

Royaume du Maroc

**Ministère de l'Aménagement du
Territoire, de l'Eau
et de l'Environnement**

**Secrétariat d'Etat Chargé de
l'Environnement**

**Direction de la Surveillance et de
la Prévention des Risques**

المملكة المغربية

*كتابة الدولة المكلفة بالبيئة
مديرية الرصد و الوقاية من المخاطر*



POLLUTION ATMOSPHERIQUE AU MAROC

Situation en 2002

Service de l'Air & Laboratoire National de l'Environnement

Sommaire

Introduction.....	3
I - Problèmes de la pollution atmosphérique au Maroc.....	5
1 – Transports.....	5
2 – Industrie et Energie.....	5
II - Qualité de l'air ambiant.....	6
1 – Paramètres analysés pour l'évaluation de la qualité de l'air	6
2 – Normes de la qualité de l'air.....	7
3 – Qualité de l'air de la ville de Rabat.....	8
4 - Qualité de l'air de la ville de Marrakech.....	13
5 - Qualité de l'air de la ville d'Oujda.....	16
6 - Qualité de l'air de la ville de Mohammedia.....	17
7 - Qualité de l'air de la ville de Casablanca.....	18
III - Pollution atmosphérique due aux gaz d'échappement des véhicules.....	23
1 – Polluants liés au trafic routier.....	23
2 – Normes relatives aux émissions de véhicules.....	24
3 – Principe de mesure des émissions de véhicules	25
4 – contrôle à blanc des gaz d'échappement de véhicules.....	25
5 – Etude comparative de la conformité des véhicules contrôlés entre les différentes villes	29
IV- Pollution atmosphérique et Santé.....	30
1 – L'étude éco-épidémiologique Casa-Airpol.....	31
2 - L'étude éco-épidémiologique Mohammedia-Airpol.....	32
V – Contexte institutionnel et juridique.....	33
1 – Cadre institutionnel.....	33
2 - Renforcement de l'arsenal législatif et réglementaire.....	33
Annexe	37

Introduction

La dégradation de la qualité de l'air que nous respirons et son impact sur la santé et l'environnement sont devenus préoccupants depuis la deuxième moitié du XXe siècle. Ces fléaux touchent principalement les grandes agglomérations qui connaissent un trafic routier intense et une importante implantation des unités industrielles et énergétiques.

Au Maroc, les études de la qualité de l'air réalisées dans les villes de Rabat, Casablanca, Mohammedia et Marrakech montrent pour certaines stations de proximité, des dépassements par rapport aux normes en vigueur, alors que les résultats obtenus au niveau des stations de fond restent inférieurs aux normes préconisées.

Néanmoins, l'étude éco-épidémiologique Casa-Airpol, réalisée dans le cadre de la coopération Maroc-Française, a révélé une corrélation directe entre la pollution atmosphérique et les maladies respiratoires chez la population de Casablanca ; avec une augmentation de l'incidence de certains indicateurs de santé comme suit :

- **38 %** des consultations pour infections respiratoires basses chez les enfants de moins de 5 ans
- **9 %** des consultations pour bronchites;
- **43 %** des consultations pour conjonctivite;
- **15 %** des consultations pour infections respiratoires hautes chez les enfants de moins de 5 ans ;

Une autre étude, similaire à celle de Casa-Airpol, a été menée au niveau de la ville de Mohammedia, et concerne l'examen des corrélations entre les niveaux de pollution et l'incidence des crises d'asthme chez les enfants. Elle a montré des corrélations significatives entre l'incidence des crises d'asthme et les taux de pollution par le dioxyde de soufre, le monoxyde d'azote et l'ozone.

Concernant la réglementation des émissions des gaz d'échappement des véhicules, un décret sur la police de la circulation et du roulage a été adopté en janvier 1998. Ce décret fixe à **4,5%** la norme de CO pour les véhicules à essence et à **70 %** la norme d'opacité des fumées noires émises par le diesel.

Pour faciliter l'application de ce décret, le Département de l'Environnement a mené des campagnes de mesures des gaz d'échappement des véhicules dans les villes suivantes : Casablanca, Mohammedia, Rabat, Marrakech, Oujda, Fès et Meknès. Ces campagnes avaient pour objectif de sensibiliser les usagers, les garagistes, les décideurs et tous les concernés, sur les dispositions et les modalités d'application dudit décret. Les résultats de ces campagnes montrent

que globalement au niveau national, **50%** des véhicules testés sont non conformes aux normes préconisées.

Par ailleurs, et en vue de combler le vide juridique en matière de protection de la qualité de l'air, le Département de l'Environnement a élaboré un projet de loi et un projet de décret relatifs à la lutte contre la pollution atmosphérique. Ce dernier projet édicte des normes de la qualité de l'air ainsi que des valeurs limites générales des rejets atmosphériques émanant des sources fixes et mobiles.

Il est à souligner que les deux projets de loi et de décret ont été transmis au Secrétariat Général du Gouvernement (SGG) en octobre 1996 et en mars 1997. Le projet de loi (version arabe) a été adopté par la première chambre du Parlement en 2002 et par la chambre des Conseillers en janvier 2003.

Afin de tenir compte de la spécificité de certains secteurs d'activité, des normes sectorielles ont été élaborées pour les secteurs prioritaires suivants : cimenteries, centrales thermiques et raffineries de pétrole.

La qualité des combustibles et carburants au Maroc nuit à la qualité de l'air et à la santé des populations. Au Maroc, les teneurs de ces produits en soufre et en plomb dépassent les normes internationales. En effet, le fuel et le gasoil riches en soufre en contiennent respectivement 4% et 1%, contre seulement 1,5% et 0,035% en Europe, alors que l'essence contient 0,5% en plomb contre 0,15% dans certains pays.

Il est à noter que selon le Ministère de l'Energie et des Mines, la réduction de la teneur en plomb dans l'essence est prévue à partir du 1^{er} septembre 2005. Quant à l'amélioration de la qualité du gasoil, la raffinerie SAMIR a d'ores et déjà entamé la commercialisation du gasoil à faible teneur en soufre qui est de 350 ppm (0,035%), mais la différence de prix (1,5dh/l) entre ce produit et le gasoil habituellement commercialisé (1% en soufre) n'encourage pas l'utilisation du nouveau gasoil par les automobilistes marocains.

I – Problèmes de la pollution atmosphérique au Maroc

Les principales sources des émissions atmosphériques sont les transports, les unités industrielles et les installations énergétiques (centrales thermiques et raffineries des produits pétroliers).

1 – Transports

Le parc automobile national connaît une grande croissance ; il s'élève en l'an 2000 à 1.647.269 de véhicules dont environ 54% sont concentrés dans la zone de Rabat-Casablanca.

Outre le nombre de véhicules, certains facteurs jouent un rôle important dans l'augmentation des émissions automobiles notamment:

- La mauvaise qualité des carburants (essence riche en plomb et gasoil riche en soufre) ;
- La typologie et l'état du parc : plus de 74% des véhicules du parc national dépassent l'âge de 10 ans, et à cela s'ajoute le manque d'entretien de véhicules. Il y a lieu de noter cependant que le parc national a connu une augmentation notable des véhicules neufs circulant, due notamment aux :
 - mesures fiscales dissuasives (augmentation de la taxe sur les véhicules usagés importés) ;
 - conditions commerciales avantageuses pour l'achat des véhicules neufs appliquées par les concessionnaires automobiles.

2 – Industrie et énergie

Les unités industrielles génèrent des émissions de polluants atmosphériques émanant du processus de fabrication et de l'utilisation de combustibles fossiles tels que le charbon et les produits pétroliers. Parmi les secteurs les plus responsables de ces émissions on peut citer :

- les installations énergétiques (centrales thermiques et raffineries de pétrole);
- les industries chimiques et para-chimiques ;
- les industries du textile et du cuir ;
- les industries agroalimentaires ;
- les industries électriques et électroniques ;
- les industries métalliques et métallurgiques.

Le tissu industriel du Maroc est constitué de plus de 6500 unités, Casablanca à elle seule abrite plus de 2600 établissements (soit 43%) dont 231 de grande taille.

Quant aux établissements énergétiques, elles sont connues pour leur grande consommation de combustibles fossiles (charbon et fioul riches en soufre) et par conséquent, elles sont les plus génératrices de rejets atmosphériques.

II- Qualité de l'air ambiant

Dans le cadre de la mise en œuvre des orientations gouvernementales en matière de lutte contre la pollution atmosphérique, et afin de combler le vide existant en matière de données sur la qualité de l'air au Maroc, des actions visant la surveillance de la qualité de l'air ont été entamées par le Département de l'Environnement au niveau des villes qui connaissent des problèmes aigus de pollution atmosphérique (tissu industriel et densité du parc automobile).

Les objectifs de ces actions de surveillance peuvent être résumés comme suit :

- Enrichir la base de données environnementales concernant la qualité de l'air au niveau national, pour servir de référence à toutes les institutions étatiques ou privées, exerçant dans le domaine de la protection de l'Environnement;
- Sensibiliser et informer la population et les décideurs sur les niveaux des polluants atmosphériques et leur impact sur la santé ;
- Identifier les sources majeures de pollution de l'air et les zones sensibles qui nécessitent un suivi permanent des indicateurs de pollution atmosphérique (établissement de réseaux de surveillance de la qualité de l'air);
- Elaborer des recommandations pour atténuer les niveaux de pollution atmosphérique et explorer les solutions adéquates au niveau national.

A cet effet, le Département de l'Environnement, par le biais de son Laboratoire National, a réalisé des études d'évaluation de la qualité de l'air, au niveau des villes de Casablanca, Rabat, Marrakech, Oujda, et Mohammedia.

1 - Paramètres analysés pour l'évaluation de la qualité de l'air

Les études réalisées ont consisté en l'échantillonnage et l'analyse des paramètres suivants:

a - Paramètres Météorologiques :

Les paramètres météorologiques suivants ont une influence directe sur la nature, le taux et la diffusion des polluants dans l'air :

- La vitesse et la direction du vent,
- La température,
- La pression atmosphérique, et
- L'humidité.

b – Indicateurs de la pollution atmosphérique

Les paramètres mesurés et considérés comme indicateurs de pollution atmosphérique sont:

- Le monoxyde de carbone (CO) : Il provient de la combustion incomplète des combustibles et carburants.
- Le dioxyde de soufre (SO₂) : Il résulte essentiellement de la combustion des matières fossiles contenant du soufre (charbon , produits pétroliers,.....) et des procédés industriels notamment la production d'acide sulfurique.
- Les Dioxydes d'Azotes (NO, NO₂, NO_x) : Ils sont produits par les processus de combustion. Ils sont émis principalement par les véhicules et les installations de combustion.
- L'ozone (O₃) : C'est un polluant secondaire qui résulte de la transformation photochimique de certains polluants primaires dans l'atmosphère (oxydes d'azote et hydrocarbures) sous l'effet des rayonnements solaires.
- Les poussières : Elles proviennent de la circulation automobile, des industries et des processus de combustion. Leur taille est très variable, de quelques microns à quelques dixièmes de millimètre. Les particules fines proviennent en général des moteurs et les grosses proviennent des effluents industriels.
- Le Plomb (Pb) provient essentiellement des véhicules utilisant l'essence avec plomb, de quelques procédés industriels, notamment l'extraction des minerais contenant le plomb, et des poteries.

2) - Normes de la qualité de l'air

Les normes de la qualité de l'air contenues dans le projet de décret pour l'application de la loi sur la protection de l'atmosphère (Tableau1) sont prises comme base de référence et de comparaison des analyses et des résultats des études réalisées.

Tableau1: Projet de Normes Nationales de la Qualité de l’Air

Paramètres	(1)	(2)	(3)
	1 année	Valeur limite semi- horaire	Valeur limite impérative pour la protection de la santé
Dioxyde de soufre (SO ₂)	100 µg/m ³	200 µg/m ³	400 µg/m ³
Dioxyde d’azote (NO ₂)	100 µg/m ³	200 µg/m ³	400 µg/m ³
Monoxyde de carbone (CO)	10 mg/m ³	30 mg/m ³	60 mg/m ³
Matières particulaires en suspension (MPS) (4)	200 µg/m ³	300 µg/m ³	400 µg/m ³
Plomb dans les poussières (4)	2 µg/m ³		
Cadmium dans les poussières (4)	0,04 µg/m ³		

(1) Moyenne arithmétique des valeurs semi-horaires mesurées pendant une année.

(2) 95% des moyennes semi-horaires d’une année doivent être inférieures à cette valeur.

(3) Valeurs limites semi-horaires à ne jamais dépasser.

(4) Ces valeurs sont basées sur des moyennes de 24h

3 - Qualité de l’Air de la ville de Rabat

Le Laboratoire National de l’Environnement a établi sur une période d’une année (entre mai 1996 et avril 1997) un réseau de surveillance de la qualité de l’air de la ville de Rabat à l’aide d’un laboratoire mobile.

Ce réseau a été composé essentiellement de stations implantées à proximité des lieux les plus fréquentés par le trafic routier (près du siège de la Wilaya, la station terminus de Bab Chellah, Bab El Had, la Gare routière, les Oudayas et les carrefours de Bab Rouah et Abraham Lincoln). Une station de référence qui se trouve relativement loin de la circulation automobile a été choisie à Dar Essalam pour comparaison.

Les principaux résultats de cette étude sont :

a) Dioxyde de soufre (SO₂)

Les statistiques des valeurs semi-horaires mesurées de SO₂ (tableau2) montrent que :

- Seule la valeur moyenne de la station de la Gare Routière égale à 144µg/m³ dépasse la norme 1 qui préconise 100µg/m³.
- Le percentil 95 des valeurs mesurées des stations Oudaya , Bab Rouah et la Gare Routière sont respectivement 245µg/m³, 250µg/m³ et 376µg/m³. Ces valeurs sont supérieures à la norme 2 qui préconise 200µg/m³.
- Concernant les maximums mesurés, les stations des Oudayas et de la Gare Routière ont enregistré respectivement 497µg/m³ et 423µg/m³. Ces valeurs dépassent la norme 3 représentant la valeur limite impérative pour la protection de la santé et qui préconise 400 µg/m³.
- Les valeurs mesurées à la station de référence sont largement inférieures, en comparaison avec les autres stations.

Tableau 2 : Résultats des analyses de SO₂ en µg/m³

Stations	Norme 1 100µg/m ³	Norme 2 200µg/m ³	Norme 3 400µg/m ³
	moy	% 95	max
Wilaya	48	105	143
Bab Chellah	82	133	197
Bab Elhad	60	161	206
Ab Lincoln	69	117	146
Bab Rouah	88	250	325
Oudayas	92	245	497
Gare Routière	144	376	423
Dar Essalam	8	24	40

Source : Département de l'Environnement, Surveillance de la qualité de l'air de la ville de Rabat, mai 1997 (Laboratoire National de l'Environnement)

b) Dioxyde d'azote (NO₂).

Les statistiques des valeurs semi-horaires mesurées pour le NO₂ (Tableau3) montrent que :

- tous les résultats obtenus respectent les normes préconisées. Cependant, la situation au niveau de certaines stations est critique, par exemple Bab-Chellah et la Gare-Routière ont atteint respectivement 90% et 68% de la norme 1 (valeur moyenne). Cette situation critique est expliquée par les teneurs élevées de NO enregistrées dans les stations qui connaissent un trafic routier intense. En effet, le NO émis par les gaz d'échappements s'oxyde par la suite en NO₂. Par ailleurs, les NO et NO₂ forment les oxydes d'azotes (NO_x) qui jouent un rôle important dans la formation d'autres polluants secondaires agressifs tels que l'ozone (O₃).
- Les valeurs mesurées à la station de référence sont largement inférieures, en comparaison avec les autres stations.

Tableau3 : Résultats des analyses du NO₂ en µg/m³

Stations	Norme 1 100µg/m ³	Norme 2 200µg/m ³	Norme 3 400µg/m ³
	moy	% 95	max
Wilaya	35	64	88
Bab Chellah	90	153	176
Bab Elhad	48	106	118
Ab Lincoln	58	107	137
Bab Rouah	58	99	115
Oudaya	46	72	95
Gare Routière	68	125	156
Dar Essalam	12	33	42

Source : Département de l'Environnement, Surveillance de la qualité de l'air de la ville de Rabat, mai 1997 (Laboratoire National de l'Environnement).

c) Monoxyde de carbone (CO).

Les statistiques des valeurs semi-horaires de CO (tableau 4) mesurées montrent que :

- La quasi-totalité des résultats obtenus sont inférieurs aux normes préconisées. Cela s'explique par le fait que ce polluant provient essentiellement des voitures à essence dont la consommation de carburant est beaucoup plus faible en comparaison avec le gasoil.

- Les valeurs mesurées à la station de référence sont largement inférieures, en comparaison avec les autres stations.

Tableau 4 : Résultats des analyses de CO en mg/m³

Stations	Norme 1 10mg/m ³	Norme 2 30mg/m ³	Norme 3 60mg/m ³
	moy	% 95	max
Wilaya	0.8	1.5	2.1
Bab Chellah	0.6	0.9	1.1
Bab Elhad	1.2	2.8	3.7
Ab Lincoln	2.2	4.3	5.1
Bab Rouah	2.2	3.7	4.5
Oudayas	0.6	1.2	1.5
Gare Routière	1.0	2.5	3.2
Dar Essalam	0.3	0.5	0.9

Source : Département de l'Environnement, Surveillance de la qualité de l'air de la ville de Rabat, mai 1997 (Laboratoire National de l'Environnement)

d) Les particules en suspension (PS)

Les statistiques des moyennes journalières des particules en suspension (**tableau 5**) mesurées montrent que :

- Seules les moyennes enregistrées dans les deux stations Wilaya et Dar Essalam sont au-dessous de la norme 1 qui préconise 200µg/m³, les autres stations dépassent cette norme.
- Le même résultat a été obtenu en comparaison avec la norme 2 qui préconise 300 µg/m³.
- Les deux stations Bab Rouah et Gare-Routière ont enregistré des maximums respectivement 432 µg/m³ et 445 µg/m³. Ces maximums dépassent la norme 3 représentant la valeur limite impérative pour la protection de la santé qui préconise 400 µg/m³.
- Il est à noter qu'il existe une corrélation entre les taux élevés des PS et de SO₂ (cas des stations Gare Routière et Bab Rouah), qui s'explique par le fait que les deux polluants sont émis par la même source « véhicules diesels ».

Tableau 5 : Résultats des analyses des particules en suspension en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Stations	Norme 1 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Norme 2 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Norme 3 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	moy	% 95	max
Wilaya	135	198	207
Bab Chellah	233	306	323
Bab Elhad	311	337	339
Ab.Lincoln	241	329	344
Bab Rouah	337	426	432
Gare Routière	261	409	445
Dar Essalam	188	226	226

Source : Département de l'Environnement, Surveillance de la qualité de l'air de la ville de Rabat, mai 1997 (Laboratoire National de l'Environnement).

e) Le Plomb (tableau 6)

Les statistiques des moyennes journalières du plomb mesurées montrent que:

- La quasi-totalité des résultats obtenus est inférieure à la norme préconisant $2\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cela s'explique par le fait que ce polluant provient essentiellement des voitures à essence dont la consommation en carburant est beaucoup plus faible en comparaison avec les voitures diesel.
- Les valeurs mesurées à la station de référence sont largement inférieures, en comparaison avec les autres stations.

Tableau 6 : Résultats des analyses de Pb en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Stations	Norme		
	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	moy	% 95	max
Wilaya	0,2	0,52	0,6
Bab Chellah	0,12	0,26	0,28
Bab Elhad	0,17	0,18	0,18
Ab.Lincoln	0,34	0,52	0,54
Bab Rouah	0,31	0,37	0,38
Gare Routière	0,3	0,43	0,45
Dar Essalam	0,06	0,1	0,11

Source : Département de l'Environnement, Surveillance de la qualité de l'air de la ville de Rabat, mai 1997 (Laboratoire National de l'Environnement)

En conclusion, les paramètres SO₂ et PS qui dépassent les normes proviennent essentiellement des véhicules diesels alors que les paramètres CO et Pb émis par les véhicules à essence demeurent inférieurs aux normes. On en déduit qu'en absence de pollution industrielle, la pollution de l'air de la ville de Rabat est due essentiellement aux émissions des véhicules diesels.

4 - Qualité de l'Air de la ville de Marrakech

Le Département de l'Environnement a établi entre le 8 novembre et le 6 décembre 2000 un réseau de surveillance de la qualité de l'air à Marrakech en concertation avec les services concernés de la ville. Ce réseau est constitué des sept sites suivants :

- Azli Massira : Station située au quartier industriel ;
- Place Jamaa El Fna (à proximité de la pharmacie de nuit) : Station de proximité à forte circulation automobile ;
- Palmeraie près de l'Hôtel Palmariva : Station de référence loin des sources de la pollution ;
- Lycée Mohammed V à Bab Ghmat Médina: Station de fond à caractère résidentiel;
- Bab Dokala: Station de proximité à forte circulation automobile ;
- Marchiche : Station de proximité ;
- Place 16 Novembre Guéliz : Station de proximité à forte circulation automobile.

Les principaux résultats de cette étude en comparaison avec le projet de normes nationales sur la qualité de l'air sont :

a) Le monoxyde de carbone (CO)

- Les valeurs moyennes semi-horaires de toutes les stations (tableau7) sont inférieures aux normes préconisées notamment la valeur limite impérative pour la protection de la santé qui est de 60 mg/m³.
- Les valeurs semi-horaires de CO les plus basses ont été enregistrées au niveau de la station de référence de la Palmeraie, qui se trouve en retrait par rapport aux zones urbaines à fort trafic routier.

Tableau7: Monoxyde de Carbone (CO)

	Norme 1 10mg/Nm³	Norme 2 30mg/Nm³	Norme 3 60mg/Nm³	
Station	moy	%95	max	NB
Azli Massira (E.N.S)	0,4	1,0	1,6	152
Jamaa EL Fna	1,0	3,2	5,0	325
Palmeraie	0,2	0,5	0,9	278
Lycée Mohamed V	0,6	1,7	4,2	262
Bab Doukala	1,5	3,1	3,1	23
Marchiche	0,8	2,3	3,1	50
Place 16 Novembre	5,3	9,6	10,1	12

b) Le dioxyde de soufre (SO₂)

- Les valeurs moyennes semi-horaires de SO₂, enregistrées dans toutes les stations (voir tableau8 et graphique1 en annexe), n'ont pas dépassé la valeur limite impérative pour la protection de la santé 400µg/m³.
- Les valeurs moyennes semi-horaires de SO₂ les plus élevées ont été mesurées au niveau de la station Bab Doukala.
- Les valeurs moyennes semi-horaires les plus basses ont été enregistrées au niveau de la station de référence Palmeraie.

En absence des émissions industrielles, l'augmentation des concentrations au niveau de la station Bab Doukala est due essentiellement au trafic routier, qui est très intense dans cette zone (autobus, autocars, grands et petits taxis....).

Tableau 8 : Résultats des analyses du Dioxyde de Soufre (SO₂)

	Norme 1 100µg/Nm³	Norme 2 200µg/Nm³	Norme 3 400µg/Nm³	
Station	moy	%95	max	NB
Azli Massira (E.N.S)	33,6	86,0	91,0	61
Jamaa EL Fna	59,6	203,0	397,0	325
Palmeraie	4,5	9,0	29,0	278
Lycée Mohamed V	11,9	30,6	69,0	305
Bab doukala	135,6	264,2	286,0	24
Marchiche	15,4	51,8	74,0	50
Place 16 Novembre	107,8	146,2	151,0	13

c) Dioxyde d'azote (NO₂)

- Les statistiques des valeurs moyennes semi-horaires mesurées (voir Tableau9 graphique2 en annexe) de NO₂ révèlent que tous les résultats obtenus respectent les normes préconisées avec une légère augmentation au niveau de la station Bab Doukala
- Les NO et NO₂ forment les oxydes d'azotes (NO_x) qui jouent un rôle important dans la formation d'autres polluants secondaires tel que l'ozone (O₃). Il a été constaté que les valeurs moyennes semi-horaires des NO_x enregistrées ne dépassent pas la valeur impérative pour la protection de la santé dans toutes les stations.

Tableau 9 : Dioxyde d'Azote (NO₂)

Station	Norme 1 100µg/Nm³	Norme 2 200µg/Nm³	Norme 3 400µg/Nm³	
	moy	%95	max	NB
AZLI MASSIRA (E.N.S)	26,6	81,0	102,5	111
Jamaa EL Fna	69,0	149,7	213,2	325
Palmeraie	7,1	33,5	55,4	254
LYCEE Mohamed V	20,3	63,6	96,4	276
Bab doukala	84,6	136,7	172,2	24
marchiche	31,8	86,5	102,5	50
Place 16 Novembre	58,8	76,4	82,0	12

d) L'ozone (O₃)

En absence d'une norme nationale pour l'ozone, les valeurs mesurées ont été comparées aux valeurs limites de la réglementation française : Seuil n°1 pour la protection des populations fixé à 110µg/m³ sur 8h, Seuil n°2 d'information du public fixé à 180 µg/m³ sur 1h ; et Seuil n°3 d'alerte fixé à 360 µg/m³ sur 1h. Cette comparaison (voir Tableau10) montre que seules les stations Palmeraie et Lycée Mohammed V, relativement loin des agglomérations urbaines, dépassent le seuil de 110 µg/m³ . En effet, l'ozone est un polluant secondaire qui se forme en périphérie des centres urbains. Quant aux seuils d'information de la population et d'alerte, ils ont été respectés pour toutes les stations.

Tableau10 : l'Ozone (O₃)

Station			Seuil n°1 110µg/Nm ³	
	moy	%95	max	NB
Azli Massira (E.N.S)	32,3	73,7	86,0	152
Jamaa EL Fna	29,0	50,6	60,0	325
Palmeraie	70,9	116,3	133,0	278
Lycée Mohamed V	67,1	109,0	133,0	305
Bab Dokala	69,2	102,3	105,0	24
Marchiche	36,9	49,0	58,0	50
Place 16 Novembre	45,8	52,4	54,0	12

5 - Qualité de l'air de la ville d'Oujda

Dans le cadre de l'établissement d'un pré-diagnostic de l'état de la pollution atmosphérique au niveau de la ville d'Oujda, le Département de l'Environnement a dépêché (du 18 au 24 mars 2001) son laboratoire mobile pour évaluer la qualité de l'air au niveau des deux sites suivants :

- Le parc de la wilaya de la ville d'Oujda ;
- Bab Sidi Abdelouahab (terminus) ;

Sachant que la durée de l'étude était courte, les résultats ont été comparés aux valeurs limites impératives pour la protection de la santé.

Les résultats de cette étude, récapitulés dans le Tableau11 ci-dessous, montrent qu'aucun paramètre ne dépasse la valeur limite impérative pour la protection de la santé.

Tableau11 : Récapitulatif des paramètres mesurés

Paramètres	SO ₂	CO	O ₃	Nox	NO	NO ₂	vit vent	Humi	Pres	tempé
Unité	µg/m ³	mg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	m/s	%	hPa	°C
Moyenne	35	4	74	36	6	27	-	-	-	-
MAX	157	34	122	162	39	117	3	58,60	962	36,90
MIN	3	0	21	0	0	0	0,10	19,70	935	14,40

Les maximums des valeurs semi-horaires de NO₂, SO₂ et CO ont été enregistrés entre 21h et 22 h et O₃ à 15h 30 (voir graphiques 3, 4 et 5 en annexe). Cela peut être expliqué par l'intensification du trafic routier et l'activité anthropique au cours de cette période.

6 - Qualité de l'air de la ville de Mohammedia

Mohammedia est une ville côtière de 205000 hab, située au Nord de la capitale économique. Elle s'étend sur une superficie de 3400 hectares dont 600 ha occupés par les trois zones industrielles de la ville (Complexe de la SAMIR, zone industrielle de l'avenue Hassan II et le Complexe pétrolier).

Outres les plus grandes unités industrielles : La centrale thermique de Mohammedia et la SAMIR (la plus grande unité de raffinage du Maroc), le nombre d'unités industrielles est de 110 établissements.

La ville de Mohammedia est connue pour être une zone polluée à cause des émissions atmosphériques émanant des unités industrielles et qui sont considérées par la population comme étant la cause des maladies respiratoires dont souffrent beaucoup d'habitants.

Afin d'établir un diagnostic de l'état de pollution atmosphérique dans cette ville et dans le cadre de l'étude Mohammedia-Airpol, le Département de l'Environnement a installé son laboratoire mobile d'évaluation de la qualité de l'air, du 28/11/01 au 07/04/02, au niveau d'un site de fond situé à l'école AL Khansa.

Les résultats des indicateurs de pollution atmosphérique mesurés (SO₂, NO, NO₂, PM₁₀ et O₃) sont récapitulés dans le tableau 12 et graphique 6 en annexe.

Tableau12 : Résultats de mesure

Paramètres	O₃ µg/m³	NO µg/m³	NO₂ µg/m³	SO₂ µg/m³	MP₁₀ µg/m³
Min	12	2	9	0	2
Moy semi H	44	9	20	21	6
P95 semi H	84	34	65	114	14
Nb de dépassement de 400 µg/m³	-	-	-	12	-

Les moyennes semi-horaires relevées au cours de la période de surveillance, présentent des alternances de résultats assez faibles et de pics très élevés, surtout pour le SO₂. Ceci peut être expliqué par l'influence des panaches industriels qui induisent à des résultats statistiques moyens relativement faibles et des maximums élevés.

Il est à rappeler que les émissions de SO₂ sont dues à l'utilisation des combustibles fossiles à forte teneur en soufre. Les principaux émetteurs sont les sources fixes notamment industrielles et énergétiques.

7 – Qualité de l'air de la ville de Casablanca

Compte tenu du contexte à la fois urbain, industriel et portuaire de Casablanca et de la forte diésélisation du parc automobile dans cette agglomération urbaine qui compte près de 5 Millions d'habitants, le Département de l'Environnement a suivi dans le cadre de l'étude Casa-Airpol (voir IV – Pollution atmosphérique et santé) sur le site de fond retenu à l'école des Beaux Arts de Casablanca (centre-ville) les indicateurs de pollution suivants : le dioxyde de soufre (SO₂), le dioxyde d'azote (NO₂) et les particules fines en suspension dans l'air, et ce, pour une période de 18 mois (1998-1999).

Le choix du site de la station de fond (Ecole des Beaux-Arts) a été validé par une double campagne de mesure d'oxydes d'azote réalisée à l'aide de tubes d'absorption passive placés en différents points (15 sites) de l'agglomération de Casablanca. Le site de l'Ecole des Beaux-Arts a en effet montré des valeurs d'oxydes d'azote très proches de la moyenne des valeurs mesurées sur l'ensemble des sites.

Résultats de la surveillance de la qualité de l'air au niveau du site de l'Ecole des Beaux-Arts

Les principaux résultats des indicateurs de pollution atmosphériques : fumées noires, SO₂, NO et NO₂ sont rassemblées dans les tableaux 14 à 17. Ils représentent la moyenne, la variance, l'écart-type, le minimum, le maximum, les percentiles 5, 25, 50, 75 et 95 et le coefficient de variation (rapport de l'écart-type à la moyenne). Ils sont calculés pour toute la période 01/02/98 au 30/09/99, pour l'ensemble des périodes hivernales (octobre à mars) et pour l'ensemble des périodes estivales (avril à septembre).

Les fumées noires représentent les particules en suspension dans l'air de très petite taille : moins de 3 μ (3 millièmes de mm), susceptibles de pénétrer dans le système pulmonaire sans être arrêtées par le tractus respiratoire. Elles ne sont en fait qu'un reflet partiel de la complexité de la pollution atmosphérique urbaine, composée de centaines d'espèces chimiques qui réagissent entre elles. Cet indicateur représente donc ses effets propres sur la santé, mais aussi ceux des polluants émis ou formés avec lui.

Les valeurs de fumées noires mesurées à Casablanca pendant la période d'étude s'avèrent **supérieures d'environ 50% à celle mesurées à Paris entre 1991 et 1995** (voir tableau 13). La teneur moyenne (**32,83 μ g/m³**) est cependant légèrement inférieure à la valeur guide préconisée par l'Organisation Mondiale de la Santé (**50 μ g/m³**).

Tableau 13: Niveau des fumées noires (μ g/m³) à Casablanca (période d'étude) et à Paris(période 1991-1995)

	Casablanca	Paris
Moyenne	33	21
Médiane	22	16
Percentile 5	9	7
Percentile 95	87	51
Percentile 100	127	150

Tableau 14 : paramètres statistiques de la concentration atmosphérique en fumées noires ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurée au niveau de Casablanca du 01/02/98 au 30/09/99

	été	hiver	toutes dates
nombre d'observation	366	241	607
moyenne	16,01	51,74	30,89
variance	78,04	824,21	698,80
écart-type	8,83	28,71	26,43
minimum	3	3	3
maximun	75	172	172
percentile 5	7	17	8
percentile 25	10	32,50	12
percentile 50	14	46	20
percentile 75	19	64	42
percentile 95	33	106	87,80
% VM	13,11	5,81	10,21
coef. Var.	0,55	0,55	0,86

Tableau 15 : paramètres statistiques de la concentration atmosphérique en SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurée au niveau de Casablanca du 28/01/98 au 17/01/99

	été	hiver	toutes dates
nb observation	183	172	355
moyenne	12,04	26,15	18,90
variance	103,75	394,13	294,14
écart-type	10,19	19,85	17,15
minimum	1	1	1
maximun	61	169	169
percentile 5	3	3	3
percentile 25	5	12,00	7
percentile 50	10	24	13
percentile 75	14	34	27,5
percentile 95	32	59	51,6
% VM	6,01	5,23	5,63
coef. Var.	0,85	0,76	0,91

Tableau 16 : paramètres statistiques de la concentration atmosphérique en NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurée au niveau de Casablanca du 07/02/98 au 03/11/98

	été	hiver	toutes date
nb observation	104	87	191
moyenne	4,87	26,99	16,48
variance	15,18	516,14	399,34
écart type	3,90	22,72	19,98
minimum	1	2	1,42
maximum	30	112	111,56
percentile 5	2	4	2
percentile 25	3	12	4
percentile 50	4	21	7
percentile 75	5	36	23
percentile 95	9	61	57
% VM	36,54	16,09	27,23
coef. Var.	0,80	0,84	1,21

Tableau 17: paramètres statistiques de la concentration atmosphérique en NO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurée au niveau de Casablanca du 07/02/98 au 03/11/98

	été	hiver	toutes date
nb observation	104	87	191
moyenne	18,99	39,31	29,66
variance	59,15	229,33	251,17
écart type	7,69	15,14	15,85
minimum	8	9	8,31
maximum	45	88	87,77
percentile 5	10	14	11
percentile 25	14	30	16
percentile 50	17	39	27
percentile 75	22	48	40
percentile 95	32	63	59
% VM	36,54	16,09	27,23
coef. Var.	0,40	0,39	0,53

Les variations des concentrations en fumées noires, SO₂, NO et NO₂ sont représentées par les graphiques 7,8 et 9 en annexe.

Les fumées noires et le SO₂ présentent un cycle saisonnier marqué, avec un maximum hivernal très net et un niveau moyen en augmentation durant cette période (hiver 1999). Les niveaux observés hors période hivernale sont comparativement faibles.

III - Pollution atmosphérique due aux gaz d'échappement des véhicules

Le secteur des transports figure parmi les secteurs qui jouent un rôle vital dans la vie économique et sociale du Maroc. Ce secteur absorbe plus de 40 % de la consommation nationale d'énergie, et le parc automobile marocain représente 50 à 60 % de la pollution de l'air, constituant ainsi un problème majeur de santé publique dans le milieu urbain.

Les moyens de transports routiers utilisent un réseau de 57.227 Km de route et chemins dont plus de 22.085 Km de routes revêtues. Le parc automobile national s'élevait en l'an 2000 à 1.647.269 véhicules : 1.211.175 véhicules de tourisme, 415.706 véhicules utilitaires et 20.388 motocyclettes.

L'âge du véhicule est un facteur très important : au Maroc, les voitures de plus de 10 ans représentaient 74 % du parc national en l'an 2000. L'entretien des véhicules contribue également pour une bonne part aux rejets atmosphériques. En effet, un moteur mal entretenu peut produire jusqu'à 10 ou 15 fois plus de particules et d'hydrocarbures (HC) qu'un moteur correctement entretenu.

1 - Polluants liés au trafic routier

Les substances émises par le trafic routier sont très nombreuses et forment, à proximité des routes un véritable mélange de substances chimiques nocives dans l'air. Ainsi les principaux polluants liés au trafic routier sont:

- Les oxydes de carbones (CO et CO₂),
- Les oxydes d'azote (NO_x),
- Les Composés Organiques Volatils (COV), parmi lesquels les hydrocarbures,
- Le dioxyde de soufre (SO₂),
- Les particules fines,
- Les métaux lourds,

On distingue les particules ou fumées noires (contenues dans les gaz d'échappement ou issues de l'usure des véhicules et de la chaussée) et les gaz (gaz d'échappement ou vapeurs de carburants). Les polluants émis directement sont appelés polluants primaires. Certains de ces polluants primaires sont également des polluants précurseurs de polluants secondaires: ces précurseurs participent, à travers des réactions chimiques dans l'atmosphère, à la synthèse de polluants photochimiques également appelés polluants secondaires tel que l'ozone troposphérique.

Pour le Maroc, les paramètres réglementés et contrôlés sont le Monoxyde de Carbone (CO) qui provient de la combustion incomplète du carburant au niveau des véhicules à essence, et l'opacité du fumées qui est un paramètre caractérisant un complexe minéral et organique résultant de la combustion incomplète du carburant au niveau des moteurs des véhicules diesel.

2 - Normes relatives aux émissions de véhicules

Conscients des problèmes de santé publique liés aux émissions des véhicules, les pouvoirs publics ont adopté une stratégie nationale de protection de la qualité de l'air, et des mesures législatives et réglementaires ont été prises. Ainsi, un décret fixant les normes d'émission des gaz d'échappement des véhicules a été adopté par le Conseil des Ministres le 17 janvier 1998, et est paru au Bulletin Officiel le 5 février 1998.

Dans un souci d'applicabilité, le décret ne retient que deux paramètres et fixe les limites à un niveau assez élevé, compte tenu de la vétusté du parc automobile et du contexte économique et social du pays.

Pour les véhicules à essence, seul le monoxyde de carbone (CO) est analysé, alors qu'en France, on contrôle également le dioxyde de carbone (CO₂), les hydrocarbures (HC) et les oxydes d'azote (NO_x). La valeur limite pour le CO est fixée à 4.5% pour le Maroc alors qu'en Europe où le catalyseur est obligatoire, le taux à ne pas dépasser est de 0.5% (voir tableau 18), ce qui est neuf fois inférieur à la valeur préconisée au Maroc.

Pour les véhicules diesel, on mesure l'opacité qui donne une indication sur la quantité de micro-particules très nocives pour la santé contenues dans les gaz d'échappement. Elles peuvent rester en suspension dans l'air pendant des semaines. Elles sont si petites qu'elles vont jusqu'à s'incruster au fond des alvéoles pulmonaires, et sont cancérigènes. Le taux maximum autorisé au Maroc est élevé : 70% d'opacité des fumées contre 46% en France (voir tableau18).

Tableau 18: Comparaison des valeurs limites du décret marocain avec celles de la loi française.

Véhicules	Essences		Diesels	
	CO		Opacité	
Indicateurs				
Décret et loi	Décret Marocain	Loi Française	Décret Marocain	Loi Française
Valeurs Limites	4,5 %	0,5 %	70 %	46 %

3 - Principe de mesure des émissions des véhicules

Des appareils de mesure sont destinés à analyser les gaz d'échappement des véhicules à essence et diesel qui sont respectivement : le monoxyde de carbone et l'opacité selon le principe d'absorption des infra-rouges.

En effet, les analyses correspondent aux différences d'intensité d'un rayon lumineux entre sa source et après avoir traversé un échantillon de gaz ou de fumée capturé dans une cellule de mesure.

4 – Campagnes de contrôle à blanc des gaz d'échappement

Dans le cadre de la mise en œuvre des orientations gouvernementales en matière de lutte contre la pollution atmosphérique et l'application du décret réglementant les émissions des gaz d'échappement des véhicules, le Département de l'Environnement a réalisé des campagnes d'analyse au niveau de différentes villes du Royaume notamment à Marrakech, Oujda, Mohammedia, Rabat, Fès et Meknes. Ces actions ont pour objectifs :

- d'informer les automobilistes sur le décret du 28 janvier 1998 relatif à la prévention de la pollution due aux émanations des gaz d'échappement des véhicules ;
- de contrôler à blanc les gaz d'échappement des véhicules (essence et diesel) ;
- d'informer les conducteurs sur les degrés de pollution de leurs véhicules et de les sensibiliser pour effectuer les contrôles techniques et les réglages nécessaires pour atténuer cette pollution.

a- Ville de Rabat (23 Mai au 15 Juillet 2001).

Le nombre des véhicules en circulation à la Wilaya Rabat en 2000 est estimé selon le centre d'immatriculation à 265.508 véhicules (graphique10 en annexe).

Au cours de la campagne de contrôle à blanc des gaz d'échappement, quatre sites de prélèvement et d'analyse ont été choisis et validés en concertation avec la Sûreté Nationale de la ville de Rabat et ce, en fonction de l'intensité du trafic routier. Ces sites sont les suivants :

Premier site : Place Bab Irfane près de la Caserne de la Protection Civile.

Deuxième site : Place Bab Elhad.

Troisième site : Avenue de la Victoire en face du Consulat Général d'Espagne.

Quatrième site : Avenue Hassan II en face du Cimetière Pax.

L'opération de contrôle à blanc des gaz d'échappement a été effectuée au cours de cette campagne sur un échantillon de 696 véhicules.

Sans prendre en considération ni l'âge des véhicules ni la nature du carburant, on constate que 56% du total des véhicules contrôlés sont conformes aux normes marocaines.

Selon l'âge des véhicules et la nature du carburant, l'enquête a enregistré pour les véhicules à essence, une conformité de 88,64 % pour les véhicules âgés de moins de 5 ans ; de 78,18 % pour ceux âgés entre 5 et 10 ans, et 59,62 %, pour ceux âgés plus de 10 ans (tableau19).

Tableau 19 : Pourcentage de conformité des véhicules à essence

Age(ans)	< 5	Entre 5 et 10	> 10
Conformes %	88,64	78,18	59,62
Non Conformes %	11,36	21,82	40,38

Pour les véhicules diesels, l'opération a permis de conclure que la conformité de 67% pour les véhicules âgés de moins de 5 ans, de 55,68% pour ceux âgés entre 5 et 10 ans et seulement 25% pour ceux âgés de plus de 10 ans (tableau20).

Tableau 20 : Pourcentage de conformité des véhicules diesel

Age (ans)	< 5	Entre 5 et 10	> 10
Conformes %	67	55,68	25
Non Conformes %	33	44,32	75

b) - Wilaya de Fès (15 Janvier au 28 Février 2002)

Le nombre des véhicules en circulation à la Wilaya de Fès est estimé, selon le centre d'immatriculation, à 77.838 véhicules en 2000 (graphique12 en annexe).

Au cours de la campagne du contrôle à blanc des gaz d'échappement des véhicules, sept sites de contrôle ont été sélectionnés en concertation avec la Sûreté Nationale, la Division du Parc de la Wilaya de Fès et la Direction Régionale du Centre Nord de l'OFPPPT. Ces sites sont les suivants :

Villes	Numéro	sites
Fès	Premier site	Boulevard des FAR à proximité de l'Arrondissement de DOKKARAT.
	Deuxième site	Route de Meknès, carrefour Aïn KADOUS.
	Troisième site	Route de Taza à proximité de la gare de Bab Ftouh.
	Quatrième site	Place de la Résistance
	Cinquième site	Parc des petits taxis (à proximité de la gare de l'ONCF), ville nouvelle
Sefrou	Sixième site	Boulevard Mohammed V Bab EL MAKKAM.
	Septième site	Route d'EL MANZAL

L'opération de contrôle à blanc des gaz d'échappement a touché un échantillon de 668 véhicules (222 à essence, et 446 diesel).

Sans prendre en considération l'âge et la nature du carburant, on constate que 54% du total des véhicules contrôlés sont conformes aux normes marocaines

Les résultats de l'enquête ont permis de constater une conformité à 55 % du total des véhicules à essence contrôlés.

Selon l'âge des véhicules, l'opération a permis d'enregistrer une conformité de 57% pour les véhicules âgés de moins de 5 ans, de 52 % pour les véhicules âgés entre 5 et 10 ans ; et de 57 % pour ceux dont l'âge est supérieur à 10 ans (tableau21).

Tableau 21 : Pourcentage de conformité des véhicules à essence

Age (ans)	< 5	Entre 5 et 10	> 10
Conforme %	57	52	57
Non Conforme %	43	48	43

Pour les véhicules diesel, le contrôle a permis de constater une conformité de 53% des véhicules contrôlés.

Selon l'âge des véhicules, la conformité est de 69 % pour les véhicules âgés de moins de 5 ans, de 54 % pour ceux âgés entre 5 et 10 ans ; et seulement de 40 % pour ceux dépassant 10 ans (tableau 22).

Tableau 22 : Pourcentage de conformité des véhicules diesel

Age (ans)	< 5	Entre 5 et 10	> 10
Conforme %	69	54	40
Non Conforme %	31	46	60

Il est à souligner que le contrôle à blanc des gaz d'échappement qui a concerné le parc des petits taxis, a touché un échantillon de 162 véhicules et a révélé que seulement 58 % des véhicules sont conformes aux normes marocaines.

c- Wilaya de Meknès (18 juin au 04 juillet 2002)

Dans cette Wilaya, la pollution due aux transports est plus importante que celle due au secteur industriel. Le parc des véhicules se composait à la fin de l'année 2000, de 80.620 véhicules(graphique14 en annexe).

Trois sites de contrôle à blanc ont été identifiés en concertation avec la Sûreté Nationale et la Cellule de Prévention de la Wilaya de Meknès. Ces sites sont :

	Sites
Premier site	Route Fès –El Manzah
Deuxième site	Route Elhajeb (à proximité de la station Ziz)
Troisième site	Route principale ERAC (face résidence Badr)

L'opération de contrôle à blanc des gaz d'échappement a touché un échantillon de 417 véhicules.

Sans tenir compte ni de l'âge ni de la nature du carburant, on constate que 49 % du total des véhicules contrôlés sont conformes aux normes marocaines.

Selon l'âge des véhicules et la nature des carburants ; la campagne a enregistré pour les véhicules à essence la conformité de 86 % pour les véhicules âgés de moins de 5 ans ; de 78 % pour ceux âgés entre 5 et 10 ans ; et de 57% pour ceux âgés plus de 10 ans (tableau 23).

Tableau 23 : Pourcentage de conformité des véhicules essence

Age(ans)	< 5	Entre 5 et 10	> 10
Conforme %	86	78	57
Non Conforme %	14	22	43

Pour les véhicules diesels, l'opération a permis de conclure que la conformité est de 73 % pour les véhicules âgés de moins de 5 ans, de 43 % pour ceux

âgés entre 5 et 10 ans ; et de seulement 34 % pour ceux dépassant 10 ans (tableau 24).

Tableau 24 : Pourcentage de conformité des véhicules diesel

Age (ans)	< 5	Entre 5 et 10	> 10
Conformes %	73	43	34
Non Conformes %	27	57	66

5 - Etude comparative de la conformité des véhicules contrôlés (essence et diesel) entre les différentes villes:

Tableau 25 : Comparaison de la conformité des véhicules aux normes marocaines entre Rabat (graphique11 en annexe), Fès(graphique13) en annexe, Casablanca et Meknès(graphique15 en annexe).

Villes	Rabat	Fès	Meknès	Casablanca	Moyenne
Conformité %	56	54	49	47	51,5
Non Conformité %	44	46	51	53	48,5

En conclusion, les analyses effectuées dans les différentes villes du Royaume montrent qu'environ de la moitié des véhicules respecte les normes nationales du décret relatif aux gaz d'échappement des véhicules.

IV – Pollution atmosphérique et santé

Le tableau ci-dessous représente les principaux polluants, leurs origines et leurs effets sur la santé et l'environnement.

Tableau 26 : Principaux polluants et leurs effets sur la santé et l'environnement

<p><u>Dioxyde de soufre (SO₂)</u> <i>Origine</i> : Il provient de la combustion de combustibles fossiles contenant du soufre <i>Pollution générée</i> : En présence d'humidité, il forme de l'acide sulfurique qui contribue au phénomène des pluies acides et à la dégradation des bâtiments <i>Effets sur la santé</i> : Gaz irritant. Le mélange acido-particulaire peut déclencher des effets bronchospastiques chez l'asthmatique, augmenter les symptômes respiratoires aigus chez l'adulte et altérer la fonction respiratoire chez l'enfant.</p> <p><u>Les particules en suspension</u> <i>Origine</i> : D'origine naturelle ou anthropique, elles constituent un complexe de substances organiques ou minérales fines (fumées des moteurs diesel ou vapeurs industrielles) et grosses (chaussées, effluents industriels). <i>Pollution générée</i> : Elles peuvent transporter des composés toxiques dans les voies respiratoires et potentialisent ainsi les effets des polluants acides notamment le SO₂ et l'acide sulfurique. <i>Effets sur la santé</i> : Elles peuvent irriter les voies respiratoires ou altérer leur fonction. Certaines ont des propriétés mutagènes et cancérogènes.</p> <p><u>Les oxydes d'azote (NOx)</u> <i>Origine</i> : Proviennent des véhicules (75%) et des installations de combustion. <i>Pollution générée</i> : Interviennent dans le processus de formation d'ozone dans la basse atmosphère et contribuent au phénomène des pluies acides. <i>Effets sur la santé</i> : Le NO₂ pénètre dans les fines ramifications des voies respiratoires. Dès 200µg/m³, il entraîne une altération de la fonction respiratoire et une hyper réactivité bronchique chez l'asthmatique et augmente la sensibilité des bronches aux infections microbiennes chez les enfants.</p> <p><u>Le plomb (Pb)</u> <i>Origine</i> : Il est émis par les véhicules et les procédés industriels. <i>Effets sur la santé</i> : Il s'agit d'un toxique neurologique, hématologique et rénal qui peut entraîner chez les enfants des troubles du développement cérébral avec perturbations psychologiques et des difficultés d'apprentissage scolaire.</p>	<p><u>Les composés organiques volatiles (COV)</u> <i>Origine</i> : Il peut s'agir d'hydrocarbures, de composés organiques (émis par la combustion incomplète des combustibles, les procédés industriels, l'agriculture, le milieu naturel) ou de solvants. <i>Pollution générée</i> : Interviennent dans le processus de formation d'ozone dans la basse atmosphère <i>Effets sur la santé</i> : Ses effets sont divers selon les polluants et vont de la simple gêne olfactive à une irritation, diminution de la capacité respiratoire jusqu'à des risques d'effets mutagènes et cancérogènes.</p> <p><u>L'ozone (O₃)</u> <i>Origine</i> : Il résulte de la transformation photochimique de certains polluants dans l'atmosphère (NO_x et COV)) en présence de rayonnement ultraviolet solaire. Les pointes de pollution sont plus fréquentes en zones urbaines et périurbaines. <i>Pollution générée</i> : L'O₃ contribue à la pollution "photo-oxydante", aux pluies acides et à l'effet de serre. <i>Effets sur la santé</i> : Gaz agressif, il pénètre les voies respiratoires les plus fines. Dès une exposition prolongée de 150 à 200µg/m³, il provoque des irritations oculaires, de la toux et une altération pulmonaire surtout chez les enfants et les asthmatiques; les effets sont aggravés par l'exercice physique et varient selon les individus.</p> <p><u>Le monoxyde de carbone (CO)</u> <i>Origine</i> : Proviennent de la combustion incomplète des combustibles et carburants. Son taux augmente quand le moteur tourne dans un espace clos, quand il y a concentration de véhicules roulant au ralenti dans un espace couvert ou en cas de mauvais fonctionnement d'un appareil de chauffage. <i>Effets sur la santé</i> : Il se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang conduisant à un manque d'oxygénation du système nerveux, du cœur et des vaisseaux sanguins. A des doses importantes et répétées, il peut être à l'origine d'intoxication chronique (céphalées, vertiges, asthénie, vomissements). En cas d'exposition prolongée, il peut être mortel ou laisser des séquelles neuropsychiques irréversibles.</p>
---	--

Source : Ministère de l'Environnement français, "La qualité de l'air c'est la qualité de la vie", septembre 1994.

Au Maroc, parmi les études éco-épidémiologiques réalisées par le Département de l'Environnement en collaboration avec le Ministère de la Santé concernant l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé des populations, on peut citer :

1 - L'étude éco-épidémiologique Casa-Airpol

Cette étude entre dans le cadre de la coopération Maroc-Française et avait pour objectif principal d'évaluer l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé des populations à Casablanca.

La méthodologie adoptée pour cette étude qui a duré 18 mois consistait en l'établissement d'une éventuelle corrélation entre les variations des concentrations des polluants atmosphériques mesurés (SO_2 , NO_x , Fumées Noires et O_3) dans une station de fond et celles des indicateurs de santé suivis lors de ladite étude (mortalité brute, asthme et consultations pour les infections respiratoires).

Les principaux résultats de cette étude montrent que :

Lorsque l'on passe du niveau de base de pollution (P5, soit $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de fumées noires) au niveau moyen de pollution (P50, soit $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de fumées noires), on observe des augmentations de certains événements de santé pouvant aller jusqu'à :

- 2 % de la mortalité brute (*)
- 2 % des consultations pour asthme chez les plus de 5 ans
- 1,4 % des consultations pour bronchites chez les plus de 5 ans
- 6,1 % des consultations pour conjonctivites chez les plus de 5 ans (*)
- 2 % des consultations pour infections respiratoires hautes chez les moins de 5 ans (*)
- 6,8 % des consultations pour infections respiratoires basses chez les moins de 5 ans (*)

Lorsque l'on passe du niveau de base de pollution (P5, soit $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de fumées noires) à un niveau élevé de pollution (P95, soit $87 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de fumées noires), on observe des augmentations plus importantes de certains événements de santé, pouvant aller jusqu'à :

- 9 % de la mortalité brute
- 6 % des consultations pour asthme chez les plus de 5 ans
- 8,7 % des consultations pour bronchites chez les plus de 5 ans

(*) significatif au seuil de 5 %

- 42,5 % des consultations pour conjonctivites chez les plus de 5 ans (*)
- 14,6 % des consultations pour infections respiratoires hautes chez les moins de 5 ans (*)
- 37,8 % des consultations pour infections respiratoires basses chez les moins de 5 ans (*)

En conclusion, l'étude Casa-Airpol a permis de montrer à Casablanca des relations statistiquement significatives entre le niveau de pollution atmosphérique mesuré par les teneurs en particules fines de type "fumées noires" et la mortalité, les consultations pour conjonctivites chez les plus de 5 ans, et pour infections respiratoires chez les enfants de moins de 5 ans. L'observation de ces relations s'est faite en prenant en compte les facteurs confondants, et notamment les données météorologiques. L'absence de signification statistique pour certaines relations peut s'expliquer par la période d'étude relativement courte (1 an) pour ce type de protocole.

La campagne de mesures de polluants atmosphériques a mis en évidence, pour les particules fines en suspension de type fumées noires, **des teneurs de 50 % supérieures à celles mesurées à Paris sur le même type de station**. Les teneurs mesurées restent néanmoins, en moyenne annuelle, inférieures aux valeurs guides préconisées par l'OMS.

Il faut cependant rappeler que les fumées noires, prises en compte dans cette étude, ne sont qu'un indicateur de la pollution atmosphérique urbaine et ne peuvent, de ce fait, être considérées comme seuls responsables des effets sanitaires mis en évidence.

2 - L'étude éco-épidémiologique Mohammedia-Airpol

Cette étude a pour objectif de mettre en évidence les relations qui existent entre la variations des taux de polluants atmosphériques (SO_2 , NO, NO_2 , PM_{10} et O_3) mesurés au niveau d'un site de fond situé à l'école AL Khansa, et l'incidence des crises d'asthme chez des écoliers de la ville de Mohammedia.

Les principaux résultats de cette étude peuvent être résumer comme suit:

- Pour une augmentation moyenne de $10,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 3 jours de l'indicateur SO_2 ; la fréquence des épisodes de crises d'asthme augmente de 10% ; celle de la toux sèche nocturne de 11% ; celle de la gêne respiratoire de 5,4% et celle de la prise de médicaments de 4,6%.
- Pour une augmentation moyenne de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 3 jours de l'indicateur NO, la fréquence des épisodes de crises d'asthme augmente de 28% et celle de la toux sèche nocturne de 18,5%.

- Pour une augmentation moyenne de $10,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO, la fréquence des épisodes d'infections respiratoires augmente de 19%.
- Pour une augmentation moyenne de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le jour même de l'indicateur SO₂, la fréquence de survenue de crises d'asthme augmente de 5,1% et celle de la toux sèche nocturne augmente de 6,4

En conclusion l'étude Mohammedia-Airpol confirme l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur la population urbaine au Maroc et en particulier sur les enfants asthmatiques, malgré que les niveaux moyens de pollution sont relativement bas par rapport aux normes marocaines de qualité de l'air encore en projet. A ce propos, il serait certainement utile de réviser ces valeurs limites à la baisse avant la finalisation du projet de décret relatif à la lutte contre la pollution atmosphérique.

V – Contexte institutionnel et juridique

1 – Cadre institutionnel

Le Département de l'Environnement est responsable de la coordination et de la réalisation d'actions en matière de lutte contre la pollution atmosphérique et de la protection de la qualité de l'air. Pour accomplir ces tâches, des services techniques ont été créés au sein de ce Département dont notamment le Service de l'Air, le Laboratoire National de l'Environnement (doté de deux laboratoires mobiles pour l'analyse de la qualité de l'air), le Service des Normes et Standards et le Service Environnement et Santé.

A côté du Département de l'Environnement, certains Ministères et Structures, jouent un rôle important dans l'aboutissement des différentes activités en matière de la protection de l'atmosphère. Ces structures sont les suivantes :

- Ministère des Transports ;
- Ministère de l'Energie et des Mines ;
- Ministère de l'Industrie ;
- Ministère de la Santé ;
- Ministère de l'Intérieur ;
- Direction de la Météorologie Nationale ;
- Laboratoire Public d'Etudes et Essais (LPEE).

2 - Renforcement de l'arsenal législatif et réglementaire

Pour combler le vide juridique en matière de la protection de la qualité de l'air, un certain nombre de projets de textes législatifs et réglementaires ont été élaborés par le Département de l'Environnement en collaboration avec les

départements et les industriels concernés ; et ont fait l'objet de plusieurs rencontres scientifiques et journées d'études avec les élus et les autres partenaires socio-économiques. Parmi les projets qui concernent directement la protection de l'atmosphère, on peut citer:

Le Projet de loi relatif à la lutte contre la pollution atmosphérique

Ce projet de loi s'applique aux deux types de sources de pollution de l'air ; à savoir les installations fixes et les véhicules automobiles, et prévoit le principe général d'interdiction d'émettre, de déposer, de dégager ou de rejeter dans l'atmosphère des pollutions ou delà des normes fixées par voie réglementaire.

Il prévoit également la mise en place de moyens de lutte et de contrôle qui seront fixés par règlements. Ces derniers préciseront les cas et les conditions dans lesquels seront imposées des valeurs limites d'émissions, les institutions chargées de lutter contre la pollution de l'atmosphère et les conditions d'octroi et de suivi d'autorisation ou de déclaration pour les installations.

En outre, le projet habilite les autorités chargées du contrôle à ordonner aux responsables d'une source de pollution atmosphérique d'installer des appareils de mesures et de tenir un registre et de leur transmettre les données recueillies.

En cas de non respect des prescriptions du présent projet de loi, un système graduel de sanctions administratives et pénales est prévu.

Le Projet de décret d'application de la loi relative à la lutte contre la pollution atmosphérique

Le projet de décret d'application de la loi quant à lui établit les normes de la qualité de l'air, les normes d'émissions générales ainsi que les mesures de contrôle pour prévenir, éliminer ou réduire le dégagement de polluants provenant des sources fixes ou mobiles. Il prévoit également les modalités dans lesquelles seront fixées les caractéristiques relatives à la qualité des combustibles et des carburants.

Le projet de décret prévoit aussi la possibilité d'adopter des valeurs limites d'émissions particulières dérogatoires moins restrictives ou, au contraire, plus sévères par l'autorités compétente pour certaines catégories d'installations. Il prévoit également la création de zones de protection avec des valeurs limites de qualité de l'air plus restrictives, et la mise en place d'un Réseau National de Surveillance de la Qualité de l'Air.

Les installations qui ne répondent pas aux exigences de ce décret, disposent d'un délai pour se conformer aux nouvelles dispositions. Le délai ordinaire

d'assainissement est de cinq ans. Toutefois, l'autorité compétente peut imposer des délais plus courts ou permettre des délais plus longs allant jusqu'à dix ans.

Il y a lieu de souligner que les deux projets de loi et de décret ont été transmis au Secrétariat Général du Gouvernement (SGG) en octobre 1996 et en mars 1997. Le projet de loi (version arabe) a été adopté par la première chambre du Parlement en 2002 et par la chambre des Conseillers en janvier 2003.

Le Projet de loi relatif à l'étude d'impact sur l'environnement et son décret d'application

Ce projet constitue un des instruments permettant de faciliter l'application des mesures préventives visant la protection de l'environnement et d'assurer l'intégration des préoccupations environnementales dans les processus de développement économique et social.

Cet instrument dont la pertinence n'est pas à démontrer ne constitue en aucun cas une contrainte pour les opérateurs économiques. C'est un outil de travail souple et destiné à être pris en compte dans la gestion de l'environnement à tous les niveaux du processus de prise de décision, et constitue un éclairage pour faciliter l'intégration de la dimension environnementale au même titre que les autres considérations économiques lors de la planification et la réalisation des projets de développement.

Le projet de loi relatif à l'étude d'impact sur l'environnement et son décret d'application ont été transmis au Secrétariat Général du Gouvernement (SGG) en 1999. Le projet de loi (version arabe) a été adopté par la première chambre du Parlement en 2002 et par la chambre des Conseillers en janvier 2003.

Par ailleurs, et afin de tenir compte de la spécificité de certains secteurs d'activité, des valeurs limites particulières pour les rejets atmosphériques ont été élaborées pour les secteurs prioritaires suivants:

- Les transports

Dans le cadre de la réglementation des émissions des gaz d'échappement des véhicules, un décret sur la police de la circulation et du roulage a été adopté en janvier 1998. Ce décret fixe à 4,5 la norme de CO pour les véhicules à essence et à 70 % la norme d'opacité des fumées noires émises par le diesel. Cependant, son application a connu des difficultés dues essentiellement à la mauvaise qualité du carburant et à la vétusté du parc national et au manque d'entretien adéquat des véhicules par les garagistes et les usagers.

- Les cimenteries

Un projet d'arrêté a été élaboré, fixant les valeurs limites d'émission de polluants engendrés par l'activité du secteur des cimentiers. Les cimentiers ont signé à cet effet en 1997 avec le Département de l'Environnement une convention de partenariat par laquelle ils s'engagent volontairement à mettre en œuvre les dispositions de ce projet d'arrêté.

- L'énergie

Deux projets de normes des installations énergétiques ont été préparés au sein du Groupe de l'Air relevant du Comité National des Normes et Standards. Le premier projet concerne les rejets atmosphériques des centrales thermiques, et le deuxième projet fixe les valeurs limites de rejets des raffineries pétrolières. Actuellement, les discussions sont en cours avec les responsables des établissements énergétiques pour l'adoption de ces projets.

La qualité des combustibles et carburants au Maroc nuit à la qualité de l'air et à la santé des populations, car les teneurs de ces produits au Maroc en soufre et en plomb dépassent les normes internationales. En effet, le fuel et le gasoil riches en soufre en contiennent respectivement 4% et 1%, contre 1,5% et 0,035% en Europe, alors que l'essence contient 0,5% en plomb contre 0,15% dans certains pays.

Il est à noter que selon le Ministère de l'Energie et des Mines, la réduction de la teneur en plomb dans l'essence est prévue à partir du 1^{er} septembre 2005. Pour la qualité du gasoil, la raffinerie SAMIR a d'ores et déjà entamé la commercialisation du gasoil à faible teneur en soufre qui est de 350 ppm (0,035%), mais la différence de prix (1.5 DH/l) entre ce produit et le gasoil habituellement commercialisé (1% en soufre) n'encourage pas l'utilisation du nouveau gasoil.

De ce fait, et afin d'encourager l'utilisation des carburants moins polluants, des mesures fiscales doivent être mises en place pour limiter la différence de prix avec les carburants ordinaires très polluants.

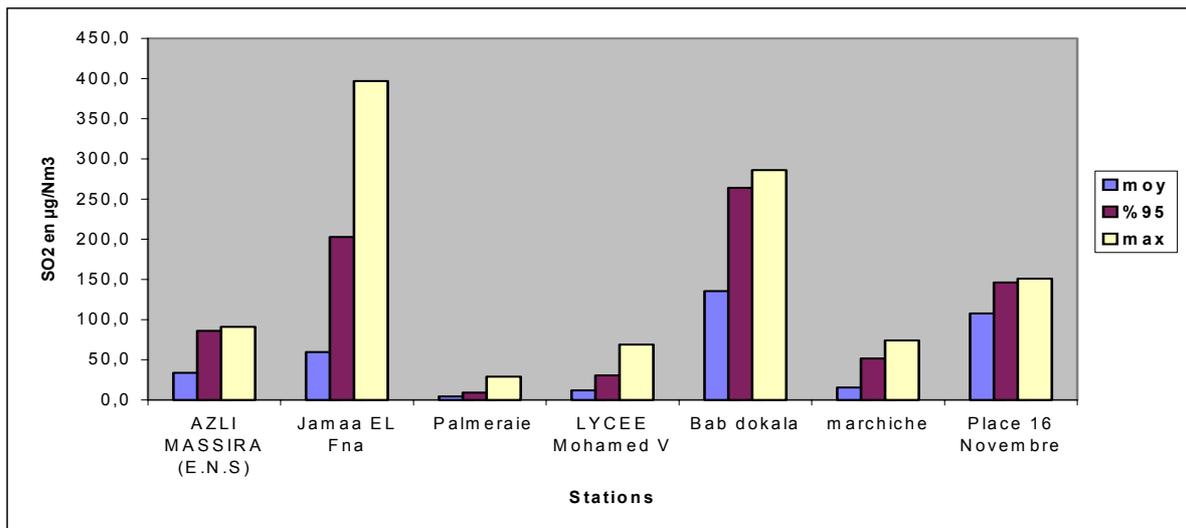
Des résultats qui prouvent les impacts néfastes de la pollution atmosphérique sur la santé des populations comme ceux de Casa-Airpol et de Mohammedia-Airpol devraient être utilisés comme moyens de pression pour poursuivre et activer le processus d'amélioration de la qualité des produits pétroliers commercialisés au Maroc, ainsi que celui de promulgation de la législation et de la réglementation environnementales.

ANNEXE

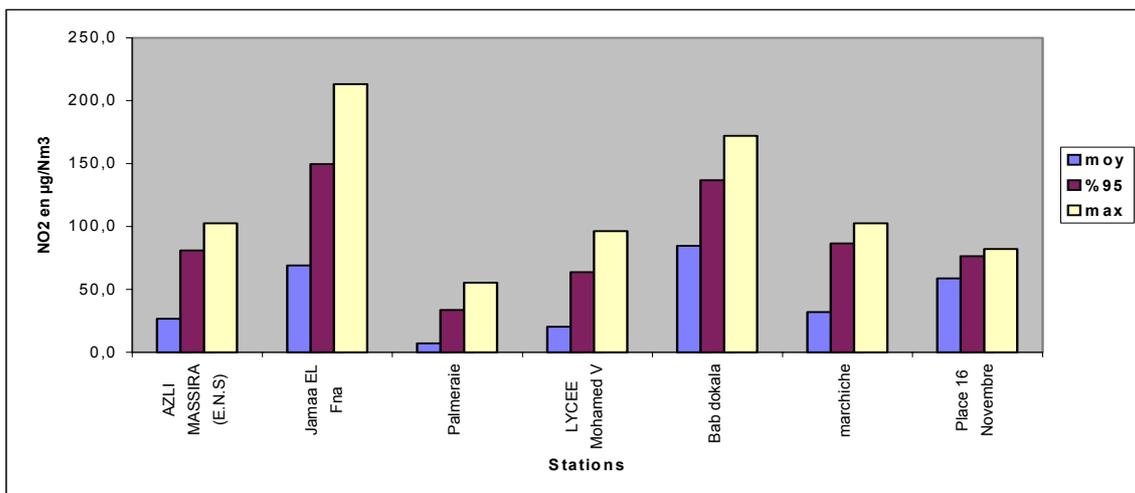
Evaluation de la qualité de l'air

La ville de Marrakech

Graphique 1 : Dioxyde de Soufre (SO₂)

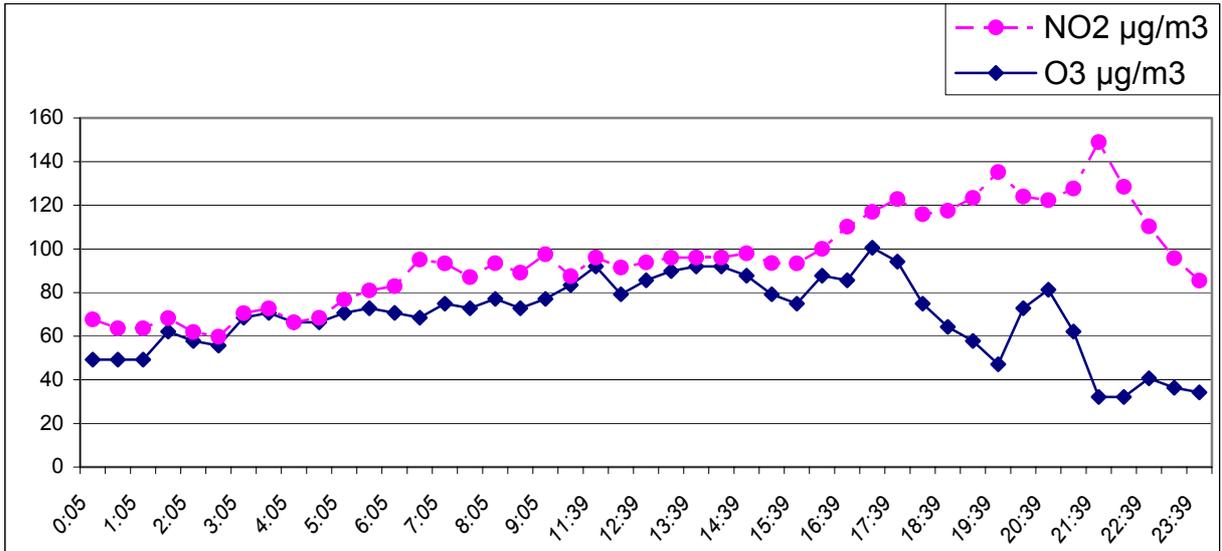


Graphique 2 : Dioxyde d'Azote (NO₂)

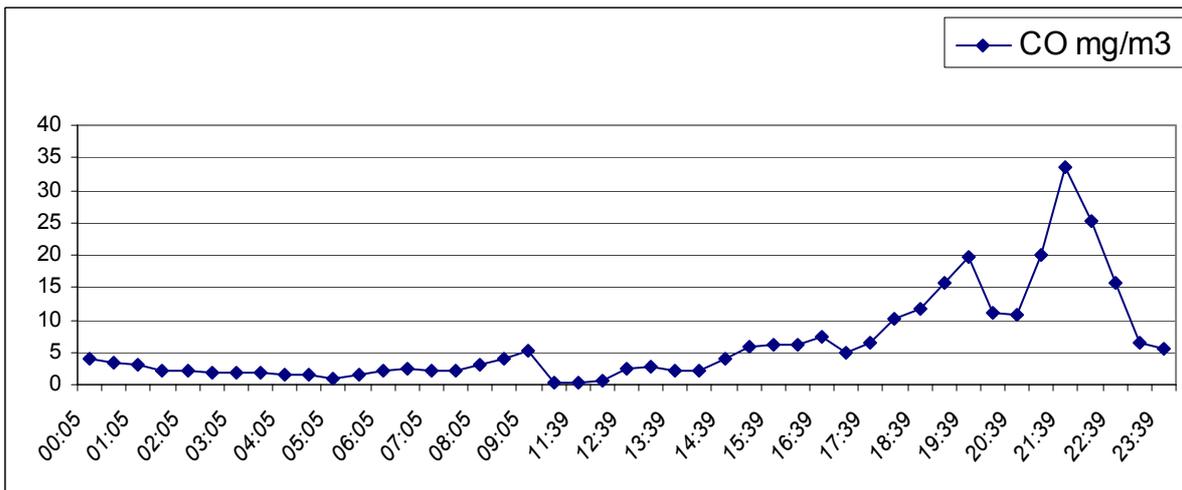


La ville d'Oujda

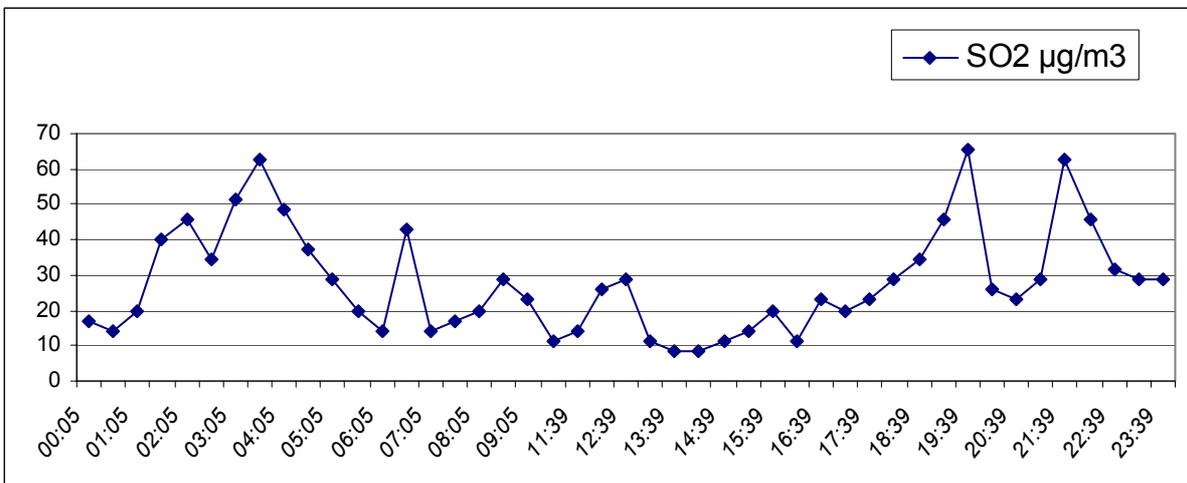
Graphique 3 relatif aux variations de NO₂ et O₃



Graphique 4 relatif aux variations de CO



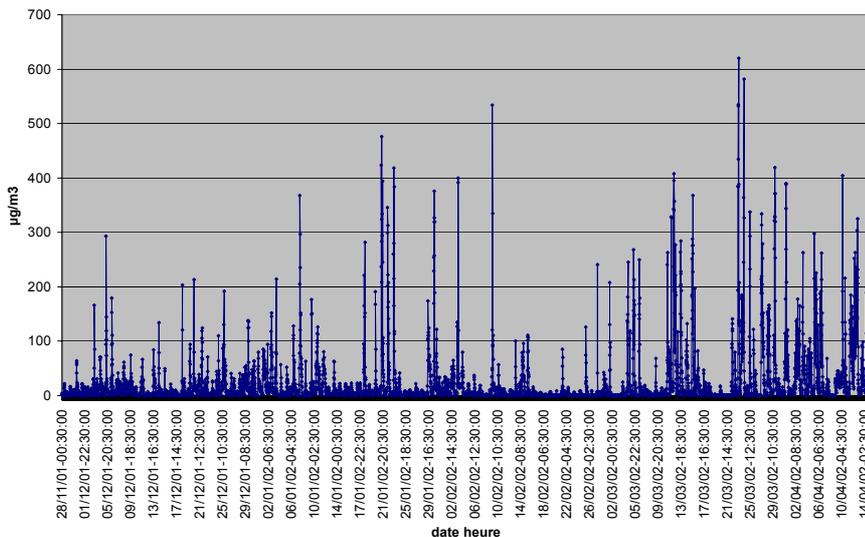
Graphique 5 relatif aux variations de SO₂



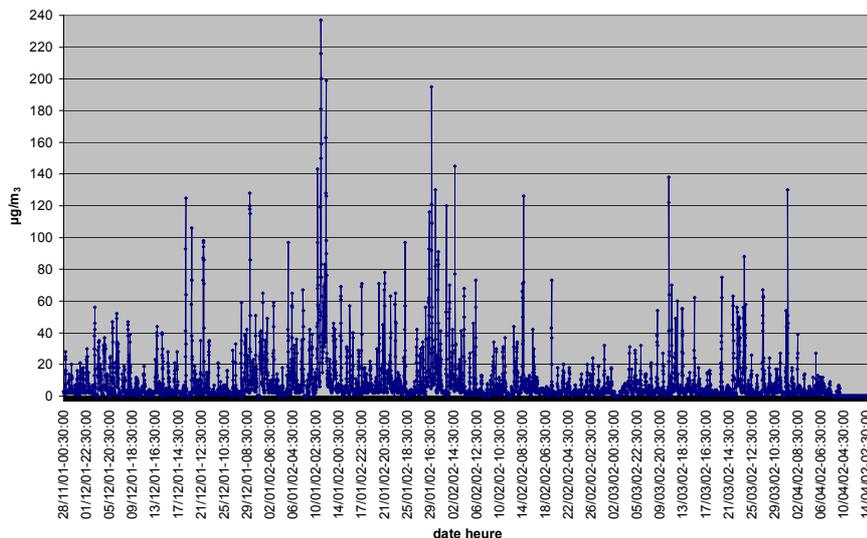
La ville de Mohammedia

Graphique 6

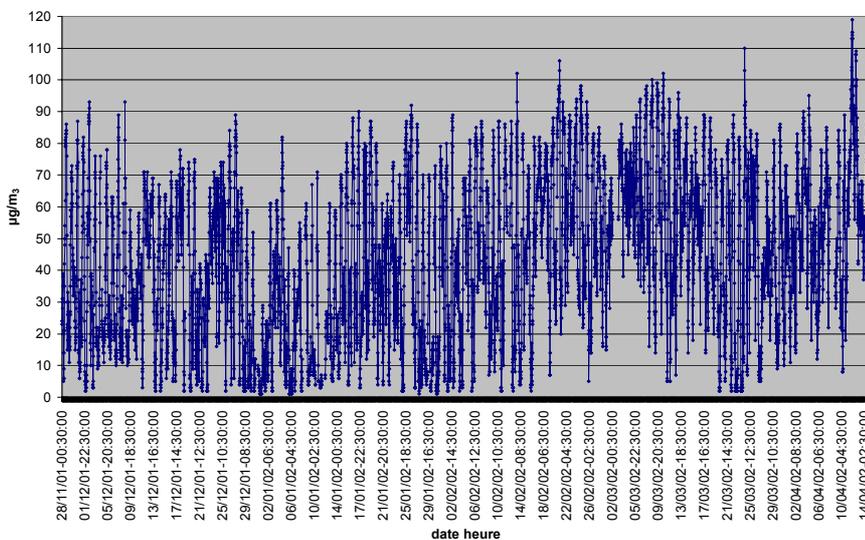
données semi-horaires du dioxyde de soufre (SO₂) - Etude Mohammédia-airpol



Données semi-horaires du monoxyde d'azote (NO) - Etude Mohammédia-airpol

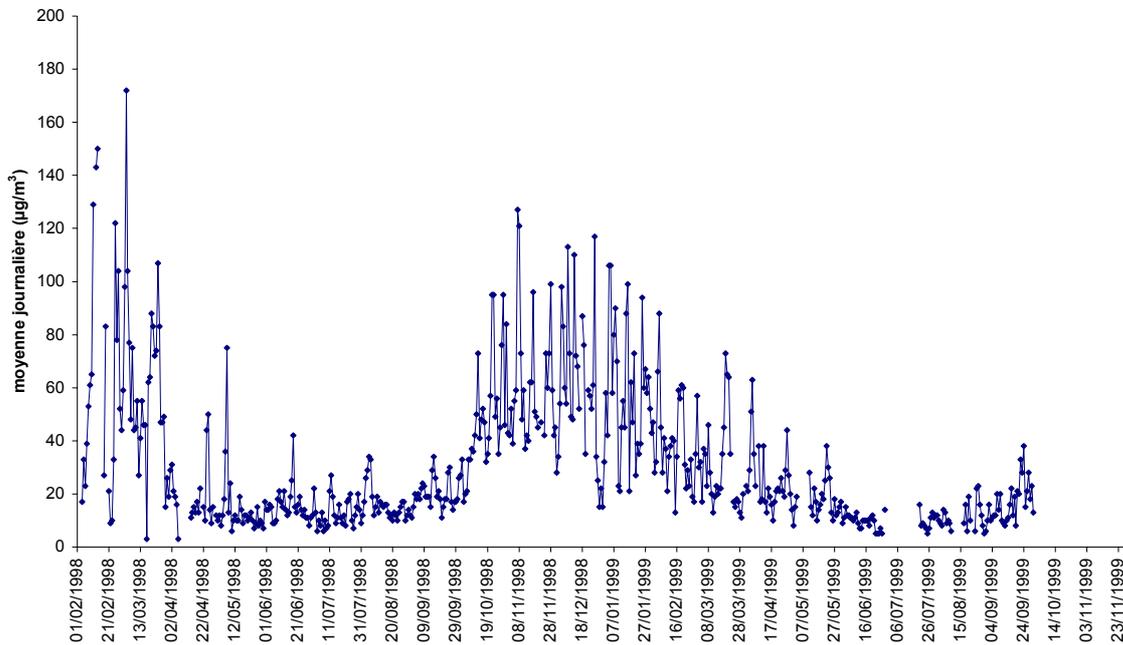


Données semi-horaires de l'ozone (O₃) - Etude Mohammédia-airpol

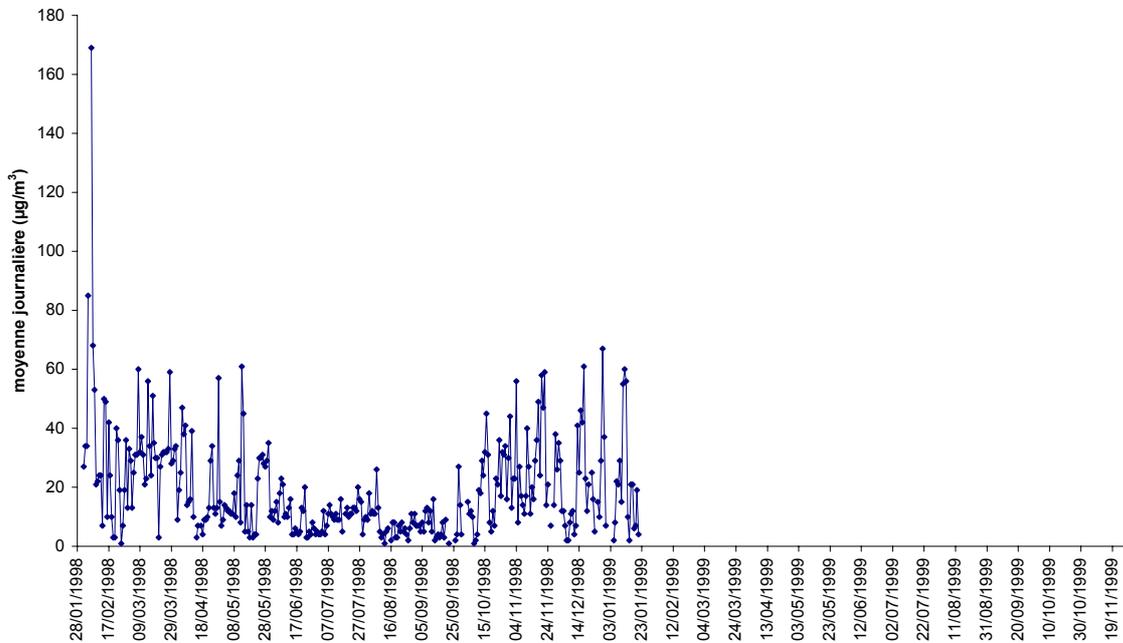


Ville de Casablanca

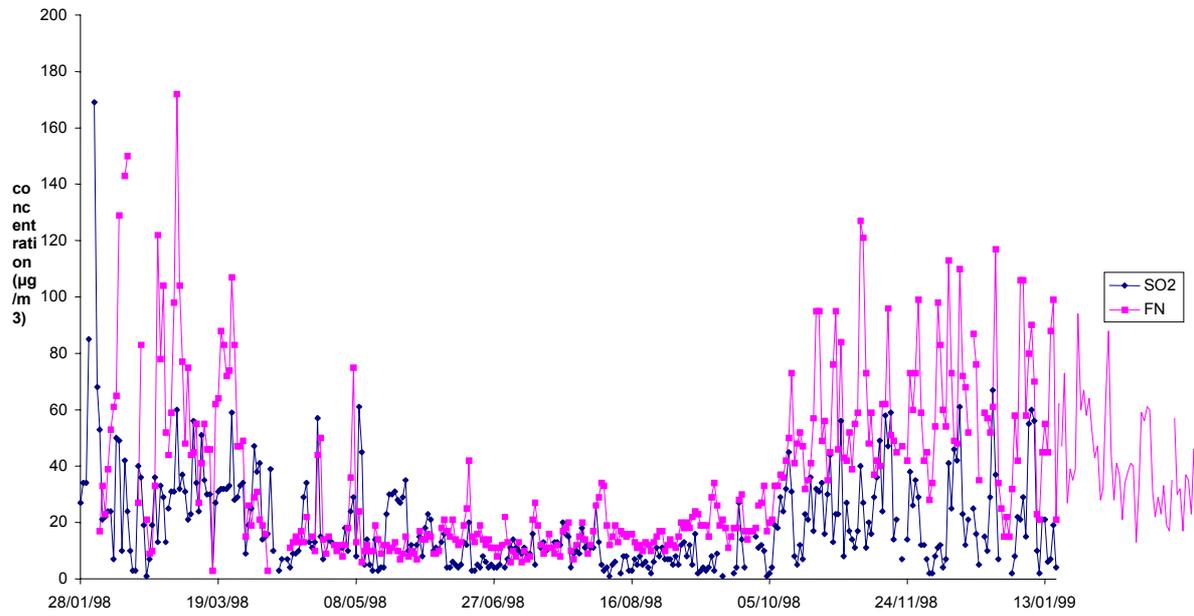
Graphique 7 : moyennes journalières de fumées noires observées à Casablanca du 01/02/98 au 30/11/99



Graphique 8 : moyennes journalières de SO₂ observées à Casablanca du 28/01/98 au 17/01/99

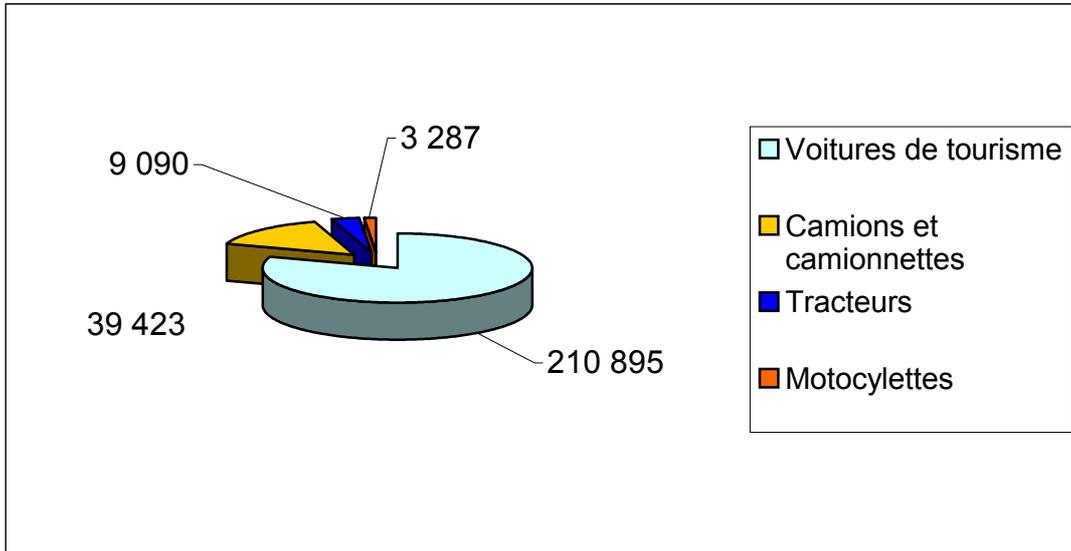


Graphique 9: moyennes journalières en fumées noires et en SO2 observées à Casablanca du 01/02/98 au 17/01/99

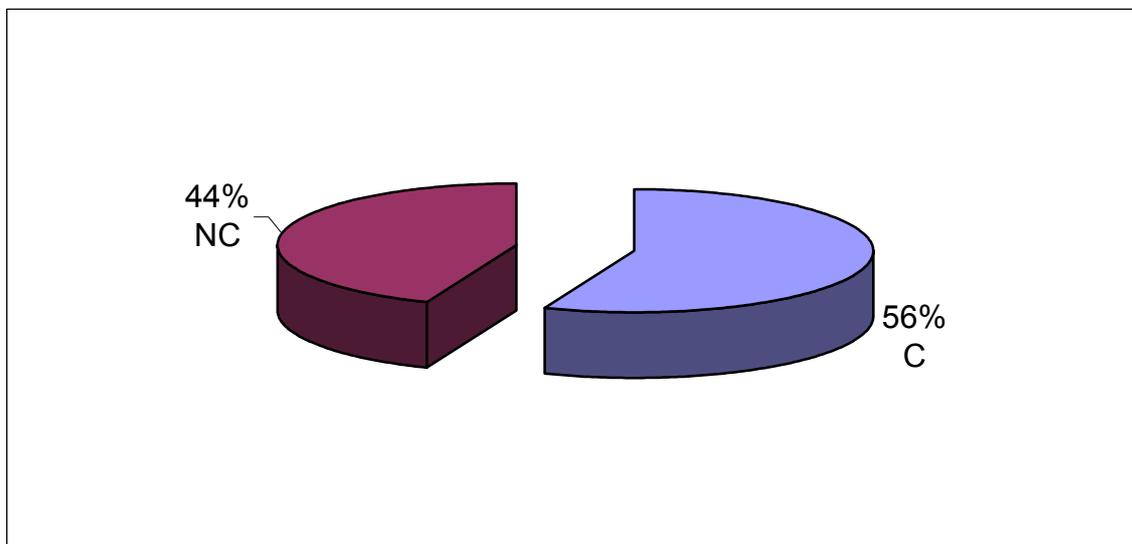


Gaz d'échappement des véhicules

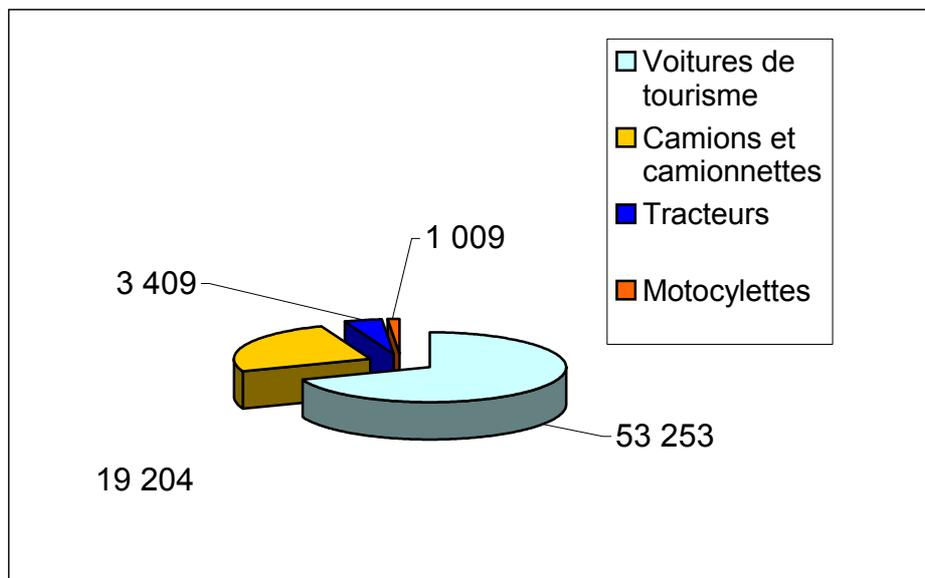
Graphique 10 : la répartition des véhicules, selon le genre, au niveau de la Wilaya de Rabat



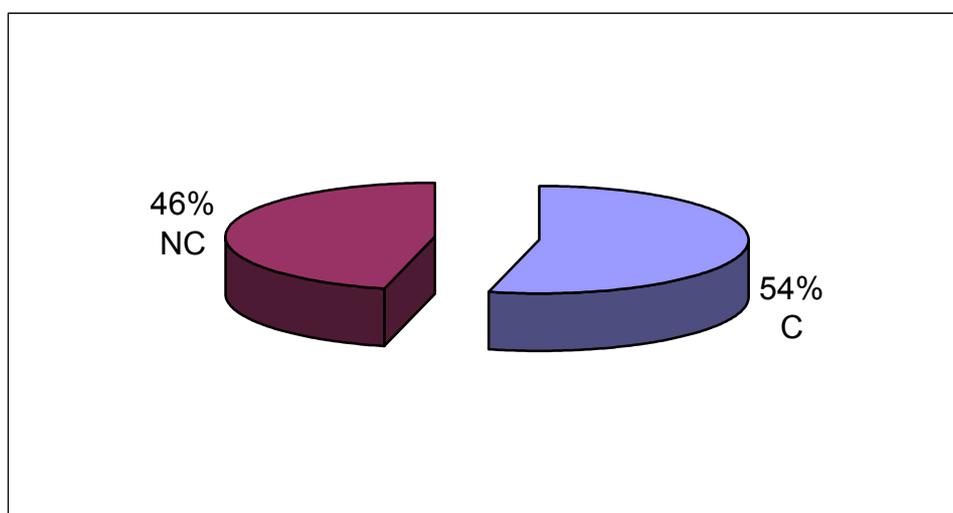
Graphique 11 : Pourcentage de conformité des véhicules diesel et essence à Rabat



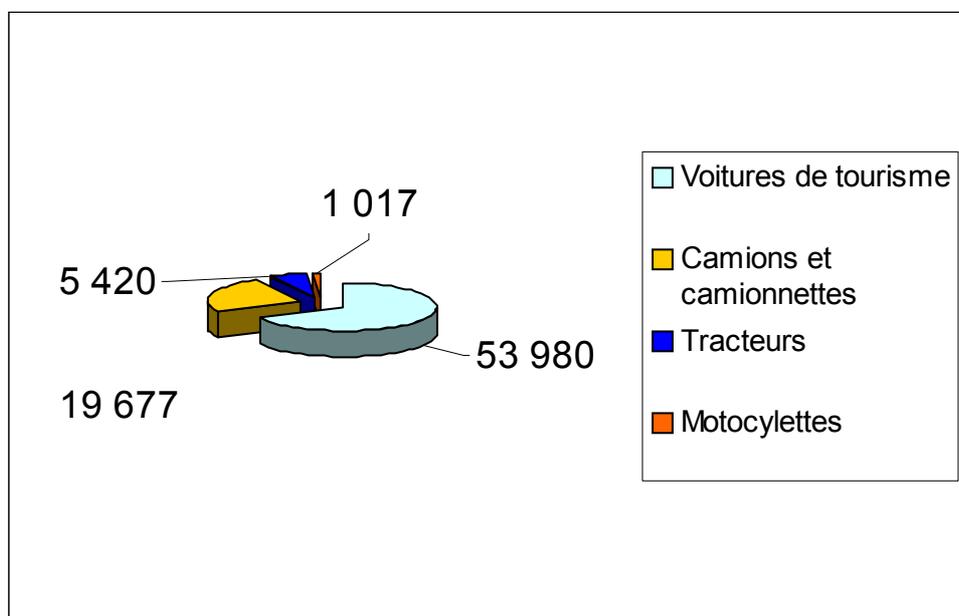
Graphique 12 : la répartition des véhicules selon le genre au niveau de la Wilaya de Fès



Graphique 13 : Pourcentage de conformité de 669 véhicules diesel et essence selon la norme marocaine au niveau de la Wilaya de Fès



Graphique 14 : Répartition des véhicules selon le genre au niveau de la Wilaya de Meknès



Graphique 15 : Pourcentage de conformité des 417 Véhicules (Essence et Diesel) contrôlés à Meknès selon la norme marocaine

