% de la meilleure valeur personnelle Variabilité du DEP >a 30%
-------------------------------	---

Asthme Chronique Sévère	VEMS ou DEP = a 60% de la meilleure valeur personnelle Variabilité du DEP >a 30%
-------------------------------	---

La variabilité est calculée a partir de deux valeurs au moins (matin et soirée)

selon la formule :
$$\text{Variabilité diurne} = \frac{\text{DEP soir} - \text{DEP matin}}{\frac{1}{2}(\text{DEP soir} + \text{DEP matin})} \times 100$$

Le débit expiratoire de pointe est mesuré à l'aide d'un débitmètre de pointe et il représente le débit le plus rapide auquel l'air circule dans les voies respiratoires pendant une expiration forcée et exprimé en litre par minute.

Il s'agit d'une méthode permettant de mesurer l'obstruction bronchique et de détecter les pathologies respiratoires modérées a sévères.

Un changement important dans les recommandations GINA 2006 qui est le fait que la prise en charge se base a présent sur le niveau de contrôle de l'asthme

V.2.2. Une prévalence en augmentation

L'asthme s'est installé au premier rang des affections chroniques qui frappent les enfants et les adolescents. ^[29]

Lors de son enquête « Santé et protection sociale » menée en 1998, le CREDES a considéré asthmatique toute personne ayant déclaré avoir eu au moins une crise d'asthme, une manifestation d'asthme ou un traitement contre l'asthme au cours des douze mois précédent l'enquête.

Les résultats ont recensé 927 asthmatiques sur une population générale de 16 589 individus : soit une prévalence de 5,8%.

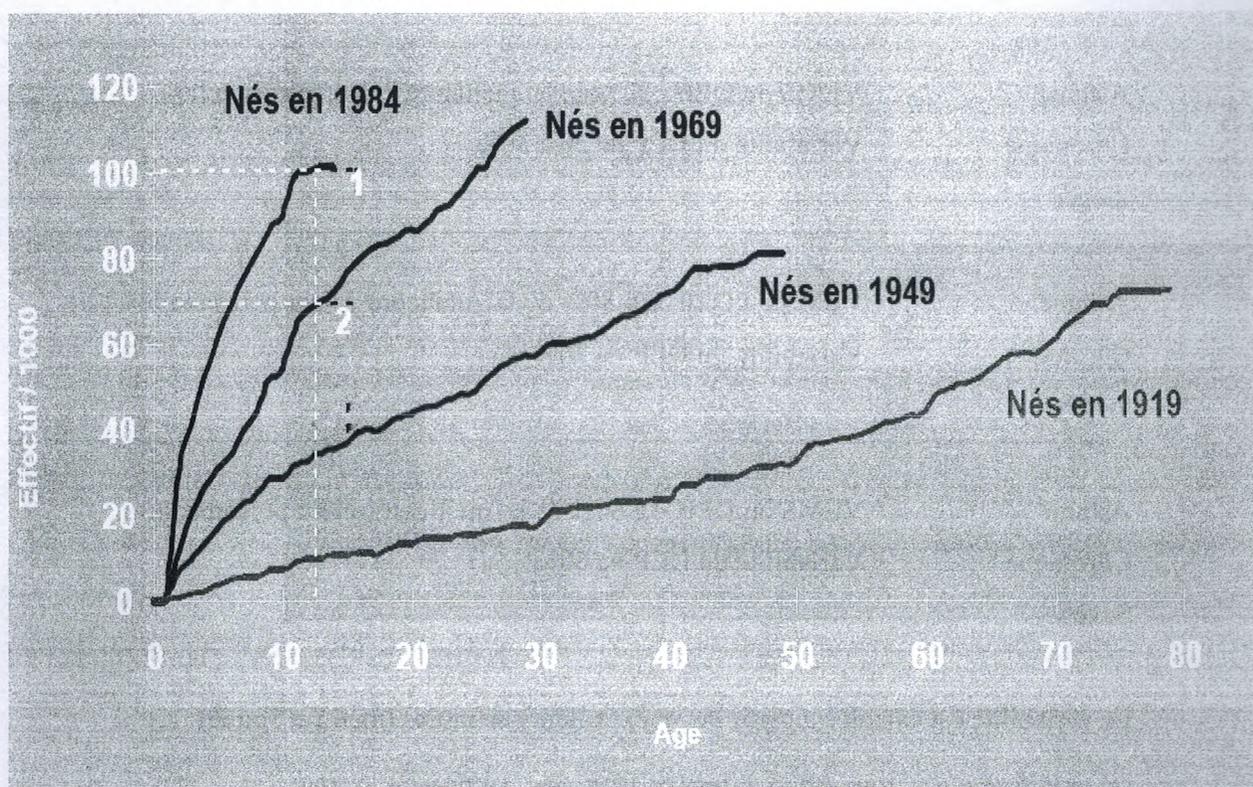


Fig. 16 : Prévalence en augmentation (Credes 2001)

Nombre d'asthmatiques cumulés sur 4 générations successives

Les données de l'étude ISAAC (international Study Of Asthma and Allergies in Childhood) ont montré une hétérogénéité de la prévalence de l'asthme d'un pays à l'autre et qu'elle était plus importante dans les pays économiquement développés. Celle-ci variait selon la zone géographique de 1,4% à 27,1% chez l'enfant âgé de 6 à 7 ans et de 1,4% à 28,2% chez les 13-14 ans avec une prédominance dans les pays anglophones et des prévalences plus basses en Europe de l'est, Chine et Ethiopie.

13-14 ans avec une prédominance dans les pays anglophones et des prévalences plus basses en Europe de l'est, Chine et Ethiopie.

Au cours de ces vingt dernières années, de nombreuses études ont démontré une augmentation de la prévalence de l'asthme et des sifflements chez l'enfant. [30] On estime qu'elle augmente en moyenne de 5% /an, alors que les modifications des conditions de diagnostic de l'asthme n'expliquent qu'en partie cette croissance.

V.3. Facteurs favorisants

Les facteurs responsables de l'augmentation de prévalence de la maladie asthmatique sont difficiles à appréhender, [37]

L'asthme résulterait d'interactions entre les facteurs génétiques et environnementalistes, pouvant eux-mêmes être séparés en allergéniques et non allergéniques.

V.3.1. La prédisposition génétique

Le principal facteur de risque prédisposant au développement d'un asthme est génétique c'est à dire l'existence d'antécédents familiaux d'asthme et d'atopie, qui est définie par la prédisposition à développer une réponse à IgE aux allergènes de l'environnement.

Des études épidémiologiques familiales ou de jumeaux ont permis de préciser le rôle des facteurs génétiques. [32]

Grâce aux progrès considérables dans les outils d'exploration du génome, plusieurs études ont décrits un certain nombre de gènes engagés dans la genèse de l'asthme en conditionnant la réponse immunitaire atopique ou le taux d'IgE sériques totales (production d'IgE ou de cytokines) ou induisant l'expression de l'hyperactivité bronchique dans différents types d'environnements.

Cependant, si un certain nombre de gènes candidats de l'asthme et de l'atopie ont été décrits, des modifications génétiques ne peuvent pas constituer l'explication cohérente pour rendre compte de l'augmentation de la prévalence de la maladie au cours de ces trente dernières années. [31] L'enquête multicentrique EGEA (Etude épidémiologique sur les facteurs génétiques et l'environnementaux de l'asthme, l'hyperréactivité bronchique et l'atopie) a concerné près de 350 asthmatiques et a confirmé l'implication de gènes dans la maladie asthmatique au sein de la population française en mettant également en évidence les effets de l'environnement notamment le rôle du tabac et des conditions d'exposition professionnelles aux irritants.

V.3.2. L'infection

Dans les infections virales et les pneumallergènes, on peut redouter une augmentation de l'inflammation des bronches favorisant de ce fait les maladies respiratoires chroniques, surtout en cas d'expositions répétées au cours de l'année.^{[33][34]}

Un certain nombre d'études animales ont montré que le SO₂ et les particules en suspension sont capables, d'entraîner des altérations morphologiques des cellules épithéliales et des cils dans les voies aériennes.

Différentes études animales ont montré une augmentation de la sensibilité aux infections respiratoires causées par le streptocoque pneumoniae chez la souris et le lapin après exposition à l'ozone et au NO (GILMOUR 1971).

Dans ces modèles, une altération de la phagocytose et du pouvoir bactéricide des macrophages a été observée, pouvant expliquer la plus grande sensibilité des animaux après exposition à ces polluants.

Il faut souligner cependant que toutes ces études animales ont été réalisées avec de fortes doses de polluants et que l'extrapolation à l'homme est difficile.

Ceci d'autant plus que les études épidémiologiques concernant la relation entre polluants et infections respiratoires sont d'interprétation difficile dans la mesure où la mise en évidence d'une infection bronchique se heurte à des problèmes méthodologiques complexes.

Les infections virales sont connues depuis longtemps dans leur rôle de précipitation de la crise d'asthme chez les sujets sensibilisés.^[35]

Il semble en revanche, que les infections respiratoires protègent contre le développement d'une allergie à un âge d'entrée en crèche précoce (6 à 11 mois) est une protection significative contre l'apparition de l'allergie, surtout dans les familles de moins de 3 enfants. Ces études de Kramer ne concernent pas uniquement l'absence d'apparition de signes cliniques de l'allergie mais également les signes biologiques (moindre positivité des tests cutanés, baisse des RAST sanguins) chez les enfants ayant une exposition virale précoce. Ces résultats sont probablement liés au fait qu'ici la réponse des lymphocytes TH1 (stimulés par l'infection) inhibe la réponse TH2.

V.3.3. L'allergie

Les maladies allergiques se caractérisent par une hypersensibilité immédiate dirigée contre des allergènes.^[36]

L'asthme est une manifestation fréquente de l'atopie au même titre que les rhinites et l'eczéma : 70% des asthmes sont atopiques, c'est à dire associés à la présence d'IgE circulant et la positivité des tests cutanés aux allergènes.

L'atopie seule ne semble pas expliquer les différences de prévalence de l'asthme entre les différents pays .une étude récente comparant l'asthme et l'atopie en la Grande Bretagne et en Albanie conclue en effet que la prévalence de l'asthme peut être différente entre les deux pays sans que la prévalence de l'atopie soit différente.

V.3.4. Le rôle de l'environnement

Des facteurs environnementaux, tels que la pollution atmosphérique ou les modifications de notre mode de vie ont été suggérés pour expliquer cette augmentation de prévalence ; Un grand nombre de facteurs peuvent être responsables et il est important de distinguer les facteurs qui initient l'asthme de ceux qui provoquent les crises ou les aggravent lorsque l'asthme est constitué.

Certains facteurs pouvant également jouer les deux rôles.

Il est classique de distinguer pollution extérieure, où prédomineraient les polluants chimiques et pollution intérieur comprenant surtout les polluants biologiques.

Cependant l'exposition des individus est globale et l'ensemble des polluants agit en synergie.

Les données de littérature ne permettent pas de conclure avec certitude sur l'importance du rôle de la pollution dans la prévalence de l'asthme.

Un certain nombre d'études chez l'enfant et chez l'adulte ont comparé la prévalence de l'asthme en milieu urbain et rural et n'ont pas démontré d'excès de prévalence d'asthme en zone polluée.

D'autres études à l'opposé ont retrouvé une augmentation de la prévalence de l'asthme en zone polluées, telle l'enquête pollution atmosphérique et affection respiratoires chroniques (PAARC portant sur 20000 adultes dans 6 villes françaises, qui rapporte une corrélation positive chez l'homme (et non chez la femme) entre la teneur moyenne en SO₂ et la prévalence de l'asthme. ^[38]

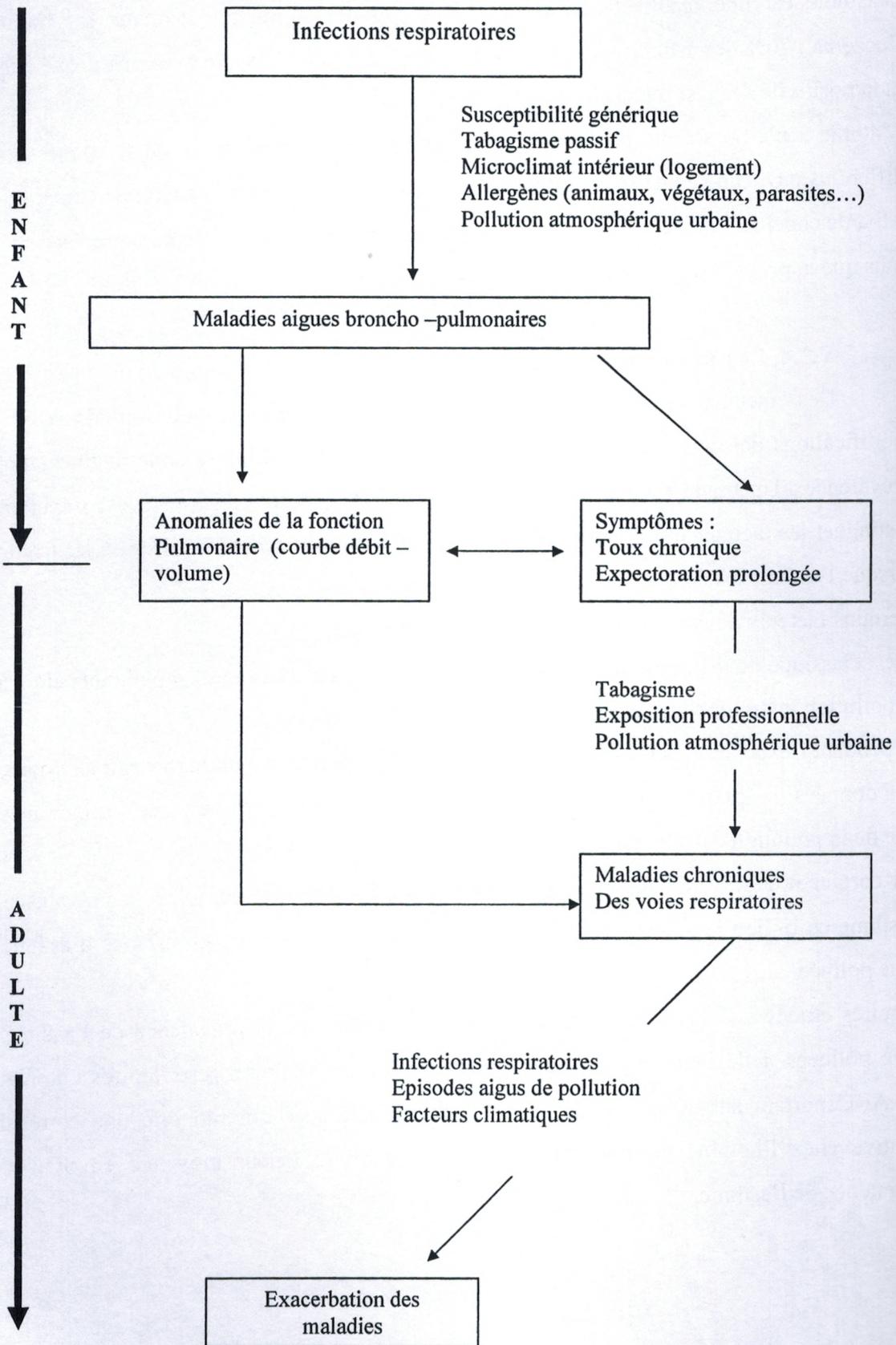


Fig. 17 : Schéma des différentes interactions entre manifestations aiguës et chroniques de l'enfance à l'état adulte (Source / Walter S.D.)

V.4. Etat actuel du problème

V.4.1. Intérêt de la recherche sur la pollution

Aujourd'hui il existe une sensibilisation mondiale de l'opinion à la pollution atmosphérique. Nul n'ignore les répercussions possibles sur les équilibres écologiques de la planète, mais qui minimisent encore les conséquences de détérioration de la qualité de l'air sur la santé respiratoire des populations vivantes dans les milieu pollué .

Le fait de respirer de l'air pur est considéré comme une condition essentielle de la santé et du bien être de l'homme.

Cependant, la pollution de l'air continue de faire peser une menace importante sur le plan sanitaire partout dans le monde.

Selon une évaluation de la charge de morbidité du à la pollution de l'air effectuée par l'OMS plus de deux millions de décès de la population peuvent chaque année être attribués aux effets de la pollution de l'air.

Plus de la moitié de cette charge de morbidité sont supportée par les populations des pays en développement.

En Algérie les informations déjà collectées permettent de prendre conscience de l'importance des risques respiratoires en rapport avec la détérioration de la qualité de l'air

Tableau : Estimation des émissions atmosphériques (en tonnes par an) selon le secteur d'activité en Algérie (1995)

Secteur	So2	Nox	PM	Plomb	CO	COV
Algérie						
Transport	4160	123 629	1 043	8 710	996 900	249 600
Déchets	379	2 223	6 066	ND	31 822	16 341
Industrie	44 846	53 683	1128 688	ND	48 019	14 061

Un inventaire des émissions atmosphériques réalisé en 1995 montre que les sources majeures de pollution ont émis près de 2,7 millions de tonnes de composés polluants avec une émission respective de 51% pour le secteur des transports et 47% pour les activités industriels par rapport aux émissions totales.

Une campagne portant sur la pollution par l'oxyde d'azote et l'ozone a été réalisée de juillet 1992 à Août 1993 sur quatre sites de proximité aux voisinages d'artères à grande circulation de l'agglomération d'Alger.

Cette étude a mis l'accent sur les niveaux particulièrement de la pollution photo oxydante (O₃) dont les niveaux variaient en fonction de l'importance des cycles horaires et qu'atteignaient en période estivale des teneurs oscillant entre 100 et 135ppb.

Le traitement des déchets par combustion constitue une importante source de pollution urbaine.

A Alger, la quantité de déchets stockés annuellement sur une des principales décharges municipales (Oued Smar) avoisine le million de tonne dont 15% de cette masse sont brûlés par les feux coûvants sur le site qui s'étend sur près de quarante hectares au voisinage d'une importante zone urbaine d'habitat.

La pollution industrielle constitue aussi dans notre pays un facteur majeur de pollution atmosphérique.

De nombreuses unités industrielles n'ont pas été dotées de système antipollution et pour celles qui l'ont été, leur rendement épuratoire est souvent en ça des normes de protection de l'environnement. Les douze principales cimenteries réparties sur l'ensemble du territoire du pays rejettent annuellement 4569 tonnes de NO_x, 1269 de CO, 464 tonnes de COVNM, 1 millions de tonnes de So₂.

De plus, il existe de nombreuses raffineries de pétrole avec émissions polluantes provenant de la combustion du gaz.

En Algérie , on ne dispose pas encore d'études épidémiologiques spécifiques sur les relations entre les niveaux de mesurés et des indicateurs de santé notamment cardiorespiratoires , cependant , deux études réalisées au cours des

Dernières années par l'Institut National de Santé Publique d'Alger (INSP) ont mis en évidence la place importante tenue par la maladie respiratoire chronique dans la pathologie générale.

Les maladies chroniques de l'appareil respiratoire y tenaient une place importante (18,4%), l'asthme étant l'affection la plus répandue (plus de la moitié de ces affections).

A Annaba, ville de l'est algérien, la population est exposée à la fois aux émissions atmosphériques du complexe sidérurgique d'EL Hadjar et à celles de l'usine Asmidal produisant des engrais phosphatés et azotés .Dans cette ville le nombre d'asthmatique est estimé à 50 000, 42 % d'entre eux ayant été hospitalisés au moins une fois.

V.4.2. Intérêt de la recherche sur l'asthme bronchique et la morbidité respiratoire

L'asthme est une maladie chronique qui se caractérise par des crises récurrentes où l'on observe des difficultés respiratoires et une respiration sifflante et dont la gravité et la fréquence varient d'une personne à l'autre.

Les symptômes de l'asthme apparaissent généralement au cours de la première année de vie mais il est difficile de poser un diagnostic définitif avant que l'enfant ne soit plus âgé.

Les symptômes peuvent se manifester plusieurs fois par jour ou par semaine par des accès paroxystiques et réversible de dyspnée expiratoire liée à la diminution du calibre des bronches par inflammation de la muqueuse qui s'aggravent chez certains sujets lors d'un effort physique ou pendant la nuit .

L'asthme du «grand enfant» prend son allure caractéristique à partir de 2 ou 3 ans.

Avant 3 ans, on parle d'asthme du nourrisson. De 3 à 5-6 ans (enfant d'âge préscolaire) puis dès 6 ans l'asthme de l'enfant scolarisé, les différences avec l'asthme du grand enfant s'atténuent progressivement.

Chez l'enfant d'âge scolaire, le diagnostic est plus facile que chez le nourrisson

Car les crises sont stéréotypées.

L'asthme de l'enfant est présumé d'origine allergique. Néanmoins, il ne faut pas oublier que l'allergie doit pouvoir être démontrée.

Par ailleurs, les infections ont une relation complexe avec l'asthme. Les virus les plus fréquemment mis en cause sont les picornavirus dont essentiellement

Les rhinovirus, coronaravirus, l'influenzae, le virus respiratoire syncithial (VRS), l'adénovirus qui sont responsable d'infections respiratoires hautes (otites, rhinopharyngites, angine ...) et d'infections respiratoires basses (bronchites, bronchiolite..) quoiqu'en général bénigne, leur gravité peut venir soit de leur répétition, soit de leur complication suppurée soit de leur retentissement fonctionnel ; associations à des crises d'asthmes.

V.4.3. Intérêt d'une étude de prévalence sur l'asthme.

D'après les estimations de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), il y a 300 millions d'asthmatiques dans le monde et 255 000 personnes sont mortes de l'asthme en 2005. Les décès dus à l'asthme augmenteront de près de 20 % au cours des dix prochaines années si l'on ne prend pas des mesures urgentes. ^[1]

Une enquête ^[2] estime qu'en Nouvelle Zélande, 25% des enfants de 13 à 14 ans ont des symptômes d'asthme, 16% aux Etats Unis, 13% en Europe et en Amérique Latine et 10% dans les villes d'Afrique.

En Côte d'Ivoire, par exemple sa prévalence en milieu scolaire est passée de 8 % en 1988 à 15 % en 2000. ^[3]

Les études de prévalence de l'asthme bronchique affichent des variations très fortes entre les pays et même les régions et il est important de connaître les caractéristiques de l'environnement de la population.

L'asthme coûte cher aux familles et à la société. Par exemple, le coût de l'asthme aux USA a été estimé à environ 12.7 milliard de dollars par an 2 fois plus qu'en 1990. ^[4]

En Algérie la prévalence de l'asthme est en augmentation constante. L'asthme représente la première maladie chronique de l'enfant, plus de 5 % de la population pédiatrique est atteinte par cette affection. Il représente chez l'enfant de loin la première cause de consultations et de recours aux structures d'urgence. ^[4]

Divers études épidémiologiques suggèrent l'existence d'une relation causale entre l'exposition à la pollution atmosphérique et la survenue de maladies respiratoires.

La pollution atmosphérique joue un rôle non négligeable dans l'augmentation de la prévalence des maladies respiratoires et plus particulièrement l'asthme et augmente le nombre de crises d'asthme.

Les premières études épidémiologiques entreprises à partir années 1970 confirmèrent cette hypothèse et montrèrent une relation entre la pollution acidoparticulaire d'origine industrielle et/ou domestique et la prévalence des symptômes respiratoires.

CHAPITRE II

ETUDE PERSONNELLE

I. Problématique

L'asthme bronchique a fait l'objet actuellement de beaucoup de sujet de recherche à l'échelle mondiale.

Au terme de cette étude de la littérature nous avons constaté l'intérêt des recherches sur l'asthme bronchique, sur sa physiopathologie et l'intérêt des études mondiales concernant sa prévalence.

L'intérêt de la recherche de l'asthme bronchique en Algérie réside dans le fait qu'il s'agit d'une affection de plus en plus fréquente, a mécanisme étiopathologique mal définie et à prise en charge encore inadéquate .

Une étude sur la prévalence de l'asthme bronchique est toujours d'un grand intérêt en Algérie, en raison de la phase de transition épidémiologique et démographique, elle répond aux critères préliminaires écologique tels définis par l'OMS en 1976 puisque elle possède, une région désertique au sud de 2 millions km², une région steppique et une région côtière.

Sa population est à forte natalité et à majorité jeune, de moins de 15 ans représente (34,5%) et à facteurs culturels et environnementaux propres.

Les études épidémiologiques sur l'asthme de l'enfant dans notre pays sont peu nombreuses, on peut citer quelques unes ont été faite à Alger centre du pays, l'Ouest et l'est

Les études de prévalences sont recommandées à l'ensemble des régions et nous devons les réaliser sur de nombreuses régions.

Une étude épidémiologique récemment entreprise dans la région à Sidi Belabbès a retrouvé une prévalence annuelle de 6,2 %. [48]

Une étude faite à Arzew [7] a montré l'augmentation de la prévalence de l'asthme en milieu scolaire (chez des enfants de 1^{ère} année primaire et 5^{ème} année primaire) par rapport à la moyenne nationale. Il faut noter qu'Arzew est une ville portuaire où existe une pollution atmosphérique importante (industries du pétrole et du gaz et de la pétrochimie).

La commune de Ghazaouet située au nord ouest de l'Algérie, abrite une entreprise publique de métallurgie et de transformation des métaux non ferreux METANOF créée en 1975. Le processus de fabrication de l'usine émet à travers une cheminée des gaz sulfurés dans l'environnement immédiat de la ville de Ghazaouet avec

parfois une teneur en SO_2 au niveau de la cheminée de ($7400\mu\text{g}/\text{m}^3$), cette valeur est supérieure aux normes établies selon les lignes directrices OMS relative a la qualité de l'air en dioxyde de soufre ; (moyenne horaire $350\mu\text{g}/\text{m}^3$, moyenne journalière $125\mu\text{g}/\text{m}^3$ moyenne annuelle $50\mu\text{g}/\text{m}^3$). [2]

Avec le développement de la commune, plusieurs habitations ont été bâties autour de cette usine. Les données disponibles sur le secteur sanitaire de Ghazaouet font apparaître qu'au cours de l'année 1998, les hospitalisations pour maladies respiratoires dans le service de médecine interne dépassent 50% du total des hospitalisations. Au niveau du service de pédiatrie 31,5% des hospitalisations l'ont été aussi pour des affections respiratoires. (Source Registre Hospitalier de médecine de l'hôpital de Ghazaouet , année 2000)

Au cours de l'année 2002, un taux d'hospitalisation pour problème respiratoire était de 48% et de 43% en 2005.

Une évacuation régulière et quasi constante des cas de crises d'asthmes et d'asthmes aigus graves été égale en nombre à ceux de la wilaya de Tlemcen et parfois même les dépassant en hospitalisation au sein du service de pneumo-phtisiologie de Tlemcen. (Source Registre Hospitalier du service de pneumo-phtisiologie et de réanimation médical CHUT, année 2006).

L'exemple d'une enquête sur la pathologie cardiaque a donné des résultats nettement importants pour les évacués pour infarctus du myocarde par rapport à des communes voisines et à population plus au moins égale d'après les chiffres présents au niveau du registre du service de cardiologie (CHUT) d'où l'intérêt particulier que nous portons a cette ville qui affiche une fréquence pour les pathologies qui pourraient être liées directement à l'environnement.

L'insuffisance des études épidémiologiques sur les troubles respiratoires (l'asthme, symptômes d'asthmes, les infections respiratoires hautes et basses) chez l'enfant en Algérie motive cette présente étude afin de déterminer la prévalence de ces affection dans une région polluée en dioxyde de soufre telle que la commune de Ghazaouet et particulièrement Chez l'enfant scolarisé.

II. Objectifs de l'étude :

C'est pour toutes les raisons sus -citées que ce sujet de thèse a été choisi.

L'objectif principal en est d'évaluer la situation épidémiologique de l'asthme bronchique chez des enfants âgés de 6 ans à 15 ans soumis à un niveau de pollution élevé en SO₂ dans la commune de Ghazaouet Wilaya de Tlemcen.

II.1. Objectif principal

Estimer la prévalence de l'asthme bronchique chez les enfants scolarisés de 6 à 15 ans révolu dans la commune de Ghazaouet durant l'année 2006/ 2007.

II.2. Objectifs spécifiques

- 1) Décrire les caractéristiques des enfants asthmatiques de la commune de Ghazaouet
- 2) Déterminer la prévalence de l'asthme et des symptômes d'asthmes selon la zone d'étude et le niveau de pollution
- 3) Déterminer la fréquence des facteurs associé aux asthmatiques : infectieux respiratoires et autres selon la zone d'étude et le niveau de pollution.

III. Matériel et méthode

III.1. Région ou a eu lieu l'étude

La wilaya de Tlemcen est limitée au nord par la méditerranée, au nord est par la wilaya de Ain Témouchent, à l'est par la wilaya de Sidi Bel Abbès, à l'ouest par le Maroc. (Annexe n°9).

La commune de Ghazaouet située au niveau du littoral de la Wilaya de Tlemcen qui est de 70 Km découpé en 12 communes côtières dont fait partie Ghazaouet.

La ville de Ghazaouet est située en zone côtière, dans la frange nord des traras, qui couvre une surface de 28 km², est l'une des moins étendu de la wilaya.

III.2. Etude de la pollution environnementale en SO₂

III.2.1. Détermination des zones par rapport à la source de pollution (découpage).

La ville de Ghazaouet a été découpée en deux zones contiguës distinctes, zones géographiques dictées par la proximité de la cheminée de l'usine :

- Première zone située à moins de 1,5 Km.
- Deuxième zone à plus de 1,5 Km.

Grâce à ma voiture ; la distance effectuée puis testée et mesurée en temps à chaque fois en prenant comme point de départ le bas de la cheminée de l'usine cela après plusieurs visites des lieux de l'entreprise effectuée aux préalables

III.2.2. Techniques d'échantillonnage en SO₂.

Nous avons choisi une classe de polluant en l'occurrence le dosage du dioxyde de soufre. Les différents paramètres de pollution (SO₂) ont été mesurés en effectuant un double échantillonnage mensuel et journalier, qui consiste à tirer au sort cinq jours pendant une période définie d'un mois, puis pour chaque jour retenu, un deuxième tirage au sort sur cinq moments de la journée dont la durée de chaque moment de quelques minutes sur un intervalle de temps de 12 heures (8H - 20H).

Pour les autres mesures, le même principe est reproduit chaque mois sur toute la période de l'enquête, allant du mois d'août 2006 à juillet 2007.

L'émission en SO₂ a été variable autant variable que sa conversion en SO₃.

En collaboration avec l'ingénieur principal de l'entreprise, nous avons utilisé un appareil de mesure et de détection des gaz appelé Testo[®] 350 M/XL à titre indicatif : il s'agit d'un détecteur transportable de précision, muni d'une sonde à prélèvement qui fournit en temps réel (après étalonnage), en plus de la température ambiante, de l'humidité relative, et de la vitesse de l'air, les valeurs des concentrations des gaz ambiants : anhydride sulfureux, monoxyde de carbone, oxyde d'azote, dioxyde d'azote, les Nox.

A partir des valeurs obtenues, nous avons déterminé des moyennes journalières puis mensuelles en SO₂. (Annexe n°3, n°4, n°5)

Les mesures étaient prises dans les deux zones délimitées par l'enquête à plus ou moins 1,5 km de la cheminée de l'usine en se déplaçant avec le véhicule privé ou le véhicule public.

III.2.3. Etude des paramètres climatiques :

Ce sont les caractères généraux des phénomènes météorologiques, à un moment précis.

Ces paramètres sont mesurés par un matériel régulièrement étalonné. Il est installé dans la niche de l'entreprise appelée « abri météo ». La mesure des températures sèches et humides est effectuée par des thermomètres à alcool pour la minima et à mercure ordinaire pour la maxima, ceci à des horaires distincts entre 7h et 19h. Un thermographe permet de recueillir l'ensemble des informations sur une période donnée (mensuelle). (Annexe n°6)

L'humidité relative est mesurée par un psychromètre et enregistrée par l'hygrographe, enregistrant des courbes sur des périodes mensuelles. (Annexe n°6)

En raison de l'indisponibilité des données sur le vent à Ghazaouet, les statistiques de vent relatives à la station de Beni Saf localisée à une cinquantaine de kilomètres de Ghazaouet ont été utilisées.

Cette station côtière possède le même microclimat que Ghazaouet et présente donc une bonne similitude au niveau des données de vent qui varient selon les saisons.

L'anémo girouette de la station installée à plus de 12m du sol, nous a permis l'enregistrement de la vitesse et la direction du vent asynoptique avec son enregistrement mensuel

Les vitesses moyennes de vent, varient en fonction des différents mois de l'année et du moment de la journée.

(Recueil des données météorologiques : Annexes n°6).

III.3. Population d'étude

III.3.1. Echantillonnage

III.3.1.1. Type de sondage

Nous avons choisi une enquête reposant sur un échantillonnage en grappes à deux degrés.

Cette technique est pratique pour notre enquête, en l'occurrence une étude de prévalence de l'asthme et de la morbidité respiratoire chez l'enfant et dont le souci majeur était la représentativité.

Après un premier tirage au sort sur l'ensemble des écoles et des centres d'enseignements moyen de la ville de Ghazaouet que nous avons retenu dans cette

étude et après un deuxième tirage au sort, sur l'ensemble des classes de chaque établissement, grâce à la table de nombre au hasard, nous avons retenu des groupes d'élèves de chaque classe tirée au sort : une grappe d'individu.

III.3.1.2. Méthode de calcul de la taille de l'échantillon.

Le calcul de la taille de l'échantillon a été effectué sur les données théoriques par la formule de calcul d'échantillon pour enquête de prévalence.

$$n = \frac{\varepsilon^2 p(1-p)}{i^2}$$

n : taille de l'échantillon, i : niveau de précision, ε : niveau de confiance

Cette prévalence est estimée sur la prévalence antérieure évaluée par d'autres enquêtes nationales ou locales.

III.3.1.3. Détermination du nombre de sujets nécessaires.

A - Taille de l'échantillon.

Calcul de la taille de l'échantillon (n) sur la base d'une précision de 1%, une prévalence fixée à $p=5\%$ (société algérienne de pédiatrie) évaluée par d'autres enquêtes nationales ou locales.^[47]

L'intervalle de confiance est de 95% soit une valeur type de 1,96.

La taille de l'échantillon ainsi calculée par le logiciel épi info Version 6, selon la formule était de $n = 1830$ sujets, pour un effet de grappe estimé à 1. Nous avons toutefois ajouté à ce nombre un surplus de 10% en raison des risques de déperdition, de non-réponse, d'absences possibles des élèves pendant l'étude, ou des questionnaires inexploitable lors de l'analyse des données. En pratique, nous avons considéré dans cette étude un échantillon de 2017 enfants.

B- Choix de la catégorie d'âge.

Cette étude a porté sur des enfants de six ans à seize ans non révolus issus des établissements d'enseignement élémentaire et moyen (Liste des dates de naissance fournie par l'administration).

De plus, nous avons fait coïncider dans la plupart des cas le rendez vous de l'enquête avec la visite médicale prévue pour tous les enfants dans le cadre de l'hygiène scolaire.

C. Critères d'exclusion : Ont été exclus de l'enquête :

- Tous les élèves scolarisés ayant moins de six ans et supérieur ou égal à 16 ans au moment de l'enquête.
- Tous enfants résident moins d'une année dans la ville de Ghazaouet.
- Les enfants présentant une maladie grave (cardiopathies, maladies génétiques).
- Tous les cas pour lesquels nous n'avons pas obtenu de consentement des parents ou des tuteurs légaux et qui n'ont pas coopéré à l'enquête anamnétique.

III.3.2. Les établissements scolaires :

Défini par la distance qui les sépare de la source de pollution dans les deux zones d'études vu l'exposition et la source d'émanation en SO₂ avec des résultats d'un gradient de pollution observés.

Le choix de l'enquête au niveau des établissements scolaires, nous permettra sans aucun doute d'avoir une population définie sur des bases administratives et géographiques et caractérisée par une plus grande stabilité par rapport au adulte.

Des listes exhaustives et actualisées des écoles (primaires et moyens) nous ont été remises par l'inspection académique. Des correspondances ont été transmises à chaque directeur d'établissement en vue de nous faciliter la tâche par la suite.

Des contacts et des séances de travail ont été programmés au fur et à mesure avec l'ensemble des personnes concernées (directeurs, enseignants, éducateurs, parents d'élèves ...) en vue de déterminer les jours de l'enquête. Le calendrier des interviews et de l'examen clinique était programmé pendant les séances d'éducation physique ou lors de la visite médicale d'hygiène scolaire.

Les parents ont été convoqués pour répondre aux questionnaires en présence de leurs enfants.

III.3.2.1. Etablissements primaires

ECOLES	Nombre de classes	Nombre total d'enfants(N)
Hosni abdelli E1	8	343
Mehdi mokhtar E2	9	373
Djazairi mokhtar E3	7	298
Fouad kebatie4	20	776
Hosni mostefaE5	10	420
Boumediéne bachirE6	17	699
Mouley el hadj E7	21	854
EldjediE8	5	200
Ogab BenamarE9	9	366
Total	98	4319

Le nombre d'établissements primaires (écoles) est de neuf comportant un nombre de classes total de 98 soit un effectif total de 4319 élèves égal a l'effectif : NE

$NE = NE1 + NE2 + NE3 + NE4 + NE5 + NE6 + NE7 + NE8 + NE9.$

III.3.2.2. Etablissements moyens

CEM	Nombre de classes	Nombre total d'enfants(N)
CEM Ziani C1	21	848
CEM Zenti C2	13	511
Total	34	1359

Le nombre d'établissements de catégorie moyen est de deux comportant respectivement 21 et 13 classes soit 34 avec des effectifs respectifs de 848 et 511 élèves soit un total de 1359 élèves égal à l'effectif $NC = NC1 + NC2$

A partir des 9368 scolarisés en primaire et centre enseignement moyen , le nombre d'élèves ciblés de l'enquête est de 5678 soit $NE + NC$

Un tirage au sort sur les classes est effectué, ce qui a permis de retenir un effectif de 2017 élèves soit $nE + nC$ à partir dès 34 classes et 98 classes des CEM et écoles. Le nombre de classe tiré au sort est proportionnel a l'effectif des différents établissements et donc au nombre de classes des ces derniers tout en respectant l'égalité dans la représentativité des années.

Après sélection et tirage au sort respectif, la répartition de l'échantillon d'enquête était la suivante :

III.3.2.3. Répartition des enfants examinés au niveau des CEM

CEM	Classes tirées au sort	Nombre total d'enfants(n)
CEM ZianiC1	11 classes	416 enfants
CEM Zenati C2	10 classes	315 enfants
Total	21 classes	731 enfants

Soit $n_{C1}=416$ et $n_{C2}=315$,

$n_C=n_{C1}+n_{C2}=416+315=731$

III.3.2.4. Répartition des enfants examinés au niveau des écoles

Ecoles	classes tirées au sort	Total d'enfants(n)
Hosni abdelli E1	4	136
Mehdi mokhtar E2	4	128
Djazairi mokhtar E3	5	182
Fouad kebatiE4	9	243
Hosni mostefaE5	4	92
Boumediéne bachirE6	4	142
Mouley el hadj E7	6	115
EldjediE8	3	94
Ogab BenamarE9	4	154
Total	43	1286

Soit $n_E = n_{E1}+n_{E2}+n_{E3}+n_{E4}+n_{E5}+n_{E6}+n_{E7}+n_{E8}+n_{E9}=1286$

Echantillon = $n_E + n_C = 1286 + 731 = 2017$

III.4. Questionnaire standardisé (Annexe n°1)

Enquête par questionnaire, auprès des enfants et des parents, adapté au modèle ISAAC se référant à la littérature pour ce type d'études. ^[52]

Ce questionnaire permet de tenir compte des spécificités locales notamment sur celles se rapportant à la pollution. Le questionnaire présente également des items relatifs aux infections respiratoires hautes et basses, aux modes d'habitat, de chauffage, présences d'animaux. Il comporte aussi des questions relatives aux données individuelles dont la date de naissance et adresse, d'autres renseignements, sexe poids, taille...

8)_ Dans les six dernier mois , est –il arrivé que ces crises d’asthmes aient été suffisamment graves pour t’empêcher de dire 1 à 2 mots ?

1-Oui 2-Non

9)_ Pendant qu’el mois de l’année, a tu eu une ou des crises d’asthme(s)

/Janvier/ février/ Mars/ /Avril/ Mai/ Juin // Juillet / Août / Septembre/ / Octobre/Novembre/ Décembre

Entourez le ou les mois concernés ?

10)_ 4) A tu eu des sifflements dans la poitrine a un moment quelconque de ta vie ?

1-Oui 2-Non

11)_ A tu eu des sifflement dans la poitrine dans les 6 derniers mois ?

1-Oui 2-Nom

12)_ Combien de fois a tu eu des sifflements dans la poitrine dans les 6 derniers mois ?

Aucune=1

Un a trois fois =2

Quatre a six fois=3

Plus de six fois =4

13)_ Pendant qu’el (s) mois de l’année, a tu eu une ou des crises de sifflements dans la poitrine ?

/Janvier/ février/ mars/ /Avril/ Mai/ Juin // Juillet / Août / Septembre/ / octobre/Novembre/ Décembre

Entourez le ou les mois concernés ?

14)_ Dans les six dernier mois , est –il arrivé que ces crises de sifflements aient été suffisamment graves pour t’empêcher de dormir ?

_ Jamais=1

_ au mois une nuit par semaine=2

_ 1 a 2 nuit par semaine= 3

15)_ Dans les six dernier mois , est –il arrivé que ces crises de sifflements aient été suffisamment graves pour t’empêcher de dire 1 a 2 mots ?

1-Oui 2-Non

16)_ As tu une toux sèche, plus de 2 secousses de jours ou de nuit pendant plusieurs jours alors que tu n’avais ni rhume et ni grippe ?

Oui = 1 Non= 2

Extrait d’un aspect du questionnaire de l’enquête.

III.5. Enquête proprement dite

III.5.1. Les autorisations préalables à l'enquête

Cette enquête n'a pu démarrer qu'après accord des autorités locales (inspection académique et direction de l'éducation, les directeurs d'établissements l'entreprise, accord des parents d'élèves, de l'association des parents d'élèves, l'autorisation de la direction de la santé).

Nous avons établi des fiches de rendez vous sous forme d'invitations qui ont été imprimées par l'équipe et remises aux tuteurs légaux par chaque élève.

III.5.2. Formation et organisation des enquêteurs :

La formation de l'équipe et les intervenants à l'enquête. L'équipe qui a mené cette enquête comprenait 8 enquêteurs dont un médecin de l'hygiène scolaire, des résidents en pneumologie, des médecins généralistes du service de pneumologie, médecin du SEMEP, 3 internes de médecine 7^{ème} année supervisés par un pneumophtisiologue.

Une formation préalable a été organisée au service de pneumologie pendant 3 semaines en plusieurs séances de travail : conception du questionnaire, standardisation des questions afin d'éviter les biais de confusion ou de déclaration, projection et critiques du questionnaire, traduction du questionnaire en arabe dialectal, simulation. Apprentissage à l'utilisation et l'interprétation du débit expiratoire de pointe (DEP).

Dans tous les écoles et les centres d'enseignement moyen retenus, nous avons bénéficié d'un soutien permanent des personnels administratifs et enseignants (les surveillants, les enseignants, les enseignants d'éducation physique) pour le déroulement de l'enquête.

III.5.3. Type d'étude et période

Il s'agit d'une enquête transversale descriptive qui s'est déroulée durant l'année scolaire 2006/2007 au niveau de Ghazaouet (Wilaya de Tlemcen).

III.5.4. Rythme et déroulement de l'enquête

L'enquête pratique s'est déroulée en deux périodes d'un mois et demi.

Phase I : du 2 janvier au 15 février 2007

Phase II : du 1 juin au 15 juillet 2007

Elle s'est déroulée au niveau des établissements respectifs selon un calendrier hebdomadaire et leurs programmes d'éducatons physiques, une fois au préalable avoir pris connaissance du livret médical et des antécédents de chaque enfant avec le médecin responsable de l'hygiène scolaire (médecin UDS).

Nous avons débuté à un rythme de 80 enfants en moyenne par jour ; nous avons procédé ainsi à l'enquête anamnétique et au remplissage régulier des questionnaires.

III.5.5. L'examen clinique

Toutes les données sanitaires sont vérifiées par le médecin investigateur (pneumologue) enquêtant sur les six mois précédent notre passage.

L'examen de l'appareil respiratoire approfondi a permis de vérifier avec une auscultation la présence de sibilances avant et après l'épreuve d'effort physique (course de 10 mn.) dans la cour de l'établissement.

III.5.6. La mesure de débit expiratoire de pointe

Des mesures de DEP avant et après l'épreuve d'effort physique (course de 10 mn) ont été réalisées après avoir été assuré de la bonne compréhension des explications sur son utilisation données par le médecin et la fiche de conseil d'utilisation avec photo préalablement distribuée pour le bon maniement du peak -flow. Meter .

- type Mini –Wright gradué de 0 à 400l/mn
- Mettre le curseur à 0.
- Se tenir debout.
- Gonflé la poitrine au maximum, la bouche ouverte.
- Mettre l'embout dans la bouche.
- Fermé les lèvres de manière étanche autour de la bouche.
- Soufflé le plus fort et le plus vite possible d'un seul coup.
- Recommencé trois fois.

Au médecin de noter la meilleur valeur des trois essais et de veiller à nettoyer l'embout pour chaque épreuve chez le prochain enquêté.

Pour les cas d'asthme, une mesure du DEP diurne a été effectuée afin d'en déterminer la variabilité (DEP matin, DEP soir).

III.5.7. Traitement des résultats

La saisie et l'analyse des données seront faites par le logiciel Epi info version 6, elle consiste à établir au début

- un masque de saisie par la conception d'un texte qui permet l'introduction de toutes les variables du questionnaire et les recueils des données sous forme de code ou d'abréviations avec un contrôle à la saisie afin de limiter les erreurs et qui a été réalisée par moi même, internes du service de pneumologie qui a nécessité 03 semaines sur un seul ordinateur.

III.5.8. Analyse des résultats de l'enquête

L'analyse des données et le logiciel épi info version 6 a permis de générer beaucoup de possibilités pour afficher les résultats : tableaux (2x2) (2xn), et des statistiques Khi 2 et F, des résultats graphiques .

Prévalence de l'asthme, prévalence de la morbidité respiratoire (infections respiratoires hautes et basses), distribution des enfants asthmatiques en fonction de la zone d'enquête, tabagisme passif, animaux domestiques, atopie familiale (ascendants, fratrie), distribution des infections hautes et basses chez les enfants par rapport à la zone d'enquête : usine (METANOF) etc.

IV Résultats

IV.1. Présentation générale de la population

Nous allons présenter les caractéristiques sociodémographiques des personnes de notre échantillon : âge, sexe, répartition selon l'établissement, la zone et les résultats de l'anamnèse et l'examen clinique.

IV.1.1. Représentations générales de la population en fonction du sexe de l'âge et des établissements

Tableau 1. Répartition de la population d'étude en fonction du sexe

Phase I : Première période (Janvier- Février 2007)

Sexe	Effectif	Pourcentage
Féminin	903	43,2
Masculin	1189	56,8
Total	2092	100

Dans notre échantillon de 2092 sujets, 56,8% des élèves sont de sexe masculin et 43,2% sont de sexe féminin.

Tableau 2. Répartition de la population d'étude en fonction du sexe

Phase II : Deuxième période (Juin – Juillet 2007)

Sexe	Eeffectif	Pourcentage
Féminin	845	40.9
Masculin	1221	59.1
Total	2066	100

Dans notre échantillon de 2066 sujets, 59,1% des élèves sont de sexe masculin et 40,9% sont de sexe féminin.

IV.1.2. Représentation générale de la population en fonction des établissements et la période (Phase I et Phase II)

Tableau 3. Répartition de la population en fonction des établissements selon la période

Etablissements	Effectif (Phase I)	Effectif (Phases II)
CEM 1	420 (20%)	416 (20,1%)
CEM 2	320 (15,2%)	315 (15,2%)
ECOLE 1	150 (6,7%)	136 (6,5%)
ECOLE 2	150 (7,1%)	142 (6,8%)
ECOLE 3	100 (4,7%)	94 (4,5%)
ECOLE 4	250 (11,9%)	243 (11,7%)
ECOLE 5	120 (5,7%)	115 (5,5%)
ECOLE 6	132 (6,3%)	128 (6,1%)
ECOLE 7	190 (9,0%)	182 (8,8%)
ECOLE 8	100 (4,7%)	92 (4,4%)
ECOLE 9	160 (7,6%)	154 (7,4%)
Total	2092 (100%)	2066 (100%)

La répartition s'est faite selon le rapport nombre d'élèves enquêtés sur l'effectif global de l'établissement. Plus de un tiers des effectifs représente les CEM et les écoles sont représentées à près des 2/3,

La répartition s'est faite toujours selon la probabilité proportionnelle à la taille du nombre d'élève de l'établissement par exemple l'effectif des CEM représenté le tiers par rapport aux écoles soit 20,1% pour le CEM1 et 15,2% pour le CEM2 au cours de la phase I et la phase II, superposable en dépit des impondérables (absents).

IV.1.3. Représentation générale de la population en fonction de l'âge et du sexe selon la période (Phase I et Phase II)

Tableau 4. Représentations générales de la population en fonction de l'âge et du sexe selon la période

Âge	Phase I		Phase II	
	Effectif		Effectif	
	M	F	M	F
6 ans	111 (5,3%)	103 (4,9%)	113 (5,4%)	100 (4,8%)
7 ans	109 (5,2%)	117 (5,5%)	112 (5,4%)	114 (5,5%)
8 ans	102 (4,8%)	119 (5,6%)	109 (5,2%)	114 (5,5%)
9 ans	112 (5,3%)	107 (5,1%)	116 (5,6%)	103 (4,9%)
10 ans	128 (6,1%)	94 (4,4%)	130 (6,2%)	89 (4,3%)
11 ans	119 (5,6%)	101 (4,8%)	122 (5,9%)	98 (4,7%)
12 ans	132 (6,3 %)	55 (2,6%)	136 (6,5%)	51 (2,4%)
13 ans	131 (6,2%)	57 (2,7%)	134 (6,4%)	52 (2,5%)
14 ans	116 (5,5%)	79 (3,7%)	118 (5,7%)	68 (3,2%)
15 ans	129 (6,1%)	71 (3,3%)	131 (6,3%)	57 (2,7%)
Total	1189 (56.8%)	903 (43.1%)	1221 (59 %)	845 (40.9%)
%	2092 (100%)		2066 (100%)	

Les âges allant de 6ans à 11ans sont représentés avec une moyenne de 10% pour et ceux allant de 12 ans à 15ans avec une moyenne de 9% pour chaque année.

IV.1.4. Synthèse des deux phases : Caractéristique de base de notre population d'étude et représentations générales de la population en fonction du sexe, de l'âge, du sexe et de la tranche d'âge et des établissements.

Nous allons présenter les caractéristiques sociodémographiques des personnes de notre échantillon retenu. âge sexe, répartition selon les établissements .

Tableau 5. Répartition de la population en fonction du sexe

Sexe	Effectif	Pourcentage
Féminin	841	41.7
Masculin	1176	58.3
Total	2017	100

Dans notre échantillon de 2017 sujets, 58,3% des élèves sont de sexe masculin et 41,7% sont de sexe féminin.

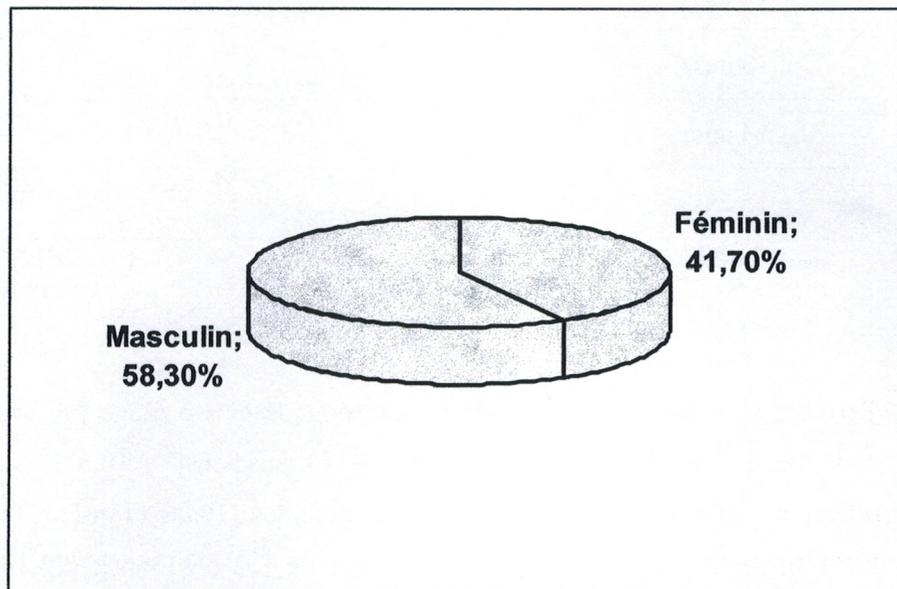


Fig.1 : Répartition selon le sexe

Tableau 6. Répartition de la population en fonction de l'âge et du sexe

Âge	Effectif		Pourcentage
	M	F	
6 ans	110 (5,4%)	100 (4,9%)	210 (10,4%)
7 ans	108 (5,3%)	114 (5,6%)	222 (11%)
8 ans	102 (5%)	113 (5,6%)	215 (10,5%)
9 ans	110 (5,4%)	103 (5,1%)	213 (10,6%)
10 ans	126 (6,2%)	89 (4,4%)	215 (10,7%)
11 ans	118 (5,8%)	98 (4,8%)	216 (10,7%)
12 ans	132 (6,5%)	50 (2,4%)	182 (9,1%)
13 ans	130 (6,4%)	52 (2,5%)	182 (9,1%)
14 ans	114 (5,6%)	66 (3,2%)	180 (8,9%)
15 ans	126 (6,2%)	56 (2,7%)	182 (9,1%)
Total %	1176 (58.3%)	841 (41.7%)	2017 (100%)

Tous les âges sont représentés soit 10,4% pour la classe d'âge [6 ans,7ans[, 11% pour les [7 ans,8ans[, 10,5% pour les [8 ans,9ans[; 10,6% pour la classe d'âge [9ans,10ans[, 10,7% respectivement pour les [10ans,11ans[et [11ans,12ans[, 9,1% respectivement pour les classes d'âge de [12 ans,13ans[, [13,14ans [et [15 ans ,16ans[, 8,9% pour la classe d'âge [14 ans,15ans[.

Tableau 7. Répartition de la population d'enfants selon le sexe et la tranche d'âge (Echantillon global)

La population d'enfant âgée de [6 ans à 15 ans [a été divisé en catégorie d'âge représentant toute la population soit 2017 et qui sont décrits dans le tableau suivant.

Tranche d'âge	Effectif		Pourcentage
	Masculin	Féminin	
6 ans à 8 ans	319 (27,12%)	328 (39,1%)	647 (32,1%)
9 ans à 12 ans	486 (41,3%)	340 (40,4%)	826 (40,9%)
13ans à 15 ans	371 (31,54%)	173 (20,5%)	544 (27%)
Total	1176	841	2017 (100%)

La tranche majoritaire se situe entre [9 et 13 ans [avec un pourcentage de 40,9% puis vient en seconde position la tranche [6 ans à 8 ans[avec un pourcentage de 32,1% soit presque le tiers et enfin la tranche [13 à 15 ans[avec moins d'un tiers.

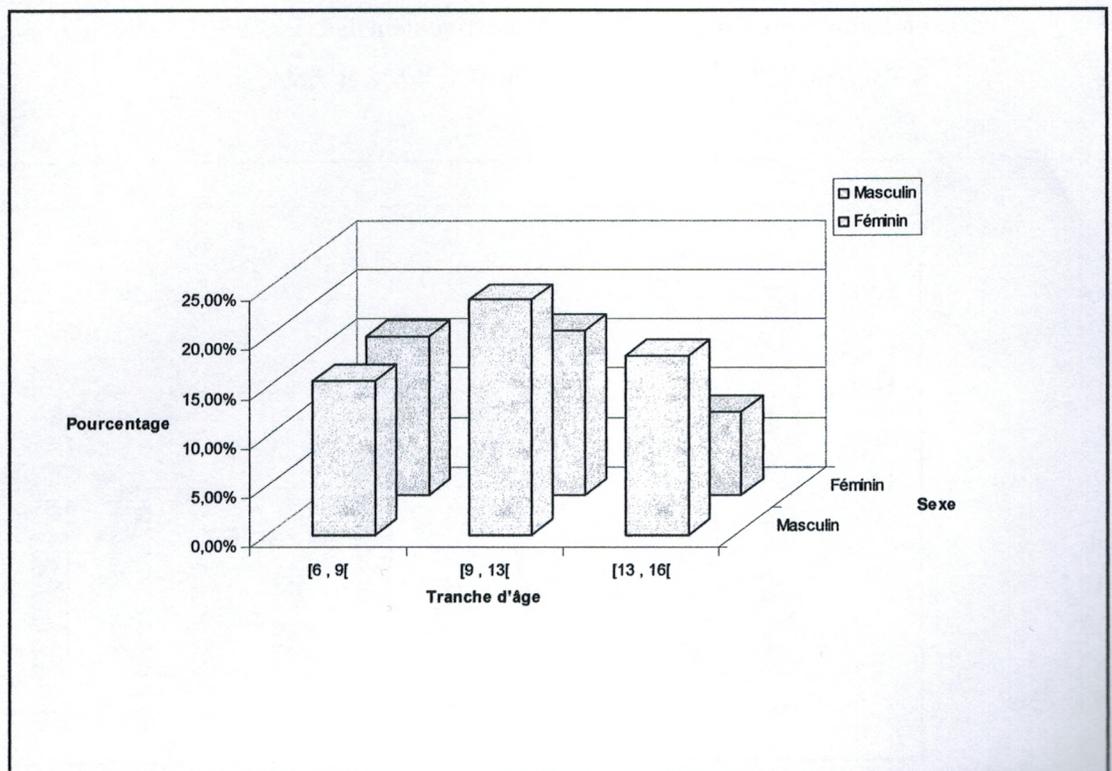


Fig.2 : Répartition selon la classe d'âge et par sexe

Tableau 8. Répartition de l'échantillon en fonction de l'établissement

Etablissements	Effectif	Pourcentage
C1	416	20,6
C2	315	15,6
E1	136	6,7
E2	142	7,0
E3	94	4,7
E4	243	12,0
E5	115	5,7
E6	128	6,3
E7	182	9,0
E8	92	4,6
E9	154	7,6
Total	2017	100

La répartition s'est faite selon le rapport nombre d'élèves enquêtés sur l'effectif global de l'établissement. Un tiers des effectifs représente les CEM par rapport aux écoles, soit 20% pour le CEM 1 et 15,2% pour le CEM 2 et les deux tiers des effectifs représenté les écoles respectivement E1, E2, E3, E5, E6, E7, E8, E9 soit 6.7%, 7%, 4.7%, 12 %, 5.7%, 6,3%, 9%, 4.6% et 7,6%.

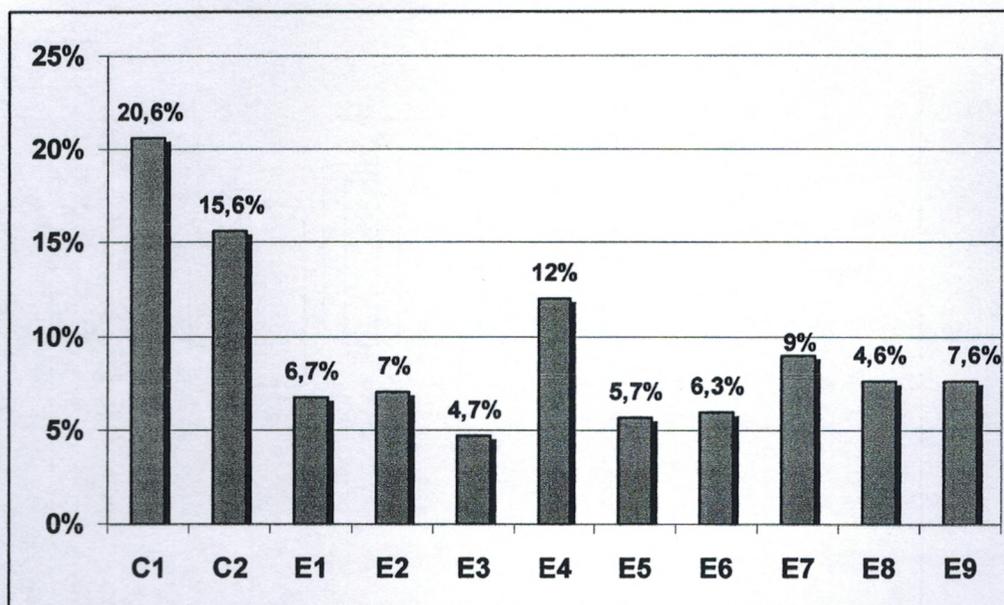


Fig.3 : Répartition de l'effectif selon l'établissement

IV.1.5. Qualité et mode de vie de la population d'étude.

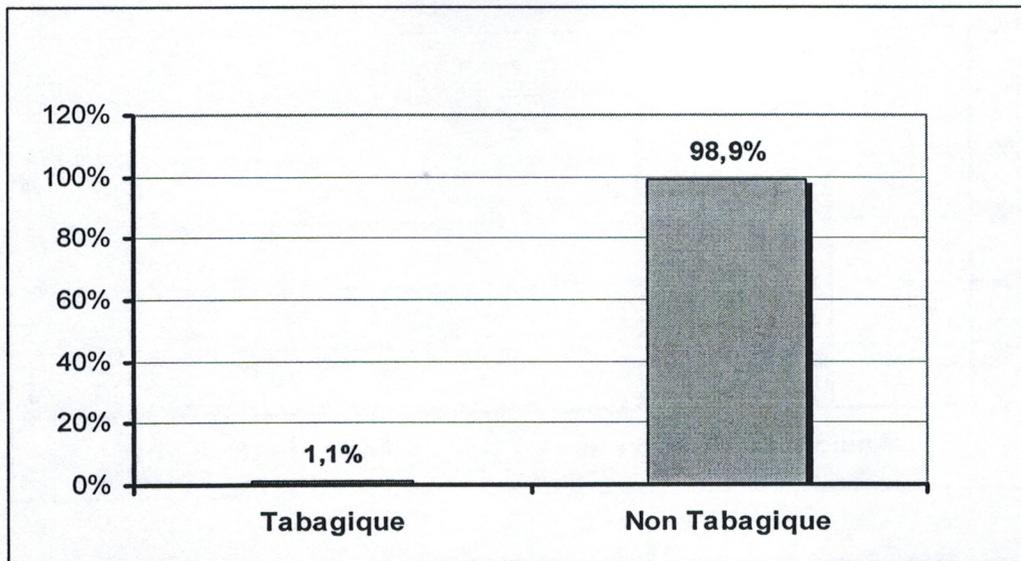


Fig.4 : Répartition de la population selon le tabagisme

Tableau 9. Répartition de la population selon l'emploi des parents

Nous avons regroupé les professions en cinq classes :

Professions	Effectif	Pourcentage
Ouvrier	582	28,8
Employé	864	32,8
Cadre	375	18,6
Artisan/commerçant	138	6,8
Retraité ou chômeur	58	12,9
Total	2017	100

On note que 32.8% sont des employés, 28.8% d'ouvrier, 18.6% de cadre, 6.8% d'artisans et commerçants et 12,9% de chômeur et retraité.

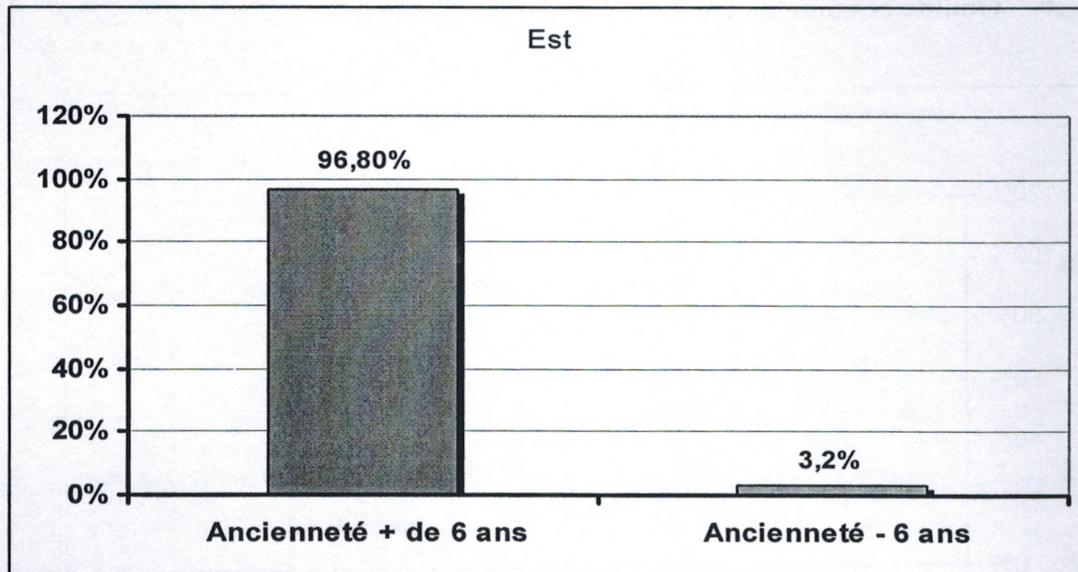


Fig.5 : Répartition selon l'ancienneté de habitat

Les modes d'habitation les plus fréquemment rencontrés sont représentés par les appartements soit 65,2%, le reste est représenté essentiellement par les maisons individuelles soit 34,8%.

La notion d'ancienneté au même lieu d'habitat de six années est retrouvée dans 96,8 % des cas et 3,2% des cas pour les moins de 6 ans cela témoignant d'une stabilité de l'élève par rapport à la source de pollution extérieur.

En revanche la pollution intérieure, nous avons essayé de tenir compte à travers nos questions, posés sur le mode de chauffage, la gazinière et sur l'indice d'occupation (les pièces sont comptées sauf la cuisine et la salle de bain).

Plus l'indice d'occupation est élevé, plus grand est le surpeuplement.

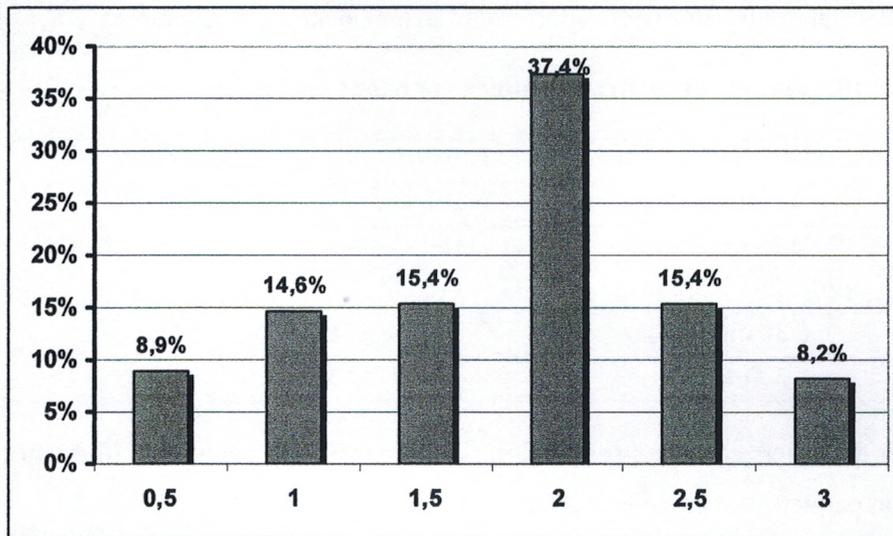


Fig. 6 : Répartition de l'effectif selon l'indice d'occupation

Dans plus des deux tiers des cas, on retrouve une notion de promiscuité à plus de deux personnes par chambres.

Dans la majorité des cas, les élèves résident à proximité de l'établissement et se déplacent à pied dans un territoire restreint, proche du domicile et de leur école. La durée du trajet est en moyenne de 10 à 20 minutes pour la moitié des élèves et plus de 20 minutes pour un tiers.

La pratique sportive dans les établissements est retrouvée dans la majorité des cas soit 94,2% des cas avec une notion de tabagisme très faible soit 1,14%.

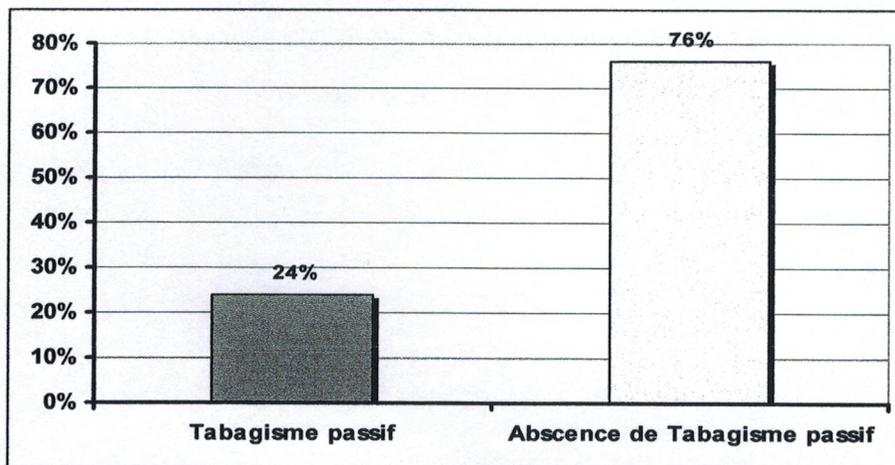


Fig. 7 : Répartition de la population selon le tabagisme passif

24% des enfants enquêtés sont exposés quotidiennement au tabagisme passif.

Tableau 10. Nombre de cigarettes fumées par jour

Nombre de cigarettes	Effectif	Pourcentage
0 à 9 cigarettes	162	33
10 à 19 cigarettes	180	37
20 à 29 cigarettes	112	23
> à 30 cigarettes	31	6
Total	485	100

Dans les deux tiers cas la consommation tabagique chez les parents est inférieure ou égale à un paquet- jour et environ 29% dépasse un paquet- jour

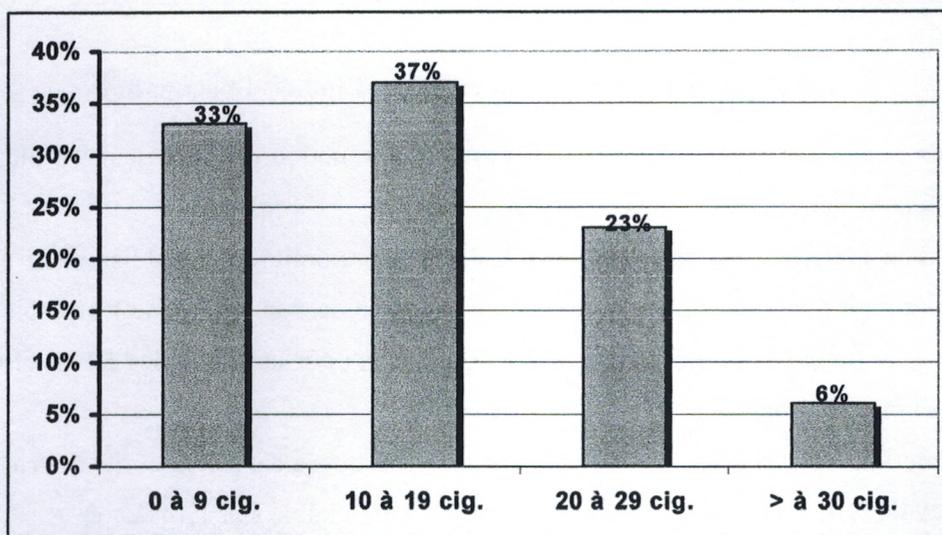


Fig. 8 : Répartition du tabagisme des parents selon le nombre de cigarettes / jour

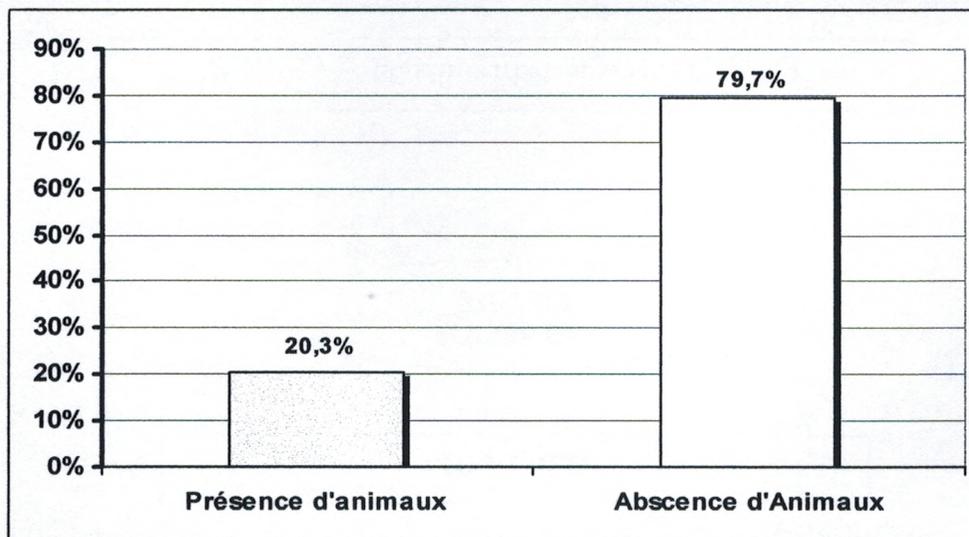


Fig.9 : Répartition de la présence des animaux selon la population

La présence d'animaux est notée dans un cas sur cinq soit 20,3%

En revanche, la présence d'animaux en zone polluée est de 7,73%, alors qu'en zone a pollution faible et intermédiaire elle est de 12,64%

IV.2. Recueil des données de la pollution de l'usine et représentations des établissements en fonction de la zone d'enquête

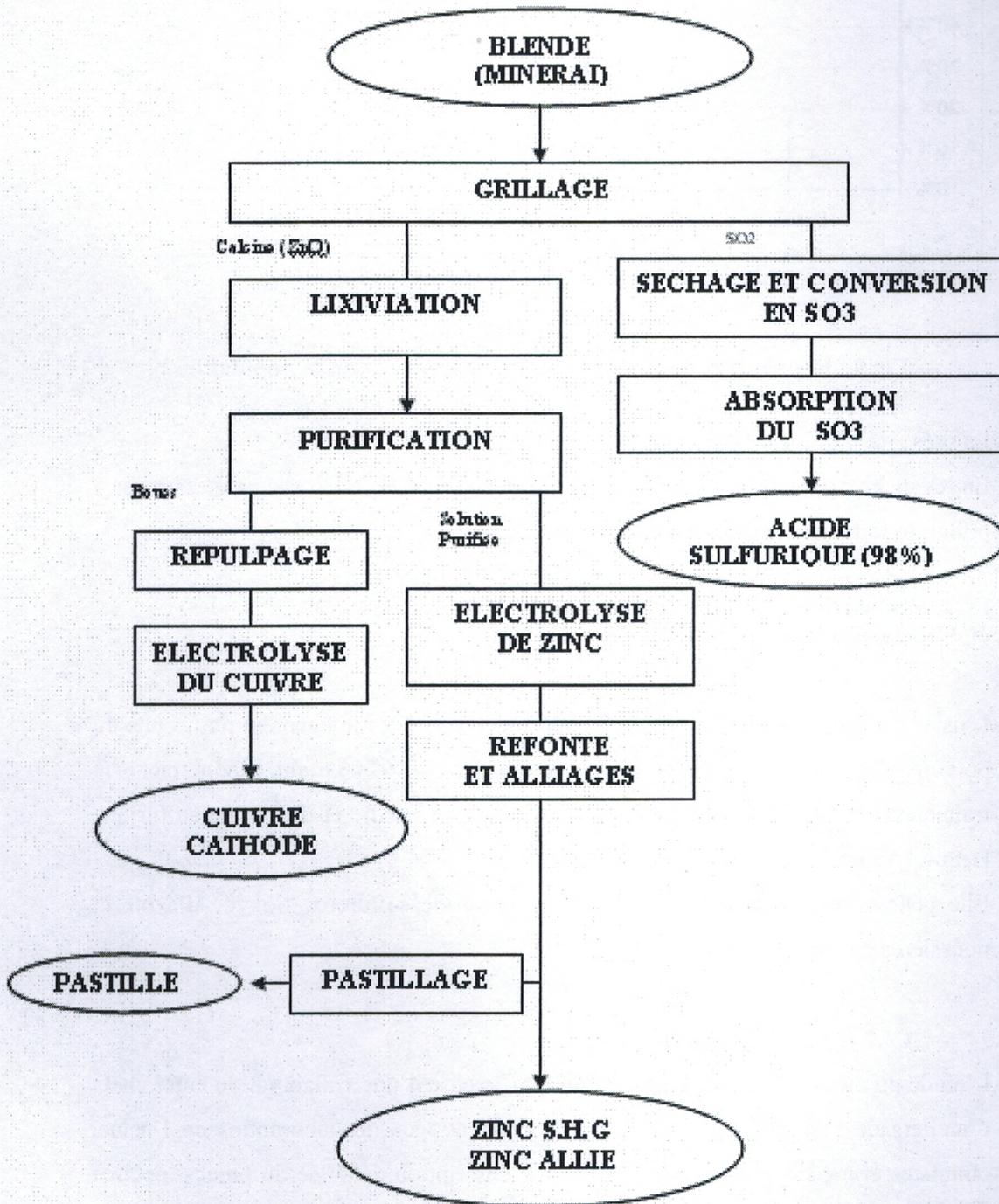
L'usine d'électrolyse du zinc située à Ghazaouet dans le prolongement limitrophe du port de Ghazaouet, est entrée en production depuis 1974 et qui a pour tâche le traitement du minerai de zinc pour produire du zinc purifié et de l'acide sulfurique H_2SO_3 . (Annexe n°2).

Elle génère une pollution atmosphérique (anhydride sulfureux, l'oxyde d'azote et poussières de métaux lourds).

IV.2.1. Présentation du process

L'étude du process de travail a été établie sur la base d'une collaboration entre chefs d'ateliers de l'entreprise, ingénieurs d'hygiène et sécurité, laborantins de l'usine, chimistes et médecins du travail. Ainsi, une description détaillée du process centrée sur les circonstances des rejets en SO_2 est établie. (Annexe n°2).

Fig.10. Processus de production – ALZINC



IV.2.2. Zone et estimation et quantification de la teneur atmosphérique en SO_2 .

La conversion du SO_2 en SO_3 est variable, allant de 70% à 98% d'où une émission en SO_2 variable allant de 13kg à 27,5 kg/tonne d'acide sulfurique H_2SO_3 fabriqué sachant que la production de l'unité est de 270 tonnes/jour soit une émission en SO_2 de 40g à 85g/seconde selon les exploitants. . (Annexe n°3)

- Zone A : pollution importante
- Zone B : pollution faible et intermédiaire

Tableau 11. Répartition de l'échantillon selon l'établissement et la zone d'enquête.

Zone A : pollution importante (distance <1500m)	Etablissements	Effectif	Pourcentage	Teneur en SO_2 Ppm- $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Capitaine ziani C1	416	40,9	0.25Ppm 667 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 2Ppm 5340 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Hosni abdellah E1	136	13.3		
El djedidE3	94	9,2		
Fouad kebatiE4	243	23 ,8		
Mehdi mokhtarE6	128	12,5		
Total	1017	100		

Zone B : pollution Intermédiaire et faible (distance >1500m)	Etablissements	Effectif	Pourcentage	Teneur en SO_2 Ppm- $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Boumediene bachir E2	142	14,2	0 Ppm a 0.1Ppm 267 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Mouley el hadj E5	115	11.5		
Zenati benamar C2	315	31.5		
Djazairi mokhtarE7	182	18.2		
Ogab benamar E9	154	15.4		
Hosni mostefaE8	92	9.2		
Total	1000	100		

Les émissions de SO_2 sont quantifiées et estimé essentiellement sur le taux de conversion de SO_2 en SO_3 , les émissions de SO_2 sont de l'ordre de 27,5 kg/tonne d'acide fabriqué. (Annexe n°3)

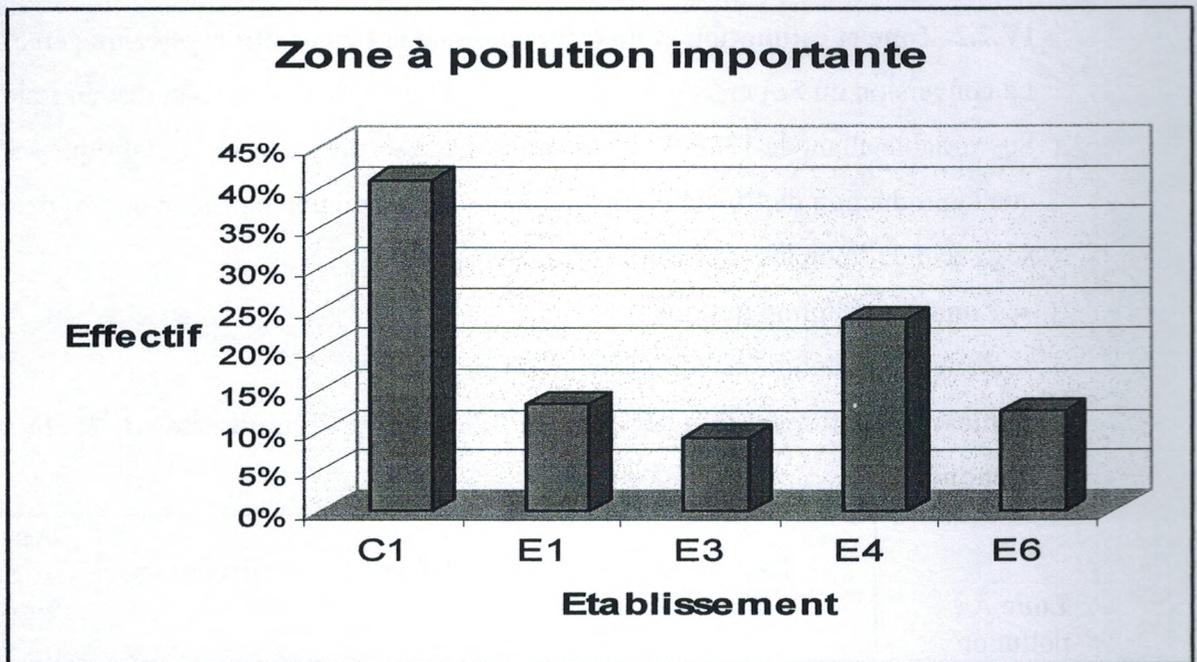


Fig.11 : Répartition de l'échantillon et des établissements dans la zone à pollution importante

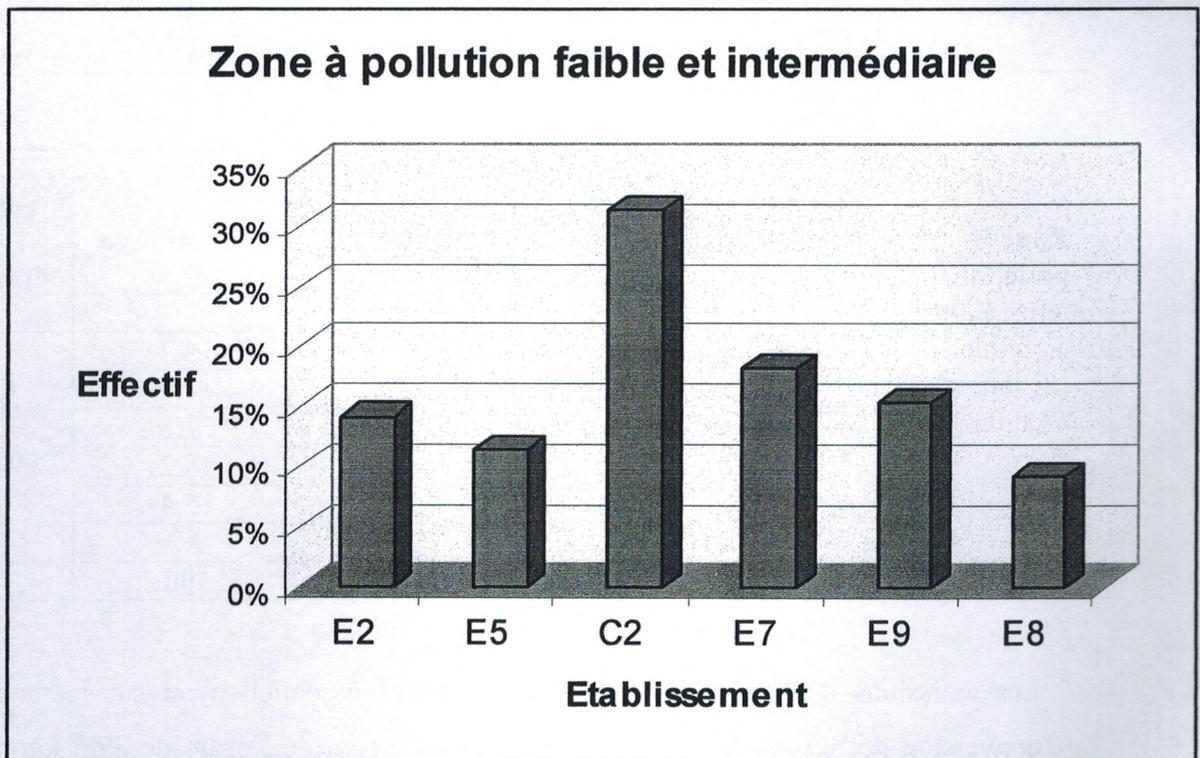


Fig.12 : Répartition de l'échantillon et des établissements dans la zone à pollution faible et intermédiaire

49.6% des effectifs enquêtés sont situés en zone de pollution faible à intermédiaire, l'autre moitié de l'effectif est en zone de pollution importante

Les deux zones sont géographiquement proches, contiguës à plus ou moins un kilomètre et demi de la source de pollution à gradient décroissant selon le recueil des résultats en SO₂ en zone A, qui est à pollution importante variant de 0,25 ppm à 2 ppm soit 667 µg/m³ à 5340 µg/m³ et en zone B en dessous de 0,1 ppm soit 267 µg/m³

IV.3. Morbidité respiratoire Phase I

IV.3.1. Prévalence d'asthme et symptômes d'asthme des six derniers mois

Tableau 12. Asthme et symptômes d'asthme des six derniers mois

Asthme et symptômes d'asthme des six derniers mois	Effectif	Pourcentage
Asthme rapporté	148	7,1
Prévalence sifflements six derniers mois	125	6
Prévalence toux sèche 06 derniers mois	399	19
Prévalence essoufflement plus sifflement suite à un effort les 6 derniers mois	62	3
Prévalence des sifflements vie	376	18
Aucun symptôme	982	46.9
Total	2092	100

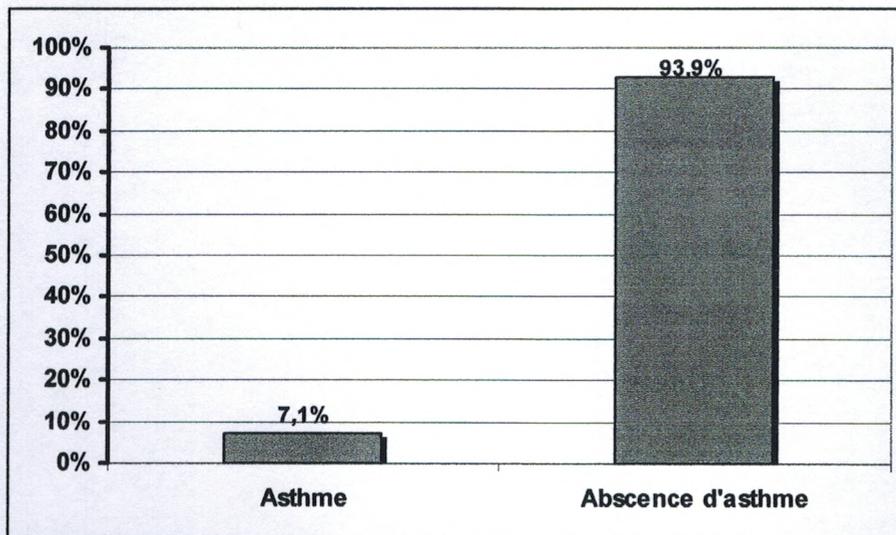


Fig. 13 : Répartition de l'asthme selon la population

L'études de prévalence de l'asthme rapporté et des symptômes d'asthme en phase I, (période Automne et Hiver) objective une prévalence de l'asthme en de 7,1%.
Touts les symptômes d'asthme sont représentés dans les six derniers mois avec 19% pour la toux sèche qui est majoritaire, 6% pour les sifflement et 3% pour l'essoufflements plus sifflement suite a un effort, les sifflements vie sont de 18% avec 46,9% ne représentant aucun symptôme d'asthme soit 982 cas.

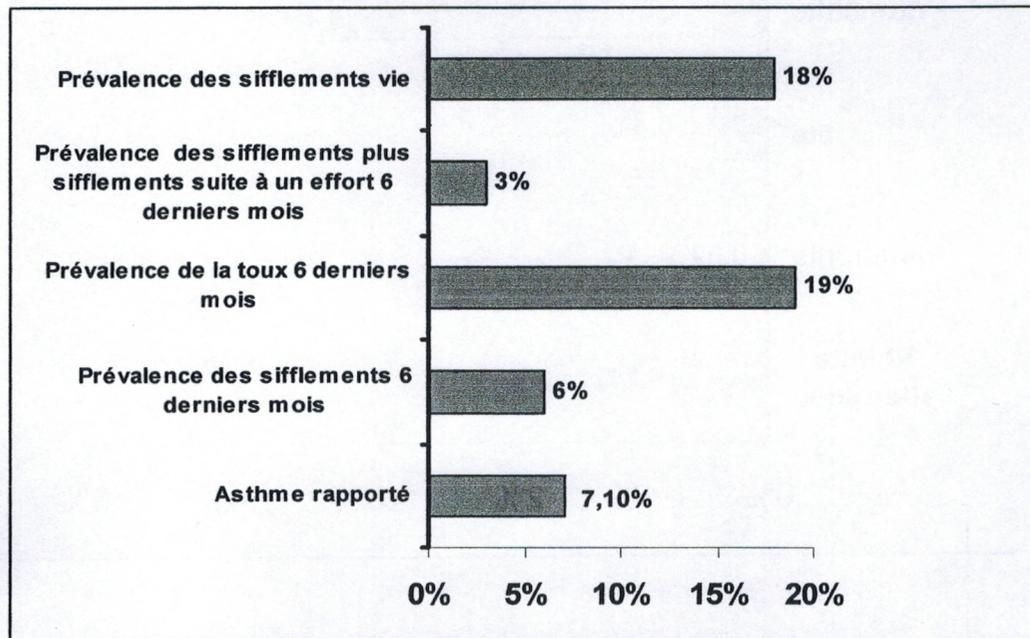


Fig.14 : Répartition de l'asthme et symptômes d'asthme (phase I)

IV.3.2. Prévalence de la Pathologie décrite au cours des six derniers mois

Tableau 13. Pathologie décrite au cours des six derniers mois (phase I)

Pathologie	Effectif	Pourcentage
Rhinopharyngite	99	4.7
Angine	17	0,8
Bronchite	67	3.2
Otite	9	0.4
Pneumonie	2	0.09
Rhinite allergique	15	0.7
Absence de pathologie décrite	1883	90
Total	2092	100

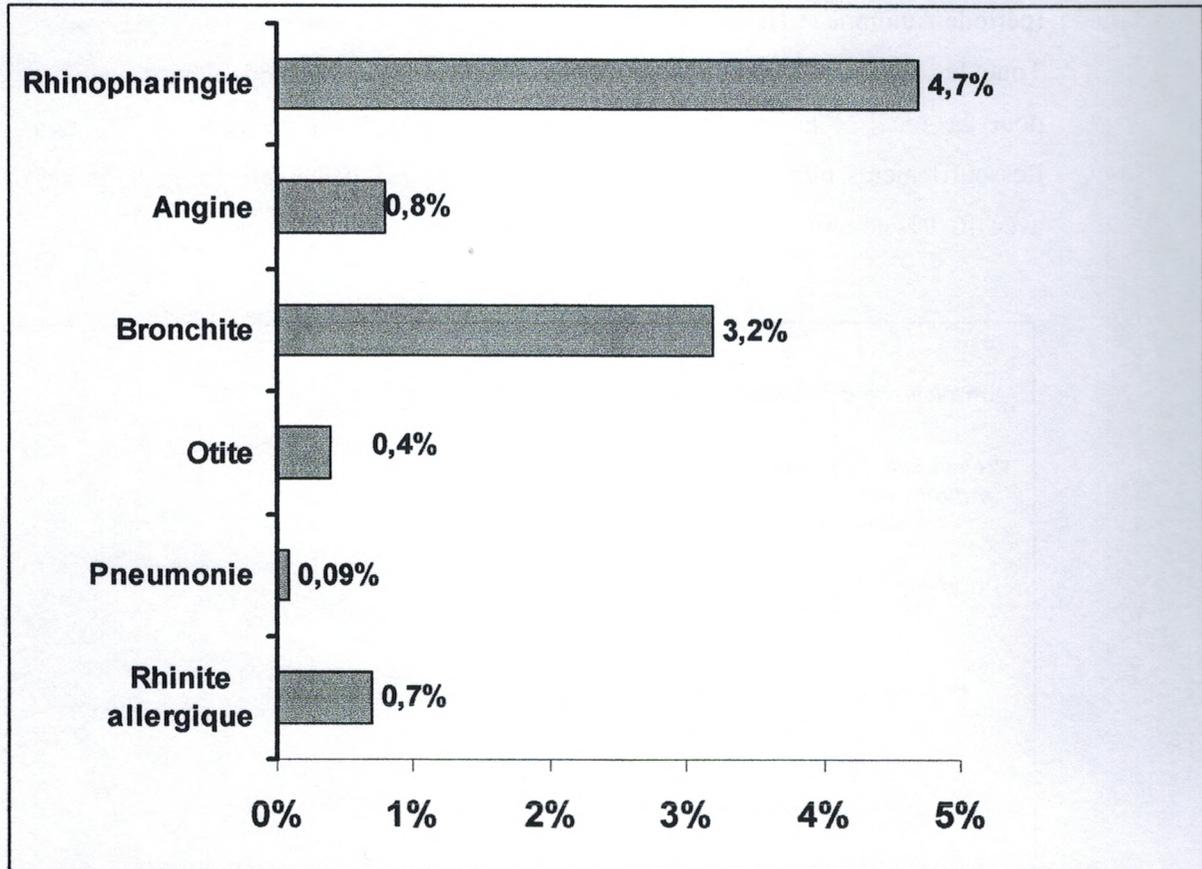


Fig. 15 : Répartition de la pathologie décrite (Phase I)

La rhinopharyngite et la bronchite sont majoritaire soit une prévalence respectif de 4,7% et de 3.2%.

Celle de l'angine est de 0,8% celle de l'otite et de 0.4% celle de la pneumonie est de 0,09%et celle de la rhinite allergique est de 0.7% avec 90% de cas ne décrivant aucune pathologie soit 1883 cas.

IV.3.3. Symptômes ressentis au cours des six derniers mois (Phase I)

Tableau 14. Symptômes ressentis au cours des six derniers mois

Symptômes ressentis	Effectif	Pourcentage
Douleur a la gorge plus brûlures	87	4.1
Otalgies	10	0.47
Irritation nasale	325	15.5
Eternuement	19	0.9
Aucun symptôme ressentis	1651	78.9

Les symptômes ressentis sont en majorité des sensations d'irritation par les odeurs soufrés soit 15,5% et 4,1% pour les douleurs et brûlures à la gorge, l'éternuement pour cette période est de 0,9% avec 78.9% ne ressentant aucun symptômes soit 1651 cas sur un total de 2092.

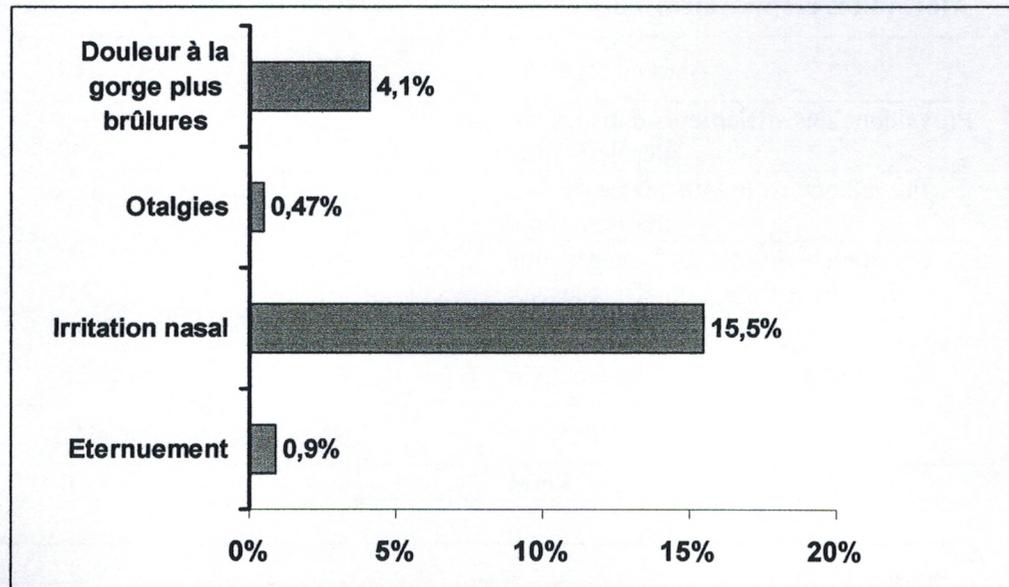


Fig. 16 : Répartition des symptômes ressentis. (Phase I)

IV.4. Morbidité respiratoire Phase II

IV.4.1. Prévalence d'Asthme et symptômes d'asthme des six derniers mois

Tableau 15. Asthme et symptômes d'asthme des six derniers mois

Morbidités respiratoires subjectives	Effectif	Pourcentage
Asthme rapporté	142	6,8
Prévalence des sifflements dans les six derniers mois	128	6.2
Prévalence de la toux sèche des six derniers mois	358	17,3
Prévalence des essoufflements plus sifflement suite à un effort les six derniers mois	51	2.5
Prévalence des sifflements vie	433	21
Aucun symptôme	954	46.1
Total	2066	100

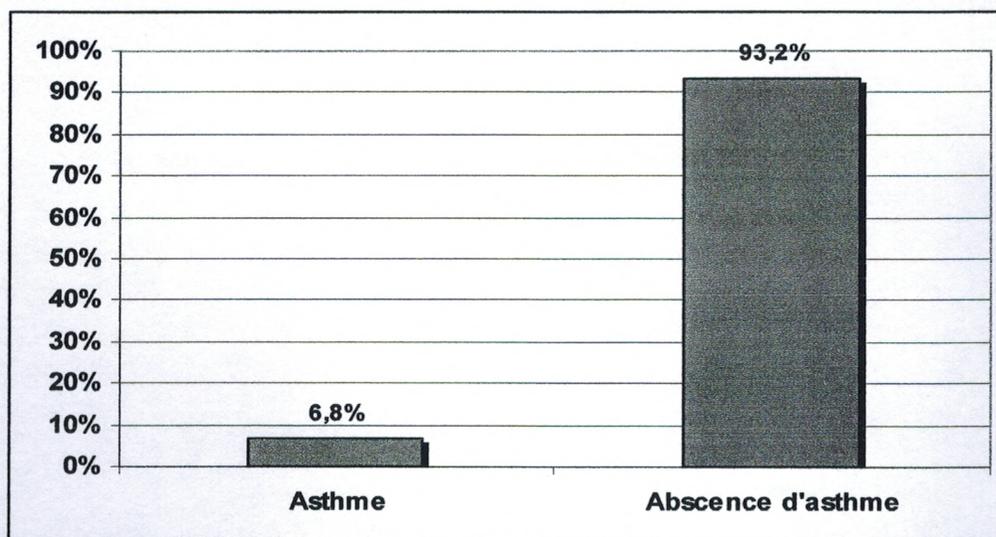


Fig. 17 : Répartition de la prévalence de l'asthme (Phase II)

Etudes de prévalence de l'asthme et des symptômes d'asthme (antécédents) rapportés par questionnaire

La prévalence de l'asthme rapporté pendant la période (printemps et été) est de 6,8% avec 93,12% soit 1924 cas non asthmatiques.

Toutes les morbidités respiratoires sont représentées dans les six derniers mois.

Les sifflements vie prédominent 21% suivie de la toux soit 17,3% avec 46,1% soit 954 cas ne représentant pas de morbidités (d'antécédents)

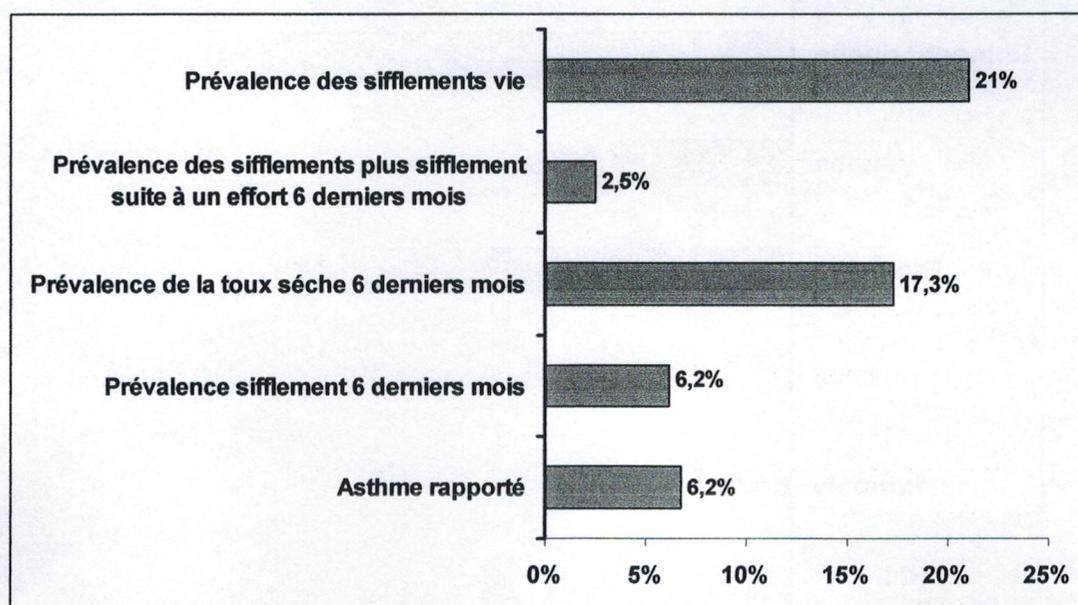


Fig.18 : Répartition de la morbidité respiratoire, asthme et symptôme d'asthme. (Phase II)

IV.4.2. Pathologie décrite au cours des six derniers mois (Phase II)

Tableau 16. Pathologie décrite au cours des six derniers mois

Pathologie	Effectif	Pourcentage
Rhinopharyngite	69	3.3
Angine	22	1.06
Bronchite	58	2.8
Otite	8	0.38
Pneumonie	2	0.09
Rhinite allergique	30	1.5
Absence de pathologie décrite	1877	91
Total	2066	100

La prévalence de la rhinopharyngite notée est de 3,3% et celle de la bronchite est de 2,8% donc encore prédominante en cette phase II. Par ailleurs celle de la rhinite allergique est de 1,5% soit une prévalence double par rapport à la phase I (0,7%) avec 91% soit 1877 ne représentant pas de pathologie décrite.

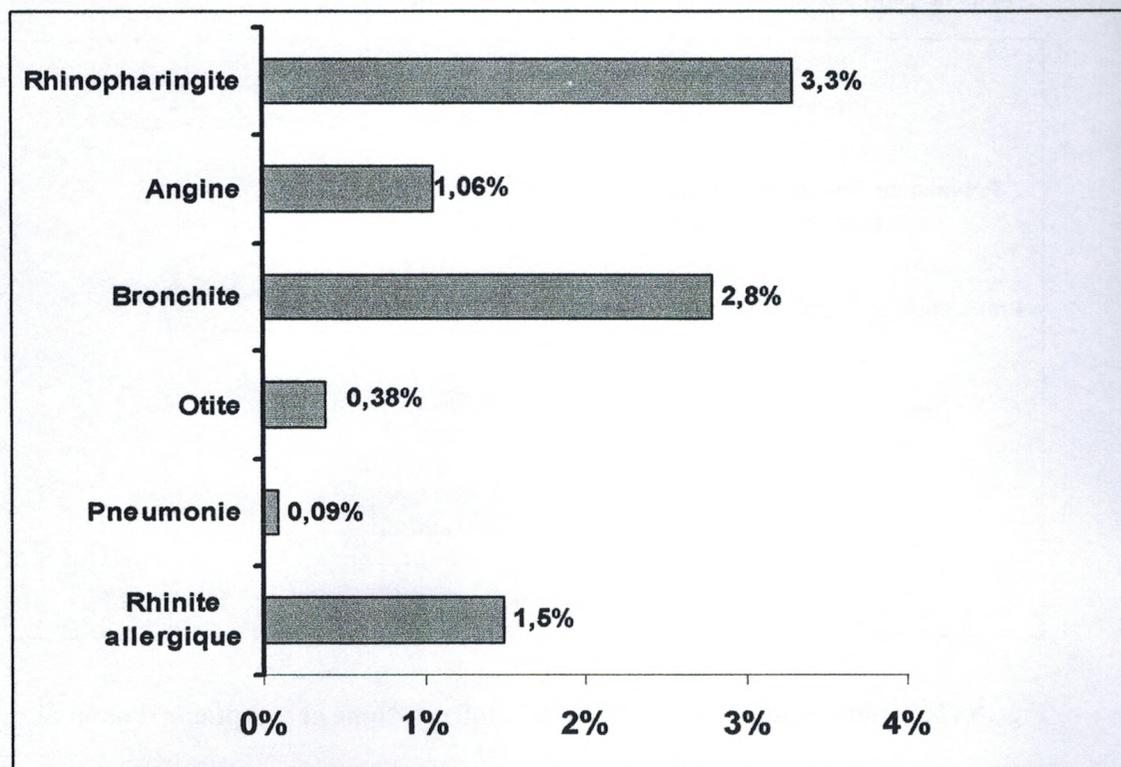


Fig. 19 : Répartition de la pathologie décrite (Phase II)

IV.4.3. Symptômes ressentis au cours des six derniers mois (Phase II)

Tableau 17. Symptômes ressentis au cours des six derniers mois

Symptôme ressenti	Effectif	Pourcentage
Douleur a la gorge plus brûlures	97	4.7
Otalgies	9	0.43
Irritation nasale	361	17.4
Eternuement	79	3.82
Aucun symptôme ressentis	1509	73
Total	2066	100

Les symptômes ressentis sont encore majoritaires pour l'irritation nasale soit 17,4% et 4,7% pour les douleurs et brûlures à la gorge, l'éternuement pour cette période est devenu plus fréquent en cette phase II soit 3,82% ce qui est compatible avec la rhinite allergique plus prévalente en cette phase II, avec 73% soit 1509 cas ne représentant pas de symptômes ressentis.

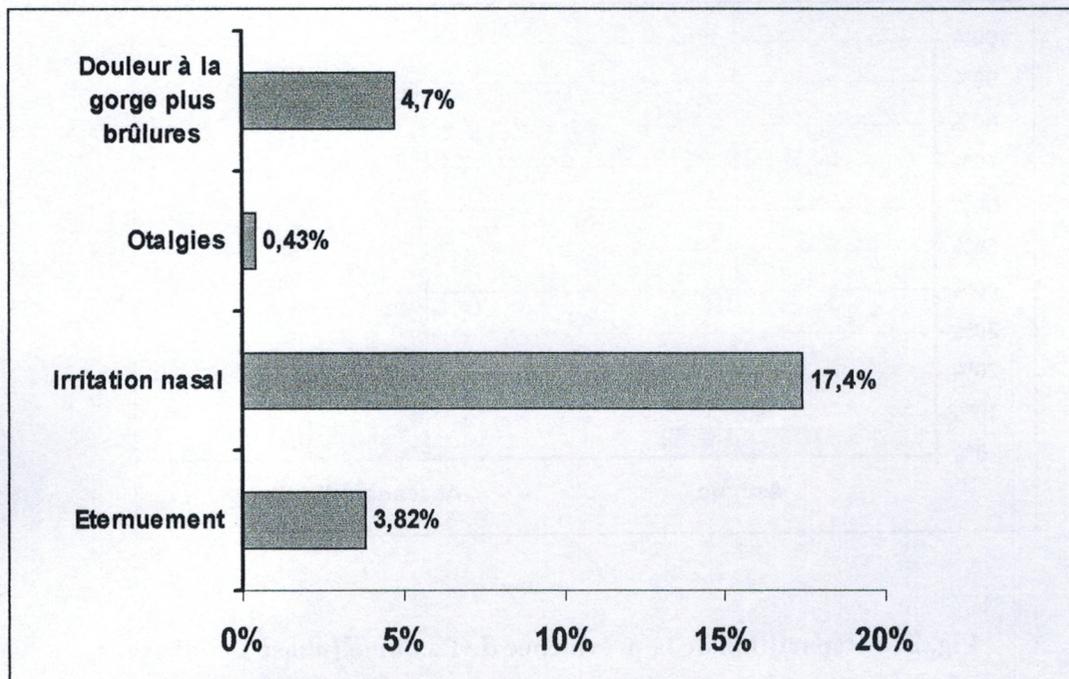


Fig. 20 : Répartition des symptômes ressentis (Phase II)

IV.5. Asthme et profil épidémiologique

IV.5.1. Répartition de la prévalence de l'asthme en fonction de l'âge et du sexe (phase I et phase II)

L'étude de la prévalence de l'asthme, rapporté par le questionnaire, montre une prévalence de 6.6% sur la période allant de juillet 2006 à juillet 2007 ; Sur l'échantillon global regroupant les effectifs introduits en (phase I et II) et retenu (questionnaire exploitable).

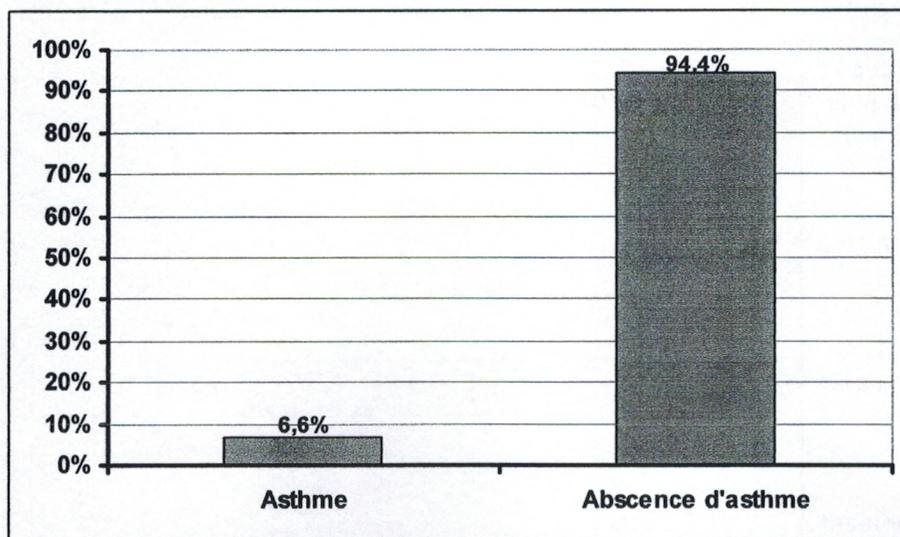


Fig. 21 : Répartition de la prévalence de l'asthme (phase I et phase II)

Tableau 18. Asthme en fonction du sexe

Sexe	Effectif	Pourcentage
Féminin	48	36.09
Masculin	85	63.9
Total	133	100

Dans l'effectif d'asthmatiques de 133 retrouvé, 36,1% des élèves sont de sexe féminin et 64% sont de sexe masculin ; soit un sexe ratio de 1,7.

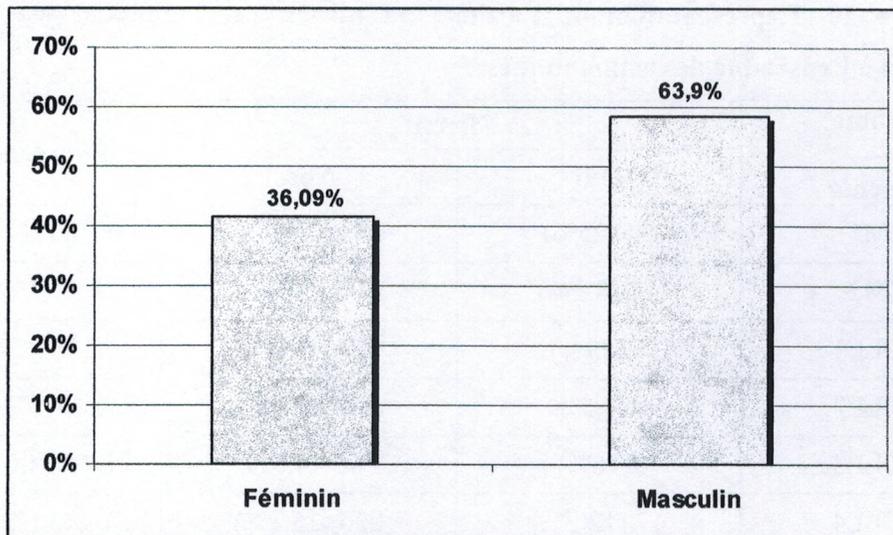


Fig. 22 : Répartition des asthmatiques selon le sexe

On retrouve chez notre population une prévalence de l'asthme par sexe de 7,22% pour les garçons et de 5,1% pour les filles

Tableau 19. Asthme en fonction de l'âge

Age	Effectif	Pourcentage
6 ans	6	4.51
7 ans	10	7.51
8ans	15	11.27
9ans	16	12.03
10ans	19	14.28
11ans	22	16.54
12ans	10	7.51
13ans	9	6.76
14ans	14	10.52
15ans	12	9.02
Total	133	100

La fréquence de l'asthme bronchique a tendance a augmenter avec l'age jusqu'à 11 ans puis diminue à l'age de 12ans.

Tableau 20. Représentation de l’asthme au niveau des établissements par rapport à l’ensemble des asthmatiques.

Asthme Établissements	Effectif		Pourcentage
	Oui	Non	
CEM1	34 (25%)	382 (20,2%)	416 (20 ,6%)
CEM2	11 (8.2%)	304 (16,1%	315 (15,6%)
ECOLE1	12 (9%)	124 (6 ,5%)	136 (6,7%)
ECOLE2	6 (4,5%)	136 (7,2%)	142 (7%)
ECOLE3	8 (6%)	86 (4,5%)	94 (4,6%)
ECOLE4	17 (12.7%)	226 (15,1%)	243 (12%)
ECOLE5	6 (4.5%)	109 (5,7%)	115 (5,7%)
ECOLE6	17 (12.7%)	111 (5,8%)	128 (6,3%)
ECOLE7	7 (5.2%)	175 (9 ,2%)	182 (9%)
ECOLE8	6 (4.5%)	86 (4,5%)	92 (4.5%)
ECOLE9	9 (6.7%)	145 (7,6%)	154 (7.6%)
Total	133 (6.6%)	1884 (93,4%)	2017 100%

Plus du 1/3 des asthmatiques est concentré au niveau des CEM, à fortiori plus âgés que ceux des écoles.

IV.5.2. Caractère sociodémographique de la population asthmatique sexe, age, établissement et zone d’enquête

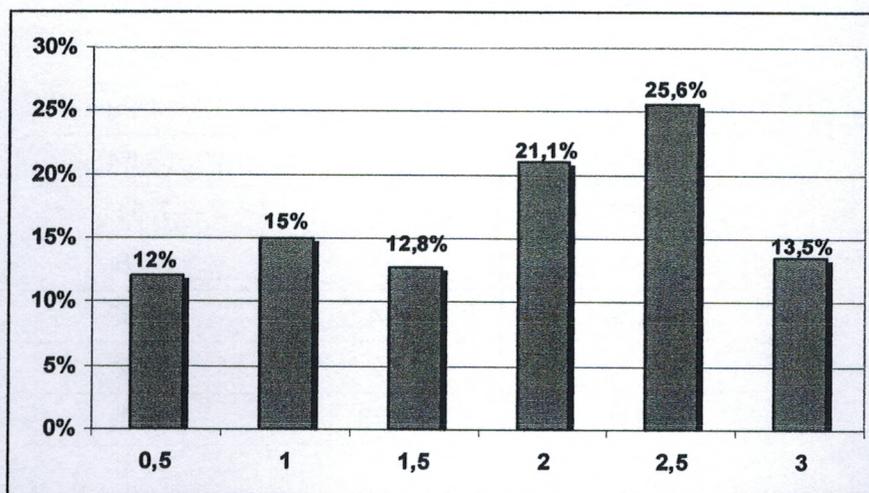


Fig. 23 : Répartition de l’asthme bronchique selon l’indice d’occupation

La fréquence de L'asthme bronchique est retrouvée dans 60.2% pour un indice d'occupation supérieur ou égal à deux personnes par chambre.

En revanche il est noté que dans 39.8% pour un indice d'occupation inférieure à deux personnes par chambre.

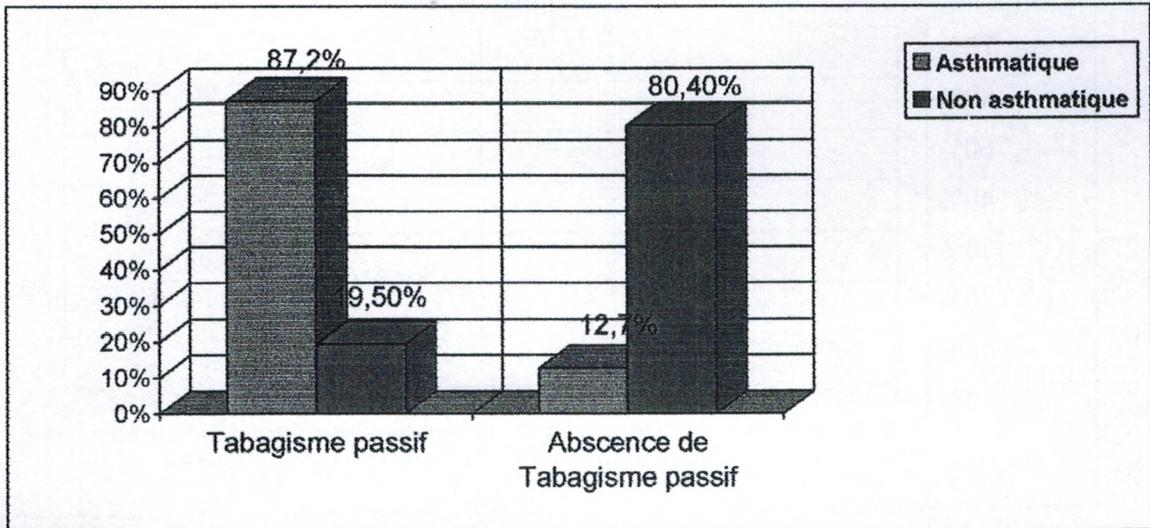


Fig.24 : Répartition des asthmatiques selon la notion du tabagisme passif

Le tabagisme chez les enfants asthmatiques est retrouvé chez un seul garçon en revanche le tabagisme passif est retrouvé dans 87,2% des cas soit seulement le 1/5 de la population asthmatique n'est pas soumise à une pollution tabagique dans l'habitat.

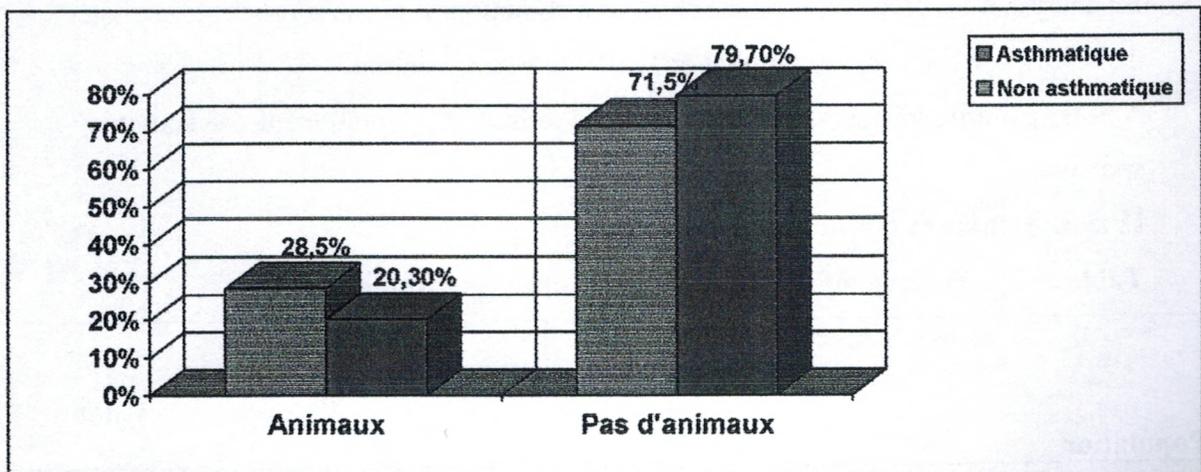


Fig.25 : Répartition des asthmatiques selon la présence d'animaux

La notion de présence d'animaux domestiques est noté dans près d'un tiers des cas des asthmatiques soit 28.52% versus 71.42%

La fréquence de l'absentéisme pour raison de survenue d'asthme est notée dans plus de la moitié des cas, soit 51.1%.

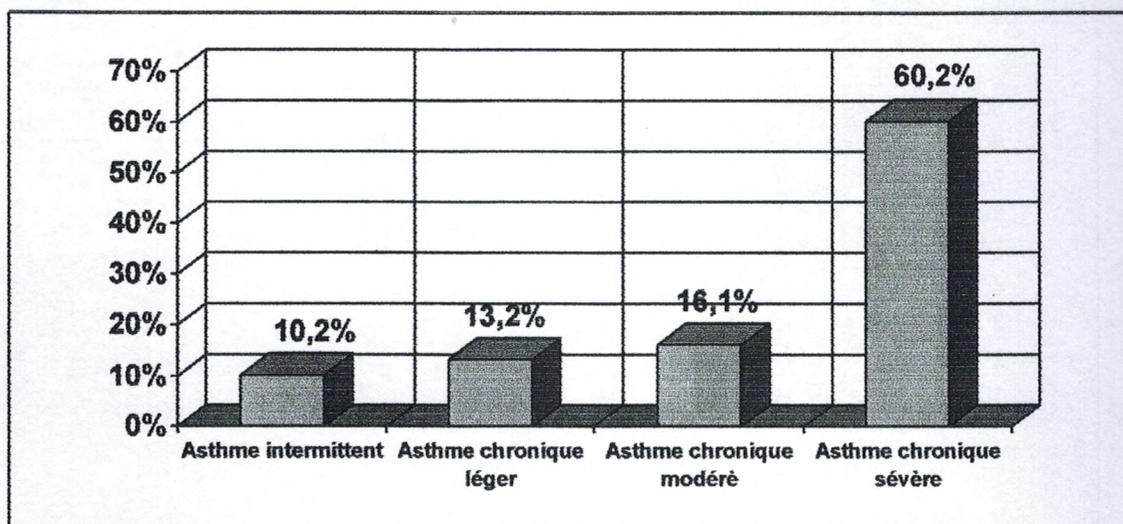


Fig.26 : Répartition des absences selon la sévérité de l'asthme

La sévérité de l'asthme est associée à l'absentéisme, en effet un asthme chronique sévère entraîne un absentéisme scolaire dans deux tiers des cas 60,2%. Un asthme intermittent , chronique et léger n'entraîne un absentéisme que dans respectivement 10,2% ,13,2% et 16,1%.

En analysant les causes d'absence chez les asthmatiques, la cause médicale est notée dans 95.5%,94% de cause familial et 1,47% de cause inconnu.

A noter par ailleurs que seulement 7.5 % des asthmatiques pratiquent une activité sportive.

IV.5.3. Asthme et terrain d'atopie .

Tableau 21. Antécédent d'asthme familial chez les asthmatiques

Population	Antécédents d'asthme familial		Total
	Oui	Non	
Asthmatique	108 81,2%	25 18,8%	133
Non asthmatique	293 15.5%	1591 84.4%	1884
Total	401	1616	2017

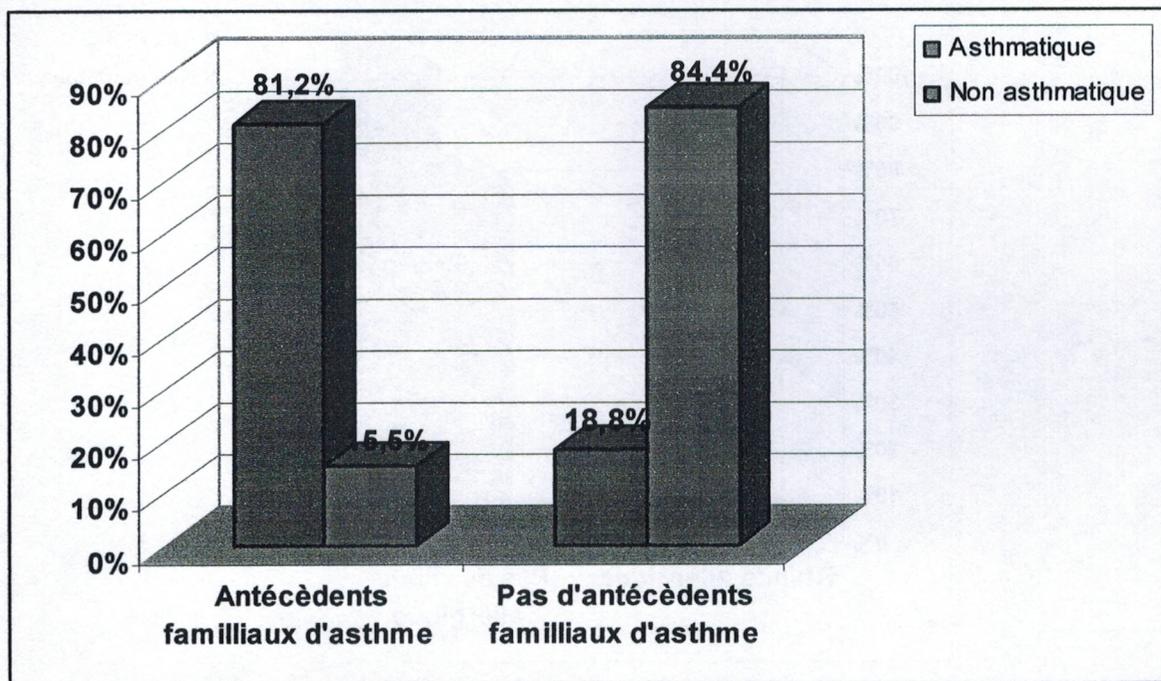


Fig.27 : Répartition des Antécédent d'asthme familial chez les asthmatiques.

Parmi les enfants asthmatiques la notion d'asthme familial chez les parents ascendants, fratrie est notée dans 81,20% alors qu'elle n'est que de 15,5% chez les non asthmatiques.

Tableau 22. Antécédent de rhinite allergique chez les asthmatiques

Asthme \ Rhinite	Rhinite allergique	Pas de rhinite allergique	Total
Asthmatique	34 25,5%	99 74,4%	133
Non Asthmatique	13 0,7%	1871 99,3%	1884
Total	47	1970	2017

La rhinite allergique est notée chez 34 enfants asthmatique soit 25,5% alors qu'elle n'est que de 0,7% chez la population non asthmatiques.

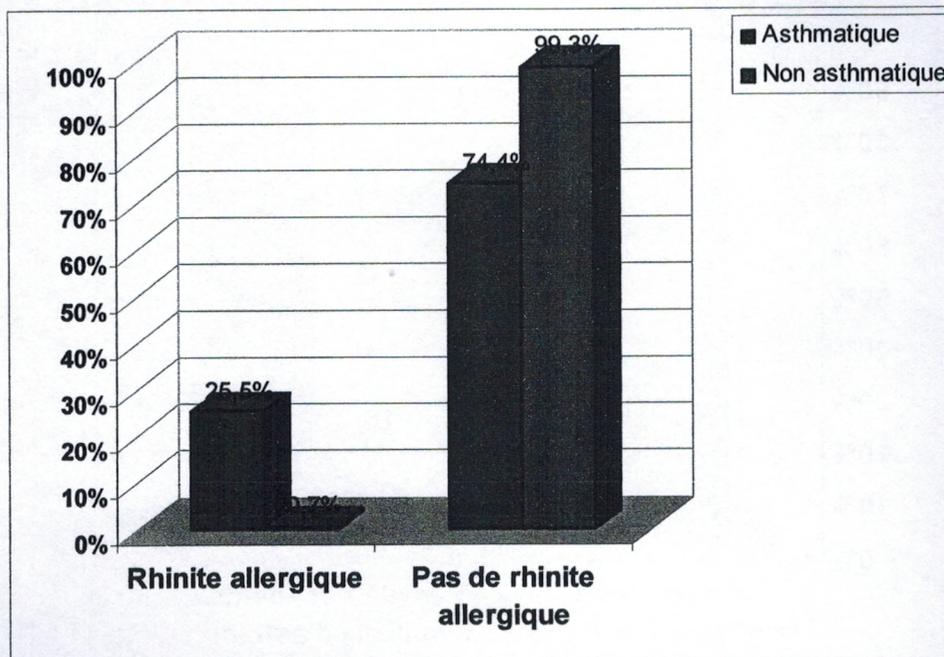


Fig.28 : Répartition de la rhinite allergique chez les asthmatiques.

Tableau 23. Antécédent de rhinite allergique chez les asthmatiques selon la zone

	Rhinite allergique	Rhinite allergique en Zone A	Rhinite allergique en zone B
Janvier	Oui	21 (75%)	11 (61,1%)
	Non	8 (25%)	7 (38,9%)
Février	Oui	21 (75%)	11 (61,2%)
	Non	8 (25%)	7 (38,2%)
Mars	Oui	23 (79,3%)	12 (66,6%)
	Non	6 (20,7%)	6 (33,4%)
Avril	Oui	24 (82,7%)	14 (77,7%)
	Non	5 (17,3%)	4 (22,3%)
Mai	Oui	22 (75,8%)	12 (66,6%)
	Non	7 (24,2%)	6 (33,4%)
Juin	Oui	16 (55,1%)	10 (55,5%)
	Non	13 (44,9%)	8 (44,5%)
Juillet	Oui	13 (44,8%)	8 (44,4%)
	Non	16 (55,6%)	10 (55,6%)
Août	Oui	19 (65,5%)	7 (38,8%)
	Non	10 (34,5%)	11 (61,2%)
septembre	Oui	17 (58,6%)	7 (38,8%)
	Non	12 (41,4%)	11 (61,2%)
Octobre	Oui	12 (44,3%)	8 (44,4%)
	Non	17 (58,7%)	10 (55,5%)
Novembre	Oui	11 (37,9%)	6 (33,3%)
	Non	18 (62,1%)	12 (66,7%)
Décembre	Oui	9 (31%)	5 (27,7%)
	Non	20 (69%)	13 (72,3%)

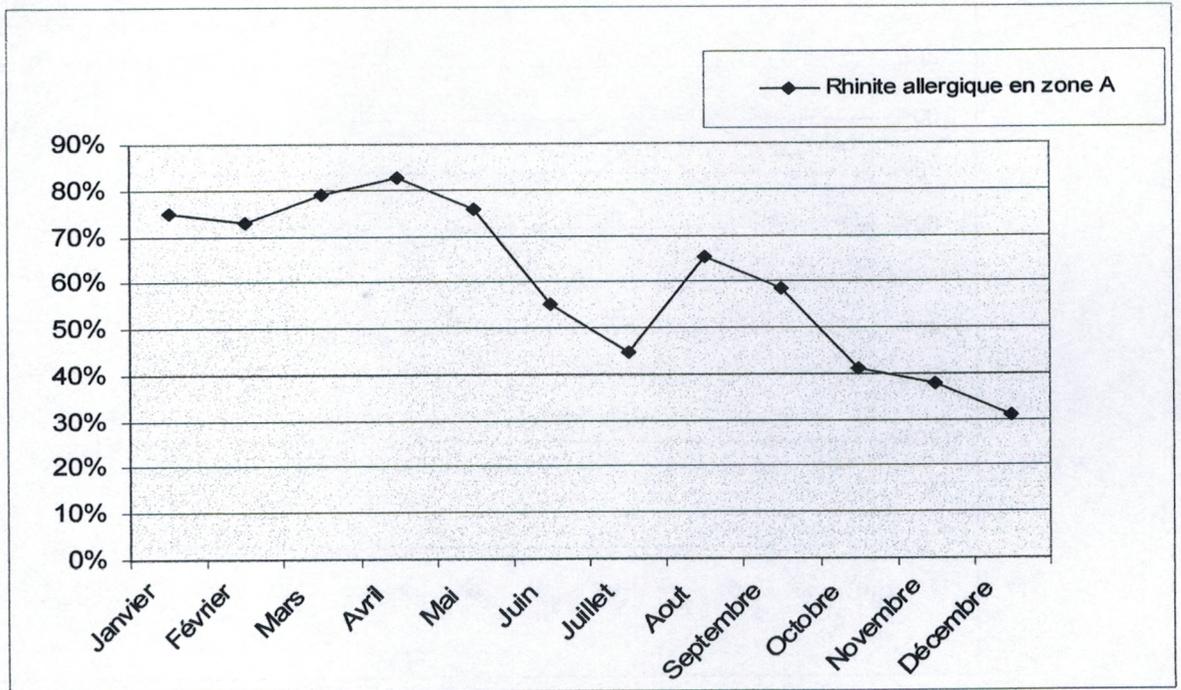


Fig.29 : Répartition de la rhinite allergique chez les asthmatiques en zone A

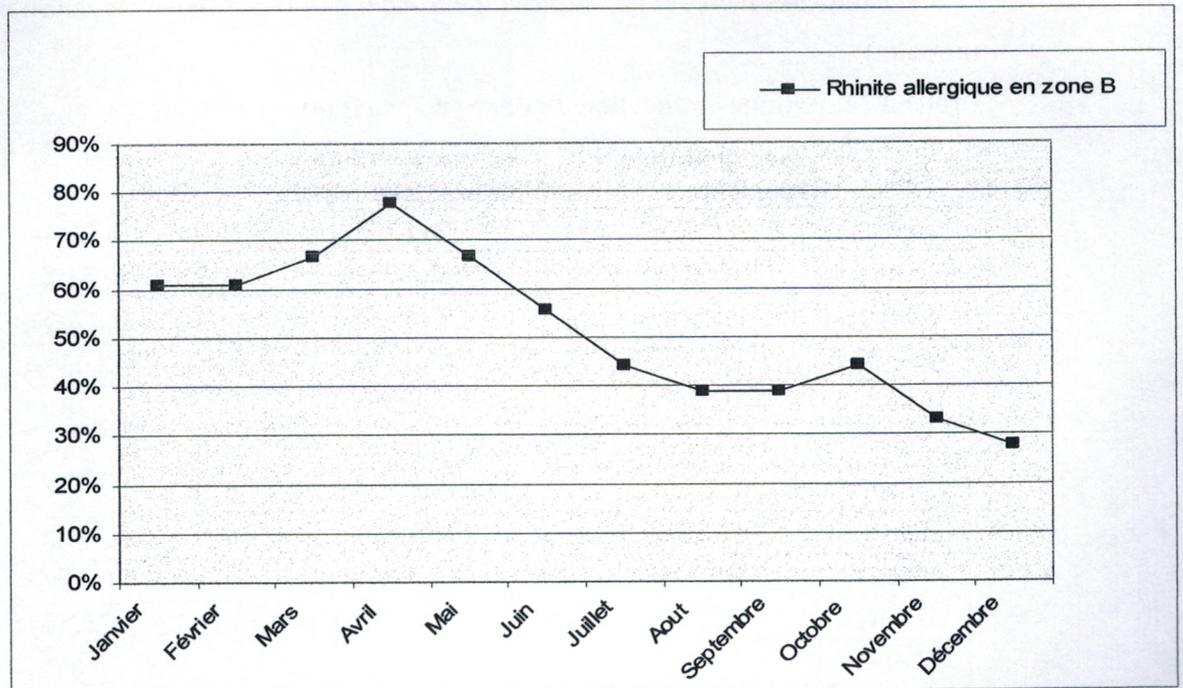


Fig.30 : Répartition de la rhinite allergique chez les asthmatiques en zone B

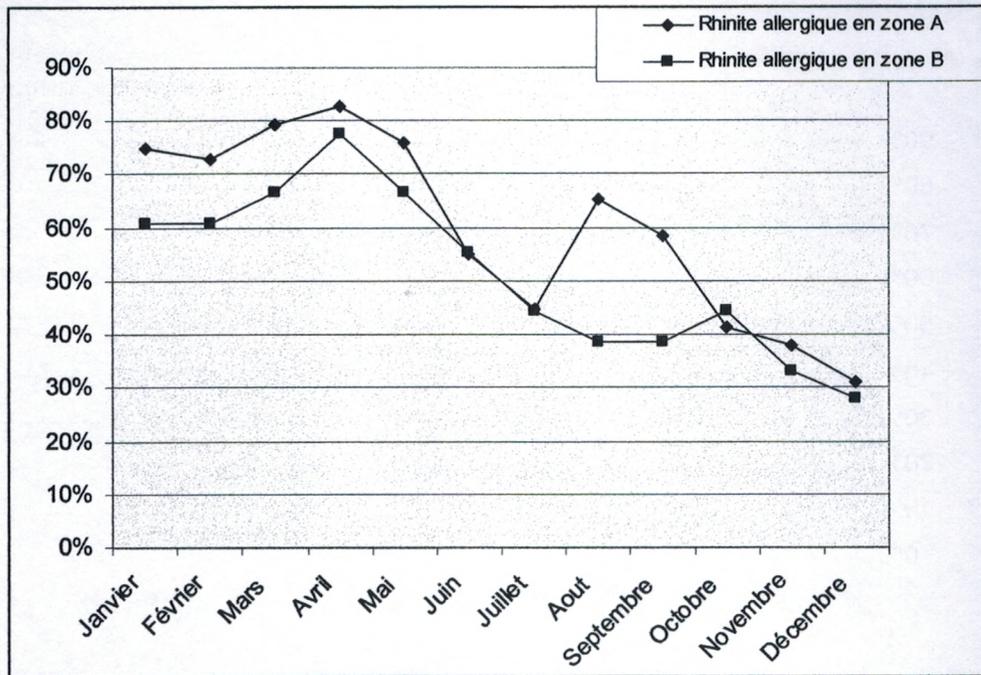


Fig.31 : Répartition de la rhinite allergique chez les asthmatiques selon la zone A et B

IV.5.4. Etude des facteurs de risques (âge ,zone d'enquête, tabagisme, habitat et animaux)

Tableau 24. Asthme en fonction de l'âge en zone (polluée ou non)

âge	Zone a pollution importante	Zone a pollution faible et intermédiaire	Total	
			N	%
6 ans	4 (3%)	2 (1.50%)	6	(4.51%)
7 ans	3 (2.25%)	7 (5.26%)	10	(7.51%)
8ans	8 (6%)	7 (5.26%)	15	(11.27%)
9ans	11 (8.27%)	5 (3.75%)	16	(12.03%)
10ans	14 (10.5%)	5 (3.75%)	19	(14.28%)
11ans	14 (10.5%)	8 (6.01%)	22	(16.54%)
12ans	8 (6%)	2 (1.50%)	10	(7.51%)
13ans	7 (5.26%)	2 (1.50%)	9	(6.76%)
14ans	12 (9.02%)	2 (1.50%)	14	(10.52%)
15ans	7 (5.26 %)	5 (3.75%)	12	(9.02%)
Total	88	45	133	100%

On retrouve une augmentation de la prévalence de l'asthme avec l'âge jusqu'à 11 ans, soit respectivement pour les [6 ans 7ans],[7 ans 8ans],[8ans, 9ans[,[9ans10 ans[, [10ans11 ans],[11ans 12ans[soit 4,5% , 7,5% , 11,27% ,12,03% ,14,28% et 16,24%. L'asthme dans la tranche d'âge [09ans à 11 ans[prédomine aussi bien en zone polluée qu'en zone a pollution faible et intermédiaire.

Tableau 25. Répartition des asthmatiques selon l'établissement et la zone d'étude

Zone A			Zone B		
Etablissement	Asthmatique		Etablissement	Asthmatique	
	Oui	Non		Oui	Non
CEM1	34 (8,1%)	382 (91,9%)	CEM2	11 (3,4%)	304 (96,6)
ECOLE1	12 (8,8%)	124 (91,2%)	ECOLE2	6 (4,2%)	136 (95,8%)
ECOLE3	8 (8,5%)	86 (91,5%)	ECOLE5	6 (5,2%)	109 (94,8%)
ECOLE4	17 (6,9%)	226 (93,1%)	ECOLE7	7 (3,8%)	175 (96,2%)
ECOLE6	17 (13,2%)	111 (86,8%)	ECOLE8	6 (6,5%)	86 (93,5%)
			ECOLE9	9 (5,8%)	145 (94,2%)
Total	88	929		45	955
%	1017(100%)		1000 (100%)		

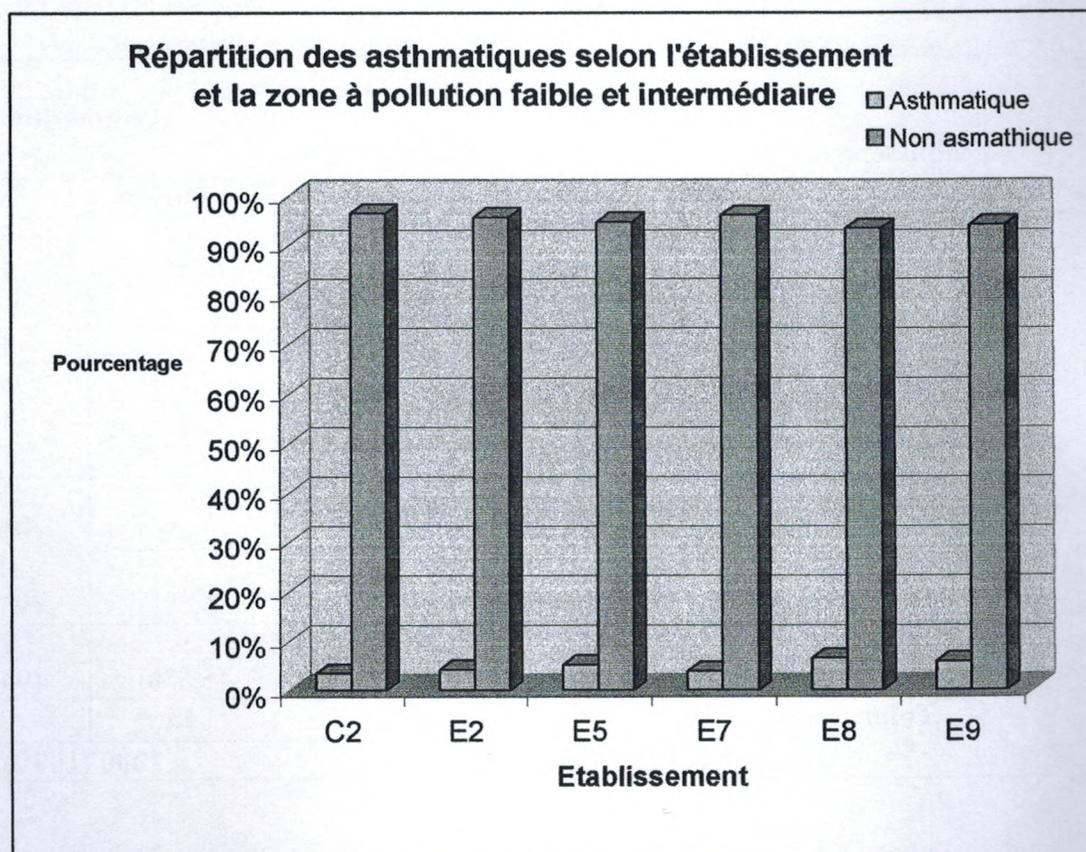
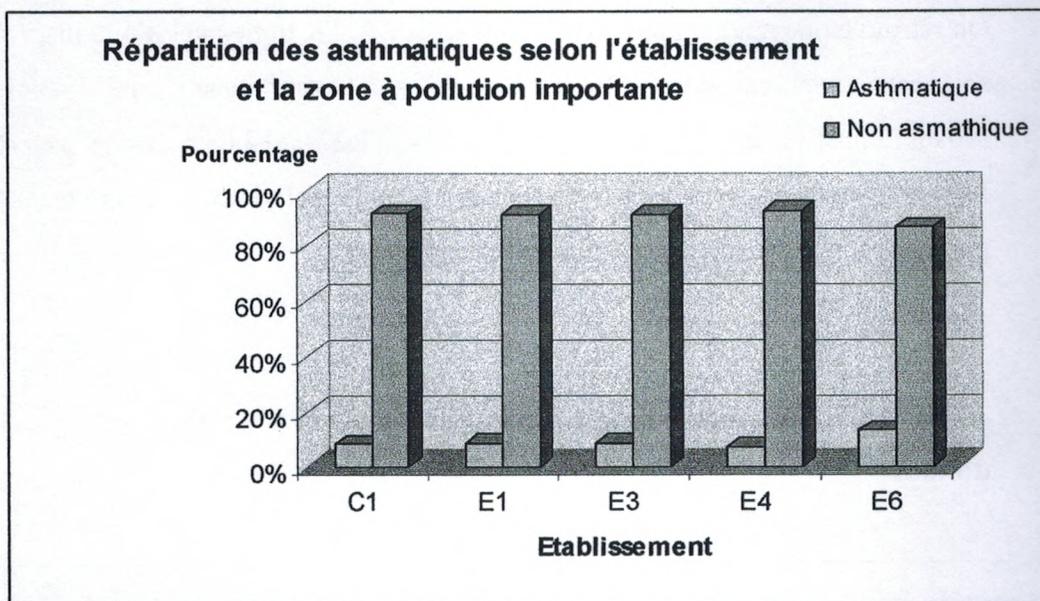


Fig. 32 : Répartition des asthmatiques selon l'établissement et la zone de pollution.

L'analyse de la différence de répartition des asthmatiques selon l'établissement et la zone d'étude ne montre pas de différence significative.

Tableau 26. Asthme selon la zone de pollution

Zones de pollution \ Asthme	Zone de pollution importante	Zone de pollution faible et intermédiaire	Total
Oui	88 (8,6%)	45 (4,5%)	133 (6,59%)
Non	929 (91,3%)	955 (95,5%)	1884 (93,4%)
Total	1017 (50,42%)	1000 (49,5%)	2017 (100%)

$\chi^2 = 14.1, p < 0.0001$

On retrouve que les deux tiers des cas d'asthmes bronchique sont en zone polluée.

L'étude de la répartition des asthmatiques selon la zone de pollution montre une différence très significative ($p < 0.0001$)

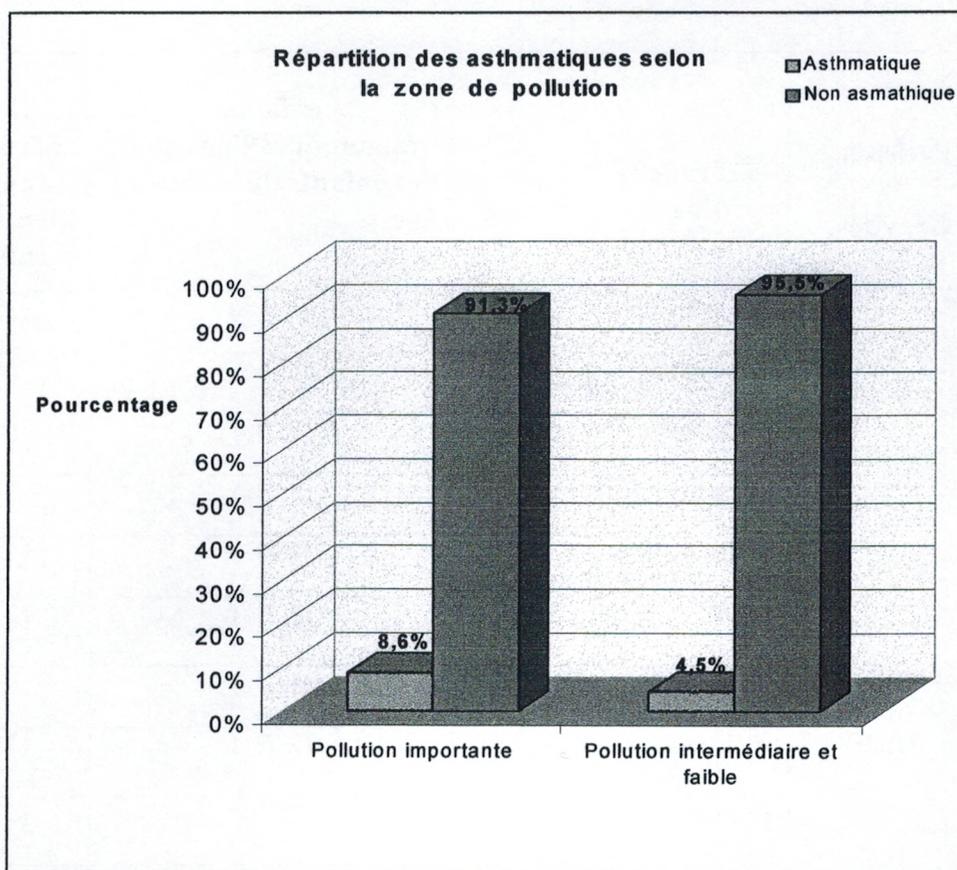


Fig. 33. Répartition des asthmatiques selon la zone de la pollution

Tableau 27. Allure évolutive de l'asthme

Allure évolutive de l'asthme	Effectif	Pourcentage
Asthme intermittent	50	37,5
Asthme chronique léger	46	34,5
Asthme chronique modéré	29	21,8
Asthme chronique sévère	8	6
Total	133	100

L'asthme intermittent (37,7%) et l'asthme chronique léger (34,7%) constituent plus de 70% des cas alors que l'asthme chronique sévère n'est que de 6 %.

Tableau 28. Répartition de l'allure évolutive de l'asthme selon la tranche d'âge (Asthme intermittent)

Patients Gravités	(1)Tranche d'âge	(2) Effectif	(3) % enfants asthmatiques/l'ensemble des enfants du même âge	(4)% / aux enfants asthmatique identifié du même âge	(5)DEP ml/mn
Asthme intermittent 50 37,59%	6ans à 7ans	2	(0,9%)	(37,3%)	DEP <20%
	7ans à 8ans	4	(1,8%)	(40%)	
	8ans à 9ans	6	(2,7%)	(40%)	
	9 ans à 10ans	9	(4,2%)	(40%)	
	10ans à 11ans	7	(3,2%)	(36,8%)	
	11 ans à 12ans	6	(2,7%)	(27,2%)	
	12ans à 13ans	3	(1,6%)	(30%)	
	13ans à 14ans	5	(2,7%)	(55,5%)	
	14ans à 15 ans	4	(2,2%)	(28,5%)	
	15ans à 16ans	4	(2,1%)	(33,3%)	
Total		50			

**Tableau 29. Répartition de l'allure évolutive de l'asthme selon la tranche d'âge
(Asthme chronique léger)**

	(1)	(2)	(3)	(4)	
Asthme Chronique léger 46 34,5%	6ans à 7ans	4	(1,9%)	(66,6%)	DEP de 20à 30%
	7ans à 8ans	3	(1,3%)	(30%)	
	8ans à 9ans	5	(2,3%)	(33,3%)	
	9 ans à 10ans	5	(2,3%)	(31,2%)	
	10ans à 11ans	6	(2,7%)	(31,5%)	
	11ans à 12ans	9	(4,1%)	(40,9%)	
	12ans à 13ans	4	(2,1%)	(40%)	
	13ans à 14ans	2	(1%)	(22,2%)	
	14ans à 15 ans	4	(2,2%)	(28,5%)	
	15ans à 16ans	3	(2,2%)	(33,3%)	
Total		46			

**Tableau 30. Répartition de l'allure évolutive de l'asthme selon la tranche d'âge
(Asthme chronique modéré)**

	(1)	(2)	(3)	(4)	
Asthme chronique Modéré 29 21,8%	8ans à 9ans	2	(0,9%)	(13,3%)	DEP > 30%
	9 ans à 10ans	2	(0,9%)	(12,5%)	
	10ans à 11ans	6	(2,7%)	(31,5%)	
	11ans à 12ans	7	(3,2%)	(31,8%)	
	12ans à 13ans	3	(1,6%)	(30%)	
	13ans à 14ans	1	(0,5%)	(11,1%)	
	14ans à 15 ans	5	(2,7%)	(35%)	
	15ans à 16ans	3	(1,6%)	(25%)	
Total		29			

La répartition de l'allure évolutive de l'asthme par tranche d'année montre une prédominance de l'asthme chronique léger chez les 6ans à 7 ans et de l'asthme chronique intermittent chez les 13 ans à 14 ans.

Tableau 31. Répartition de l'allure évolutive de l'asthme selon la tranche d'âge (Asthme chronique sévère)

	(1)	(2)	(3)	(4)	
Asthme chronique sévère 8 6%	7ans à 8ans	3	(1,3%)	(30%)	DEP > 30%
	8ans à 9ans	2	(0,9%)	(13%)	
	13ans à 14ans	1	(0,5%)	(11,1%)	
	14ans à 15ans	1	(0,5%)	(7,1%)	
	15ans à 16ans	1	(0,5%)	(8,3%)	
Total		8			

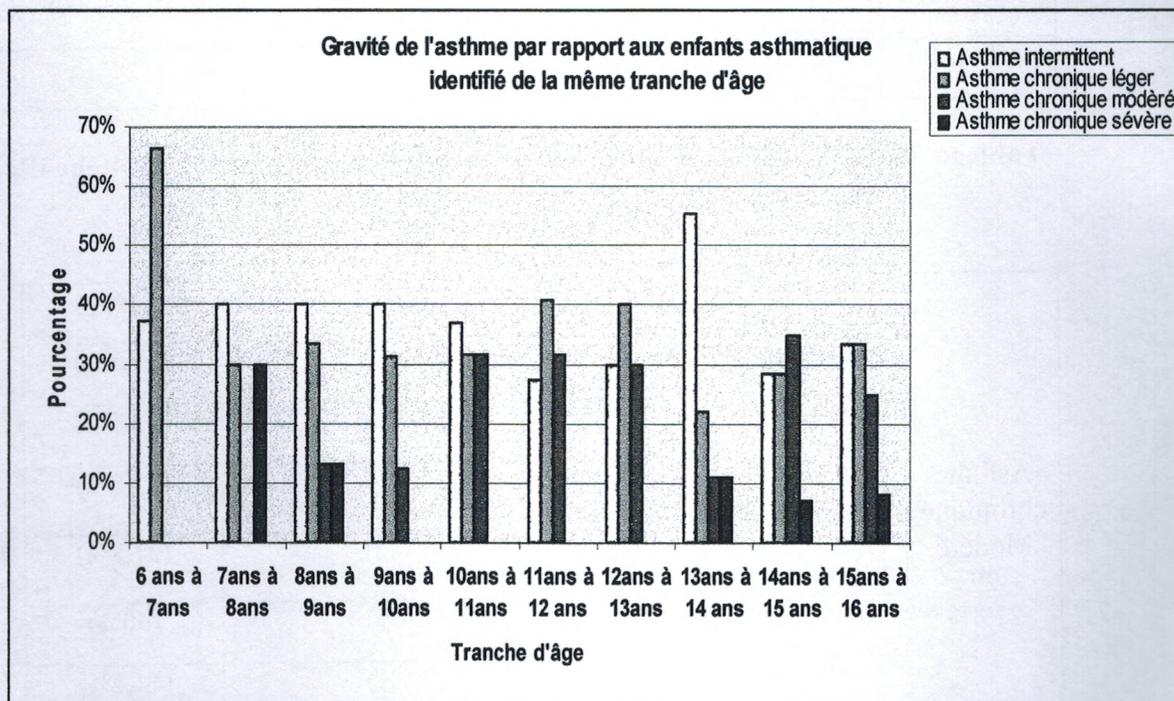


Fig. 34. Répartition de l'allure évolutive selon la tranche d'âge

Tableau 32. Répartition des enfants asthmatiques selon l'âge et en fonction de la gravité.

Gravité Age	Asthme intermittent			Asthme chronique léger			Asthme chronique modéré			Asthme chronique sévère		
	Effectif	% (1)	% (2)	Effectif	%(1)	%(2)	Effectif	%(1)	%(2)	Effectif	%(1)	%(2)
6 ans	2	0,95%	33,3%	4	1,9%	66,6%	0	0%	0	0	0%	0%
7 ans	4	1,8%	40%	3	1,3%	30%	0	0%	0	3	1,3%	30%
8 ans	6	2,7%	40%	5	2,3%	33,3%	2	0,9%	13,3	2	0,9%	13,3%
9 ans	9	4,2%	56,2%	5	2,3%	31,2%	2	0,9%	12,5	0	0%	0%
10 ans	7	3,2%	36,8%	6	2,7%	36,8%	6	2,7%	31,5	0	0%	0%
11 ans	6	2,7%	27,2%	9	4,1%	40,9%	7	3,2%	31,8	0	0%	0%
12 ans	3	1,6%	30%	4	2,1%	40%	3	1,6%	30	0	0%	0%
13 ans	5	2,7%	55,5%	2	1%	22,2%	1	0,5%	11,1	1	0,5%	11,1%
14 ans	4	2,2%	28,5%	4	2,2%	28,5%	5	2,7%	35,7	1	0,5%	7,1%
15 ans	4	2,1%	33,3%	4	2,1%	33,3%	3	1,6%	25	1	0,5%	8,3%
Total	50			46			29			8		

(1) Pourcentage des enfants asthmatiques par rapport à l'ensemble des enfants du même âge.

(2) Pourcentage par rapport aux enfants asthmatique identifié du même âge.

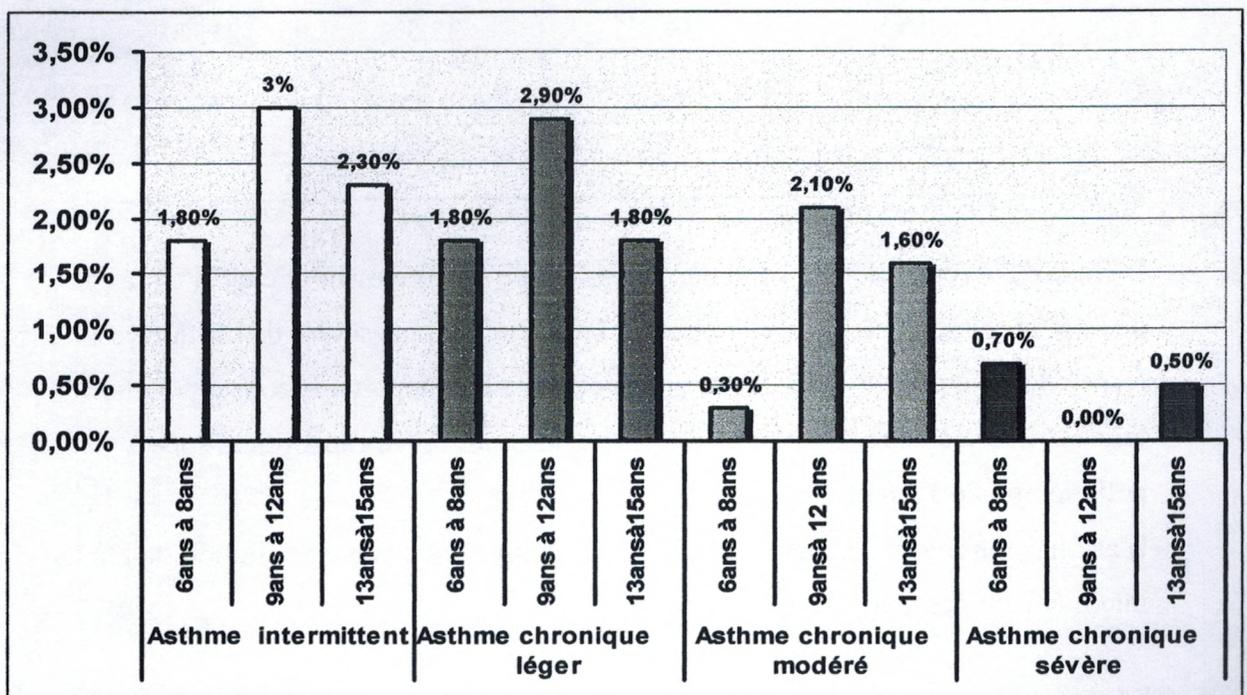


Fig.35 : Allure évolutive des enfants asthmatiques par rapport à l'ensemble des enfants de la même tranche âge.

En outre, il apparaît que la tranche d'âge 9ans -12ans soit la plus touchée avec 8% d'asthmatique sans discrimination de gravité par rapport à l'ensemble de la population d'étude correspondant à la même tranche d'âge (9ans-12ans).

En revanche le niveau de gravité sévère est minimum avec un taux de 0,5% dans la tranche d'âge 13ans-15ans.

C'est le fait ; un âge où l'enfant a eu le temps d'assurer sa gravité faute de traitement et de prise en charge.

Tableau 33. Allure évolutive de l'asthme en fonction de la zone de pollution

Allure évolutive de l'asthme	Zone de pollution importante	Zone de pollution faible et intermédiaire	Total
Asthme intermittent	38 43,18%	12 26,6%	50 37,59%
Asthme chronique léger	30 34%	16 35,5%	46 34,5%
Asthme chronique modéré	13 14,7%	16 35,5%	29 21,8%
Asthme chronique sévère	7 7,9%	1 2,2%	8 6%
Total	88	45	133(100%)

$$\chi^2 = 2.36, p = 0.12$$

L'étude de la répartition de l'asthme selon l'allure évolutive montre qu'il n'y a pas de différence significative. Par ailleurs, l'allure chronique sévère de l'asthme est respectivement de 7,9% et 2,2% en zone polluante par rapport à la zone à pollution faible et intermédiaire soit plus de 3 fois en zone polluée par rapport à la zone à pollution faible à intermédiaire.

L'asthme chronique modéré représente le double en zone à pollution faible et intermédiaire par rapport à la zone polluée.

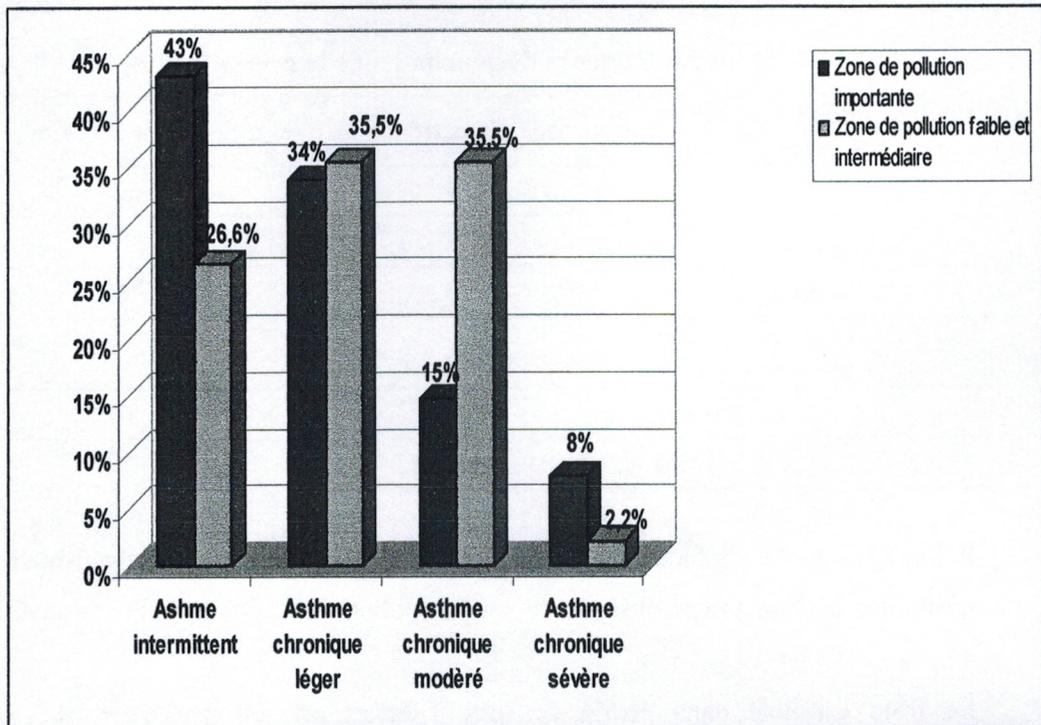


Fig. 36 : Répartition de l'allure évolutive de l'asthme bronchique selon la zone de pollution

Cette répartition reste comparable en fonction de la zone (la différence est non Significative)

Tableau 34. Facteurs déclenchant de la crise d'asthme

Facteurs déclenchant de la crise d'asthme	Effectif	Pourcentage
Effort	28	21
Froid	29	21.8
Emotion et Stress	6	4.5
Dioxyde de soufre et tabagisme passif	56	42.1
Je ne sais pas	14	10.5
Total	133	100

Parmi l'ensemble des facteurs déclenchant de la crise d'asthme, le tabagisme passif (pollution intérieur) et le dioxyde de soufre (pollution extérieur) sont retrouvés dans 42.1%.

Le froid est noté dans 21.5% des cas. L'effort est retrouvé dans les mêmes proportions que l'exposition au froid. Les situations émotionnelles et le stress sont notés dans 4.5%. Enfin, les raisons restent indéterminées dans 10.5%

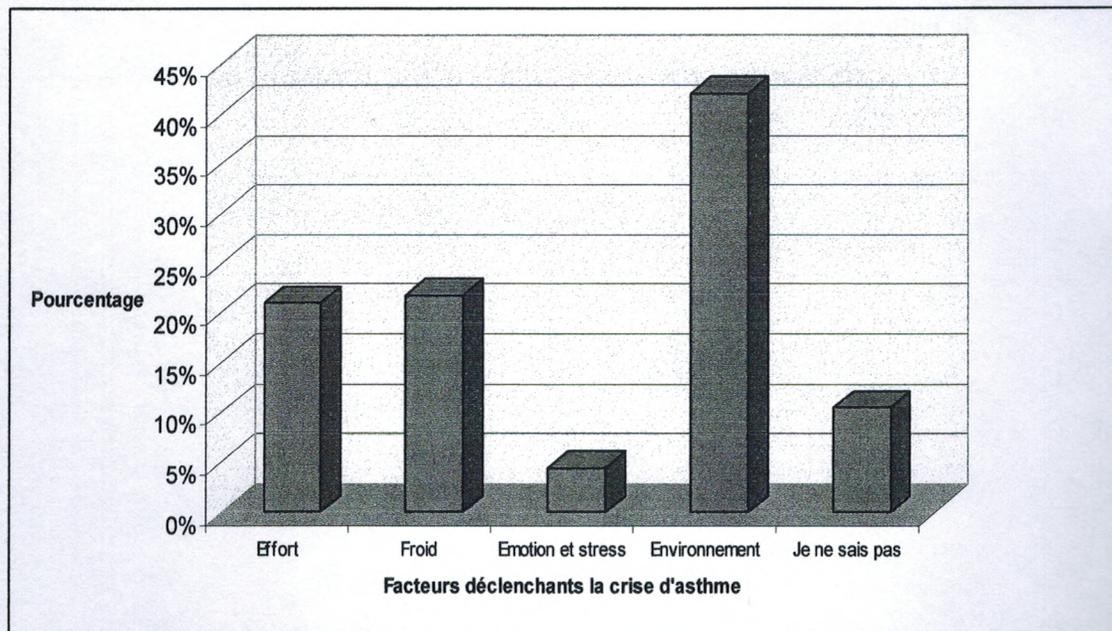


Fig. 37 : Facteurs déclenchant la crise d'asthme

Tableau 35. Facteurs déclenchants de la crise d'asthme selon la zone (zone polluée où a pollution faible et intermédiaire)

Facteurs déclenchants de la crise d'asthme	Asthmatique en zone A	Asthmatique en zone B	Total	<i>p</i>
Effort	19 14.28%	9 6.76%	28 21.05%	0,83
Froid	15 11.27%	14 10.52%	29 21.80%	0,06
Emotion et Stress	1 0.75%	5 3.75%	6 4.51%	0,0087
Dioxyde de soufre et tabagisme passif	47 35.33%	9 6.76%	56 42.1%	0,0002
Je ne sais pas	6 4.51%	8 6.01%	14 10.52%	0,05

L'étude des facteurs déclenchants de la crise d'asthme montre que l'environnement intérieur (tabagisme passif) et extérieur (SO₂) se situe en première position en zone polluée avec 35.3% versus 6.76% en zone à pollution faible et intermédiaire (la différence est significative) puis l'émotion et le stress sont significativement présent en zone a pollution faible et intermédiaire par rapport à la zone polluée soit 3,75% versus 0,75%. En revanche, L'effort et l'exposition au froid est en fréquences comparables en fonction des zones.

Le froid en zone polluée est noté dans 11.27% des cas versus 10.52% en zone à pollution faible et intermédiaire.

Le déclenchement de la crise d'asthme a l'effort en zone à pollution importante est noté dans 14.28% des cas versus 6.76% soit le double par rapport à la zone à pollution faible et intermédiaire.

Tableau 36. Rhinite allergique chez les asthmatiques selon la zone (zone polluée où a pollution faible et intermédiaire)

Zone Rhinite allergique	Asthmatique en zone A	Asthmatique en zone B	Pourcentage	<i>P</i>
Oui	29 32,9%	5 11.1%	34 25,5%	0,03
Non	65 67%	40 88.8%	99 74,4%	
Total	88	45	133(100%)	

Le rapport entre asthme selon la zone et la rhinite allergique est représenté dans le tableau 36.

La rhinite allergique est notée chez 29 asthmatiques en zone à pollution importante soit 32,9% alors que la prévalence de la rhinite n'est que de 11,1% dans la population asthmatique en zone à pollution faible et intermédiaire.

La différence est significative.

Tableau 37. L'asthme bronchique et le tabagisme passif en zone polluée et à pollution faible et intermédiaire.

Tabagisme passif	Asthmatique en zone A	Asthmatique en zone B	Pourcentage	P
Asthme				
Tabagisme passif	86 97.72%	30 66.6%	116 87.2%	<i>Khi</i> 23,1
Absence de tabagisme passif	2 2.27%	15 33.3%	17 12.7%	
Total	88	45	133	0,000001

$$\chi_c^2 = 23.1, p < 0.000001$$

L'étude de la fréquence du tabagisme passif ajusté sur la zone (polluée ou à pollution faible et intermédiaire) chez les asthmatiques montre qu'une fréquence plus importante en zone polluée par rapport à la zone à pollution faible et intermédiaire soit 97.7% versus 22.5%, le tabagisme passif est très significativement plus important chez les asthmatiques en zone polluée.

IV.6. Prévalence des symptômes d'asthme selon la zone

IV.6.1. Morbidités respiratoires subjectives

Tableau 38. Morbidités respiratoires subjectives des 12 derniers mois chez la population générale

Prévalence des morbidités respiratoires subjectives	Effectif	Pourcentage
Prévalence des sifflements des douze derniers mois	259	12.84
Prévalence de la toux sèche des 12 derniers mois	346	17.15
Prévalence des essoufflements plus sifflement suite a un effort les douze derniers mois	136	6.74
Prévalence des sifflements vie	389	19.28
Absence de morbidité respiratoire subjectives	887	43.9
Total	2017	100

L'étude de la morbidité respiratoire montre une prévalence de la toux sèche des 12 derniers mois de 17.1%, en revanche les sifflements respiratoires, les essoufflements plus sifflements suite à l'effort sont respectivement de 12.84% et 6.74%, les sifflements vie sont retrouvées dans 19.2%.

Tableau 39. Morbidités respiratoires subjectives (symptômes d'asthme) des 12 derniers mois en zone polluée et zone à pollution faible et intermédiaire chez la population générale.

Prévalence des morbidités respiratoires subjectives	Zone à pollution importante	zone à pollution faible et intermédiaire	<i>p</i>
Prévalence des sifflements des douze derniers mois	186 18.28%	73 7.3%	NS
Prévalence de la toux sèche des 12 derniers mois	250 24.5%	96 9.6%	NS
Prévalence des essoufflement plus sifflement suite à un effort les douze derniers mois	124 12.19%	12 1.2%	NS
Prévalence des sifflements vie	266 26.15%	123 12.3%	NS
Absence de morbidité respiratoire subjectives	191 18.7%	696 69,6%	
Total	1017	1000	

Les sifflements, la toux, les essoufflements plus sifflements des douze derniers mois et la prévalence des sifflement vie sont plus fréquents en zone polluée par rapport la zone à pollution faible et intermédiaire. La différence est non significative selon la zone.

Tableau 40. Morbidités respiratoires subjectives (symptômes d'asthme) des 12 derniers mois chez les asthmatiques selon la zone (pollué ou a pollution faible et intermédiaire)

Prévalence des morbidités respiratoires subjectives	Zone à pollution importante	zone à pollution faible et intermédiaire	P
Prévalence des sifflements des douze derniers mois	81 92%	32 71.11%	0,0013
Prévalence de la toux sèche des 12 derniers mois	84 95.4%	41 91.11%	0,31
Prévalence des essoufflements plus sifflement suite a un effort les douze derniers mois	46 52.2%	10 22.22%	0.0008
Prévalence des sifflements vie	83 94.3%	40 88.8%	0,26

Chez les asthmatiques, La prévalence des sifflements et des essoufflements avec sifflements (des 12 derniers mois) est significativement plus élevée en zone pollué par rapport à la sone a pollution faible et intermédiaire. La différence est significative.

Pour le reste des symptômes : toux sèche et sifflement vie, on ne note pas de différence significative en fonction de la zone.

IV.6.2. Prévalence de morbidité ressentie selon la zone dans la population général

Tableau 41. Morbidité ressentie au cours des douze derniers mois (Symptômes) chez la population générale

Symptôme ressenti	Effectif	Pourcentage
Douleur a la gorge plus brûlures	166	8.23
Otalgies	42	2.08
Irritation nasale	366	18.14
Eternuement	176	8.72
Absence de symptôme	1267	62.8
Total	2017	100

L'étude des symptômes ressentis des 12 derniers mois au niveau de la population général montre que l'irritation nasal est notée en fréquence de façon majoritaire soit 18.14%. Ensuite, vient la douleur à la gorge avec 8.23%, l'éternuement dans 8.72% et l'otalgie dans 2.08%

Tableau 42. Symptômes ressentis chez la population générale en zone pollué et en zone a pollution faible et intermédiaire.

Symptôme ressenti	Zone à pollution importante	zone à pollution faible et intermédiaire	Pourcentage	P
Douleur a la gorge plus brûlures	156 15.33%	10 1%	166 8.23%	0,0000006
Otalgies	38 3.73%	4 0.4%	42 2.08%	0,00001
Irritation nasale	316 31.07%	48 4.8%	364 18.04%	0,0000001
Eternuement	148 14.55%	28 2.8%	176 8.7%	0,00001
Absence de symptôme	359 35.3%	908 90.8%	1267 62.8%	
Total	1017	1000	2017	

La répartition des symptômes ressentis selon la zone a montré une différence plus élevée pour la douleur, l'otalgie, l'irritation nasal et les éternuement en zone polluée par rapport à la zone à pollution faible et intermédiaire. La différence est très significative.

IV.6.3. Taux de prévalence de morbidité ressentie selon la zone dans la population asthmatique

Tableau 43. Symptômes ressentis chez la population asthmatique en zone polluée et zone à pollution faible et intermédiaire.

Symptôme ressenti	Zone à pollution importante	zone à pollution faible et intermédiaire	Pourcentage	P
Douleur à la gorge plus brûlures	13 9.77%	0 0%	13 9.77%	0,006
Otalgies	1 0.75%	0 0%	1 0.75%	0,47
Irritation nasale	72 54.13%	23 17.29%	95 71.42%	0,0002
Eternuement	43 32.33%	13 9.77%	56 42.10%	0,027

La répartition des symptômes ressentis selon la zone a montré une différence très significative plus élevée pour la douleur, l'irritation nasal et les éternuement en zone polluée par rapport à la zone à pollution faible et intermédiaire en revanche la prévalence de l'otalgie est comparable en fonction du type de zone.

IV.7. Morbidités respiratoires objective (antécédents) des 12 derniers mois

IV.7.1. Taux de prévalence de la pathologie décrite selon la zone en population générale

L'étude de la morbidité respiratoire objectivée au cours des 12 derniers mois montre que la rhinopharyngite et la bronchite sont notées en fréquence de façon majoritaire soit respectivement 8.5% et 6.4%. Ensuite, vient la rhinite allergique avec 2.7%, l'angine avec 2.2%, l'otite avec 0.7% et la pneumonie avec 0,1%. En revanche 1607 ne décrivent aucune pathologie soit 79,6.

Nous n'avons pas retrouvé des cas de sinusite.

Tableau 44. Pathologie décrite au cours des douze derniers chez la population générale

Pathologie	Effectif	Pourcentage
Rhinopharyngite	172	8,5
Angine	44	2,2
Bronchite	130	6,4
Otite	15	0,7
Pneumonie	2	0,1
Rhinite allergique	47	2,3
Absence de pathologie décrite	1607	79.6
Total	2017	100

Tableau 45. Pathologie décrite au cours des douze derniers mois chez la population générale en zone polluée et zone à pollution faible et intermédiaire.

Pathologie Décrite	Zone		P
	Zone à pollution importante	zone à pollution faible et intermédiaire	
Rhinopharyngite	101 (5 %)	71 (3.52%)	0,002
Angine	25 (1.23%)	19 (0.94%)	0,12
Bronchite	104 (5.15%)	26 (1.28%)	0,00014
Otite	14 (0.69%)	1 (0.04%)	0,05
Pneumonie	2 (0.099%)	0 (00%)	0,81
Rhinite allergique	29 (1.43%)	18 (0.89%)	0,40
Absence de pathologie décrite	742 (72.4%)	865 (86.5%)	
Total	1017	1000	

L'étude de la répartition des affections respiratoires basses en fonction de la zone (polluée ou à pollution faible et intermédiaire) montre une prédominance hautement

L'étude de la répartition des affections respiratoires basses en fonction de la zone (polluée ou a pollution faible et intermédiaire) montre une prédominance hautement significative de la bronchite chez les écoliers en zone polluée soit 5.15% (zone polluée) versus 1.28% (zone a pollution faible et intermédiaire) et de la rhinopharyngite en tant qu'affection respiratoire haute soit 5 versus 3.52%. Pour le reste des affections (angine, otite, sinusite, pneumonie et rhinite allergique), on ne note pas de différence significative.

En revanche 742 cas et 865 cas respectivement en zone polluée et zone à pollution faible et intermédiaire ne présente aucune pathologie décrite.

IV.7.2. Prévalence de la pathologie décrite indépendamment de la zone et selon la zone chez la population asthmatique

Tableau 46. Pathologie décrite au cours des douze derniers chez la population Asthmatique.

Pathologie	Effectif	Pourcentage
Rhinopharyngite	27	20,3
Bronchite	36	27
Otite	1	0,75
Rhinite allergique	34	25,5
Absence de pathologie décrite	35	26,3
Total	133	100

En ce qui concerne la pathologie respiratoire haute chez les asthmatiques ; est pour la rhinopharyngite 20.3%, pour la rhinites allergique 25,5% , pour les otites 0.7%,

Nous n'avons pas retrouvé des cas de sinusite ni d'angine.

En ce qui concerne la pathologie respiratoire basse, est pour la bronchite 27% et pour la pneumonie 0%.

Par ailleurs 35 cas ne décrivent aucune pathologie soit 26,3%.

Tableau 47. Pathologie décrite au cours des douze derniers mois chez les asthmatiques en zone pollué et non pollué

Pathologie	Zone	Zone à pollution importante	zone à pollution faible et intermédiaire	P
Rhinopharyngite		22 25%	5 11,1%	0,04
Angine		0 0%	0 0%	NS
Bronchite		26 29,54%	10 22%	0,36
Otite		1 1,13%	0 0%	0,73
Rhinite allergique		29 32,9%	5 11,1%	0,03
Total		88 57,95%	45 60%	133 100%

Chez les asthmatiques, la prévalence de la rhinite allergique et de la rhinopharyngite est très significativement plus élevée en zone polluée par rapport à la zone non polluée. Pour le reste des pathologies, on ne note pas de différences significatives. Globalement, chez l'ensemble des asthmatiques, les affections respiratoires et ORL sont comparables en fonction du type de zone. (Polluée ou a pollution faible et intermédiaire).

Nous n'avons pas retrouvé des cas de sinusite ni de pneumonie ni d'angine chez les asthmatique quelque soit la zone.

IV.7.3. Prévalence de la pathologie décrite selon le tabagisme passif chez la population générale

Tableau 48. Pathologie décrite au cours des douze derniers en fonction du tabagisme passif chez la population générale

Pathologie	Tabagique passif		p
	Oui	Non	
Rhinopharyngite	69 14.22%	103 6.72%	0.02
Angine	42 8.6%	2 0.13%	0,01
Bronchite	60 12.37%	70 4.5%	0.85
Otite	14 2.88%	1 0.06%	0,0006
Pneumonie	2 0.4%	0 0%	0,42
Rhinite allergique	45 9.27%	2yat 0.13%	0,0003
Total	485 39.17%	1532 14.22%	2017

L'étude de la répartition des affections respiratoires et ORL en fonction de l'exposition au tabagisme passif dans la population générale, montre une fréquence significativement plus élevée pour la rhinopharyngite et l'otite, l'angine et la rhinite allergique chez les écoliers exposés au tabagisme passif comparativement à ceux qui ne le sont pas. Nous avons retrouvé deux cas de pneumonie chez les écoliers exposés au tabagisme passif et nous n'avons pas retrouvé des cas de sinusite.

Toute pathologie confondue, la prévalence globale des affections respiratoires hautes et basses est significativement plus élevée chez ceux exposés au tabagisme passif par rapport aux non exposés.

Tableau 49 Pathologie décrite au cours des douze derniers chez la population général en zone pollué et non pollué exposé ou non au tabagisme passif

Tabagique passif		Présence d'un tabagisme passif	Absence d'un tabagisme passif	P
Pathologie				
Rhinopharyngite	Zone a pollution importante	47 (14,9%)	54 (7,7%)	<i>Khi</i> 4,20 <i>P</i> =0,04
	Zone a pollution Faible et intermédiaire	22 (13%)	49 (5,28%)	
Angine	Zone a pollution importante	2 (0,63%)	23 (3,28%)	<i>Khi</i> 0,28 <i>P</i> =0,59
	Zone a pollution Faible et intermédiaire	0	19 (2,28%)	
Bronchite	Zone a pollution Importante	50(15,8%)	54(7.7%)	<i>Khi</i> 0,77 <i>P</i> =0,37
	Zone a pollution Faible et intermédiaire	10 (5,91%)	16(1,92%)	
Rhinite allergique	Zone a pollution Importante	28 (8,86%)	1 (0,14%)	<i>Khi</i> 0,16 <i>P</i> =0,69
	Zone a pollution Faible et intermédiaire	17 (10%)	1 (0,12%)	

En ce qui concerne la pathologie décrite des 12 derniers mois ajusté au tabagisme passif chez la population général en zone (pollué ou à pollution faible et intermédiaire) pour tous les items, la différence n'était pas significative, sauf pour la rhinopharyngite qui en tenant compte du tabac et de la zone de pollution : la différence était significative ($P < 0,05$).

Tableau 50 Pathologie décrite au cours des douze derniers chez la population asthmatique en zone pollué et non pollué exposé ou non au tabagisme passif

Pathologie		Tabagique passif		<i>p</i>
		Présence d'un tabagisme passif	Absence d'un tabagisme passif	
Bronchite	Zone à pollution Importante	26(30,23%)	0	<i>Khi</i> 2 20,31 <i>P</i> =0,000006
	Zone à pollution Faible et intermédiaire	10 (33,33%)	16 (1,92%)	

$$\chi_c^2 = 20.31, p < 0.000006$$

En ce qui concerne la pathologie décrite des 12 derniers mois ajusté au tabagisme passif chez la population asthmatique en zone (polluée ou a pollution faible a intermédiaire) : la bronchite était significativement présente en présence d'un tabagisme passif ; la différence était très significative ($P < 0,05$)

En zone polluée la rhinopharyngite, l'otite et la rhinite allergique représentée respectivement 25,58%, 1,16% et 25,5% en revanche quelque soient la zone rhinopharyngite, l'otite et la rhinite allergique sont non observées chez les asthmatiques non exposé au tabagisme passif.

Dans notre étude, on retrouve 6,34% d'enfants qui ont subi une consultation médicale pour un problème des voies aériennes haute et basse.

La fréquence des enfants ayant subi une consultation selon (la zone a pollution importante ou a pollution faible et intermédiaire) est de 9,7% en zone pollué versus 3,1% en zone a pollution faible et intermédiaire . $p < 0,05$ la différence est significative.

Chez l'asthmatiques, 25% soit 22 enfants ont subi une consultation en zone pollué versus 15,5% en zone a pollution faible et intermédiaire soit 7 enfants.

La différence est non significative.

V. Discussion

Discussion

Le travail que nous avons réalisé appelle un certain nombre de commentaires. Nous allons discuter successivement de la méthodologie que nous avons adoptée, les résultats que nous avons enregistrés, et nous concluons avec les perspectives qui seront ouvertes.

I. Méthodologie

L'objectif était de recueillir et comparer divers indicateurs de la santé grâce à un questionnaire pour identifier ceux qui sont les plus pertinents et conclure sur la relation de << la pollution et l'appareil respiratoire >>.

La littérature médicale est très abondante sur ce sujet.^{[90] [90] [90]} Il est parfois difficile de pouvoir donner une analyse précise et d'établir des comparaisons solides. Il est donc important de définir la construction de chaque travail.

Les études épidémiologiques en l' occurrence sur la pollution sont toujours comparatives et les études descriptives ne fournissent que des hypothèses à étayer par des études analytiques .

Nous avons retenu la méthode transversale descriptive par questionnaire; après avoir recueilli les mesures des taux de pollution en dioxyde de soufre et les indicateurs sanitaires dans deux zones géographiquement différentes.

Cette méthode ne s'applique qu'à l'évaluation des effets chroniques de la pollution mais a des avantages très intéressantes :

- en particulier un délai de réalisation plus court.
- un coût moindre.
- Et en fonction de l'indicateur sanitaire choisi, elle peut être rétrospective il faut toutefois garder à l'esprit sa limite :
 - ✓ Biais de sélection ; déménagement d'un sujet d'une zone polluée vers une zone non polluée (faux négatif)
 - ✓ Biais de mesure surestimation des symptômes recueillis en zone polluée (à priori)

Toutefois les enquêtes de cohorte sont les plus utilisées pour évaluer l'effet de pic de pollution.

On distingue les études de panels ou on étudie un groupe de sujets (un panel), enfant d'une même école par exemple, et l'on suit leur symptomatologie respiratoire au jour le jour entre une zone polluée et une zone non polluée.

Les principales limites de cette méthode sont :

- la lourdeur du recueil des données.
- Leur coût élevé.
- La nécessité de travail sur une période prolongée

L'approche retenue pour quantifier et à terme surveiller les risques sanitaires liés à la pollution atmosphérique repose sur des études épidémiologiques de séries temporelles. Il s'agit d'études visant à détecter ou identifier des variations en l'occurrence d'un événement de santé et à relier ces variations à des indicateurs environnementaux. ^{[39][41]}

Le principe de ces études temporelles consiste à étudier, au sein d'une population donnée les relations à court terme existant entre des séries journalières de niveaux ambiants de polluants atmosphériques et des séries journalières de données sanitaires (consultations médicales, admissions hospitalières, décès, etc.). ^{[40][42]}

Ce type d'études repose donc sur des données agrégées et non des données individuelles. ^[42]

D'autres expériences, menées depuis plusieurs années en France et en Europe, ont également montré la pertinence d'une telle approche. Il en est ainsi de l'étude APHEA ; elle a permis de valider une méthode d'analyse statistique. ^[44]

A Paris, le projet APHEA entre 1987 et 1992 retrouvait une surmortalité respiratoire en fonction des taux de particules en suspension (PS) et SO₂ (pic horaire). Sur une augmentation de pollution de fond en SO₂ on retrouvait une augmentation des atteintes respiratoires (BPCO et Asthme). Cette étude était faite sur l'ensemble de la population et les auteurs concluent au vu des résultats que la mortalité induite par la pollution est plus réelle dans la population à risque (enfants, personnes âgées, insuffisants respiratoires).

Si l'on s'en réfère à WW HOLLAND ^[45], trois stratégies sont possibles dans le domaine de l'épidémiologie analytique des maladies respiratoires, chacune ayant ses

avantages et ses inconvénients. La première approche correspond aux enquêtes rétrospectives, qui dépendent essentiellement de l'aptitude des sujets à se souvenir d'événements antérieurs. En second lieu il est envisageable de réaliser une enquête longitudinale prospective commence à la naissance, et suivant une même cohorte pendant un certain temps (nombreuses années). Enfin WW HOLLAND^[45] envisage la réalisation d'enquêtes prospectives plus courtes, qui permettent de gagner du temps en étudiant simultanément plusieurs cohortes correspondant à des groupes d'âges différents ce qui comporte de sérieux inconvénients théoriques dans l'interprétation des résultats.

II. L'échantillonnage

- L'échantillon en janvier 2007, 2176 enfants étaient retenus à partir de l'ensemble des 11 établissements tirés au sort.

Quatre vingt quatre enfants soit (3%) n'avaient pas fait l'objet du questionnaire.

L'enfant était absent le jour de l'enquête soit lors de la phase I et/ou de la phase II et étaient dans plus des deux tiers des cas de sexe féminin, cela peut être expliqué par l'aspect culturel de la région à connotation conservatrice.

Parmi les 2092 enfants questionnés en phase I et les 2066 enfants questionnés en phase II seul 2017 ont été retenus pour l'enquête soit 75 d'entre eux (3.71%) habitaient cette zone depuis moins d'un an. Ils n'avaient pas été exposés à la pollution mesurée pendant un temps suffisant pour que celle-ci soit reconnue et sont exclus de l'analyse.

Nos résultats portent donc sur un échantillon de 2017 enfants.

En outre il est évident que certains biais de sélection de population sont spécifiques aux enquêtes transversales et ne peuvent être évités.

Les familles d'enfants sensibles aux maladies respiratoires ont pu renoncer à vivre dans une zone fortement polluée et ont alors déménagé. À l'extrême seules les personnes « exposées » qui se sont adaptées à la pollution sans dommage pour leur santé seraient restées sur place.

II.1. La taille de l'échantillon

La taille de l'échantillon minimum retenu et calculé pour une enquête sur la morbidité respiratoire en l'occurrence l'asthme bronchique afin de préserver la représentativité est de $N=1830$

En se référant à la formule statistique pour calculer le nombre de sujet nécessaire dans ce type d'enquête et calculé à l'EPI-INFO version 6.0

Une prévalence escomptée de 5% ce qui est estimé en Algérie et un degré de précision de 1%

II.2 La technique d'échantillonnage

La technique d'échantillonnage de cette enquête descriptive aléatoire calculé selon les méthodes stratifiés en grappe à deux degrés avec la même démarche dans les deux zones : zone A ; pollution importante et zone B à pollution faible et intermédiaire ; un tirage au sort des établissements correspondant à la première strate puis un tirage au sort des classes soit au niveau de la deuxième strate.

III. Caractéristiques démographiques et sociales

La commune de Ghazaouet est de superficie réduite par rapport aux autres communes, rien ne différencie cette population en ce qui concerne ses aspects économiques, sociaux, culinaires et culturelles ainsi que l'ensemble de son contexte climatique.

En revanche, dans notre étude la proximité ou non du complexe industriel (Alzinc) marque un gradient d'exposition en polluant SO_2 suffisamment large chez notre échantillon

III.1. Le sexe

Dans notre échantillon de 2017 enfants, 58,3% ($n=1176$) des élèves sont de sexe masculin et 41,7% ($n=841$) sont de sexe féminin ; le sexe ratio était de 1,39. Les deux sexes étaient représentés de manière conséquente.

Cette répartition a différé avec l'échantillon du départ dont le sexe ratio était de 1,01 sans pour autant altérer la représentativité ce qui peut être expliqué par la réticence de quelques familles à faire participer leurs filles à l'enquête.

III.2. L'âge

Notre enquête a concerné les enfants âgés de 6 ans à 16 ans non révolu comme beaucoup d'autres études : PAARC, ISAAC, WHO . [38][52][72].

Nous pensons que l'enfant semble plus sensible aux effets de la pollution car il est apparu rapidement au cours d'études épidémiologiques, qui portaient essentiellement sur l'adulte, que divers autres facteurs de risque (fumée de tabac, nuisances sur les lieux de travail) pouvaient également favoriser la survenue des affections respiratoires, on s'est alors tourné, pour contourner ces problèmes, vers l'étude de cette population jeune, n'ayant pas commencé à fumer, ni à travailler.

Notre recrutement, nous a permis la sélection d'un échantillon représentatif néanmoins nous espérons rechercher à l'avenir toujours des méthodes statistiques de plus en plus fines.

IV. Les instruments d'évaluation

IV.1. L'instrument d'évaluation de la pollution

Instrument qui peut varier d'une étude à une autre, il nous semble important d'en discuter ; le TESTO 350M/XL est un appareil de mesure portable, mesure instantanée ou de longue durée grâce à des cellules de mesures contenant de l'acide concentré.

Des progrès pourraient être apportés par l'utilisation d'appareil de mesure individuel de l'exposition :

- Car l'exposition des humains aux polluants atmosphériques est une succession d'étapes depuis la source d'émission jusqu'à la dose biologique effective chez l'individu.
- Des capteurs de surveillance à des sites différents et la prise en compte de polluants autres que le SO₂.

Il existe plusieurs méthodes d'évaluation et de nombreux appareils de mesure de concentration des polluants gazeux, leur variété permet de mesurer les concentrations momentanées ou la dose cumulative.

La majorité d'entre eux se base sur des méthodes physico-chimiques/mesure spectrométriques directs ou échantillon passif qui fonctionne sur le principe de la diffusion de la substance dans un milieu absorbant ou l'analyse de SO₂ par

fluorescence UV grâce a une lampe qui porte les molécules dans un état excité et une fois désactiver ; la mesure est faite a l'aide d'un photomultiplicateur, dont l'intensité est proportionnelle a la concentration de SO₂.

La mesure de l'acidité forte par PH-métrie est un indice de pollution gazeuse acide caractérisant principalement le SO₂ : l'air échantillon barbote a travers une solution d'eau oxygénée a PH de consigne 4,5 ;avec laquelle les molécules de SO₂ réagissent pour donner de l'acide sulfurique entraînant ainsi une variation de PH .

IV.2. L'instrument d'évaluation du climat

Le respect de la prise des mesures des différents données météorologiques a était fait jusqu'à la fin de l'enquête que ce soit pour la température , la vitesse du vent et le degré d'hygrométrie . L'interprétation reste pour chacune d'elle difficile.

La températures est une donnée importante dans une étude hivernale .Les température froides peuvent entraîner a elles seules des effets respiratoires.

La vitesse du vent n'a pas était concluante durant la période de notre étude pas de vent dominant et pas d'absence de vent .

Le degré d'humidité a été impossible d'être l'intégré dans notre étude, les variations était insuffisantes pour expliquer une corrélation statistique.

V. Les Indicateurs sanitaires documentés.

V.1 : l'asthme bronchique

V.1.a. Prévalence de l'asthme bronchique selon le sexe

Au Maghreb, la prévalence semble se situer entre 1,7% et 12,5%. ^{[54][55] [56] [57]}

Les pays à plus haute prévalence sont le Royaume unis , le Canada, les Etats Unies , l'Australie , la Nouvelle Zélande .

Parmi les pays non anglophones , la prévalence de l'asthme décroît de l'Ouest vers l'Est et du Nord vers le Sud .^[53]

En ce qui concerne la prévalence (12 derniers mois) de l'asthme bronchique retrouvée dans notre population , elle est de 6.6% au niveau de notre commune avec 5.1% chez le sexe féminin avec une moyenne d'âge de 10,30+/-0 ,74 ans contre 7.2% chez le sexe masculin dont la moyenne d'âge est de 10,33+/-0 ,71ans ; les garçons sont plus atteint que les filles. Cette prédominance masculine est

retrouvée pratiquement dans toutes les études sur l'asthme de l'enfant. ^{[54] [58] [59] [60]}. Certain auteurs explique cette prédominance masculine avec une corrélation de l'hyperactivité bronchique. ^[46]
Par ailleurs, en Algérie les garçons sont plus a l'extérieur (exposé) que les filles .Ce qui est culturellement admissible chez nous.

V.1.b. La prévalence de l'asthme bronchique selon l'age

La prévalence à une tendance à augmenter chez les deux sexe avec l'age avec des prévalences respectifs de 6,9%, 7,5%, 8,8% et 10,18% a l'âge de [8ans ,9ans],[9ans, 10 ans[,[10ans, 11 ans[et [11ans,12ans[.ce qui a été trouver dans les travaux de BOUKHARI .^[47] La prévalence a tendance parfois à diminuer vers l'adolescence pour augmenter à un age plus avancé. ^{[48][49] [50] [51]}

L'asthme est un réel problème de santé publique chez l'enfant , il a été étudié dans le cadre d'enquête internationales multicentriques tel que l'étude ISAAC (International Study of Asthma and Allergies in Childhood) et l'ECRHS (Européen Community Respiratory Health Survey) ^{[52][53]}

Les données obtenues montrent que la prévalence de l'asthme peut être variable entre les pays et entre les groupes d'ages : de 4,1% à 32,1% chez les jeunes enfants et de 2,6% à 32,2% chez les adolescents .^[53]

V.1.c. Prévalence des symptômes d'asthmes

Selon la littérature, il est vrai que les définitions utilisées dans les questionnaires de la plus part des études épidémiologiques sont basées sur les symptômes (sifflement respiratoires, dyspnée, toux ...), ce qui confronte au problème de l'absence de mesure objective sur la fonction respiratoire et sa variation. . ^{[61][87]}

En ce qui concerne la prévalence des symptômes d'asthmes (12 derniers mois) dans notre population . pour les sifflements 12,8% (wheezing) ce qui est retrouvé dans la littérature , Etude ISAAC 1995-1996 ; les taux les plus bas se retrouvent dans les pays méditerranéens (Italie , Espagne , Portugal , Grèce ,Algérie). ^[53]

En ce qui concerne la toux sèche 17,15% pour l'essoufflement / sifflement suite à un effort 6,74% et pour les sifflements/vie de 19,28% ce qui est comparable

de l'étude dans sa Thèse de Doctorat en médecine A. Taleb chez la tranche d'âge 6 ans - 13 ans. [48]

Les symptômes de wheezing sont indispensables pour le diagnostic et la mesure de la prévalence de l'asthme néanmoins problématique car la perception du wheeze peut varier dans le temps, parfois admis par excès comme diagnostic d'asthme or tous les wheezing ne correspondent pas à un problème d'asthme. Il peut être associé à d'autres problèmes respiratoires exemple aux infections respiratoires, (ISAAC). [52][92][93][94]

A savoir qu'en Automne et Hiver, on a plus d'épisodes de sifflement pouvant correspondre aux épidémies de viroses notamment VRS. [95]

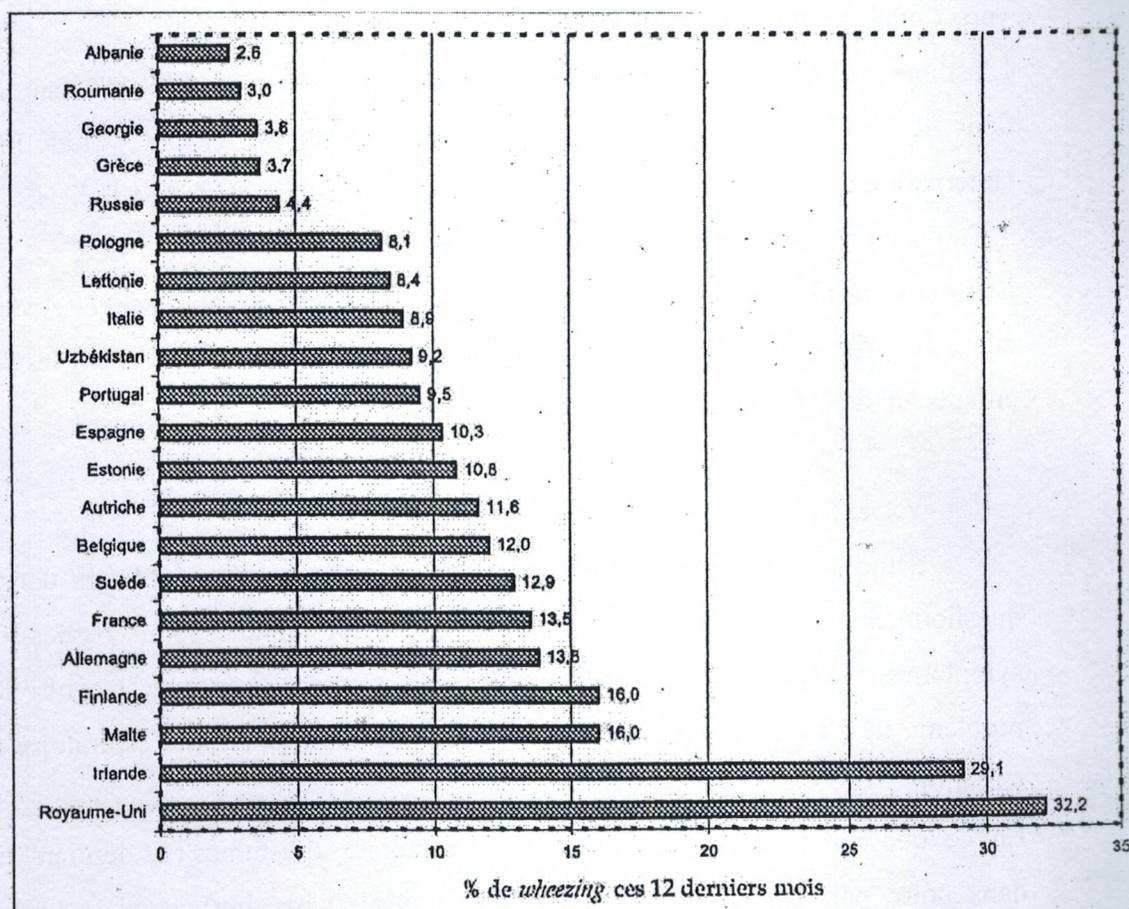


Fig. 1. Prévalence au cours de 12 mois des symptômes de l'asthme rapportés chez les enfants de 13 ans - 14 ans. Etude ISAAC 1995 - 1996, Pays Européens.

En ce qui concerne la prévalence des symptômes d'asthme (12 derniers mois) chez les asthmatiques pour les sifflements 84.9% pour la toux sèche de 93.9% pour l'essoufflement /sifflement suite à un effort de 42.1% et pour les

sifflements/vie de 92,4% des taux importants cela est témoin d'une prise en charge inappropriée et/ou d'une composante infectieuse additionnelle.

V.1.d. Prévalence de la rhinite allergique

La rhinite allergique chez 25,56% des enfants asthmatiques versus 0,7% chez la population générale objective une association bien décrite témoignant de la caractéristique d'atopie chez la population d'asthmatique, l'étude ISAAC retrouve une prévalence globale de la rhinite allergique chez l'enfant asthmatique de l'ordre de 26,8% avec 5,8% de rhino conjonctivite durant les 12 derniers mois.^[61]

V.1.e. Le tabagisme passif

Le tabagisme passif est noté dans 87,21% en revanche il n'est que de 24% dans la population non asthmatique cela est conforté par l'étude épidémiologique exemple ARSHAD qui retrouve que le tabagisme passif représente un facteur de risque du même ordre de grandeur que l'exposition allergénique.^[62] WEITZMAN trouve un risque relatif multiplié par deux à l'âge d'un an.^[63] D'autres études retrouvent que le tabagisme passif n'influence pas l'apparition de l'asthme mais cette fumée latérale est particulièrement toxique et irritante pour la muqueuse respiratoire et de ce fait un facteur aggravant de l'asthme bronchique.^{[53][64]}

V.1.f. Les conditions socioéconomiques

Les conditions socioéconomiques semblent influencer la prévalence de l'asthme bronchique, cependant dans notre étude nous retrouvons respectivement 61% des asthmatiques leur habitation correspondent un indice d'occupation supérieur ou égal à 2 personnes / chambre et 38,9% des asthmatiques leur habitation correspondent un indice d'occupation inférieur à 2 personnes par chambre, la promiscuité peut expliquer l'apparition de la maladie asthmatique mais surtout selon la littérature expliquée la gravité de l'asthme exemple enquête réalisée par DAWSON chez 2511 enfants à Aberdeen note une plus grande prévalence de l'asthme grave dans les familles de classes sociales défavorisées.^{[53][65]}

En revanche, un comportement parental différent selon la catégorie socioprofessionnelle face à la même symptomatologie comme le suggère PERDRIZET.^[97]

Il y a probablement comme l'a dit une tendance à surestimer la pathologie infantile dans les catégories socioprofessionnelles les plus élevées .

Les enfants moins nombreux, habitant les plus vastes logements sont plus <<dorlotés>> et consultent plus fréquemment le médecin.^[97]

Le chauffage au gaz est noté dans tous les foyers des asthmatiques sans aucune distinction.

les animaux sont présents chez la population asthmatique dans 28,52% et 20,3% en population générale ce qui peut expliquer en partie la différence de fréquence en matière d'asthme associé aux animaux.^[66]

En revanche d'autres études ne vont pas dans le même sens dans la prévalence d'asthme.^{[67][68]}

V.1.g. Asthme et facteurs déclenchants

Les facteurs déclenchants de la crise sont représentés dans notre population d'étude lié dans presque la moitié des cas à l'environnement soit 42,1% (pollution intérieur en l'occurrence le tabagisme passif et la pollution extérieur soit principalement les émanations de l'usine SO₂), le reste des cas est respectivement de 21% pour le froid et l'effort et 4,5% pour l'émotion et le stress .

Nous souhaitons parvenir à une explication dans la suite de la discussion.

Nous notons par ailleurs que l'absentéisme chez les asthmatiques est plus fréquent dans l'asthme chronique sévère soit 60,2% et respectivement 10,2% , 13,2% et 16,17%, pour l'intermittent, chronique léger et le chronique modéré ce qui est parfaitement admissible .

V.2. Prévalence de l'asthme selon la zone à pollution importante ou faible et intermédiaire.

En ce qui concerne la prévalence (12 derniers mois) de l'asthme bronchique dans notre population est de 8,6% en zone polluée versus 4,5% en zone à pollution faible et intermédiaire . La différence est très significative. (p<0,05)

les données de la littérature ne permettent pas de conclure avec certitude sur l'importance du rôle de la pollution dans la prévalence de l'asthme .

un certain nombre d'études ont comparé l'asthme en milieu urbain et rural et non pas démontré d'excès de prévalence d'asthme en zone polluée .

D'autres études à l'opposé ont retrouvé une augmentation de la prévalence de l'asthme en zone polluées , telles que l'enquête de pollution atmosphérique et affections respiratoires chroniques (PAARC) dans 6 villes françaises , qui rapporte une corrélation positive entre la moyenne en SO_2 et la prévalence de l'asthme . [72]

Lors de l'ouverture des pays de l'Est , des comparaisons de la prévalence de l'asthme ont pu être réalisées notamment en Allemagne , sur des populations à priori génétiquement voisines . la pollution atmosphérique à l'Est , était constituée essentiellement de SO_2 et poussières .

A l'inverse en Allemagne de l'Ouest la pollution acidoparticulaire était réduite et la pollution prédominante était représentée par le dioxyde d'azote et l'ozone.

L'enquête transversale par questionnaire a été réalisée chez 7445 enfants, âgés de 9 à 11 ans a montré que la prévalence de l'asthme était un peu supérieure en Allemagne de l'Est (9,3%) par rapport à l'Allemagne de l'Ouest (7,3%) différence non significative . [69]

Beaucoup de facteurs environnementaux , tels que la pollution atmosphérique ou les modifications de notre mode de vie ont été suggérés pour expliquer l'augmentation de la prévalence de l'asthme mais il est important de distinguer les facteurs qui initient l'asthme de ceux qui provoquent les crises ou les aggravent lorsque l'asthme est constitué .

Il est à noter que la prévalence d'une manière globale est supérieure à la moyenne nationale d'une part et d'autre part son augmentation est très sensible au niveau de la zone de polluée .

L'impact de l'environnement n'était pas à rediscuter, il est de toute manière à négocier.

Cette négociation s'impose.

- Par la mobilisation du corps médical particulièrement aux activant au niveau des unités d'hygiènes scolaires (UDS).
- L'organisation en équipe de prévention par la prise en charge de la tranche d'âge 6 - 8ans porteur de symptômes évoquant l'asthme intermittent léger (prise en charge qu'elle soit thérapeutique : médicamenteuse, ou éviction : éloignement de la zone polluée).
- Une étude urbanistique pour l'implantation d'école, de collège ou toute autres construction.

Ceci va interpellier l'intervention de spécialiste en (météo : vitesse et direction des vents, humidité, pluviométrie,), géophysicien, architecte, responsable de l'hygiène et de la sécurité.

Pour l'instant, l'intervention sanitaire est urgente à deux niveaux

✓ Prévention : le maximum de prévention pour la tranche d'âge 6ans - 8 ans : tel que la réduction de l'exposition aux allergènes Intérieurs (acariens, poils d'animaux domestiques, moisissures.) , réduire l'exposition au tabagisme passif et les niveaux des polluants des véhicules et de l'industries, prévenir les infections respiratoires, encourager les mères a maintenir l'allaitement au sein le plus longtemps et retarder l'introduction d'aliments reconnus comme provoquant des sensibilisations.

✓ Thérapeutique : chez les 11ans-15 ans et rationalisation des moyens et application de consensus national thérapeutique pour la prise en charge des patients et éducative car cette maladie, si elle est mal géré, elle peut être contraignante pour le patient et son entourage .CHAUVARD 1997^[91]
 Connaître sa maladie pour mieux la contrôler, éviter toute activité physique en période de forte pollution, essayer de rester à l'intérieur, prendre un broncho-dilatateur a action rapide pour prévenir les symptômes aigus.
 S'il apparaît que l'épisode de pollution de l'air persiste ou s'empire, quitter temporairement la zone polluée peut s'avérer nécessaire.

V.2.1 Modulation de l'asthme et des symptômes d'asthmes selon la zone à pollution importante ou faible et intermédiaire

Dans notre étude, nous retrouvons parmi les facteurs favorisants et déclencheurs (triggers) l'environnement 35,33% (tabagisme passif et émanation sulfuré) en zone polluée versus 6,76% en zone à pollution faible et intermédiaire, la différence est significative ($P < 0,05$). cela va dans le sens de nombreuses études; CHARPIN a étudié les répercussions cliniques de la pollution atmosphérique en SO_2 (le dioxyde de soufre) chez des enfants scolarisés en CM2 (âgés de 10ans) et a montré que la fréquence du sifflement respiratoire est significativement élevée chez les enfants vivants dans la zone la plus polluée, les mesures du volume expiratoire par seconde étaient plus basses mais compte tenu du faible effectif; les différences n'étaient pas significatives.

Dans notre étude nous avons pris secondairement le soin de recueillir les débits expiratoires de pointes matin et soir plusieurs fois chez les cas d'asthme retrouvé afin d'évaluer le degré de sévérité selon la classification de GINA 2004.^[3]

L'étude prospective de BOEZEN de 459 enfants faite durant trois hivers a montré pour des pics de 40 à 100 $\mu g/m^3$ en moyenne /24h pour le SO_2 on a eu un accroissement des symptômes, une baisse du débit expiratoire de pointe chez les enfants avec une hyperréactivité bronchique et taux IgE élevé.^[74]

L'étude ERPURS: rétrospective de type écologique, menée en Ile de France et réactualisée a dressé une comparaison des niveaux moyens de pollution à ceux des niveaux observés les jours les moins pollués de l'année; les résultats de l'étude ont retrouvé une augmentation de plus de 8% de mortalité respiratoire, plus respectivement 25%, 22% et 15% d'hospitalisations de consultations et de visites d'urgences pédiatrique chez les asthmatiques.^{[40][76][84]}

Les études prospectives de cohorte d'enfants asthmatiques ont démontré les effets à court terme lors de la pollution de fond de plus de 50 $\mu g/m^3$ moyenne /h pour le SO_2 on a un accroissement des symptômes d'asthmes et/ou la consommation médicamenteuse.^{[70][72][73][85]}

FORSBERG a étudié en Suède la variation des symptômes asthmatiques en fonction des polluants (PS, fumée noir, SO_2 ,...) et des conditions météorologiques chez 31 sujets asthmatiques. Il a été trouvé une relation positive significative entre les crises d'asthme et les fumées noires.

A l'opposé d'autres études épidémiologiques exemple : The pollution effects on asthmatic children in Europe (PEACE) n'ont pas mis en évidence d'effets importants de la pollution atmosphérique chez le jeune asthmatique. [71].

Tous les auteurs s'accordent à dire que le rôle de la pollution urbaine est encore plus difficile à apprécier pour l'asthme que pour les autres signes respiratoires car nombreux co facteurs connus ou inconnus favorisent le déclenchement de crises d'asthme (pollution intérieure domestique ou professionnel , humidité , température , période pollinique , facteurs émotionnels).

Les symptômes asthmatiques varient d'une personne à l'autre, d'un moment à l'autre et d'un endroit à un autre.

V.2.2. Les caractéristiques sociodémographique des asthmatiques selon la zone

La prévalence de l'asthme est comparable selon l'indice d'occupation qu'ils soit supérieurs ou égal à deux personnes par chambre ou inférieur à deux personnes par chambre qu'el que soit la zone. La différence est non significative. [98][99]

L'émotion et le stress semble être aussi associé à (la zone polluée ou à pollution faible et intermédiaire) soit 3,75% en zone polluée versus 0,75% en zone pollution faible ou intermédiaire la différence est significative ($P < 0,05$).

Nous n' avons pas retrouvé une bibliographie dans les sens de l'asthme , du stress et de la pollution ,toutefois ils semble que ces différents éléments peuvent interagir .

La présence d'un animal chez les asthmatiques est significativement plus faible en zone polluée comparablement à la zone à pollution faible ou intermédiaire. la différence est significative ($P < 0,05$)ce qui peut être expliquer dans notre enquête du fait que la zone polluée est plus urbanisée par rapport au caractère semi rural de la zone a pollution faible et intermédiaire .

L'étude de la fréquence du tabagisme passif ajusté à la zone (polluée ou a pollution faible et intermédiaire) chez les asthmatiques montre qu'une fréquence plus importante en zone polluée par rapport à la zone à pollution faible et intermédiaire soit 97.7% versus 22.5%.Le tabagisme passif est très significativement plus important. La différence est significative ($P < 0,05$).

Le tabagisme passif est lié à la prévalence et à la modulation des maladies allergiques respiratoires. Il agit sur la muqueuse par irritation et/ou inflammation et semble moduler l'activité immunitaire et cellulaire chez n'importe quel enfant d'ailleurs de nombreuses études consolidées cette observation.^{[75][77][78][79]}

V.3. la pathologie décrite

V.3.1. La pathologie décrite indépendamment de la zone

La rhinopharyngite, la rhinite allergique et la bronchite sont plus fréquentes en population asthmatique par rapport à la population générale ce qui peut être expliqué par le suivi médical plus régulier pour cette catégorie de patient.

V.3.2. La pathologie décrite selon la zone

En ce qui concerne la pathologie décrite. Chez les asthmatiques, la prévalence de la rhinopharyngite est de 25% en zone polluée versus 11,1%. En zone à pollution faible et intermédiaire, la différence très légèrement significativement ($P < 0,05$) ce qui peut être expliqué par l'effectif bas.

La rhinite allergique est de 32,9% en zone polluée versus 11,1% en zone à pollution faible et intermédiaire, la différence est significative ($P < 0,05$).

En revanche, chez la population générale on note pour la rhinopharyngite autant qu'affection respiratoire haute 5% en zone polluée versus 3,52% en zone à pollution faible et intermédiaire, une différence très significative ($P < 0,05$).

L'otite, l'angine marque aussi une fréquence plus importante en zone polluée.

Ce qui a été retrouvé dans l'enquête multicentrique qui a été menée de 1974 à 1976 par le groupe PAARC dans sept villes de France (Bordeaux, Lille, Lyon, Nantes, Marseille, Rouen, Toulouse) après avoir déterminé des zones de niveaux de pollution différents. Les sujets étudiés étaient âgés de 6 à 10 ans et de 25 à 59 ans; les données étaient recueillies par questionnaire à domicile par un enquêteur: chez les enfants, on a observé une relation significative entre la concentration en SO_2 et les affections (rhinite, angine, sinusite, otite).^[38]

Les mêmes résultats retrouvés dans les études CHARPIN sur l'incidence des crises d'asthme en population soumise à la pollution atmosphérique

(NO_x , SO_2 , CO), l'étude réalisée en 1983-1984 à Gardanne France par CHARPIN dans cinq communes de haut niveau de pollution et trois communes de bas niveau de pollution avec la participation de 450 enfants âgés de 9 à 11 ans.

Le polluant mesuré était le SO_2 et les particules respirables (PR).

Les moyennes mensuelles des concentrations de SO₂ étaient égales à 93µg/m³ durant l'hiver 1983-1984 dans les zones polluées et égales à 22µg/m³ dans les zones non polluées.

Il a été observé une liaison positive entre la fréquence des symptômes des voies respiratoires supérieures et inférieures et les niveaux de SO₂.

Les facteurs climatiques (la température) et temporels (le jour et la saison) ont été contrôlés mais pas les facteurs de confusion individuels ni la pollution domestique. [61]

Dans les affections respiratoires basse, la bronchite chez les scolarisées en zone polluée est nettement plus importante soit 5.15% versus 1.28% en zone à pollution faible et intermédiaire, une différence très significative (P<0,05)

En 1981, MOSTARDI et al présentent les résultats d'une enquête comparative entre deux écoles de Akron (Ohio), l'une étant située en zone saine et l'autre à proximité d'une zone industrielle responsable d'une pollution élevée en SO₂ et modérée en NO₂; il s'agissait de réponses à un auto questionnaire rempli par les parents. Les auteurs ont trouvé une plus grande fréquence de réponses positives en ce qui concerne les problèmes pulmonaires aigus ou chroniques chez les enfants de l'école en zone polluée.

Dans un second temps les mêmes auteurs ont réalisés une enquête prospective dans ces écoles, en recueillant de façon quotidienne les symptômes respiratoires aigus des écoliers (toux, rhinorrhées, mal à la gorge). Ils ont observé alors une prévalence grossièrement double de ces symptômes chez les enfants de la zone polluée. Les auteurs concluent que les pollutions atmosphériques provoquent une exacerbation des infections respiratoires aiguës chez les enfants.

Une étude a été réalisée en Finlande par JAAKKOLA de 1982 à 1984 avec 679 enfants âgés de 14 à 18 mois et de 6 ans. Cette étude s'était déroulée en deux temps. Dans un premier temps les effets sur la santé observés dans une ville polluée (Oulu) étaient comparés avec deux autres villes de Finlande. À Oulu les concentrations moyennes et maximales annuelles en SO₂ étaient: 23 µg /m³ et 807 µg /m³; le risque de développer des infections des voies respiratoires; supérieures était plus important à Oulu que dans les deux villes témoins.

Dans un deuxième temps, il est comparé les effets sur la santé dans les différentes zones à l'intérieur même de Oulu .Ces zones présentaient des taux de pollution différents.

La prévalence des infections respiratoires était plus élevée dans les zones « les plus polluées ». Ces résultats prennent en compte le sexe, les maladies allergiques et le nombre de contact quotidien avec d'autres enfants. ^[80]

Une étude en 1984 et en 1989 a été réalisée par GOREN en Israël avec des enfants de 6 à 18 ans dans une zone rurale peu polluée et une zone industrielle polluée .Les polluants mesurés étaient le SO₂ et NO_x. Les moyennes mensuelles de SO₂ à 20µg/m³ en 1984 et égales à 16,7µg/m³ en 1987 dans la zone peu polluée.

Elles étaient égales à 47 µg/m³ en 1984 et égales à 28 µg/m³ en 1989 dans la zone polluée que dans la zone rurale ; ceci de façon plus marquée en 1984 qu'en 1989.

Les facteurs de confusion pris en compte étaient le nombre d'enfants par chambre, le tabagisme passif, l'origine ethnique du père, le mode de chauffage, le niveau d'étude du père.

Une étude a été réalisée en 1985-1986 par BOUSSIN5 dans 5 zones différentes (par leur niveau de pollution) de l'agglomération de Toulouse avec 1000 enfants de 8 à 11 ans,les polluants mesurés étaient le SO₂, FN, NO_x..

Les moyennes annuelles de SO₂ sur les cinq zones étaient respectivement :

6,2µg/m³ ; 9,9µg/m³ ; 8,05µg/m³ ; 6,85µg/m³ ; 4,25µg/m³. Ce qui représentent des taux bas ; Il a été observé une grande prévalence des pathologies respiratoires aiguës dans les zones polluées.

Une étude a été réalisée en 1985-1986 par AUBRY à Carling (Moselle) entre une zone industrialisée et une zone rurale avec 898 enfants de 9 à 12 ans.

Les polluants mesurés étaient le SO₂ et PS. Les niveaux journaliers moyens annuels de SO₂ étaient de 84 µg/m³ et de PS 68µg/m³.

Il a été observé une plus grande prévalence des symptômes respiratoires en zones polluée mais en une sur déclaration de symptômes ne peut être écarté (enquête fait sur la demande de population).

Les facteurs de confusion étudiés étaient les antécédents infectieux ou allergiques, la densité d'habitation, le niveau d'éducation du père, le tabagisme maternel et/ou paternel, le mode de chauffage et les facteurs météorologiques. Mais ces facteurs n'ont pas été pris simultanément en compte dans l'analyse.

V.4. la morbidité respiratoire subjective (symptômes d'asthme) selon la zone

En ce qui concerne la morbidité respiratoire subjective : la prévalence des sifflements, des sifflements plus essoufflements suite à l'effort, de la toux des douze derniers mois et de la prévalence des sifflements vie, chez la population générale ajusté à la pollution étaient fréquente en zone polluée par rapport à la pollution faible et intermédiaire. La différence était non significative. ($P < 0,05$).

En revanche chez la population asthmatique la prévalence du sifflement dans les 12 derniers mois est de 92% en zone polluée versus 71,11% en zone faible et intermédiaire la différence est très significative ($P < 0,05$).

L'essoufflement plus sifflement suite à l'effort est de 52,2% en zone polluée par rapport 22,22% en zone à pollution faible et intermédiaire, une différence est très significative ($P < 0,05$).

Par contre toux et les sifflement vie étaient plus fréquents en zone polluée la différence est non significative.

Dans notre étude, nous avons pas fait la distinction entre toux sèche à prédominance nocturne et la toux grasse accompagnant l'infection aussi la distinction des sifflements accompagnant tout simplement une bronchiolite.

V.5. la morbidité ressentie des 12 derniers mois

En population général, les otalgies sont de 3,7% en zone polluée versus 0,4% en zone à pollution faible et intermédiaire. la différence est très significative ($P < 0,05$) ce qui ressort de l'étude plus récente HEIRICH J qui a mis en évidence la fréquence accru des otites moyennes aiguës en zone à pollution importante.^[82]

En revanche en population asthmatique, ils sont de 0,75% en zone polluée et non observé en zone à pollution faible et intermédiaire cela probablement du à l'effectif réduit de cette population.

Dans la population générale, l'irritation nasale est de 31,07% en zone polluée versus 4,8% en zone à pollution faible et intermédiaire. La différence est très significative ($P < 0,05$).

les éternuements 14,5% en zone polluée par rapport à 2,8% à la zone à pollution faible et intermédiaire la différence est significative ($P < 0,05$).

La douleur a la gorge plus brûlure est de 15,3% en zone polluée versus 1% en zone à pollution faible et intermédiaire la différence est significative ($P < 0,05$).

Ce qui va dans le même sens de l'étude faite par le groupe coopératif PAARC concernant l'atteinte des voies aériennes supérieures.^[72]

Chez la population asthmatique, en ce qui concerne les symptômes ressentis (la douleur à la gorge plus les brûlures) ajusté a la pollution : soit 9,77% en zone pollué et 0 cas en zone a pollution faible et intermédiaire , l'irritation nasal est retrouvé dans : 54,1% en zone pollué versus 17,2% . la différence est significative ($P < 0,05$), ce qui est compréhensible vu le caractère irritatif et acide du dioxyde de soufre .

L'éternuement 32,33% en zone pollué versus 9,77% en zone a pollution faible et intermédiaire .la différence est significative ($P < 0,05$), ce qui est fondé sur les preuves d'études récentes qui retrouvent que la pollution atmosphérique est un facteurs amplificateur des réaction allergéniques respiratoires grâce a un double effets : modifications de la structure pollinique et la fragilisation de la muqueuse respiratoire .^[86]

VI. la pathologie décrite selon le tabagisme passif

En ce qui concerne la pathologie décrite des 12 derniers mois chez la population général nous retrouvons une fréquence significativement plus élevée pour la rhinopharyngite, l'otite, l'angine et la rhinite allergique chez les écoliers exposés au tabagisme passif comparativement à ceux qui ne le sont pas.

Après ajustement du tabagisme passif à la zone (Pollué ou à pollution faible et intermédiaire) : pour tous les items , la différence n'était pas significative, sauf pour la rhinopharyngite qui en tenant compte du tabac et de la zone de pollution : la différence était significative ($P < 0,05$).

Dans notre étude , chez les asthmatiques : nous avons observé que la bronchite était liée au tabagisme passif et à la pollution mais lorsque toute la population est prise en compte , la relation bronchite , tabagisme passif et zone polluée disparaît .

Il semble que seul la liaison de la bronchite avec le tabagisme passif est plus forte chez les asthmatiques et la différence s'est trouvée très significative ($P < 0,05$).

Nous avons retrouvé que dans plusieurs cas les enfants asthmatiques présenté de la bronchite , il est probable que le diagnostic ait été confondu avec celui de la toux lors d'une crise d'asthme ce qui s'agit probablement d'une insuffisance de standardisation au niveau du questionnaire médical et de la définition de cet items chez les parents.

En outre, La question du tabac était le plus souvent éludée par les parents (pères) qui ressentaient un sentiment de culpabilité : « je ne fume pas en présence de mon enfant » était une réponse souvent entendue laissant libre l'interprétation de l'enquêteur.

Une étude en 1987 a été réalisé e en Italie par FORASTIERE dans le centre de Rome, dans une ville industrielle Civitavecchia et dans trois zone rurales. Il a été sélectionné enfants des 7 à 11 ans. La prévalence des symptômes respiratoires était plus fréquente lorsque les parents fumaient. [83]

Le tabagisme passif peut intervenir, semble t'il, de deux façons :

— Soit par son rôle important dans l'étiologie des maladies respiratoires, il peut masquer l'effet de pollution. [100]

— Soit il peut sensibiliser les sujets aux effets de la pollution.

On sait que la fumée de tabac des parents est nocive pour la santé des enfants ; dans l'étude AUBRY réalisée 1985-1986 a Carling (Moselle) avec 898 enfants de 9 a12 ans, il a été observé que le tabagisme maternel était lié significativement a la toux chronique, a la dyspnée d'effort, a l'essoufflement et a l'absentéisme scolaire. [22]

La consultation médicale en zone à pollution faible et intermédiaire est plus faible par rapport a la zone à pollution importante .La différence est significative en population général. ($P < 0,05$) ce qui peut être expliquer par un sous estime des effets respiratoires dans la population semi rural avec moins de moyen sanitaires.

En revanche dans la population asthmatique elle est observée plus fréquemment en zone à pollution importante par rapport à la zone à pollution faible et intermédiaire.la différence est non significative

Pour sa part, l'absentéisme est plus fréquent en zone à pollution importante par rapport à la zone à pollution faible et intermédiaire mais semble être plus lié au stade évolutif de l'asthme chez la population asthmatique

Bien qu'ont prennent en compte une seule dimension de la charge social de la pollution atmosphérique, l'absentéisme scolaire permet d'avoir une idée de son impact social chez les l'enfants asthmatique ou non asthmatiques, pour comprendre les conséquences social à long terme d'autres mesures sont intéressantes comme notamment la réussite scolaire, le stress psychique qui peut lui même déclencher une crise d'asthme.

Les études d'événements de santé et d'exposition à la pollution atmosphérique donnent parfois des résultats contradictoires qui peuvent s'expliquer par plusieurs ordres de fait :

La diversité dans la méthodologie est expliquée par différents paramètres ; exemple qu'il s'agisse des méthodes de prélèvement de l'air, des techniques d'analyse des polluants sont à l'origine d'une perte de puissance dans l'étude de la relation entre pollution atmosphérique et santé .

L'hétérogénéité des indicateurs sanitaires définis par les différents auteurs rend encore plus difficile les comparaisons entre études exemple des questionnaires utilisés par les chercheurs pour le recueil des symptômes sont en effet d'inspiration variée , et les définitions opérationnelles adoptées ici ou la peuvent différer sensiblement ; exemple tous les auteurs mettent-ils la même réalité derrière le vocable (toux habituelle) ou (affection bronchique).

Il est vrai qu'il existe maintenant des questionnaires standardisé exemple le questionnaire d'ISAAC est considéré comme un instrument valide, néanmoins en général on est confronté a deux problèmes majeurs : la variabilité interculturelle dans les termes utilisés pour décrire les symptômes et la surestimation ou sous-estimation .

Une autre hypothèse que l'on peut avancer pour expliquer parfois le peu de pathologies rencontrées dans les zones polluées par certains auteurs (exemple notre étude) est l'existence d'un effet de sélection comparable au Heathy Worker Effect décrit dans le milieu de travail .Certaines familles , ont quitté leur domicile pour aller habiter en zone saine .

Ce phénomène pourrait masquer grandement les effets de l'exposition aux polluants , puisque la population exposée serait en fait déjà sélectionnée , les sujets les moins résistants s'étant exclus d'eux mêmes .

Ces études épidémiologiques, réalisées en milieu ambiant permettent d'analyser les effets de la pollution dans des conditions habituelles de vie ; toutefois il est souvent délicat de distinguer l'effet spécifique d'un seul polluant en raison du nombre élevé de facteurs confondants tel que les conditions climatiques, la pollinose, les viroses, le tabagisme.

les données météorologiques : la vitesse et la direction du vent ne peuvent pas être considéré influençant les données de pollution durant l'étude : pas d'épisodes de vent fort ni de vent nul.

Toutefois, les épidémies de grippe et les pollens à printemps sont deux facteurs de confusion dans la quasi-totalité des études et dans la notre, ils ne sont pas pris en compte car il est très difficile de mesurer ces facteurs et cela peut masquer certaine association si elle existe.

Dans une autres direction, il est difficile d'estimer le degré de pollution réel auquel est soumis chaque individu.

En effet l'idéal serait de raisonner sur des mesures individuel de chaque polluant, de leur variation de concentration pendant la période d'étude et la prise en compte de l'influence de la pollinisation et l'étude d'action synergique des différents polluants et des polluants avec le facteurs météorologique.

Il ressort de cette étude que les problèmes de environnementale sont multidisciplinaire et impliquent une étroite collaboration notamment épidémiologistes, biologistes, toxicologues, médecins mais aussi ingénieur en métrologie faisant appel à des compétences variées.^[101]

Ces difficultés méthodologiques rendent une généralisation des résultats des conclusions délicates.

D'autres travaux de recherche sont bien sur nécessaire pour affiner les informations dans ce domaine.

Ce travail présente aussi d'autre intérêts puisqu'il s'agit d'une démarche original initié et menée à bien par des médecins. Ceux-ci ont prouvé leur capacité à mettre en place un projet de santé publique à l'échelon local.

L'étude a aussi permis la création de liens et d'une coopération entre les médecins et les différents partenaires de l'étude.

VI. Conclusion

VI. Conclusion

Notre étude a porté sur un échantillon statistiquement représentatif d'enfants âgé de 6 à 16 ans de la commune de Ghazaouet, scolarisés dans les classes d'écoles et des centres d'enseignements moyens.

Cette enquête a été réalisée en deux périodes et menée par interview des enfants accompagnés de l'un des deux parents à partir d'un questionnaire inspiré du protocole de l'étude ISAAC, nous a permis d'identifier les enfants asthmatiques et les symptômes liés à l'asthme au cours des douze derniers mois de l'année 2006/2007.

La première période (janvier –février) 2007 enquêtant sur le premier semestre de l'année scolaire et une deuxième période (juin –juillet) 2007 enquêtant sur le deuxième semestre scolaire ; elle nous a permis d'estimer la prévalence de l'asthme bronchique (6,6%), celle de la toux (17,15%) des sifflements des douze derniers mois (12,84%), des sifflements /vie (19,28%).

La prévalence de l'asthme a augmenté avec l'âge pour atteindre 16,54% des enfants à l'âge de 11 ans.

La prévalence du sexe masculin a été de 7,2% versus 5,1% pour le sexe féminin.

Notre étude nous a permis de constater une prévalence de l'asthme bronchique de 8,6% en zone à pollution importante et des symptômes d'asthme plus important par rapport à la zone à pollution faible et intermédiaire et de retrouver une différence significative.

Un recueil des données de la pollution atmosphérique en SO_2 au cours de la même année au niveau de la commune de Ghazaouet nous a permis de distinguer deux zones :

- Zone A : zone à pollution importante.
- Zone B : zone à pollution faible et intermédiaire

Les effets de nuisance et les désagrément de la pollution en SO_2 (douleur à la gorge, otalgies, irritation nasal,...) subis et ressentis par la population asthmatique et la population général ont été plus prévalent en zone A avec une différence significative.

Pour les facteurs respiratoires infectieux associés : la prévalence de la pathologie décrite selon la zone ont été plus fréquent en zone polluée.

Par ailleurs le tabagisme représente un facteur de risque et l'analyse des données relative à la prévalence de la pathologie décrite selon la zone ajustée au tabagisme passif a retrouvé une différence significative pour la rhinopharyngite chez la population générale et la bronchite chez les asthmatiques.

Quant aux motifs de consultation parmi les enfants suivis par un médecin on enregistre 6,34% d'enfants pour un problème des voies respiratoires.

Dans la ville de Ghazaouet, la prévalence annuelle se situe entre 8,6% et 4,5% selon la zone ceci représente une moyenne de 618 élèves asthmatiques symptomatiques dont 6% atteint de formes sévères qui doivent être pris en charge.

En outre, les facteurs respiratoires infectieux et les nuisances ont été mis en évidence plus fréquemment en zone A par rapport a la zone B.

Cette étude a apporté des informations précieuses sur l'importance de la morbidité respiratoire dans la ville de Ghazaouet et de manière plus évidente en zone A : zone circonscrite autour de la source polluante en l'occurrence l'Usine de métallurgie,

La morbidité respiratoire : asthme, symptôme d'asthme et infections respiratoires hautes et basses constitue donc par sa fréquence un problème de santé public et dont la pollution de l'air pourrait être un facteurs de risque supplémentaires.

Notre étude, descriptive nous permet de dresser un constat sur la situation de la morbidité respiratoire et sur l'identification des facteurs de risque au niveau d'une des régions de notre pays à spécificités environnementales, climatique et culturel propre imposant :

- une organisation dans la prise en charge : thérapeutique, préventive et éducative.
- Une élaboration de programme d'action sanitaires et prenant en compte l'environnement.

La perspective d'une évaluation des coûts économiques de la pollution atmosphérique

- Directs : (médicaments, consultations, hospitalisations), aménagement de l'habitats, des édifices, du territoire et des actions pour la réduction de la pollution atmosphérique.

- Indirects (absentéisme scolaire, dégradation de la qualité de vie) et des coûts intangibles, difficilement calculable (la nuisance, la douleur engendré par les affections liées a l'environnement) sont vital.

Il convient de poursuivre a des rythmes plus fréquents l'évaluation des risques pour la santé liés aux niveaux de pollution pour informer la population sur la relation pollution et santé tant au plan national que régional .

La surveillance des risques sanitaires liées a l'environnement demeure une question centrale afin de sensibiliser et d' aider les décideurs a concevoir les actions de prévention et de surveillance métrologique en vue d'une protection de la santé.

Des perspectives et des programmes se doivent se constituer un système de surveillance performant, au service d'une politique de prévention chaque fois mieux adaptées, et en synergie avec les demandes du même type au niveau national et international.

- ❖ Réglementation pour limiter les émissions et le respect de norme raisonnable.

L'Organisation Mondiale de la santé (OMS) recommande de ne pas dépasser certains seuils de pollutions : Source « Courants d'Air », édité par l'AREMARTOIS, n° 37, janvier 2000.

— Dioxyde de soufre SO_2 : Moyennes annuelles ; $50 \mu g / m^3$.

Moyennes journalières : $125 \mu g / m^3$. Moyennes horaires ; $350 \mu g / m^3$.

— Dioxyde d'azote NO_2 : Moyennes journalières $150 \mu g / m^3$;

Moyennes horaires $400 \mu g / m^3$.

Poussières en suspension Ps : Moyennes annuelles $50 \mu g / m^3$; Moyennes journalières $125 \mu g / m^3$.

—Monoxyde de carbone CO Moyennes horaires $30 mg / m^3$

—Ozone O_3 Moyennes horaires 150 à $200 \mu g / m^3$

- ❖ La surveillance et l'information sur la qualité de l'air assurées par l'état ou confiées à des organismes agréés pour des agglomérations de plus de 100 000habitants.
- ❖ Les plans régionaux pour la qualité de l'air élaborés par chaque wilaya afin d'atteindre les objectifs spécifiques à certaines zones.

- ❖ Les plans de protection de l'atmosphère visant à maintenir les concentrations des polluants au dessous des normes exemple : réglementé le contrôle des flux de circulation et des modes de transport, le contrôle et l'entretien des véhicules, la mise sur le marché de carburant peu polluant.
- ❖ Les mesures techniques pour trouver les moyens de diminuer la pollution atmosphérique exemple d'Alzinc : mise en place d'un dispositif de réduction des émissions gazeuses (filtre).
- ❖ Education des pollueurs (entreprises industriels) pour la maîtrise de leur environnement
- ❖ Sensibilisation et éducation de l'ensemble des citoyens par des mouvements associatifs et les différents partenariats associé à la lutte contre la pollution atmosphérique.

La réglementation Algérienne s'est dotée récemment de deux décrets exécutif Journal officiel (8 janvier 2006 et du 16 Avril 2006).

Décret exécutif N° 06-02 du 7 Dhou El hidja 1426 correspondant au 7 janvier 2006 définissant les valeurs limites, les seuils d'alerte et les objectifs de qualité de l'air en cas de pollution atmosphérique .

Décret exécutif N° 06-138 du 16 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 15 avril 2006 réglementant l'émission dans l'atmosphère de gaz , fumées,vapeurs , particules liquides, ainsi que les conditions dans lesquelles s'exerce leur contrôle.

VII. Bibliographie

VII. Bibliographie

- [1]. R. LEYGONIE Pollution atmosphérique n°120 Décembre 1988
Président du centre interprofessionnel technique d'étude de la pollution
atmosphérique CITEPA
- [2]. A .LEDEREAU . lois de la protection de l'environnement .Constitution de la
III^{ème} république Lille France .
- [3]. GINA (Global initiative on asthma)
Programme associant le national heart lung and blood institute (NHLBI) et
l'organisation mondiale de la santé (OMS).
- [4]. CORDIER J F .Définitions et limites de la pollution. Rev Mal respir
1997;14:6s9_6s10.
- [5]. Humbert M, Pham S, Garcia G. Facteurs étiologiques. Rev Prat
2001 ;51 :517_521.
- [7]. Organisation mondiale de la santé _ L'air_In : Risques pour la santé du fait de
l'environnement–OMS, ed. Genève 1972
- [8]. HOLLAND nd W.W., BNNET A.E, CAMERON L.R et al_Health effects of
particulate pollution : resprpalaing the evidence _ Am.j. Epidémiolo. 1979. 110 527-
659
- [9]. BURRI i P.H.- Morphologie et morphométrie du poumon humain. Encycl. Med.
Chir. (Paris-France). Poumon, 6000A10, 4.13 ;01,12p.
- [10]. WEST J.B.6 Physiologie respiratoire. Notions essentielles. Maloine, édit., Paris,
1975.
- [11]. EVEN Ph. - Circulation pulmonaire. In Physiologie Humaine. – Ph. Meyer ed _
Flammarion, édit., Paris ,1977.
- [12]. ROUGHTON F.J.W. – Transport et oxygen and carbon dioxide. - Handbook of
physiology. Vol III. Respiration. W.O.Fenn et H.Rahn ede. The American
Physiological SOCIETY – Publi., 1964I.
- [13]. DURIEUX P . _ pollution atmosphérique et maladie respiratoires . _ Encyclp.
M éd . Chir . (Paris-France) . Poumon 6020 A10 , 9-1989, 4p

- [14]. American Thoracic Society-Guidelines as to what constitutes an adverse respiratory health effect, with special reference to epidemiologic studies of air pollution_ *Am. Rev.Respir.* 1985 .131, 666-668.
- [15]. CHRETIEN J., Massé R et HUCHON g._*Physiologie de l'épuration. Encycl. Méd.Chir., Poumon.* 9-1977, Fasc.6000 B-30.
- [16]. MONNIER J., DESCHAMPS J.P., FABRY J., MANCIAUX M., RAIMBAULT A.M._*Simep, éd., Villeurbanne.* 1980.
- [17]. CHANLETT E.T – Our air environment in the workplace and the community. In : *Environnement protection. - Mc Grawhill Book Company . ed., New York,* 1979.
- [18]. TATTERSFIELD A E. Air pollution: brown skies research. *Thorax* 1996; 51:13-22.
- [19]. BRANGER.B,M de CORNULIER ,BOUILLARD.J,LAUCELOT .E
POULAIN.C ,MOSIN.S, BERTON.I,THIRON.C,LEBRIGANNE.H
Asthme a l'école primaire :enquête à Saint Nazaire et sa région .
Bull. epidemio .Hebd. n° 01-1996.
- [20]. BIGNON J. Nature et source des polluants *Rev Mal respir* 1997 ;14 :6s11_6s13.
- [21]. TESSIER .J.F. EL MEZIANE, N. ZIDOUNI, L. FILLEUL. C. NEDJARI. La pollution atmosphérique un nouveau risque respiratoire pour les ville du sud .*INT J TUBERC LUNG DIS* :223-231 2003
- [22]. AUBRY C, TEDULESCU D, Chau N, Viaggi MN, PhamQT, Manciaux M. Santé respiratoire des enfants et pollution atmosphérique I.*Rev Mal Respir,* 1989,6 :215_220.
- [23]. Tessier JF, Patois E, Lelouch J. pollution atmosphérique et affections pulmonaires. Résultat de l'enquête nationale française. Conférence internationale sur l'environnement et les maladies respiratoires. Taorminal 1983,22_27 mars.
- [24]. ROUSSEL. A. – Impact médical des pollutions d'origine automobile. Rapport au ministre de l'environnement.1983 ;

- [25]. Otto G R. Respiratory exposure to air pollutants. In : Foster WM, ed .Air pollutant and respiratory tract. New York, NY: MARCEL DEKKER, 1999:374.
- [26]. DONALDSON K, MacNee W ; Potentiel mechanisms of adverse pulmonary and cardiovascular effects of particulate air pollution (PM10) .Int JHYG Environ Health 2001. 203 : 411-415.
- [27]. MONTCORGUE .R-in:l'asthme, étiologie, pathgénie et traitement-VIGOT Frères, PARIS -1909-249
- [28]. BRISSART ME. Asthme in traité de médecine, Charcot , Bouchard-Brissart Ed ;Masson.Paris .Tome IV. 1893,240-262
- [29]. LEMANNSKE RF JR,BRUSSE WW. Asthma JAMA 1997,278/1855-1873
- [30]. WOOLCOCK AJ, PEAT JK, Evidence for the increase in asthma world wide. Ciba Found Symp 1997, 206: 122-134
- [31]. BARRIOT P, RIOU. B : Prévention of factal asthma. Chest 1987; 92: 460-466
- [32]. SCHWARTZ. M:Hereditiy in bronchial asthmla Acta-Allergol 1952, 5:212-218.
- [33]. MARTINEZ. FD, WRIGHT AL, TAUSSIG LM, HOLBERG CG, HALONEN M, MORGAN WJ ; Ashma and wheezing in the first years of life. the group health medical associates. N Engl J Med 1995 , 332:133-138
- [34]. WELLIVER RC, WONG DT, SUN M, MIDDLETON. EJR, DAUGHAN RS,. The developpement of respiratory syncitial virus speciffique IGE and release of histamine in nasopharyngeal secretions after infection N. Engl J. Med 1981, 305: 841-846
- [35]. EVERARD. ML6What link between early respiratory viral infection and atopic asthma ? Lancet 1999, 354:527-528
- [36]. asthmatics to allergen inhalation in a time_lagged manner. Eur Respir J1995;8:572s.
- [37]. Humbert M, Pham S, Garcia G. Facteurs étiologiques. Rev Prat 2001 ;51 :517_521.

[38]. Groupe Coopéra PAARC : Pollution atmosphérique et affection respiratoires chroniques ou a répétition. II : Résultat et discussion. Bul.Eur. Physiopath. Resp 1982 ;

[39]. MORGENSTEM H ; Uses of ecological analysis in epidemiological research American Journal OF Public Healthb, 1982 ; 1336-1344.

[40]. ERPURS, Evaluation des risques de la pollution urbaine pour la santé. 1987_2000. Rapport de l'observatoire régional de santé d'Ile de France. Paris, 2003.

[41]. WALTER S;D The ecological method in the study of environmental health. I:Overview of the method , II: Methodologic issues and feasibility . Environnemental Health Perspectives . 1991;94;61-73

[42]. QUENET P, Zmirou D, Médina S et al. Impact sur la santé de pollution atmosphérique en milieu urbain : synthèse de résultats APHEA (Air Pollution and Health an European Approach) . Bull Epidemiol Hebd 1998 ;2 : 5-7

[43]. DAB W, MEDINA S, QUENET P et al. Short -term effect respiratory health effects of ambient air pollution : results of the APHEA project in Paris. journal of Epidemiology and community Health 1996;50: S42-S46.

[44]. KATSOUYANNI K , SCHWARTZ J . Spix C et al ; Short term effects of air pollution on health : a Européan approach using epidemiologic time series data : The APHEA protocol . journal of epidemiology and Community Health 1996; 50: S12-S18

[45]. HOLLAND nd W.W., BNNET A.E , CAMERON L.R et al _ Health effects of particulate pollution : resprpalaing the evidence_ Am.j. Epidémiolo. 1979. 110 527-659.

[46]. VERITY CM, VANHEULEB , CARSWELF ,HUJES AD Bronchial lability and skin reactivity in dibbling of asthmatic children. Arc .Dis child 1984. 62/66-73.

[47]. BOUKHARI et COLL ; Epidémiologie de l'asthme en milieu scolaire. O.P.U Ed 1996

[48]. TALEB.A Thèse de Doctorat Es science médical.

Etude Epidémiologique de l'asthme bronchique chez l'enfant scolarisé dans la Wilaya de Sidi Belabes 2005

- [49]. DOWSE GK, SMITH D, TURNER KJ, ALPERS MP. Prevalence and features of asthma in sample survey of urban Gorokan, Papua New Guinea. *Clin Allergy*. 1985 ;15. 429-438.
- [50]. SMITH ; JM The changing prevalence of asthma in school children *Clin. Allergy* 1971;1:57-61
- [51]. SMITH ; JM The prevalence of asthma and wheezing children *Br. J. Dist Chest* 1976 ; 70:73-77
- [52]. THE INTERNATIONAL STUDY OF ASTHMA AND ALLERGIES IN CHILDHOOD (ISAAC) Steering committee World Wide variation in prevalence of symptoms of asthma , allergic rhinoconjunctivitis and atopic eczema : ISAAC . *Lancet* 1998 ; 651 : 1225-32
- [53]. BURNEY P, CHININ S, and all. Variation in the prevalence of respiratory symptoms self reported asthma attacks and use of asthma medication in European Community Respiratory healthsurvey (ECHRS) *Eur-Respir J* 1996;9;687-695.
- [54]. AIT KHALED N .L'asthme en Algérie
Epidémiologie et prise en charge : Rapport d'un travail coopératif réalisé sous l'égide de la société de pneumo-phtisiologie et présenté au 15^{ème} Congrès Médical Maghrébin Casablanca Avril 1986-OPU Alger 1986
- [55]. BEZZAOUCHA .A.Epidémiologie de l'asthme a Alger chez les enfants et chez les adultes jeunes . *Rev.Mal Resp.* 1992,9,417-423.
- [56]. EL GHARBI .B. Epidémiologie de l'asthme chez les enfants et les adolescents tunisien : Données préliminaires. 15^{ème} Congrès Médical maghrébin 1986 . Rapport tunisien sur l'asthme.
- [57]. BENNIS M. EL FASSY et Coll. Prévalence de l'asthme de l'adolescent. Enquête épidémiologique dans les établissements secondaires de Rabat. 15^{ème} Congrès Médical Maghrébin 1986. Rapport marocain sur l'asthme.
- [58]. ADERLE WI Bronchial asthma in Nigerian children *Arc. Dis. CHILD* 1979 B ; 54 :448-453.

- [59]. PEAT J K, WOOLCOCK AJ , LEEDER SR , BLACKBURN CRB Asthma and bronchitis in Sydney school children I : Prévalence during a six year study . Am.J Epidémiol 1980; 111:721-727.
- [60]. WEINBERG E G, VAN NIEKERK CH, SCHORE SC, V.HEESEH, VAN SCHALKWYK DJ. The prévalence of asthma . Lancet 1977;2:500
- [61]. CHARPIN D, AMNESI MAESANO I, GODART P KOPFESCHMITT-KUBLER MC, et Coll. Prévalence des maladies allergiques de l'enfant l'enquête ISAAC- France phase 1 BEH 1999 ,38 ;49-50.
- [62]. ARSHADSH, MATTHENS, GANT C, HIDEEDX. Effect of allergen avoidance on development of allergie disorders in infancy. Lancet 1992;339:1493-1497
- [63]. WEITZMAN .M , gortmskers , WALKERDK , SOBOLA Maternal Smoking childhood asthma pediatrics 1990 ;85 :505-511.
- [64]. CHRETIEN J. Tabagisme passif. Med et Hys 1986 ; 1043, 1044- Genève.
- [65]. DAWSON B, ILLSLEYER, HORBING, HITCHELLER R. Survery of children asthma in Aberden Lancet 1969. 1: 827-830
- [66]. CHARPIN .D. VERVLOOET .D. LAUTEAUME .A et AL : Allergie respiratoire et animaux domestiques, enquêtes réalisées en population général. Rev. Mal. Resp :1989,6 :325-328.
- [67]. SEARM, WENSLEYD : Chronic lough and wheeze in children / tothey all have asthma ,Respire J 1997 ; 10:42-50.
- [68]. HALKEN S et Al . Effect of mattress and pillow encasing. On children with asthma and house dust mite allergy .J. Allergy .Clin Immunol . 2003 ; 111:169-
- [69]. VON MUTIUS E et AL ; Am J Respir CRIT Care Med 1994 ;149: 358-364 Enquête épidémiologique en Allemagne de l'Ouest et l'L' Allemagne DE L'Est .
- [70]. SEGALA C ; et Al , Eur Respir J ;11 :677-685.
- [72]. ANONYME WHO/NHLBI WORKSHOP :report national institute of health, national heart, lung and blood institute publication number 95:3959,1995:Prévalence double en10-15ans dansla plupart des pays industrialisés (WHO/NHLBI ANONYME 1995)

- [73]. JUST J et Al . Effet a court terme de la Pollution atmosphérique en période estivale chez des enfants 2002 ;20 :899-906
- [74]. BOEZEN H M et Al Effet a court terme de la Pollution atmosphérique durant trois hiver . Lancet 1999 ;353 : 874-878.
- [75]. KULIG M et Al . Asthme et environnement chez l'enfant Allergie 1999 ; 54 :220-228.
- [76]. Principaux acquis et suites du programme ERPURS, Evaluation des risques de la pollution urbaine pour la santé. Rapport de l'observatoire régional de santé d'Ile de France.Paris décembre 1997.
- [77]. BECKLANKE M , ERNST environmental factors Lancet 1997 ; 350.
- [78]. BEHRENDT H et Al . Int Arch Allergy Immunol 1997 ; 113 :69-74.
- [79]. NICOLAI T et Al . Eur Respir J 2003 ; 21 : 956-63.
- [80]. JAAKKOLA et Al Morbidité respiratoire chez des enfants a Oulu Finlande, 1982 1984 : 115 :124-37
- [81]. PONKA A . Arch Environ Health .Incidence des crises d'asthme dans la population. 1991 ; 46 :262-9.
- [82]. HEINRICH J . Eur Respir J 2003 . 40 : 40 64S-69S.
- [83]. FORASTIERE F et Al Etude épidémiologique descriptive sur l'effect de la pollution a long terme chez des enfants de 7ans a 11 ans. Arch Environ Health 1994 ;49/111-118
- [84]. TEDULESCU D, PHAM QT, AUBRY C, CHAU N ; VIAGGI MN, HENQUEL JC , MANCIAUX M. Santé respiratoire des enfants et pollution atmosphérique Il fonction ventilatoire. Rev Mal Respir 1989 ;6 :221_228.
- [85]. WARDLAW A J : The role of air pollution in asthma. Clin.Exp : Immunol 1993 ;23 :81-96 .1.
- [86]. AMATO g. et Al. Investig AAAllergol Clin Immunol 2000 ; 10 :123-80
- [87].GILLILAND FD,PATERS JM. Effects of maternal smoking during prenacy and environnemental tobacco smoke on asthma and wheezing in chikdren .Am JResp Care Med 2001 ;163:429-436

[88].TAGER I B,MUNOZ.A,ROSNER B.WEISS ST ,CAREY V,SPEIZER FE.Effect of cigarette on the pulmonary function of children and adolescent

Am.Rev.Respir.Dis 1985;131:752-759.

[89].BERKEY CS, WARE JH.,DOKERY DW.,FERRID BG,;SPEIZER FE;Indoor air pollution and pulmonary function growth in preadolescent children. Am J.Epidemiol .1986; 123:205-260

[90].WALTER S.D. The ecological method in the study of environmental health I : Overview of the method, II: The methodologic issues and feasibility . Environmental Health Perspectives, 1991;94:61-73.

[91].CHAUVARDS : Asthme en France , un tiers des morts évitables.

Impact médecine hebdo 1997,3

[92]. MARTINEZ E D, WRICHT AL, TAUSSIGLM et Al: Asthma and wheezing in first years of life .N Eng J med 1995; 332:133-8

[93].SEARM, WENSLEYD: Chronic cough and wheeze in children: do they all have asthma? Respire J 1997; 10:42-5

[94].WILLIAMS .H, Prevalence, natural history and relationship of wheezy bronchitis and asthma in children an epidemiological study.

BR-Med J 1969; 4:321-325

[95].FRICKOL, GERMAN DF, MILL ST: Development of allergy in children .Association with virus infections J. Allergy .Clin .Immunol 1979; [97].PERDRIZET S, NEUKRICH F, COORMAN J :Prevalence of asthma in adolescent in various parts of France and its relations with respiratory allergy manifestation : Chest 1987

[98].JONES A P. Asthma and home Environment . Journal of Asthma 2000; 37(2):193-215.

[99].CUSTOVIC A, WOODCOCK A Indoor environment and asthma .

MONALDI ARCH CHEST DIS 1999 54(6):465-469

[100]. COOK D G, STRACHAN DP. Summary of effects of parental smoking on the respiratory he of children and implications for research. *Thorax* 1999; 54: 357-66.

[101].RAMSES I. Investigation sur les relations entre la pollution atmosphérique et la survenue de symptômes cliniques recueillis par le Réseau Alsace des médecins pour la surveillance des relations entre l'environnement et la santé en 1996 et 1997 .GRES Alsace, juin 1999 :67p

VIII. Annexes

ANNEXE 1

Questionnaire enfants

.....PREVALENCE DES TROUBLES RESPIRATOIRES
CHEZ UNE POPULATION D'ENFANTS EXPOSES AU POLLUANT INDUSTRIELS.

Code numéro du questionnaire

--	--	--	--

- Etablissement :.....

Date de l'interrogatoire.....

- Numéro d'ordre :

--	--	--	--	--

- Sexe : Garçon =1 Fille=2

--	--

- Date de naissance et lieu :

--	--	--	--	--	--

- Adresse actuelle:.....
.....

- Depuis combien d'année l'enfant réside la même adresse :

--	--	--

1) _ le trajet du domicile au CEM ou à l'école se fait

1- a pied

2- voiture ou en autobus

--	--

2) Combien durée en minutes :

--	--	--	--

3)- il y a t'il un Asthme rapporter ?

1-Oui

2-Non

--	--

4) Depuis combien d'année ?

1- 12 mois

2- 2 - 3 ans

3- 5 - 6 ans

4 - depuis la naissance.

--	--

5) As tu eu une crise d'asthme les 6 derniers mois ?

1-Oui

2-Non

--	--

Si la réponse est non passe directement a la question n°10

6) _ Habituellement as-tu des crises d'asthmes ?

Presque tous les jours =1

Souvent =2

Quelques fois =3

Rarement =4

--	--

7) Dans les six dernier mois , est-il arrivé que ces crises d'asthmes aient été suffisamment graves pour t'empêcher a dormir ?

_ Jamais=1

_ au mois une nuit par semaine=2

_ 1 a 2 nuit par semaine= 3

8)_ Dans les six dernier mois , est –il arrivé que ces crises d’asthmes aient été suffisamment graves pour t’empêcher de dire 1 a 2 mots ?

1-Oui

2-Non

9)_ Pendant qu’el (s) mois de l’année, a tu eu une ou des crises d’asthme(s)

/Janvier/ février/ mars/	/Avril/ Mai/ Juin /	/ Juillet / Août / Septembre/	/ octobre/Novembre/
Décembre			

Entourez le ou les mois concernés ?

10)_ 4) A tu eu des sifflement dans la poitrine a un moment quelconque de ta vie ?

1-Oui

2-Non

11)_ A tu eu des sifflement dans la poitrine dans les 6 derniers mois ?

1-Oui

2-Non

12)_ Combien de fois a tu eu des sifflement dans la poitrine dans les 6 derniers mois ?
Aucune=1

Un a trois fois =2

Quatre a six fois=3

Plus de six fois =4

13) Pendant qu’el (s) mois de l’année, a tu eu une ou des crises de sifflement dans la poitrine ?

/Janvier/ février/ mars/	/Avril/ Mai/ Juin /	/ Juillet / Août / Septembre/	/ octobre/Novembre/ Décembre
--------------------------	---------------------	-------------------------------	------------------------------

Entourez le ou les mois concernés ?

14)_ Dans les six dernier mois , est –il arrivé que ces crises de sifflement aient été suffisamment graves pour t’empêcher a dormir ?

- Jamais=1

-au mois une nuit par semaine=2

- 1 a 2 nuit par semaine= 3

15)_ Dans les six dernier mois , est –il arrivé que ces crises de sifflement aient été suffisamment graves pour t’empêcher de dire 1 a 2 mots ?

1-Oui

2-Non

16) As tu une toux sèche , plus de 2 secousses de jours ou de nuit pendant plusieurs jours alors que tu n'avais ni rhume et ni grippe ?

Oui = 1 Non= 2

17) Combien de fois as tu une toux sèche , plus de 2 secousses de jours ou de nuit pendant plusieurs jours les 6 derniers mois ?

Aucune=1

Un a trois fois =2

Quatre a six fois=3

Plus de six fois =4

18) Pendant qu'el (s) mois de l'année, a tu eu toux sèche, plus de 2 secousses de jours ou de nuit?

/Janvier/ février/ mars/	/Avril/ Mai/ Juin /	/ Juillet / Août / Septembre/	/ octobre/Novembre/ Décembre
--------------------------	---------------------	-------------------------------	------------------------------

Entourez le ou les mois concernés ?

19) As tu eu des essoufflement plus des sifflements dans la poitrine a la suite d'un effort?

Oui = 1 Non= 2

20) Combien de fois a tu eu d'essoufflement plus des sifflements dans la poitrine a la suite d'un effort les 6 derniers mois ?

Aucune=1

Un a trois fois =2

Quatre a six fois=3

Plus de six fois =4

21) Pendant qu'el (s) mois de l'année, a tu eu d'essoufflement plus des sifflements dans la poitrine a la suite d'un effort ?

/Janvier/ février/ mars/	/Avril/ Mai/ Juin /	/ Juillet / Août / Septembre/	/ octobre/Novembre/ Décembre
--------------------------	---------------------	-------------------------------	------------------------------

Entourez le ou les mois concernés ?

22) As-tu eu une douleur et/ou brûlure a la gorge sans amygdalite ni fièvre ?

Oui = 1 Non= 2

SI Oui

23) Combien de fois as-tu eu une douleur et/ou brûlure a la gorge sans amygdalite ni fièvre dans les 6 derniers mois?

Aucune=1

Un a trois fois =2

Quatre a six fois=3

Plus de six fois =4

24) _Pendant qu'el (s) mois de l'année, a tu eu une douleur et/ou brûlure a la gorge sans amygdalite ni fièvre dans les 6 derniers mois?

/Janvier/ février/ mars/	/Avril/ Mai/ Juin /	/ Juillet / Août / Septembre/	/ octobre/Novembre/ Décembre
--------------------------	---------------------	-------------------------------	---------------------------------

Entourez le ou les mois concernés ?

25) As-tu eu une sécheresse a la gorge avec une gêne a la déglutition?

Oui = 1 Non= 2

Si Oui

26) Combien de fois As-tu eu une sécheresse a la gorge avec une gêne a la déglutition dans les 6 derniers mois?

Aucune=1

Un a trois fois =2

Quatre a six fois=3

Plus de six fois =4

27) Pendant qu'el (s) mois de l'année, a tu eu une sécheresse a la gorge avec une gêne a la déglutition dans les 6 derniers mois?

/Janvier/ février/ mars/	/Avril/ Mai/ Juin /	/ Juillet / Août / Septembre/	/ octobre/Novembre/ Décembre
--------------------------	---------------------	-------------------------------	---------------------------------

Entourez le ou les mois concernés ?

28) _As-tu eu une amygdalite pour la qu'elle tu est suivi chez l'ORL ?

Oui = 1 Non= 2

Si Oui

29) Combien de fois a tu eu d'amygdalite dans les 6 derniers mois?

Aucune=1

Un a trois fois =2

Quatre a six fois=3

Plus de six fois =4

30) Pendant qu'el (s) mois de l'année, a tu eu une amygdalite?

/Janvier/ février/ mars/	/Avril/ Mai/ Juin /	/ Juillet / Août / Septembre/	/ octobre/Novembre/ Décembre
--------------------------	---------------------	-------------------------------	---------------------------------

Entourez le ou les mois concernés ?

31) As-tu une sinusite pour la qu'elle tu est suivi chez l'ORL ?

Oui = 1 Non= 2

32) As-tu des Otagie ? Oui = 1 Non= 2

33) Est tu suivi chez l'ORL ?

Oui = 1 Non= 2

34) Pendant qu'el (s) mois de l'année, a tu eu des otalgies?

/Janvier/ février/ mars/	/Avril/ Mai/ Juin /	/ Juillet / Août / Septembre/	/ octobre/Novembre/ Décembre
--------------------------	---------------------	-------------------------------	---------------------------------

Entourez le ou les mois concernés ?

35) Il y a t il des odeurs qui pique le nez ?

Oui = 1 Non= 2

36) Pendant qu'el (s) mois de l'année, a tu le nez qui pique ?

/Janvier/ février/ mars/	/Avril/ Mai/ Juin /	/ Juillet / Août / Septembre/	/ octobre/Novembre/ Décembre
--------------------------	---------------------	-------------------------------	---------------------------------

Entourez le ou les mois concernés ?

37) Quel (s) est sont le (les) produits que tu incrimine dans ta gêne respiratoire ?

- 1) Effort
- 2) Froid
- 3) Emotion Stress
- 4) Environnement
- 5) Je ne sais pas

38) As tu déjà eu des éternuements, le nez qui coule ou le nez bouché, alors que tu n'avais ni rhume ni grippe ?

Oui = 1 Non= 2

39) Pendant qu'el (s) mois de l'année, a tu eu des éternuements, le nez qui coule ou le nez bouché, alors que tu n'avais ni rhume ni grippe ?

/Janvier/ février/ mars/	/Avril/ Mai/ Juin /	/ Juillet / Août / Septembre/	/ octobre/Novembre/ Décembre
--------------------------	---------------------	-------------------------------	---------------------------------

Entourez le ou les mois concernés ?

40) Dans les 6 dernier mois, ces problèmes de nez étaient –il accompagnés d'éternuement ou d'envies de gratter << le palais et/ou les yeux >> ?

Oui = 1 Non= 2

Si oui

41) Pendant qu'el (s) mois de l'année ?

/Janvier/ février/ mars/	/Avril/ Mai/ Juin /	/ Juillet / Août / Septembre/	/ octobre/Novembre/ Décembre
--------------------------	---------------------	-------------------------------	---------------------------------

Entourez le ou les mois concernés ?

42)-Ayant subit des consultations ?

1-hopital 2-polyclinique 3 médecins privés

Tu es suivie par ;

Un médecin généraliste 1

Un spécialiste 2

43) Spécialité.....

44) Amygdalectomie faite ? Oui = 1 Non= 2

45) As-tu eu une ou des Hospitalisations ? Oui = 1 Non= 2

Pour qu'elle pathologie ?

A préciser ? L'année ou les années ?

46) Prends –tu des médicaments pour l'une ou les pathologies sus citer dans les 6 derniers mois

Oui = 1 Non= 2

Si Oui le ou lesquels.....

La ou les présentations

Traitement goutte nasal, goutte pour les oreilles.

Sirop pour la toux, antibiotiques, antihistaminique, corticoïdes

47)- As tu une toux sèche , plus de 2 secousses de jours ou de nuit pendant plusieurs jours alors que tu avais de la fièvre ?

Oui = 1 Non= 2

48) - Type de logement

1-maison individuelle 2-appartement

a Nombre de personnes/ Chambre.....

b Moyen de chauffage

1) Chauffage central 2) radiateur au gaz 3) au bois 4) électrique 5) autres

c Présence d'un chauffe eau a gaz

1-Oui 2-Non

Raccordé a un conduit de fumée 1-Oui 2-Nom

d Présence d'une gazinière

1-Oui 2-Non

Avec hotte 1-Oui 2-Non

e Présence d'animaux

1-Oui 2-Non

f 1- chat 2- chien 3-oiseaux 4-autres

Précisez

- g. Ta chambre est elle recouverte de moquette ?
- 1-Oui 2-Non
- h -Etes vous fumeur ? 1-fumeur 2- non fumeur
- Si Oui : Nombre de cig/j
- Nombre année
- 49) - S'il existe un tabagisme passif -1Oui -2 Non
- Qui vous enfume dans l'entourage... ?
- Père =1 frère=2 3-mères 4-Autres
- Quantité de tabac
- Nombre de cig./j... 0 a 9 cig/j =1
- 10 a 19 cig/j =2
- 20 a 29 cig/j=3
- > ou égal 30 cig/j=4
- Nombre année 1) plus de 5 ans 2) plus de 10 ans
- 50) -Profession du père.....1-Ouvrier 2-Employé 3- Cadre 4 Privé 5- Autres
- 51)-Pratiquez-vous du sport et loisirs ? -1Oui -2 Non
- 52)-Absentéisme scolaire dans les 6 derniers mois ?
- 1-Oui 2-Non :
- Absence de cause médicale dans les 6 derniers mois =1
- Absence de cause familiale dans les 6 derniers mois=2
- Absence de cause inconnue dans les 6 derniers mois=3
- 53) Poids/ taille/___/___/
- 54)- Moyenne du DEP avant exercice/après
- sportif (course de 6 mn)
- L/mn
- 55)-L'examen de l'appareil respiratoire :... avant
-
- /après exercice
- 56)-As-tu un asthmatique dans la famille ? 1-père 2-mère 3frère 4- sœur 5-Oncles
- 6-ascendants
- 58) Distance par rapport a la source
- < a 1,5km =Oui >1,5=Non

ANNEXE 2

Description du processus

Pour produire du zinc le complexe de Ghazaouet utilise comme matière première du minerai : la blende ; contenant en moyenne 54% à 60% de zinc, 32% de soufre, 6% de fer, 1% à 2% de plomb, 3% de SiO₂, une quinzaine d'autres éléments dont les teneurs sont inférieurs à 0,5%.

Les opérations de traitement commencent par un grillage du minerai ayant pour but de transformer le ZnS contenu dans le minerai en oxyde de zinc conformément à la réaction chimique suivante:



Le flux de gaz à la sortie du grillage contient environ 6% de SO₂. Il passe par une chaudière pour la récupération de chaleur et il est ensuite véhiculé vers d'autres installations en vue de l'épurer et de le refroidir.

L'opération suivante consiste à envoyer le SO₂ vers une tour de catalyse où il est oxydé en SO₃ en présence de pentoxyde de vanadium (V₂O₅) selon la réaction suivante:



Pour que le taux de conversion de SO₂ en SO₃ soit maximum, le gaz passe à travers quatre lits de catalyseurs où il est refroidit à la sortie de chaque lit pour extraire la chaleur dégagée.

Le flux de SO₃ est ensuite envoyé vers une tour d'absorption pour être transformé en acide sulfurique par contact avec de l'eau suivant la réaction suivante:



La quantité d'acide sulfurique ainsi produite est approximativement de 70.000 tonnes/an.

ANNEXE 3

Recueil des données de la pollution atmosphérique

Estimation des rejets gazeux du complexe d'électrolyse de zinc

Nous avons retenu dans cette étude comme indicateurs de pollution les taux de SO₂.

3.1. Estimation des rejets gazeux du complexe d'électrolyse de zinc

3.1.1. Rejets gazeux et quantification

Il y a lieu de souligner que le principal problème de pollution atmosphérique au niveau de l'usine provient précisément de la tour de catalyse où le SO₂ qui n'a pas été converti en SO₃ est rejeté vers l'atmosphère à travers une cheminée dont la hauteur à partir du sol est de 104 m. Ces rejets contiennent également en moindre quantité du SO₃ qui n'a pas été absorbé ainsi que de l'acide sulfurique sous forme de fines gouttelettes.

La vétusté des équipements, le non-respect des paramètres de fonctionnement au niveau du processus ou une légère baisse de réactivité du catalyseur peuvent être la source d'une mauvaise conversion qui se traduira par des rejets plus importants de SO₂ vers l'atmosphère.

En plus des émissions de SO₂, d'autres polluants sont également rejetés au niveau de l'usine mais en moindre quantité. Il s'agit principalement de poussières et de fumées.

Ces émissions ne sont pas rejetées à travers une cheminée mais sont évacuées simplement à partir du toit du local et sont donc rabattues rapidement vers le sol par le vent, constituant ainsi une gêne aussi bien pour les travailleurs du complexe que pour les habitations les plus proches.

3.1.2. Estimation lors de la conversion

Ces émissions de SO₂ entraînent indéniablement un impact sur l'environnement qui peut être évalué à travers la quantification des rejets qui dépend essentiellement du taux de conversion de SO₂ en SO₃.

En période de fonctionnement normal, la conversion devrait donc se situer généralement entre 97% et 98%. D'après les exploitants, ce taux peut parfois descendre jusqu'à 96% dans certaines conditions particulières.

Ce niveau de conversion de 96% se traduirait par des émissions de SO₂ dans la cheminée de l'ordre de 27,5 Kg par tonne d'acide fabriqué.

Sachant que la production de l'unité est de 270 tonnes/jour, les rejets de SO₂ pour un taux de conversion de 96% sont donc estimés approximativement à 85 g/seconde.

En période de fonctionnement normale (conversion 98%), les rejets sont estimés à 13 kg/tonne d'acide fabriqué. Dans ce cas, le taux d'émission devrait être de l'ordre de 40 g/seconde.

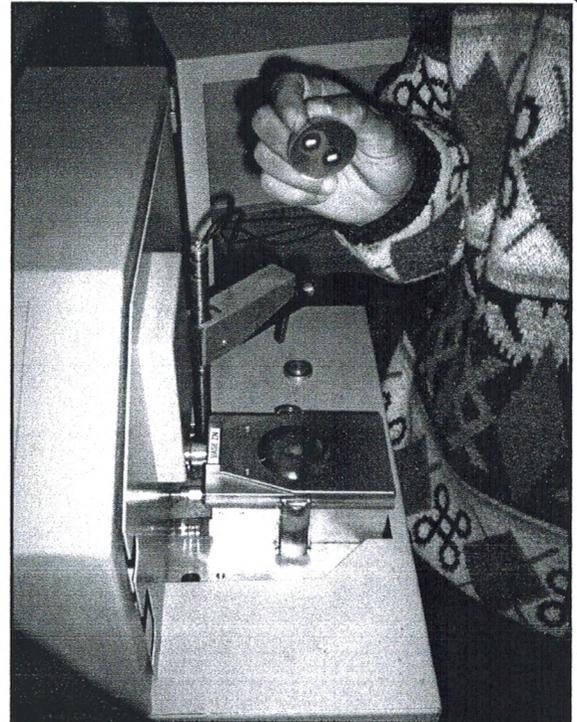
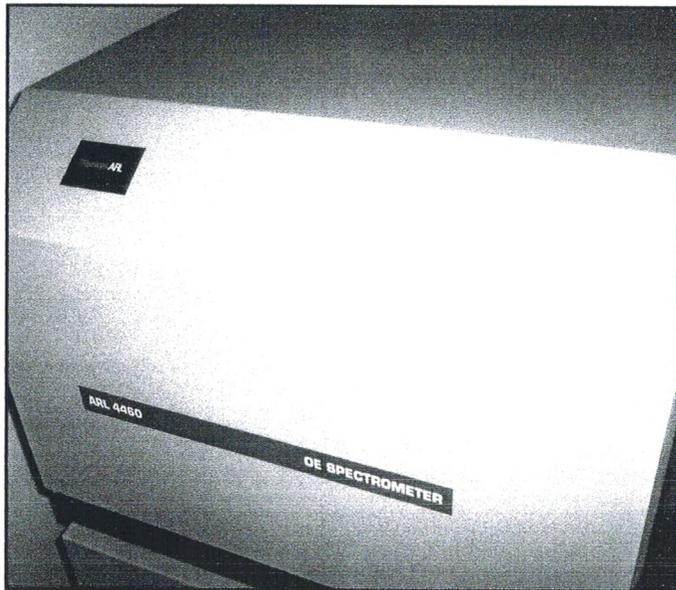
3.1.3. En période d'arrêt et de redémarrage

Après arrêt et redémarrage de l'unité d'acide sulfurique, les émissions de SO₂ vers l'atmosphère sont très importantes. En effet après arrêt, tout le SO₂ qui n'a pas été converti est rejeté vers l'atmosphère. Au redémarrage, la conversion de SO₂ en SO₃ n'est que de 70% environ. La conversion croît progressivement avec la température des gaz et ce n'est qu'après quelques heures que la température adéquate soit atteinte et que la conversion approche les conditions normales.

Durant toute cette période, les émissions de SO₂ sont plusieurs fois supérieures à la norme recommandée.

L'impact sur la qualité de l'air dans ces cas est important puisque les concentrations au niveau du sol sont importantes en fonction du niveau d'émission.

ANNEXE 4



ARL 4460 OE SPECTROMETER

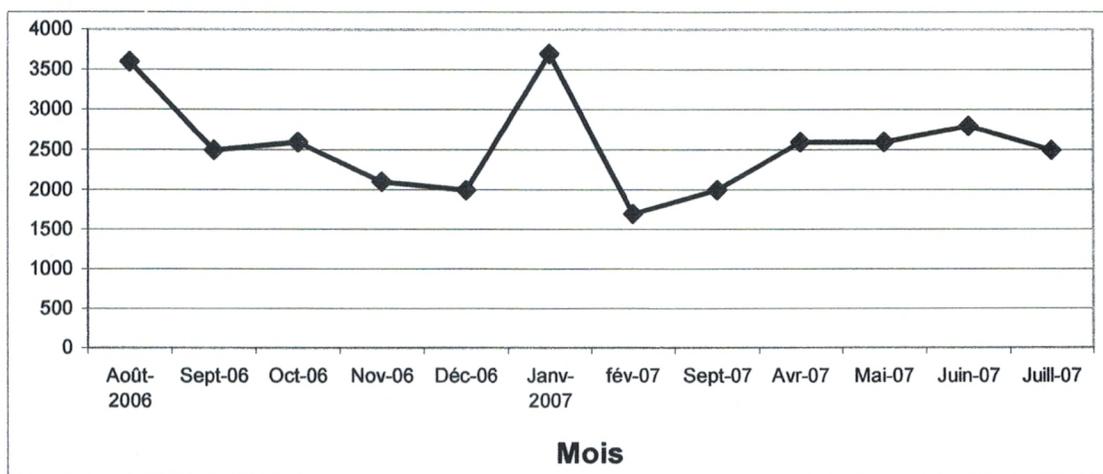


Testo 350 M/XL

ANNEXE 5

Estimation par mesure de détection (Appareillage)

Détection des Gaz grâce au Testo 350 M/XL : détecteur transportable muni d'une sonde à prélèvement qui fournit en temps réel après étalonnage ; température, humidité relative, vitesse d'air. Une indication de la concentration des gaz (anhydride sulfureux, monoxyde de carbone, oxyde d'azote, dioxyde d'azote, Nox). Grâce à des cellules de mesures à très hautes précisions



Taux de SO₂ rejeté pendant l'année 2006-2007

ANNEXE 6

Résultats et recueil des données météorologiques :

Il influe sur le développement de la pollution de type méditerranéen, oscille entre semi aride et le subhumide, chaud et sec en été, relativement doux en hiver.

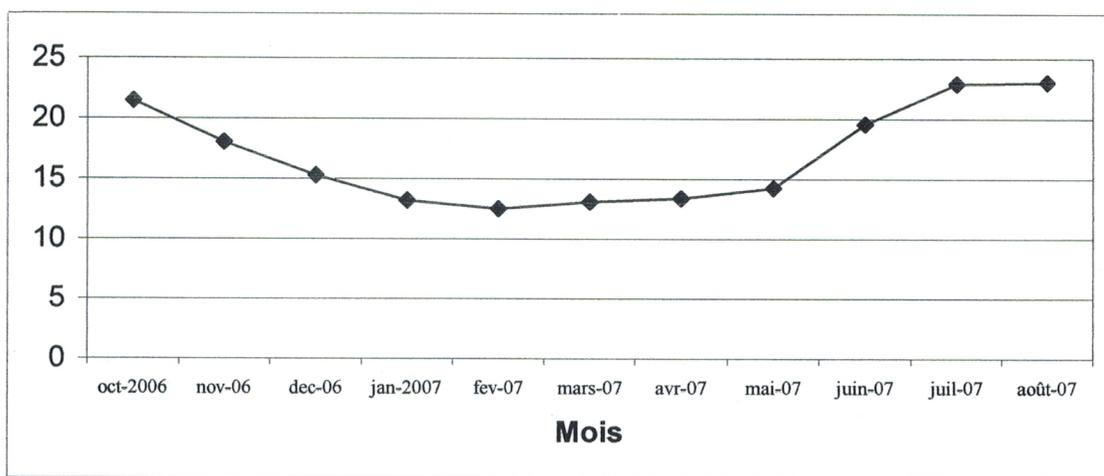
7.1. Les températures

La température moyenne est de 18,23° de l'année 2006/2007.

Les mois les plus chauds sont les mois d'été (juin, juillet, août).

Pour le reste des mois de l'année, les moyennes de température ne descendent pas au dessous de 10 - 12°C, le mois de février étant le plus froid.

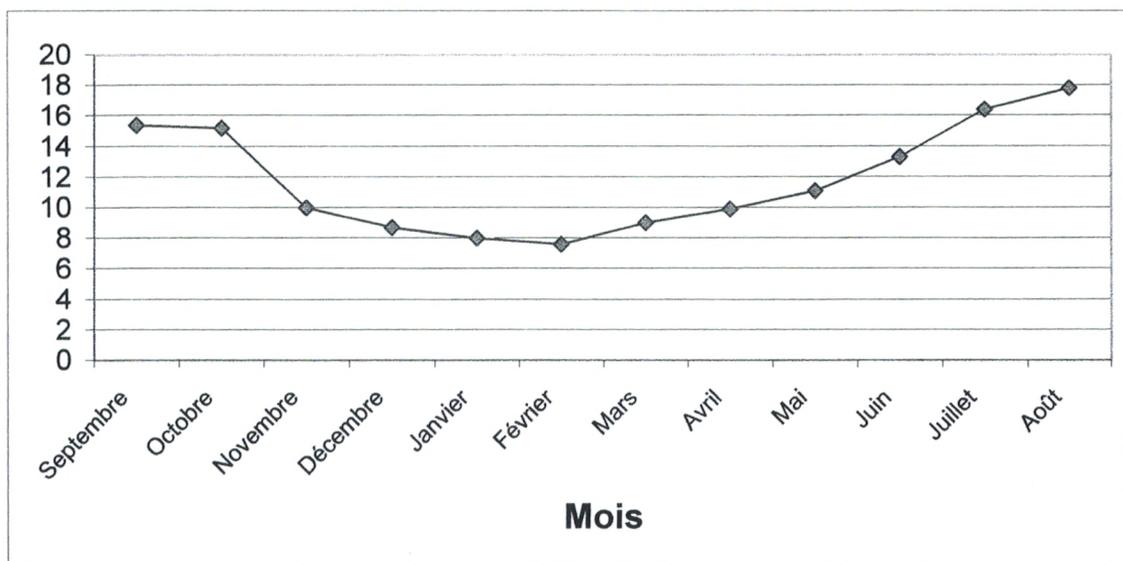
Evolution des températures moyennes mensuelles dans la période Sept2006/ Août 2007.



Evolution et moyenne mensuelle de la température dans l'année.

7.2. L'humidité

Le minimum annuel de l'humidité absolue est enregistré en janvier et février. en été, elle atteint des valeurs élevées avec un maximum en Août

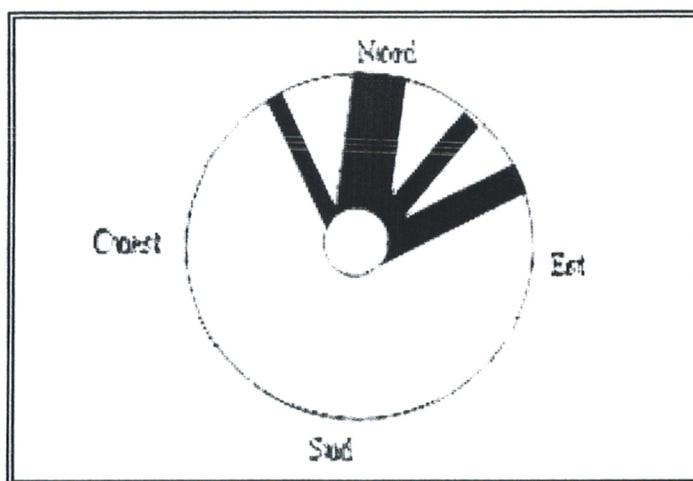


Evolution et de l'humidité moyenne mensuelle de l'humidité absolues

(mm de mercure) dans l'année.

7.3. L'anémométrie

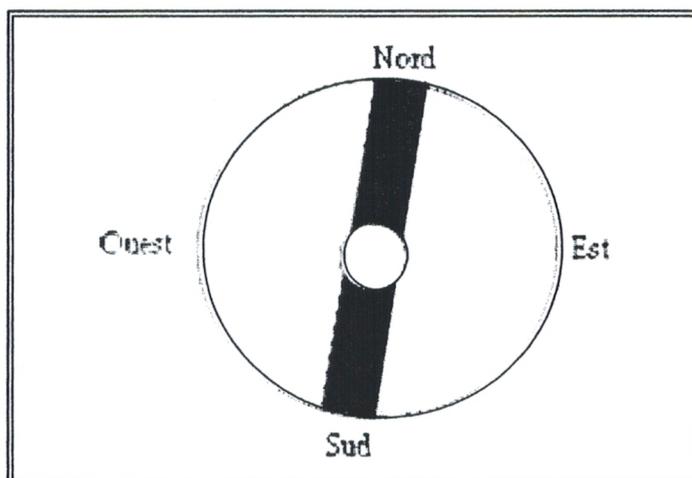
En période d'hiver, c'est principalement les vents du sud, du sud-ouest et d'ouest qui prédominent.



Rose des vents

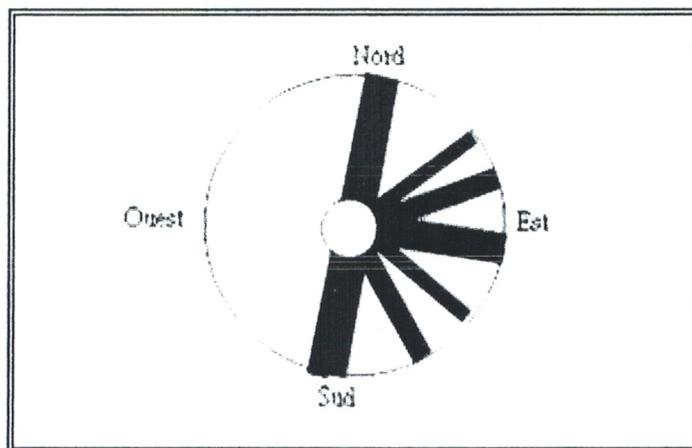
Par contre en été les vents du nord et du sud qui correspondent respectivement aux brises de mer et de terre sont les plus fréquents.

Durant les autres saisons, les vents d'ouest et de nord-ouest soufflent aussi fréquemment



Rose des vents

Sur l'ensemble de l'année, on peut constater que les directions se trouvant à gauche de l'axe nord-sud sont prédominantes. Le panache de SO_2 se dispersera donc la plupart du temps au-dessus des secteurs nord, nord-est, est, sud-est et sud. Ce seront donc ces secteurs qui seront le plus souvent affectés par les retombées de SO_2 au niveau du sol.



Rose des vents

Pour ce qui est des vitesses moyennes de vent, elles varient également en fonction des différents mois de l'année et du moment de la journée. Les vitesses moyennes mensuelles varient entre 2,3 et 4,5 m/s. Au cours d'une journée de 24 H, ces vitesses moyennes se

situent généralement entre 3 et 4 m/s. En période diurne, elles sont proches de 4 m/s alors qu'en période nocturne elles se situeraient autour de 3 m/s.

Donc on en déduit que ces rejets peuvent entraîner un impact sur les populations avoisinantes ou sur tout autre élément de l'environnement.

Les principales données nécessaires : sont Le taux d'émission de SO₂,

la surrelevation du panache qui est en fonction de la hauteur et le diamètre de la cheminée, du volume et la température des gaz, etc...

ANNEXE 7

<i>Auteur Lieu</i>	<i>Période</i>	<i>Sujets</i>	<i>Polluants mesurés</i>	<i>Indicateurs sanitaires</i>	<i>Facteurs de confusion</i>	<i>Relation positive significative entre des indicateurs et des polluants</i>
EAST Québec	1975	3 452 enfants 7 à 12 ans	SO ₂ , PS	Infections des voies respiratoires	Sexe – Niveau socio-économique- Tabagisme	Bronchite
P.A.A.R.C France	1974 1976	2 727 enfants	SO ₂	Morbidité respiratoire-Antécédents médicale – Absentéisme scolaire	Age – Sexe – Catégorie socio – professionnelle – Chauffage – Météorologie	Symptômes des voies respiratoires supérieures (rhinites) – Absences scolaires
PERDRIZET France	1975	6 918 enfants 6 à 10 ans	SO ₂ , PS	Morbidité respiratoire- Antécédents respiratoires	Sexe – Age – Antécédents d'allergie – Catégorie socio – professionnelle – Logement – Tabagisme	Symptôme respiratoire – Dyspnée d'effort – Rhumes – Complications bronchiques
JAAKKOLA Finlande	1982 1984	679 enfants 14-18 mois 6 ans	SO ₂ , PS, NO _x , H ₂ S	Infections des voies respiratoires	Sexe – Maladies allergiques – Nombre de contacts avec les autres enfants	Infections fébriles des voies respiratoires supérieures
CHARPIN France	1983 1984	450 enfants 9 à 11 ans	SO ₂	Morbidité respiratoire – Absentéisme	Température – Jour – Saison	Prévalences des infections des voies respiratoires supérieures inférieures
GOREN Israël	1984 1989	Enfants 6 à 18 ans	SO ₂ , NO _x	Morbidité respiratoire – EFR	Chauffage – Nombre d'enfants par chambre – Tabagisme – Origine ethnique – Niveau d'études du père	Prévalence des symptômes respiratoires
BOUSSIN Toulouse	1985 1986	1 000 enfants 8 à 11 ans	SO ₂ , NO _x , NH ₄ ⊕	Morbidité respiratoire – Antécédents médicaux – Absentéisme	Logement – Tabagisme – Météorologie	Pathologie respiratoire aiguë
AUBRY Carling	1985 1986	898 enfants 9 à 12 ans	SO ₂ , PS	Absentéisme - Antécédents médicaux – Morbidité respiratoire – EFR	Densité d'habitation - Niveau d'études du père – Chauffage - Météorologie	Prévalence des symptômes respiratoires
FORASTIERE Italie	1987	3 092 enfants 7 à 11 ans	SO ₂ , PS	Morbidité respiratoire – Antécédents respiratoires	Indice d'habitation - Chauffage - Niveau d'études du père	Prévalence des symptômes respiratoires
PÖNKÄ Finlande	1987	1 532 enfants 1 à 6 ans	SO ₂ , NO ₂	Infections respiratoires - Absentéisme	Température	Infections des voies respiratoireir supérieures
HE Chine	1988	406 enfants 7 à 13 ans	SO ₂ , PS, NO _x , CO	EFR – Morbidité respiratoire	Tabagisme – Chauffage – Logement - Catégorie socio – professionnelle	Infections des voies respiratoireir supérieures
SCHMITZBERGER Autriche	1989	1 626 enfant 6 à 15 ans	SO ₂ , NO ₃ , O ₃	Antécédent respiratoire- Morbidité respiratoire - EFR	Tabagisme – Chauffage- Age- Sexe – Catégorie socio-professionnelle	Prévalence de l'enfant liée à l'ozone

Comparaison entre les études publiées concernant les enfants

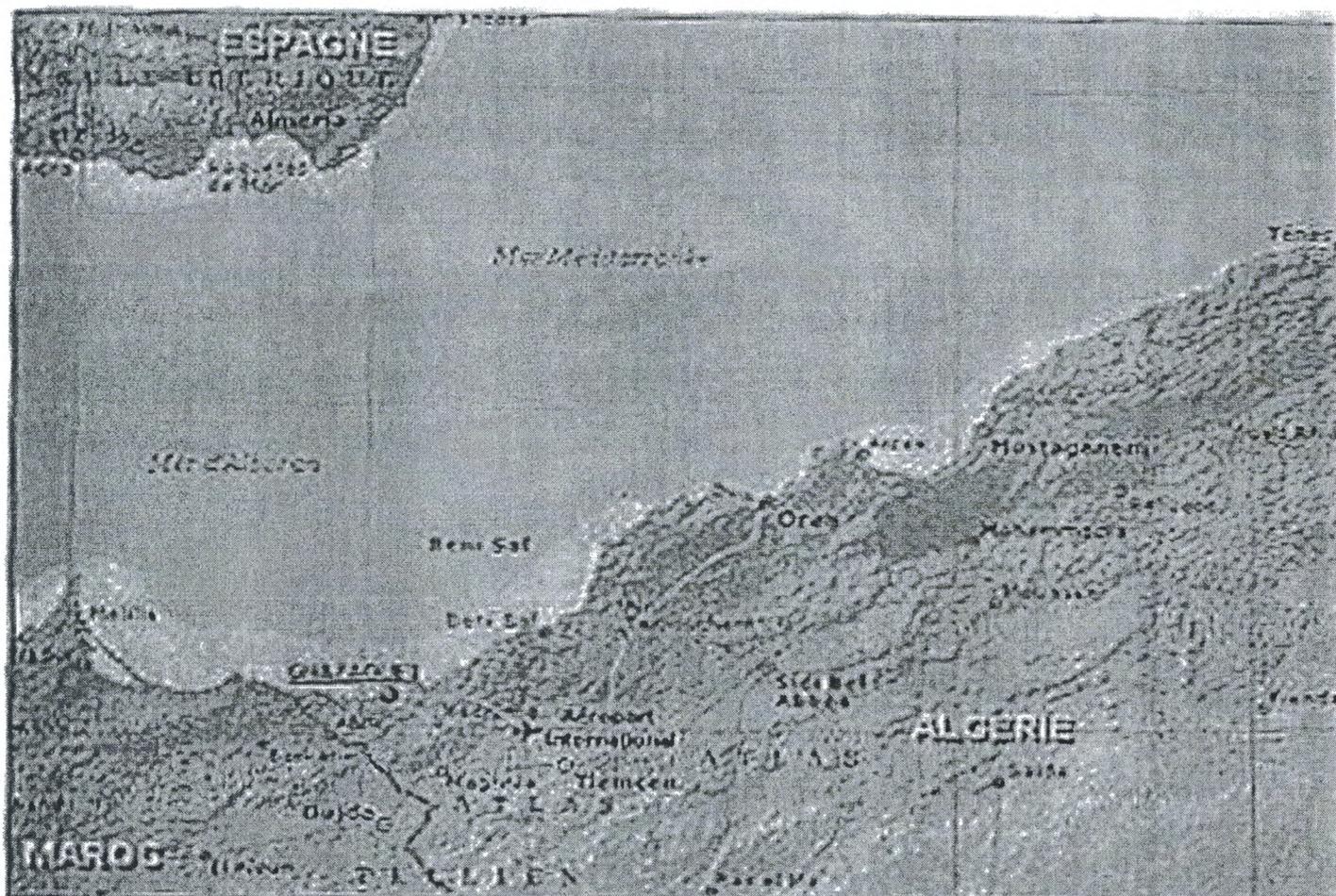
ANNEXE 8

Abréviations

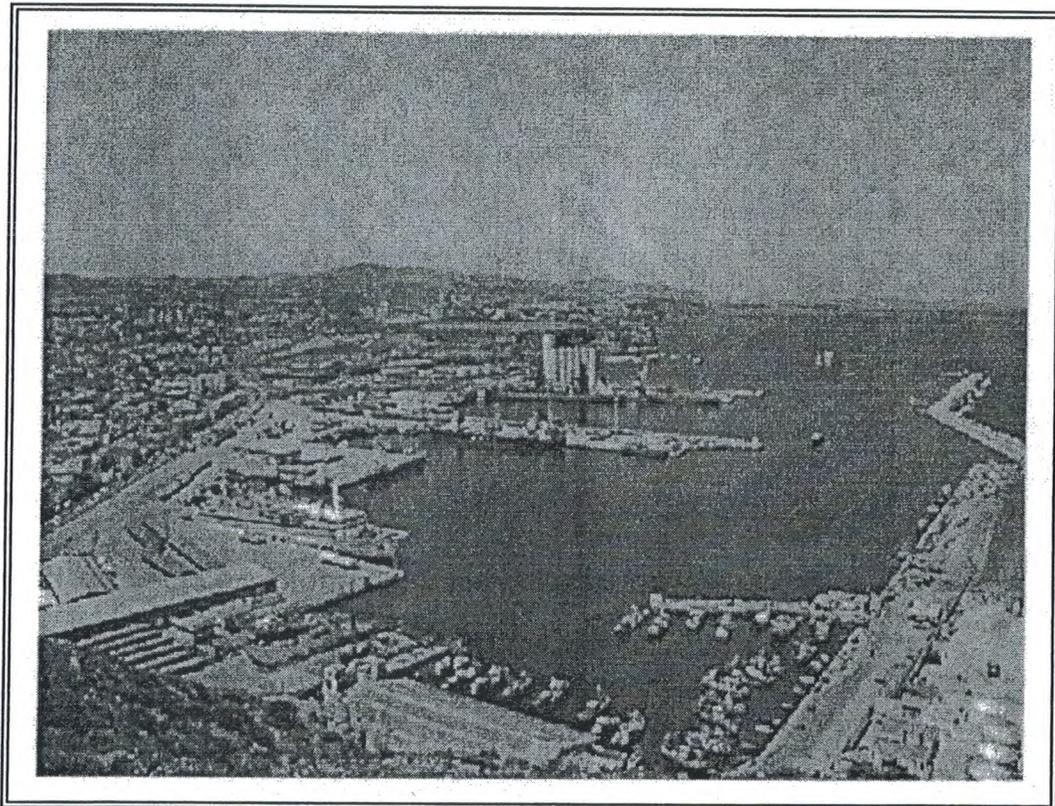
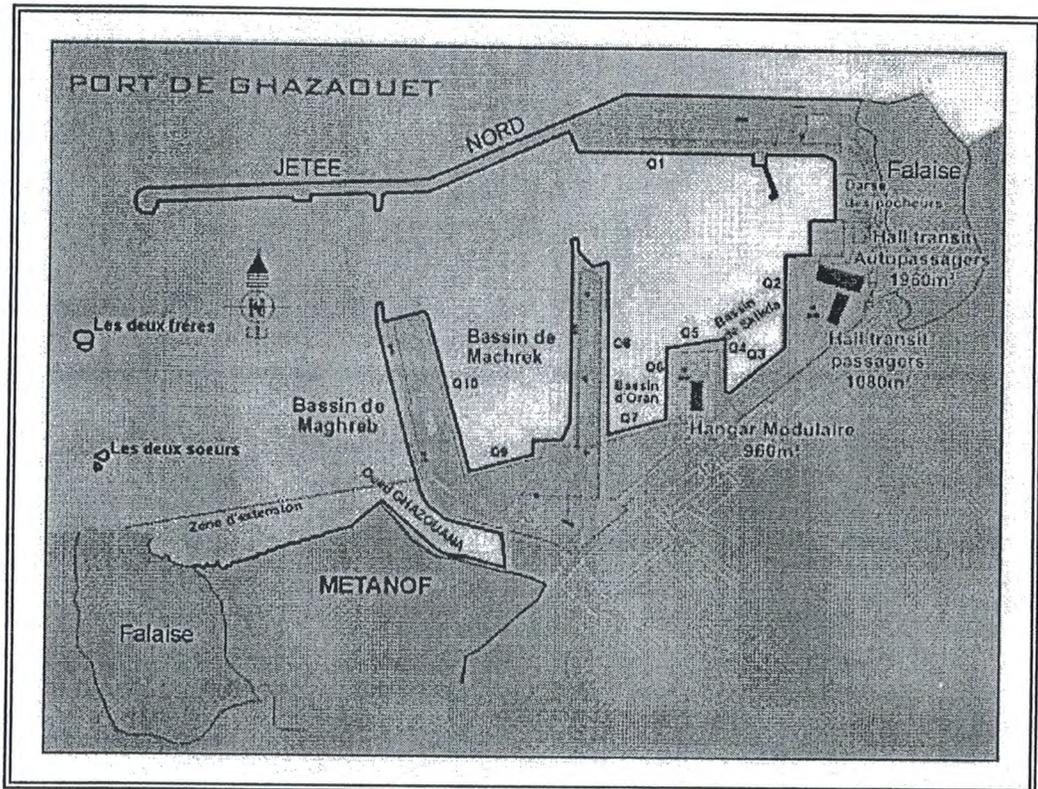
PS	=	Particule en suspension
NO₂H	=	Acide nitrique
NO₃H	=	Acide nitreux
IGE	=	Immuno Globuline de type E
VRS	=	Virus Respiratoire
PM	=	Poids Moléculaire
CPA	=	Cellules Présentatrices de l'Antigène
Th	=	Lymphocyte T helper
TNFα	=	Tumor Necrosis Factor α
Ppm	=	Partie par million en volume (mL/m ³)
Ppb	=	Partie par billion en volume (μ L/m ³)
DEP	=	Débit Expiratoire de pointe
EFR	=	Exploration Fonctionnelle Respiratoire
CV	=	Capacité Vitale
RAST	=	Radio Allergo Sorbent test
DCI	=	Dénomination Commune Internationale
ADN	=	Acide Désoxyribonucléique
BIE	=	Bronchospasme Induit par l'Effort
ISAAC	=	International Study of Asthma and Allergie in Childhood
SEMEP	=	Service de Médecine d'Epidémiologie et de Prévention

ANNEXE 9

Cartes de la région

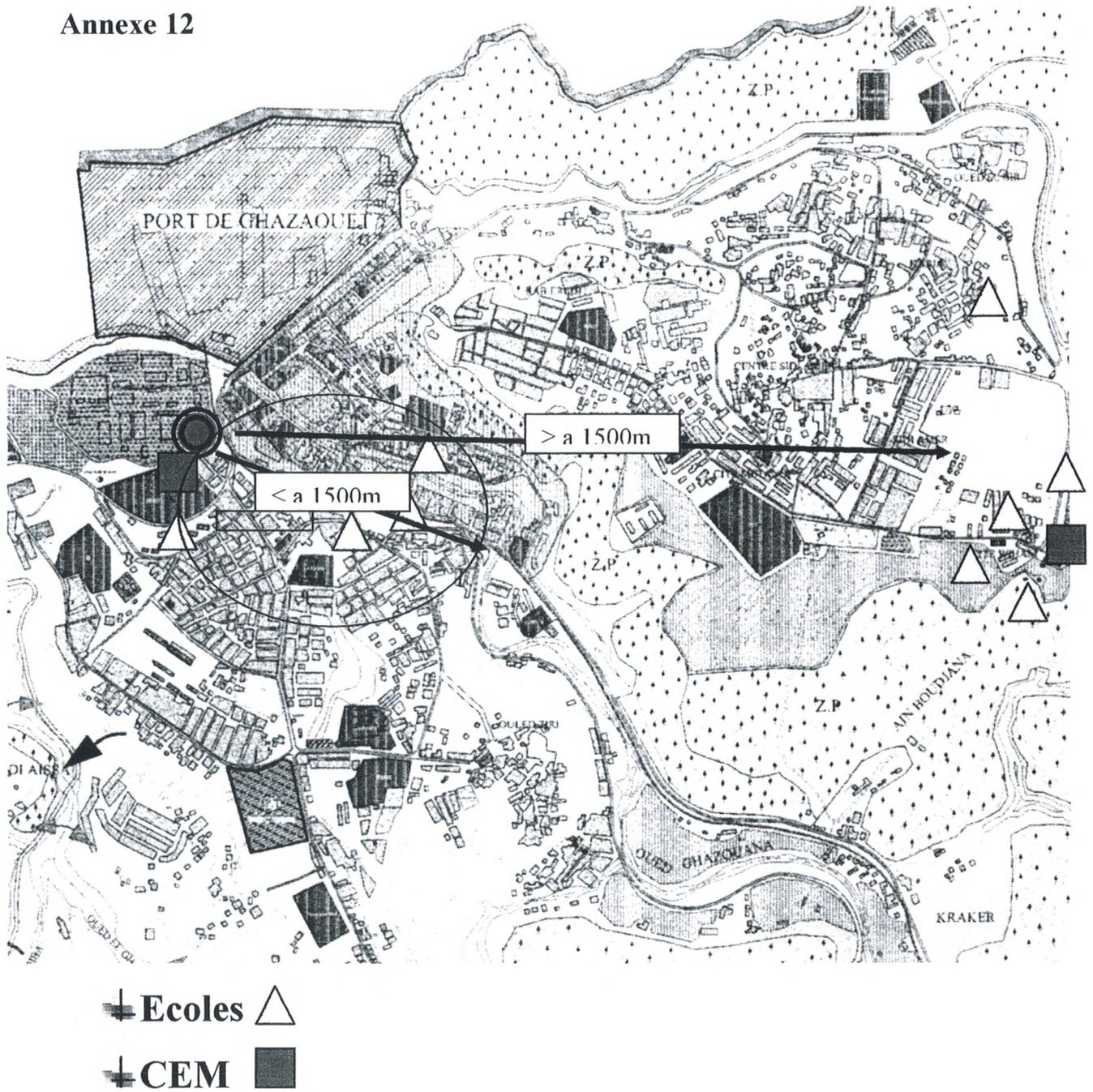


ANNEXE 10



Port de GHAZAOUET

Annexe 12



Répartition géographique des établissements scolaires

ANNEXE 13

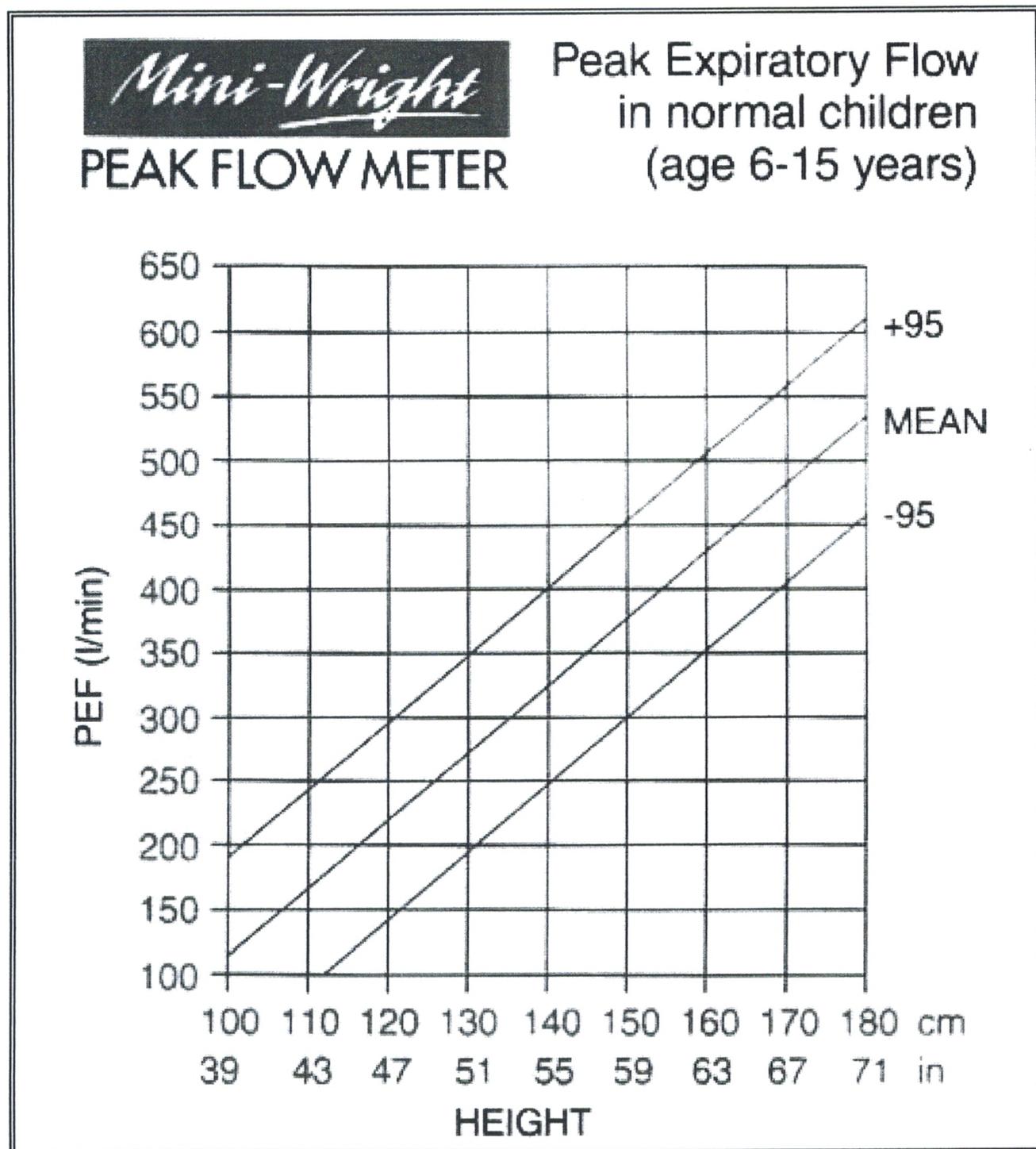
Mesures des débits expiratoires de pointe des enfants asthmatique

Age	masculin			féminin				
6ans	Débit expiratoire de pointe			Débit expiratoire de pointe				
	DEP matin	DEP Soir	Variabilité du DEP	DEP matin	DEP soir	Variabilité du DEP		
	1	100 l/mn	110 l/mn	09,5%	4	82 l/mn	90 l/mn	9,3%
	2	90 l/mn	110 l/mn	21%	5	70 l/mn	90 l/mn	25%
3	85 l/mn	110 l/mn	25,6%	6	77 l/mn	95 l/mn	21%	
Age	masculin			féminin				
7ans	Débit expiratoire de pointe			Débit expiratoire de pointe				
	DEP matin	DEP Soir	Variabilité du DEP	DEP matin	DEP soir	Variabilité du DEP		
	7	156 l/mn	195 l/mn	22,2%	13	165 l/mn	180 l/mn	17,14%
	8	83 l/mn	185 l/mn	78%	14	145 l/mn	195 l/mn	29,4%
	9	205 l/mn	220 l/mn	7%	15	195 l/mn	200 l/mn	2,5%
	10	103 l/mn	175 l/mn	40%	16	148 l/mn	200 l/mn	29,8%
	11	214 l/mn	220 l/mn	2,7%				
12	72 l/mn	210 l/mn	97%					
Age	masculin			féminin				
8ans	Débit expiratoire de pointe			Débit expiratoire de pointe				
	DEP matin	DEP Soir	Variabilité du DEP	DEP matin	DEP soir	Variabilité du DEP		
	17	180 l/mn	200 l/mn	10,5%	25	140 l/mn	185 l/mn	27,6%
	18	110 l/mn	185 l/mn	50,8%	26	178 l/mn	190 l/mn	6,5%
	19	193 l/mn	220 l/mn	13,7%	27	163 l/mn	198 l/mn	19%
	20	172 l/mn	220 l/mn	24,4%	28	74 l/mn	180 l/mn	53,3%
	21	88 l/mn	178 l/mn	98,2%	29	178 l/mn	200 l/mn	11,6%
	22	213 l/mn	220 l/mn	3,2%	30	152 l/mn	190 l/mn	22,2%
	23	173 l/mn	220 l/mn	23,9%	31	110 l/mn	175 l/mn	45,6%
	24	200 l/mn	225 l/mn	11,7%				

Age	masculin			féminin				
9ans	Débit expiratoire de pointe			Débit expiratoire de pointe				
	DEP matin	DEP Soir	Variabilité du DEP	DEP matin	DEP soir	Variabilité du DEP		
	32	230	250 l/mn	8,3%	41	215	235 l/mn	4,4%
	33	129	210 l/mn	38,5%	42	180	235 l/mn	26,5%
	34	195	246 l/mn	23,1%	43	210	245 l/mn	15,3%
	35	238	250 l/mn	4,9%	44	190	250 l/mn	27,2%
	36	207	285 l/mn	28,7%	45	230	250 l/mn	8,3%
	37	119	215 l/mn	57,4%	46	230	246 l/mn	6,7%
	38	236	260 l/mn	9,6%	47	258	260 l/mn	0,7%
39	204	260 l/mn	24,1%					
40	198 l/mn	220 l/mn	10,5%					
Age	masculin			féminin				
10ans	Débit expiratoire de pointe			Débit expiratoire de pointe				
	DEP matin	DEP Soir(16h)	Variabilité du DEP	DEP matin	DEP soir	Variabilité du DEP		
	48	253	268 l/mn	5,7%	56	255	260 l/mn	2%
	49	204	260 l/mn	24,1%	57	200	260 l/mn	26%
	50	165	245 l/mn	39%	58	165	240 l/mn	37%
	51	278	285 l/mn	2,4%	59	225	265 l/mn	16,3%
	52	202	285 l/mn	34%	60	204	270 l/mn	27,8%
	53	232	285 l/mn	20,5%	61	245	270 l/mn	9,7%
	54	276	290 l/mn	5%	62	223	295 l/mn	27,7%
	55	265	295 l/mn	12,6%	63	195	230 l/mn	16,4%
	64	198	275 l/mn	34%				
65	278	295 l/mn	6%					
66	185	270 l/mn	54,1%					
Age	masculin			féminin				

	Débit expiratoire de pointe			Débit expiratoire de pointe				
	DEP matin	DEP Soir	Variabilité du DEP	DEP matin	DEP soir	Variabilité du DEP		
	67	250l/mn	295 l/mn	3,4%	80	240l/mn	300 l/mn	22,2%
68	235l/mn	305 l/mn	26%	81	115l/mn	225 l/mn	64,5%	
69	295l/mn	305 l/mn	5,5%	82	235 l/mn	300 l/mn	24,3%	
70	260l/mn	305 l/mn	15,5%	83	217 l/mn	290 l/mn	28,8%	
71	296l/mn	306 l/mn	3,3%	84	288 l/mn	305 l/mn	5,7%	
72	244l/mn	310 l/mn	23,8%	85	233 l/mn	305 l/mn	26,7%	
73	280l/mn	310 l/mn	10,16%	86	190 l/mn	300 l/mn	45%	
74	210l/mn	300 l/mn	44%	87	125 l/mn	280 l/mn	76,5%	
75	217 l/mn	290 l/mn	28,8%	88	145 l/mn	290 l/mn	66,6%	
76	202 l/mn	295 l/mn	37,4%					
77	225 l/mn	295 l/mn	27%					
78	227l/mn	310 l/mn	30%					
79	125 l/mn	280 l/mn	76,5%					
Age	masculin			féminin				
12ans	Débit expiratoire de pointe			Débit expiratoire de pointe				
	DEP matin	DEP Soir	Variabilité du DEP	DEP matin	DEP soir	Variabilité du DEP		
	89	NC	NCcat 2	97	245 l/mn	305 l/mn	21,8% st2	
	90	250 l/mn	310 l/mn	21%	98	185 l/mn	305 l/mn	49%
	91	297 l/mn	310 l/mn	4,2				
	92	243 l/mn	310 l/mn	20,cccc				
	93	260 l/mn	310 l/mn	17,5				
	94	180 l/mn	295 l/mn	48,4				
	95	292 l/mn	315 l/mn	7,5				
96	190 l/mn	305 l/mn	46,4					
Age	masculin			féminin				
13ans	Débit expiratoire de pointe			Débit expiratoire de pointe				
	DEP matin(10h)	DEP Soir(16h)	Variabilité du DEP	DEP matin	DEP soir	Variabilité du DEP		
	99	330 l/mn	350 l/mn	12,1%	107	260l/mn	310 l/mn	17,5%
	100	265 l/mn	340 l/mn	24,7%				
	101	300 l/mn	350 l/mn	15,3%				
	102							
	103	330 l/mn	355 l/mn	7,5%				
	104	200 l/mn	330 l/mn	49%				
105	325 l/mn	370 l/mn	15,1%					
106	190 l/mn	350 l/mn	22,2%					
Age	masculin			féminin				
14ans	Débit expiratoire de pointe			Débit expiratoire de pointe				
	DEP matin(10h)	DEP Soir(16h)	Variabilité du DEP	DEP matin	DEP soir	Variabilité du DEP		
	108	340 l/mn	360 l/mn	5,7%	117	255	300 l/mn	16,2%
	109	255 l/mn	360 l/mn	34%	118	243	350 l/mn	36%
	110	285 l/mn	360 l/mn	24%	119	300	360 l/mn	18,1%
	111	280 l/mn	360 l/mn	25%	120	193	320 l/mn	50%
	112	340 l/mn	370 l/mn	8,4%	121	205	315 l/mn	42,3%
	113	263 l/mn	325 l/mn	21%				
	114	294 l/mn	370 l/mn	22,8%				
	115	200 l/mn	315 l/mn	44,6%				
116	273 l/mn	360 l/mn	27,4%					
Age	masculin			féminin				
15ans	Débit expiratoire de pointe			Débit expiratoire de pointe				
	DEP matin(10h)	DEP Soir(16h)	Variabilité du DEP	DEP matin	DEP soir	Variabilité du DEP		
	122	360 l/mn	380 l/mn	11,1%	133	300	375 l/mn	22,2%
	123	210 l/mn	370 l/mn	55%				
	124	365 l/mn	380 l/mn	4%				
	125	230 l/mn	360 l/mn	44,6%				
	126	356 l/mn	365 l/mn	2,4%				
	127	298 l/mn	370 l/mn	21,5%				
	128	305 l/mn	385 l/mn	23%				
	129	372 l/mn	390 l/mn	4,7%				
	130							
	131	310 l/mn	400 l/mn	25,3%				
	132	210 l/mn	395 l/mn	61%				

ANNEXE 14



Carte du débit expiratoire de pointe

ANNEXE 15

Typologie des Stations

Classes des stations	objectifs	Polluants
Trafic	Fournir des informations sur les concentrations mesurées dans des zones représentatives du niveau maximum d'exposition auquel la population située en proximité d'une infrastructure routière est susceptible d'être exposée.	Polluants recommandés : polluants réglementés d'origine automobile comme le CO, NO _x , PM ₁₀ , FN, composés organiques toxiques. Polluants optionnels sous conditions de niveaux pertinents : SO ₂ Pb
Industrielle	Fournir des informations sur les concentrations représentatives du niveau de pollution induit par des phénomènes de panache ou d'accumulation issu d'une source industrielle.	Polluants recommandés : polluants réglementés d'origine industrielle comme le SO ₂ , COV, HAP, métaux lourds, NO _x sous conditions de niveaux pertinents. Non recommandés : O ₃ et CO
Urbaine	Suivi du niveau d'exposition moyen de la population aux phénomènes de pollution atmosphérique dits « de fond » dans les centres urbains.	Polluants recommandés : les polluants réglementés NO _x , PM ₁₀ , FN, O ₃ , SO ₂ et composés organiques volatils. Toutefois la mesure systématique de tous les polluants en continu en station fixe est sous conditions de niveaux pertinents.
Périurbaine	Suivi du niveau d'exposition moyen de la population aux phénomènes de pollution atmosphérique dits « de fond » à la périphérie du centre urbain.	Polluants recommandés : NO _x , O ₃ , précurseurs photochimiques Polluants optionnels sous condition de niveaux pertinents : SO ₂ , PM ₁₀ , autres polluants.
Rurale régionale	Surveillance de l'exposition des écosystèmes et de la pollution atmosphérique de « fond » notamment photochimique à l'échelle régionale. Elles participent à la surveillance de la qualité de l'air à longue distance notamment transfrontalière.	Polluants recommandés : NO _x , O ₃ , précurseurs photochimiques ou analyse de retombées sèches ou humides, suivi de phénomènes de pollution locale (ammoniac par exemple)
Parafe nationale	Surveillance des zones rurales de la pollution atmosphérique dites de fond issue des transports de masses d'air à longue distance notamment transfrontalière.	Polluants recommandés : NO ₂ , O ₃ , précurseurs photochimiques ou analyse de retombées sèches ou humides.
Observations spécifiques	Stations utilisées pour des besoins spécifiques tels que l'aide à la modélisation ou la prévision.	Selon l'objet de la station.

Mesure à prendre en cas de Pic de pollution atmosphérique. Source conseil supérieur d'hygiène de France

Groupes	Activités	Dépassement du seuil d'information	Dépassement du seuil d'activité
Enfants âgés de moins de 6 ans (Crèches, écoles maternelles)	Déplacements habituels (domicile lieu de garde ou école)	Pas de modification des déplacements habituels.	Pas de modification des déplacements indispensables mais éviter les promenades.
	Récréation ou temps équivalent	Laisser les enfants s'aérer et ne pas modifier les activités prévues sauf pour les sujets connus comme étant sensibles ou qui présenteraient une gêne à cette occasion il faut alors éviter les exercices physiques intenses, privilégier les activités calmes.	Eviter les activités à l'extérieur
Enfants âgés de 6 à 15 ans (écoles primaires, collèges, centres aérés, ...)	Déplacements habituels (domicile lieu de garde ou école)	Pas de modification des déplacements habituels.	Pas de modification des déplacements habituels.
	Récréation ou temps équivalent sans activité sportive organisée	Laisser les enfants s'aérer normalement.	Eviter les activités à l'extérieur.
	Activités sportives	Ne pas modifier les activités sportives sauf pour les sujets connus comme étant sensibles ou qui présenteraient une gêne à cette occasion il faut alors privilégier les exercices physiques moins intenses, voire suspendre leur activité.	Eviter les sports extérieurs et privilégier, à l'intérieur des locaux exercices physiques d'intensité moyenne ou faible. NB : un exercice physique d'intensité moyenne n'oblige pas à respirer par la bouche.
	Compétitions sportives	Ne pas modifier les compétitions, sauf pour les sujets connus comme étant sensibles ou qui présenteraient une gêne à cette occasion : il leur est recommandé de s'abstenir de concourir.	Reporter toute compétition, qui prévue à l'extérieur ou à l'intérieure des locaux.
Adolescents et adultes	Déplacements	Pas de modification des déplacements prévus.	Pas de modification des déplacements prévus.
	Activités sportives	Ne pas modifier les activités sportives sauf pour les sujets connus comme étant sensibles ou qui présenteraient une gêne à cette occasion il faut alors privilégier les exercices physiques moins intenses, voire suspendre leur activité.	Eviter les activités sportives violant et les exercices d'endurance à l'extérieur des locaux et privilégier activités sportives dans les gymnases pour les sujets connus comme sensibles ou qui présenteraient une gêne à cette occasion adapter (suspendre l'activité physique en fonction de la gêne ressentie).
	Compétitions sportives	Ne pas modifier les compétitions, sauf pour les sujets connus comme étant sensibles ou qui présenteraient une gêne à cette occasion ; il leur est recommandé de s'abstenir de concourir.	Déplacer dans la mesure du possible les compétitions prévues à l'extérieur des locaux. NB : Il incombe aux sportifs de tous niveaux de juger de l'opportunité de participation à la compétition en fonction de leur expérience et de leur médecin,

**PREVALENCE DES TROUBLES RESPIRATOIRES CHEZ UNE
POPULATION D'ENFANTS EXPOSES AUX POLLUANTS INDUSTRIELS**

Adresse Professionnelle

Docteur M. BENMANSOUR
Université Abou bakr Belkaid
FACULTE DE MEDECINE TLEMCEM

RESUME

Si les phénomènes de pollution atmosphériques (PA) sont à l'origine de vive préoccupations environnementales, il en découle aussi des préoccupations d'ordre sanitaire.

En effet le droit de respirer un air pur devient une préoccupation de santé public ces dernières années.

Le but de notre étude était d'estimer la prévalence de l'asthme bronchique et a travers des indicateurs sanitaires : morbidités respiratoires, infections respiratoires hautes et basses.

Le retentissement de la pollution atmosphérique dans la ville de Ghazaouet sur une population fragile : les enfants scolarisés.

Nous avons effectué cette étude transversale au cours de deux périodes d'un mois et demi chacune soit du 2 janvier au 15 février et du 1 juin au 15 juillet, elle touchait 2017 enfants âgé de 6 ans a 15ans moyenne d'age $10,30 \pm 0,72$ ans avec un sexe ratio 1,3 résident a Ghazaouet Algérie et répartis en deux groupes, témoins sans exposition significative au dioxyde de soufre SO_2 $n=1000$ Enfants exposés $N=1017$

Le recueil des données sanitaires (asthme , symptômes d'asthmes et morbidité respiratoire) comportant la réponse a un questionnaire standardisés a montré une prévalence d'asthme bronchique de 6,6% en population général , respectivement 8,8% et 4,5% chez la population exposé par rapport a la population non exposé au dioxyde de soufre.

Des symptômes d'asthmes et les effets de nuisance de la pollution en SO_2 subis et ressentis sont plus fréquent chez les asthmatiques en zone polluée par rapport a la zone a pollution faible et intermédiaire.

les désagrément de la pollution en SO_2 ont était mis en évidence aussi dans la population général .

Ces résultats justifient la pratique d'autres études dans la région et de discuter de la mise en place d'un programme de prévention contre la pollution atmosphérique.

SUMMARY

If the air phenomena of pollution are at the origin of shop preoccupation environmental, it also results from these concerns of a medical nature.

Indeed the right to breathe a fresh becomes a concern of public health these last years.

The aim of our study was the value the prevalence of the bronchial asthma and through medical indicators; morbidities respiratory; high and low infection of the population of Ghazaout city; one on a fragile population provided education for children.

We carried out cross-sectionals study during two one month periods and half each one is of January 2 to february15 and from juin 1 to July, it touched 2017 children (age of 6 to 15 years old) average age 10.3 ± 0.72 years with a sex ratio 1,3 resident in Ghazaout Algeria and devised into two groups; witness and without significant exposure to sulphur dioxin children $n= 1000$.

Children exposed $N= 1017$.

The collection of medical data (asthma , symptoms of asthma and morbidity respiratory) comprising the the answers has a question standardized showed a prevalence of bronchial asthma of 6.6% to general population , respectively 8.8%and 4.4% at the population exposed by rapport to the population none exposed to sulphur dioxin.

Symptoms of asthma and the effect to harmful effect oh SO_2 pollution undergone and felt are more frequent at the weak and intermediate pollution.

The troubles of SO_2 pollution have been high lighted also in the general population.

These resultants justify of another studies in the are in this area and to discuss the installation of a prevention program against atmospheric pollution, it appears clearly that we must to table in consideration a risk of this factor.

Mots clés : pollution atmosphérique, Asthme, morbidité respiratoire, infection respiratoire, SO_2