

# 4

# Qualité de l'air

## **Auteur principal**

*Capricia Chabarekh, Spécialiste de la qualité de l'air à ECODIT*

## **Réviseurs du chapitre**

*Mazen Hussein, Chef de projet, Renforcement institutionnel pour la mise en œuvre du Protocole de Montréal au Liban (PNUD)*

*Rola Cheikh, Chef intérimaire, Département de la qualité de l'air (ME)*

*Vahagn Kabakian, Chef de projet, Seconde Communication Nationale à la CCNUCC (PNUD)*



### Liste des contributeurs

*Abdallah Abdul Wahab*, Directeur, Observatoire de l'Environnement et du Développement de Tripoli (TEDO)

*Amal Soufi*, Responsable du Laboratoire de la qualité de l'air (TEDO)

*Berj Hatjian*, Docteur en hygiène publique, Université de Balamand (UOB)

*Charbel Afif*, Professeur - Faculté des sciences, Chef du Département technique au Centre d'Analyse et de Recherche, Université Saint Joseph (USJ)

*Dima Homsy*, Coordinatrice technique (TEDO)

*Hanna el Nakat*, Directeur de Programmes spéciaux, Président, Département de Chimie (UOB)

*Maher Abboud*, Professeur - Faculté des sciences, Directeur du Centre d'Analyse et de Recherche de l'USJ et Membre de l'Unité de Recherche sur la Qualité de l'Air (URQA)

*Manal Nader*, Directeur, Institut de l'environnement (UOB)

*Mazen Hussein*, Chef de projet, Renforcement institutionnel pour la mise en œuvre du Protocole de Montréal au Liban (PNUD)

*Najat Saliba*, Chef du Laboratoire d'Analyse Atmosphérique, Département de Chimie, Université Américaine de Beyrouth (AUB) et Membre de l'URQA

*Rawad Massoud*, Assistant Senior, Laboratoire d'Analyse Atmosphérique, Département de Chimie, AUB et Membre de l'URQA

*Rola Cheikh*, Chef intérimaire, Département de la qualité de l'air (ME)

*Vahakn Kabakian*, Chef de projet, Seconde Communication Nationale à la CCNUCC (PNUD)

## ABBREVIATIONS ET ACRONYMES

ACS	Administration centrale de la statistique
AUB	Université américaine de Beyrouth
CCNUCC	Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
EIE	Évaluation des impacts environnementaux
EPA	Agence de protection de l'environnement
ER	Énergie renouvelable
GES	Gaz à Effet de Serre
GL	Gouvernement libanais
CHFE	Carburant à Haut Facteur d'Émission
HFO	Fioul lourd
LCPC	Centre Libanais de Production Propre
MDP	Mécanisme de Développement Propre
ME	Ministère de l'Environnement
MEE	Ministère de l'Énergie et de l'Eau
MF	Ministère des Finances
MI	Ministère de l'Industrie
MIM	Ministère de l'Intérieur et des Municipalités
MS	Ministère de la Santé
MTPT	Ministère des Travaux Publics et des Transports
NAAQS	Normes nationales de Qualité de l'Air Ambiant
ND	Non disponible
OMS	Organisation mondiale de la Santé
ONUUDI	Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
PCB	Polychlorobiphényles
PFC	Perfluorocarbones
PNAE	Plan National d'action environnementale
PNUD	Programme des Nations Unies pour le développement
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
POP	Polluants organiques persistants
RGB	Région du Grand Beyrouth
SAO	Substances appauvrissant l'ozone
SEEL	Soutien au système judiciaire pour la mise en œuvre de la loi sur l'environnement
SELDAS	Renforcement du système d'élaboration et de mise en œuvre de la législation sur l'environnement au Liban
TEDO	Observatoire de l'Environnement et du Développement de Tripoli
UNO	Unité Nationale d'Ozone
URQA	Unité de Recherche sur la Qualité de l'Air
USJ	Université Saint-Joseph

## SYMBOLES

$\text{NH}_3$	Ammoniac
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ; $(\text{NH}_4)\text{HSO}_4$	Sulfates d'ammonium; Particules de sulfate
$(\text{NH}_4)\text{NO}_3$	Nitrate d'ammonium; Particules de Nitrate
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Microgramme par mètre cube (Unité de concentration)
$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	Kaolinite
As	Arsenic
$\text{C}_6\text{H}_6$	Benzène
Ca	Calcium
$\text{CaCO}_3$	Carbonate de calcium
Cd	Cadmium
CFC	Chlorofluorocarbones

$\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{OONO}_2$	Nitrate de peroxyacétyle (NPA)
$\text{CH}_4$	Méthane
Cl	Chlore
Cl <sup>-</sup>	Chlorure
CO	Monoxyde de carbone
$\text{CO}_2$	Dioxyde de carbone
$\text{CO}_3^{2-}$	Ions carbonate
COV	Composés organiques volatils
COVNM	Composés organiques volatils non méthaniques
$\text{CO}_x$ ( $\text{CO}$ & $\text{CO}_2$ )	Oxydes de carbone
Cr	Chrome
Cu	Cuivre
ET	Équivalent toxique
Fe	Fer
$\text{H}_2\text{S}$	Sulfure d'hydrogène
$\text{H}_2\text{SO}_4$	Acide sulfurique
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
HBr	Acide bromhydrique
HC	Hydrocarbures
HCFC	Hydrochlorofluorocarbones
HCl	Acide chlorhydrique
HCN	Cyanure d'hydrogène
$\text{HNO}_3$	Acide nitrique
$\text{HO}_x$ ( $\text{HO}$ & $\text{HO}_2$ )	Oxydes d'hydrogène
K	Potassium
$\text{K}_2\text{S}$	Sulfure de potassium
Mn	Manganèse
$\text{N}_2$	Azote
Na	Sodium
$\text{NH}_4^+$	Ammonium
Ni	Nickel
NO	Monoxyde d'azote
$\text{NO}_2$	Dioxyde d'azote
$\text{NO}_3^-$	Nitrate
$\text{NO}_x$ ( $\text{NO}$ & $\text{NO}_2$ )	Oxydes d'azote
$\text{O}_3$	Ozone
Pb	Plomb
$\text{PM}_{0.1}$	Particules ayant un diamètre aérodynamique (DA) de 0,1 $\mu\text{m}$ ou moins
$\text{PM}_1$	Particules ayant un diamètre aérodynamique (DA) de 1 $\mu\text{m}$ ou moins
$\text{PM}_{10}$	Particules ayant un diamètre aérodynamique (DA) de 10 $\mu\text{m}$ ou moins
$\text{PM}_{2.5}$	Particules ayant un diamètre aérodynamique (DA) de 2,5 $\mu\text{m}$ ou moins
ppb	partie par milliard ou billion = $10^{-9}$ mol
ppm	partie par million = $10^{-6}$ mol
$\text{RO}_x$ ( $\text{RO}$ & $\text{RO}_2$ )	Radicaux organiques
Si	Silicium
$\text{SiO}_2$	Quartz
SO	Monoxyde de soufre
$\text{SO}_2$	Dioxyde de soufre
$\text{SO}_4^{2-}$	Sulfate
$\text{SO}_x$ ( $\text{SO}$ & $\text{SO}_2$ )	Oxydes de soufre
Ti	Titane
TSP	Quantité totale de particules en suspension
V	Vanadium
Zn	Zinc

## **TABLE DES MATIÈRES**

### **4.1 Forces motrices**

- 4.1.1 Air ambiant
- 4.1.2 Air intérieur

### **4.2 État actuel**

- 4.2.1 Programme préliminaire de surveillance de la qualité de l'air
- 4.2.2 Concentrations et composition des polluants de l'air
- 4.2.3 Odeurs

### **4.3 Principaux acteurs, lois et règlements**

- 4.3.1 Cadre institutionnel
- 4.3.2 Accords environnementaux multilatéraux

### **4.4 Réponses spécifiques aux problèmes de la qualité de l'air**

- 4.4.1 Amélioration des programmes et des capacités de surveillance de la qualité de l'air
- 4.4.2 Mise en œuvre partielle de la loi 341/2001
- 4.4.3 Lignes directrices pour la lutte anti-émissions
- 4.4.4 Élimination progressive des CFC

### **4.5 Questions d'actualités et perspectives**

- 4.5.1 Projet de loi relatif à la protection de la qualité de l'air
- 4.5.2 Programme de renouvellement du parc des taxis
- 4.5.3 Amélioration du transport en commun
- 4.5.4 Engagement du GL en faveur de l'énergie renouvelable
- 4.5.5 Législation anti-tabac
- 4.5.6 Initiatives variées et modes de vie plus verts

### **Références**

#### **Lois citées relatives à l'atmosphère et la qualité de l'air**

## LISTE DES FIGURES

- Figure 4.1 Forces motrices agissant sur la qualité de l'air au Liban
- Figure 4.2 Enregistrement des véhicules au Liban (2001-2008)
- Figure 4.3 Estimation des charges de polluants atmosphériques provenant des activités industrielles au Liban
- Figure 4.4 Contribution des activités économiques aux émissions nationales de polluants atmosphériques (2005)
- Figure 4.5 Dispersion des polluants dans l'atmosphère
- Figure 4.6 Sites d'échantillonnage de NO<sub>2</sub> et de PM dans la RGB
- Figure 4.7 Niveaux de SO<sub>2</sub> dans plusieurs villes du monde
- Figure 4.8 Comparaison des niveaux maximum de carbonyles entre Beyrouth et Rome
- Figure 4.9 Concentration de PM entre février et mai 2003 à Beyrouth – AUB
- Figure 4.10 Concentrations de PM en 2004-2005 à Bourj Hammoud - Beyrouth
- Figure 4.11 Concentrations de PM<sub>10</sub> dans trois villes méditerranéennes orientales
- Figure 4.12 Composition élémentaire des TSP à Chekka
- Figure 4.13 Composition chimique des TSP à Chekka
- Figure 4.14 Composition élémentaire des TSP à Selaata
- Figure 4.15 Durée de vie et échelle spatiale des principaux polluants dans l'atmosphère

## LISTE DES TABLEAUX

- Tableau 4.1 Coûts annuels de la dégradation de la qualité de l'air
- Tableau 4.2 Transport routier et non routier au Liban (2007)
- Tableau 4.3 Aperçu des polluants provenant d'autres activités anthropiques
- Tableau 4.4 Concentrations des PM à proximité des feux de nappe
- Tableau 4.5 Aperçu des stations de surveillance de la qualité de l'air dans la RGB
- Tableau 4.6 Stations de surveillance de la qualité de l'air en dehors de la RGB
- Tableau 4.7 Normes relatives aux polluants de l'air ambiant
- Tableau 4.8 Niveaux moyens de SO<sub>2</sub> à Beyrouth
- Tableau 4.9 Concentration des composés carbonylés simples dans la ville de Beyrouth
- Tableau 4.10 Niveaux de PM dans la ville de Beyrouth
- Tableau 4.11 Composition élémentaire moyenne des PM<sub>10-2,5</sub> et des PM<sub>2,5</sub>
- Tableau 4.12 Polluants gazeux à Chekka et dans les villages du Koura
- Tableau 4.13 Niveaux de TSP, de PM<sub>10</sub> et de PM<sub>2,5</sub> à Tripoli de janvier à juin 2008
- Tableau 4.14 Niveaux de polluants gazeux dans la communauté urbaine d'Al Fayhaa
- Tableau 4.15 Répartition des responsabilités relatives à la qualité de l'air
- Tableau 4.16 Accords environnementaux multilatéraux relatifs à l'air et l'atmosphère
- Tableau 4.17 Sommaire des actions et des propositions d'actions dans la Loi 341/2001 et son projet d'amendement (2010)

## LISTE DES ENCADRÉS

- Encadré 4.1 Qu'entend-on par « pollution de l'air »?
- Encadré 4.2 Vue d'ensemble des polluants de l'air
- Encadré 4.3 Vue d'ensemble de l'industrie cimentière libanaise
- Encadré 4.4 Incendie à Ain al-Remmaneh
- Encadré 4.5 Aperçu des indicateurs de la qualité de l'air au Liban
- Encadré 4.6 Contamination des cultures agricoles
- Encadré 4.7 Plans nationaux de mise en œuvre pour la gestion des polluants organiques persistants
- Encadré 4.8 Changement climatique et Seconde Communication Nationale du Liban
- Encadré 4.9 Unité nationale d'ozone : réalisations et défis
- Encadré 4.10 Programme de renouvellement du parc des taxis



La dégradation de la qualité de l'air au Liban, estimée à 170 millions de dollars par an (WB, 2004), constitue une préoccupation environnementale grandissante (voir le Tableau 4.1). Alors que la qualité de l'air urbain dans certains pays industrialisés s'est améliorée au cours des dernières décennies, le problème persiste au Liban et est même devenu une source de préoccupation majeure pour la santé publique. La pollution de l'air (voir l'Encadré 4.1) au Liban concerne des millions de personnes vivant pour la plupart dans des régions urbaines et périurbaines, là où le smog, les fines particules et les polluants toxiques posent de sérieux problèmes de santé. En plus des problèmes respiratoires, l'exposition de longue durée à la pollution de l'air et à certains polluants est susceptible de causer le cancer et de porter atteinte aux systèmes immunitaire, neurologique et reproductif. Un grand nombre d'études épidémiologiques récentes ont montré, de façon constante, des associations positives entre les degrés d'exposition à la pollution de l'air et des résultats négatifs au niveau de la santé.

#### Encadré 4.1 Qu'entend-on par « pollution de l'air » ?

La pollution de l'air est la contamination de l'environnement intérieur ou extérieur par tout agent chimique, physique ou biologique qui modifie les caractéristiques de l'atmosphère (WHO, 2011). Ceci a lieu lorsque divers gaz, gouttelettes et particules se trouvent dans l'atmosphère au-delà de leurs concentrations normales et/ou y sont introduits par des sources anthropiques ou des phénomènes naturels.

**Tableau 4.1 Coûts annuels de la dégradation de la qualité de l'air**

Pollution de l'air ambiant et de l'air intérieur	\$M par an	% du PIB	Dommages
Pollution de l'Air Urbain - Plomb	28-40	0,20	Altération du développement neurologique chez les enfants
Pollution de l'Air Urbain -PM <sub>10</sub>	26	0,56	Maladies respiratoires, y compris la bronchite chronique, les visites en salle d'urgence, visites à l'hôpital à cause de problèmes respiratoires, activités restreintes, etc
Pollution de l'Air Intérieur	10-46	0,18	Maladies respiratoires
Coût total de la pollution de l'air extérieur / intérieur et de perte de qualité de vie	112-225	0,02	Les maladies respiratoires, visites à l'hôpital, malaise général, etc
Coût moyen de la pollution de l'air	<b>170</b>	1,02	

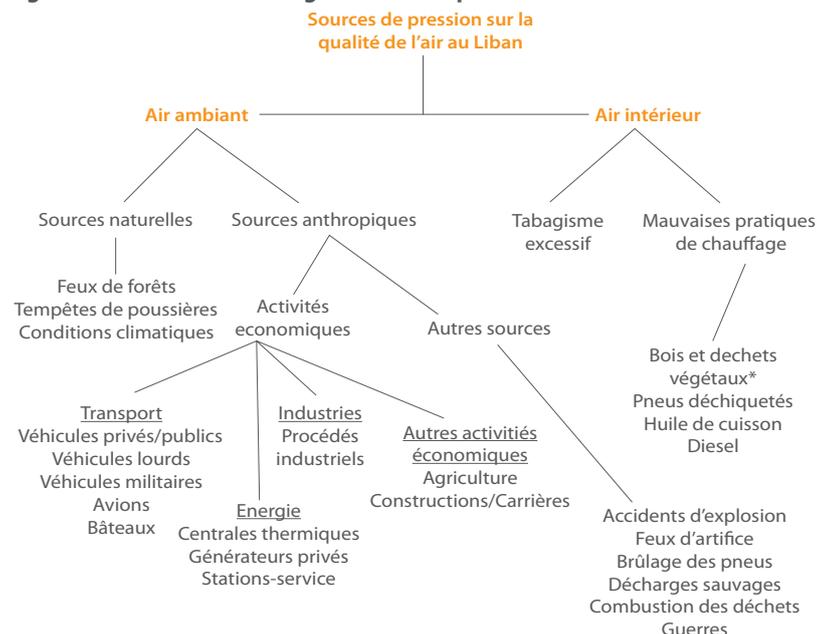
Source: WB, 2004

Ce chapitre décrit les moteurs de changement ayant une incidence sur la qualité de l'air ambiant et intérieur (transport, énergie, industrie, tabagisme, etc.) dans le pays. Il décrit aussi la situation actuelle de la pollution de l'air, les réponses nationales spécifiques aux problèmes de pollution de l'air ainsi que les possibilités d'amélioration de la qualité de l'air dans l'avenir.

## 4.1 FORCES MOTRICES

De nombreuses forces, agissant ensemble ou isolément, influent sur la qualité de l'air au Liban. Elles peuvent avoir une incidence sur l'air ambiant et/ou intérieur et provenir de phénomènes naturels ou d'activités anthropiques. Voir le sommaire des forces motrices dans la Figure 4.1.

**Figure 4.1 Forces motrices agissant sur la qualité de l'air au Liban**



\*Les déchets végétaux incluent l'herbe coupée, les feuilles, les arbustes et les fragments d'arbres.

### 4.1.1 Air ambiant

L'air ambiant est influencé par les activités anthropiques telles que la circulation des véhicules, la combustion des huiles et des combustibles fossiles, les procédés industriels et manufacturiers ainsi que l'agriculture, les carrières, les activités de construction, le brûlage à ciel ouvert et nombreuses autres activités. L'air ambiant est également détérioré par des phénomènes naturels à savoir, les incendies forestiers, les tempêtes de poussière et les conditions climatiques. Les activités quotidiennes comme le nettoyage, la peinture et le dégraissage dégagent aussi des polluants dans l'air que nous respirons - voir la classification des polluants de l'air dans l'Encadré 4.2.

## Encadré 4.2 Vue d'ensemble des polluants de l'air

Les polluants de l'air se divisent en deux catégories (gaz et particules) et en deux sous-catégories (primaires et secondaires). Les polluants primaires sont émis directement de la source ; les polluants secondaires sont des polluants primaires qui subissent des réactions chimiques et photochimiques dans l'atmosphère. Les principaux polluants sont les suivants :

Primaire	Secondaire	Peuvent être primaire et secondaire
<i>Polluants gazeux</i>		
Oxides d'Azote NO <sub>x</sub> (NO & NO <sub>2</sub> ), Oxides de Soufre SO <sub>x</sub> (SO & SO <sub>2</sub> ), Oxides de Carbone CO <sub>x</sub> (CO & CO <sub>2</sub> ) Hydrocarbures (HC) Composés Organiques Volatils (VOC) Chlorofluorocarbones (CFCs) Hydro-chlorofluorocarbones (HCFCs) Polluants Organiques Persistants (POPs)	Dioxyde d'Azote (NO <sub>2</sub> ) Ozone troposphérique (O <sub>3</sub> ) Peroxyacetyl Nitrate (PAN) (CH <sub>3</sub> C(O)OONO <sub>2</sub> )	Acide Sulfurique (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) Acide nitrique (HNO <sub>3</sub> ) Autres
<i>Aérosols, Particules, ou Particulate Matter (PM)</i>		
PM <sub>10</sub> (Particules ayant un diamètre aérodynamique (DA) de 10 µm ou moins; ad≤10 µm; mesurées en masse - µg/m <sup>3</sup> ) sont des particules primaires formées par l'érosion des sols et/ou adsorption de plusieurs particules fines pour former un agrégat	PM <sub>2,5</sub> (ad≤2.5 µm; mesurées en masse -µg/m <sup>3</sup> ), PM <sub>1</sub> (ad≤1 µm; mesurées en nombre - particule/m <sup>3</sup> ) and PM <sub>0,1</sub> (ad≤0.1 µm; mesurées en nombre -particule/m <sup>3</sup> ) sont des particules secondaires formées par la conversion gaz-particule	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub>

Source: Compilé par ECODIT pour le rapport SOER 2010

La composition des particules, également appelées aérosols, est complexe. Les aérosols atmosphériques sont un mélange de constituants chimiques combinant des éléments minéraux et organiques, y compris les acides (nitrates et sulfates), les éléments de sol et de poussière, les métaux lourds et d'autres composés organiques (HC).

### 4.1.1.1 Sources anthropiques

<sup>1</sup>y compris le benzène, le diesel, le kérosène et d'autres produits pétroliers

Les sources les plus significatives de pollution provenant d'activités économiques sont les secteurs du transport, de l'énergie et de l'industrie.

#### Secteur du transport

Le transport implique la combustion de combustibles fossiles afin de produire de l'énergie convertie en mouvement. Au Liban, le secteur du transport (terrestre, aérien et maritime) est la source principale de pollution de l'air (MOE/EU/NEAP, 2005u). Il se situe parmi ceux qui contribuent le plus à la détérioration de la qualité de l'air urbain, représentant à lui seul 59% des émissions de NO<sub>x</sub> au niveau national en 2005 (MOE/GEF/UNDP, données non publiées, 2010)—voir la Figure 4.4. La combustion de combustibles fossiles dans le secteur du transport émet des polluants qui nuisent à (1) la santé humaine par l'inhalation et l'accumulation de polluants, (2) l'agriculture et les écosystèmes délicats et ceci à travers : le dépôt sec de particules (PM) et de métaux lourds sur les feuilles (voir l'exemple de contamination des cultures agricoles dans l'Encadré 4.6), le dépôt humide de polluants dû à la pluie

acide, l'apparence de taches nécrotiques et chlorotiques causées par l'O<sub>3</sub> troposphérique, l'accélération de la dégénérescence des feuilles, la diminution du mécanisme de photosynthèse, etc. La pollution résulte essentiellement d'une combustion **incomplète** (une alimentation en oxygène non-uniforme à l'intérieur de la chambre de combustion et une température de flamme faible aboutissent à une combustion incomplète) de carburant<sup>1</sup> donnant lieu à des émissions d'hydrocarbures non brûlés et d'autres polluants notamment les différents types de particules (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1</sub>, PM<sub>0,1</sub>), la suie et une variété de gaz tels les CO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> et NO<sub>x</sub>. Ces polluants sont dispersés dans l'atmosphère soumise aux conditions météorologiques prédominantes, où ils subissent de multiples réactions chimiques et photochimiques pour former des polluants secondaires tels l'ozone troposphérique O<sub>3</sub> et les particules de sulfate/nitrate (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> / (NH<sub>4</sub>)NO<sub>3</sub>.

La population libanaise est excessivement dépendante des voitures privées pour les trajets quotidiens. Certaines sources estiment le nombre total de véhicules au Liban à 1,2 millions (MOE/EU/NEAP, 2005u), ce qui équivaut à un véhicule pour quatre personnes. En réalité, il est probable que la taille du parc de véhicules soit considérablement supérieure étant donné qu'on ignore le nombre de véhicules retirés de la circulation chaque année et qu'un grand nombre de ces véhicules circulent illégalement sans permis. Les registres de l'Administration Centrale de la Statistique (ACS) révèlent une augmentation importante des enregistrements annuels des véhicules, passant de 40 515 véhicules en 2001 (comprenant 25 883 voitures) à 106 959 véhicules en 2008 (comprenant 79 899 voitures) - ce qui équivaut à une augmentation annuelle de 15 % des enregistrements. Environ 70% des véhicules sont des voitures privées - voir l'enregistrement annuel des véhicules dans la Figure 4.2 et un aperçu du parc de transport dans le Tableau 4.2.

Les précurseurs de la plupart des polluants atmosphériques du secteur du transport sont les carburants et les lubrifiants utilisés dans les véhicules. Les émissions de SO<sub>2</sub> et de plomb sont directement proportionnelles à la teneur en soufre et plomb dans les carburants. En effet, les émissions de plomb dans le pays ont diminué progressivement depuis l'introduction de l'essence sans plomb en 1993 et l'interdiction de l'essence au plomb en 2001 (Loi 341/2001) (Hashisho *et al.* 2001). Pourtant, l'interdiction en 2001 du carburant Diesel dans les véhicules (à ne

**Tableau 4.2 Transport routier et non routier au Liban (2007)**

<i>Transport routier</i>	<i>Quelques chiffres</i>
Transport Collectif Publique (Bus)	3,2 million de passagers par an 61 360 voyages en bus par an
Transport Collectif Privé (Bus)- Lebanese Commuting Company	13 lignes 52 385 voyages en bus par an
Nombre de motocyclettes immatriculées	12 154
Nombre de taxis licenciés	33 500
Nombre de vans licenciés	4 000
Nombre de "plaques rouges" - Bus (25-55 passagers)	2 236
Nombre de "plaques rouges" - Camions	14 000
<i>Transport non-routier</i>	<i>Quelques chiffres</i>
Bateaux (Beyrouth, Tripoli, Tyr, Saida, Jieh & Zahrani)	3 289
Avions - Débarquements et décollages	39 060

*Remarque: Les taxis et vans autorisés portent une plaque d'immatriculation rouge (le nombre de véhicules sans licence est inconnu)*

*Source: CAS, 2008*

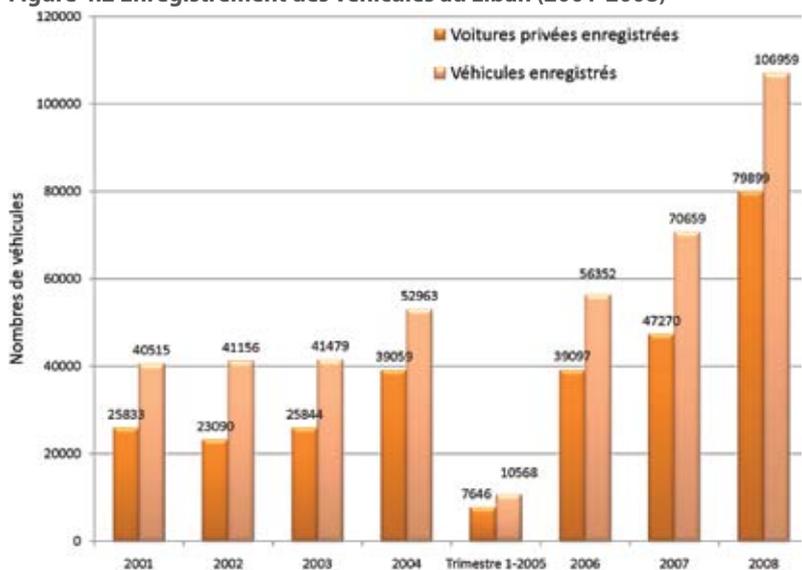
pas confondre avec le Diesel en Europe doté de propriétés physiques et chimiques conformes à la norme européenne EN 590) et les normes d'émissions de 1995 concernant les camions, les bus et les automobiles (Décret 6603/1995) n'ont pas entraîné une réduction importante des émissions, puisque les camions et les bus roulent toujours au carburant Diesel sans aucun contrôle, produisant ainsi beaucoup plus de polluants (PM, suie, NO<sub>x</sub> et CO) que l'essence.

Les émissions des véhicules sont également influencées par un certain nombre de facteurs dont l'âge, l'entretien, la vitesse, le trafic et les conditions des routes. La performance du véhicule diminue normalement sur les mauvaises routes. Tous ces facteurs réduisent le rendement de la combustion aboutissant ainsi à une plus grande émission de PM, HC, CO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> et NO<sub>x</sub>. En général, le rendement de combustion durant le démarrage et l'accélération est au niveau le plus faible; il est au niveau le plus élevé lorsque les vitesses sont modérées (autour de 80 km/hr). La circulation pare-chocs contre pare-chocs a un effet aigu sur la qualité de l'air en raison de la mauvaise combustion qui augmente les niveaux d'émission de PM, CO et COV dans les tuyaux d'échappement.

#### Secteur de l'énergie

Les industries de l'énergie (centrales thermiques) contribuent très largement à la

**Figure 4.2 Enregistrement des véhicules au Liban (2001-2008)**



*Source: CAS 2006, 2007, 2008, 2009*



*La centrale thermique de Zouk se trouve à proximité des unités résidentielles*

pollution atmosphérique au Liban en émettant des panaches de fumée noire de HC, CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, suie, PM et d'autres polluants (MOE/EU/NEAP, 2005u). Ce sont les plus gros producteurs de CO<sub>2</sub>, représentant 39% des émissions nationales de CO<sub>2</sub> en 2005 (Figure 4.4). Les centrales thermiques génèrent 85% de l'électricité totale du pays, cinq d'entre elles sont situées dans la zone côtière, alors que les centrales hydroélectriques en génèrent 4% supplémentaires. Les 11% restants sont importés - voir Chapitre 9 pour plus de renseignements sur le secteur énergétique libanais.

<sup>2</sup>Selon l'Examen par la Banque mondiale des dépenses publiques du secteur de l'électricité au Liban (2008), l'auto-génération représente 33% de la production totale d'électricité dans le pays.

La population croissante et le changement des modes de vie augmentent la demande en électricité et en d'autres sources d'énergie. Puisquela production d'énergie officielle du Liban ne répond pas à la demande, des générateurs auxiliaires privés produisent à peu près 500 MW, ce qui équivaut à 20% de la production totale (MOEW, 2010).<sup>2</sup> Les générateurs privés (non recensés mais par milliers) se trouvent dans les industries et autres établissements et peuvent se trouver sur les balcons, dans les sous-sols, sur les terrains vagues et les bordures des trottoirs et des routes. Ils sont généralement munis de cheminées courtes, ne sont pas convenablement entretenus, produisent un bruit remarquable (notamment lorsqu'ils ne sont ni mis dans des caisses ni équipés de silencieux) et dégagent de la suie et des particules dans les villes et entre les immeubles.

L'impact des centrales thermiques sur la qualité de l'air est davantage aggravé par la teneur en soufre de la combustion de carburant à haut facteur d'émission (CHFE) tel le fioul lourd (HFO) ; composé habituellement d'environ 2,5% en poids de soufre (MOE/EU/NEAP, 2005u). Leurs cheminées ne sont pas munies d'unités de traitement efficaces telles que les Unités de Collecte de Poussière et/ou les procédés de Désulfuration des fumées (FGD) pour réduire le  $SO_x$ . Par conséquent, le  $SO_{2(g)}$  est le polluant principal du secteur de l'énergie qui cause la formation de  $H_2SO_4$

(principal constituant des pluies acides) et des particules de sulfate  $(NH_4)_2SO_4$  et  $(NH_4)HSO_4$ . Les industries énergétiques ont représenté 68% des émissions nationales de  $SO_2$  en 2005 (MOE/GEF/UNDP, données non publiées, 2010). Les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM) sont également générés par les centrales thermiques durant les opérations d'entreposage, de chargement et de déchargement de carburant. Ils réagissent avec le  $NO_2$  pour former l' $O_3$  au niveau de sol, dans la couche troposphérique, un des principaux constituants du smog qui en grandes concentrations peut entraîner des problèmes de santé, à savoir l'asthme, l'irritation et la détérioration du système respiratoire

Les **stations-service** ont aussi un impact sur la qualité de l'air. Elles constituent une source importante d'émissions de COVNM lors du chargement et le déchargement de carburant. De telles émissions ne sont pas actuellement mesurées dans le pays et il n'y a donc pas de mesures adoptées pour réduire les émissions de COVNM des stations-service - voir le Chapitre 9 pour plus de renseignements sur les stations-service.

#### Secteur industriel

Les industries au Liban sont réparties sur tout le territoire et la plupart d'entre elles sont à production restreinte. Le dernier sondage exhaustif a été mené par le ministère de l'Industrie (MI) en 2000. Il a recensé 22 026 établissements industriels dans le pays. La majorité est à production restreinte et emploie moins que cinq travailleurs. Selon une mise à jour en 2007 menée par le MI, il existe actuellement 4 033 industries qui ont une surface supérieure à 100 m<sup>2</sup>, qui emploient plus de cinq personnes et qui consomment plus de 20 KVA par an (données non publiées). Ces industries peuvent avoir des impacts négatifs potentiels sur l'environnement mais elles peuvent également jouer un rôle important dans le développement économique national.

Bien qu'il y ait 72 zones décrétées industrielles, la plupart des industries sont situées à l'extérieur des zones industrielles, dans les villes et les villages. Ces industries se trouvent principalement dans les régions urbaines où résident les deux tiers de la population libanaise (CDR-NLUMP, 2004). Elles produisent deux types d'émissions : (1) émissions de combustion et (2) émissions des procédés industriels. Les émissions de combustion sont similaires à celles du secteur de l'énergie et du transport



Panaches de fumées de la centrale thermique de Jiyeh

et incluent HC, COVNM, PM, suie, CO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> et NO<sub>x</sub>, produits par la combustion de fioul et de carburant pour générer de l'électricité sur le site. Cependant, celles provenant des procédés manufacturiers sont différentes en fonction du procédé lui-même et de l'efficacité des équipements industriels ainsi que des opérations de chargement et de déchargement des matières premières avant d'être introduites dans le procédé.

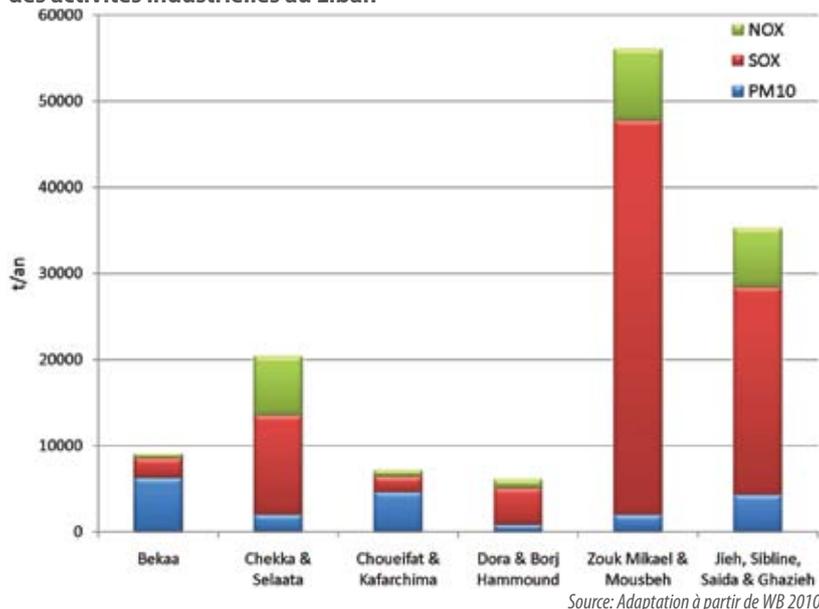
En 1998, le METAP/Banque mondiale a estimé les charges polluantes (t/an) des activités industrielles au Liban (d'après une enquête antérieure menée par le MI en 1994 qui avait recensé 22 205 établissements industriels). La Figure 4.3 montre une estimation des charges de NO<sub>x</sub>, de SO<sub>x</sub> et de PM<sub>10</sub> dans les grands pôles industriels. Les données indiquent que Zouk Mikael et Zouk Mosbeh hébergent les industries les plus polluantes émettant 45 819 t de SO<sub>x</sub> par an. Ces données doivent être traitées avec prudence vu leur ancienneté.

La Première Communication Nationale du Liban à la CCNUCC a décrit la contribution des différentes industries à la pollution de l'air au Liban. Par exemple, les émissions de COVNM sont principalement produites durant l'asphaltage des routes ; la production d'acide sulfurique est la plus grande source de SO<sub>2</sub> ; les usines sidérurgiques et les aciéries sont responsables de la majeure partie des émissions de CO ; et l'industrie du ciment est le plus grand producteur de CO<sub>2</sub> (MOE/GEF/UNDP, 2002) –voir l'aperçu des polluants atmosphériques provenant des industries cimentières dans l'Encadré 4.3.

La Seconde Communication Nationale (SCN) à la CCNUCC récemment publiée fournit une analyse détaillée des émissions nationales de GES pour l'année de référence 2000 (MOE/GEF/UNDP, 2011). Dans le cadre des préparations pour la SCN, des données sur les gaz à effet de serre ont été collectées jusqu'en 2006. La guerre ayant pu cette année-là avoir un impact sur les émissions, ce rapport SOER a retenu les valeurs des émissions de 2005. La Figure 4.4 résume la contribution des industries de l'énergie, des industries manufacturières et de construction, du transport et des procédés industriels aux émissions nationales de GEF en 2005.

Autres sources. En plus du transport, de l'énergie et de l'industrie, qui sont les trois activités économiques les plus importantes au Liban, d'autres secteurs économiques exercent une influence sur la qualité de l'air, à savoir,

**Figure 4.3 Estimation des charges de polluants atmosphériques provenant des activités industrielles au Liban**



#### Encadré 4.3 Vue d'ensemble de l'industrie cimentière libanaise

Au Liban, l'industrie cimentière représente la source la plus importante d'émissions de CO<sub>2</sub> dans le secteur. Le Liban possède cinq cimenteries (Holcim Liban, Cimenterie Nationale SAL, Ciment de Sibline, Cimenterie du Moyen-Orient, Société Libanaise des Ciments Blancs) dont quatre situées au Liban-Nord. Les matières premières comportent la silice, l'aluminium, le fer et la chaux obtenue à partir du carbonate de calcium. D'autres matières premières sont également utilisées comme le sable, l'argile, le schiste, le minerai de fer et le laitier de haut fourneau. Les industries du ciment comportent plusieurs procédés tels que l'exploitation minière/des carrières, le concassage, le broyage et la calcination, qui génèrent tous des polluants :

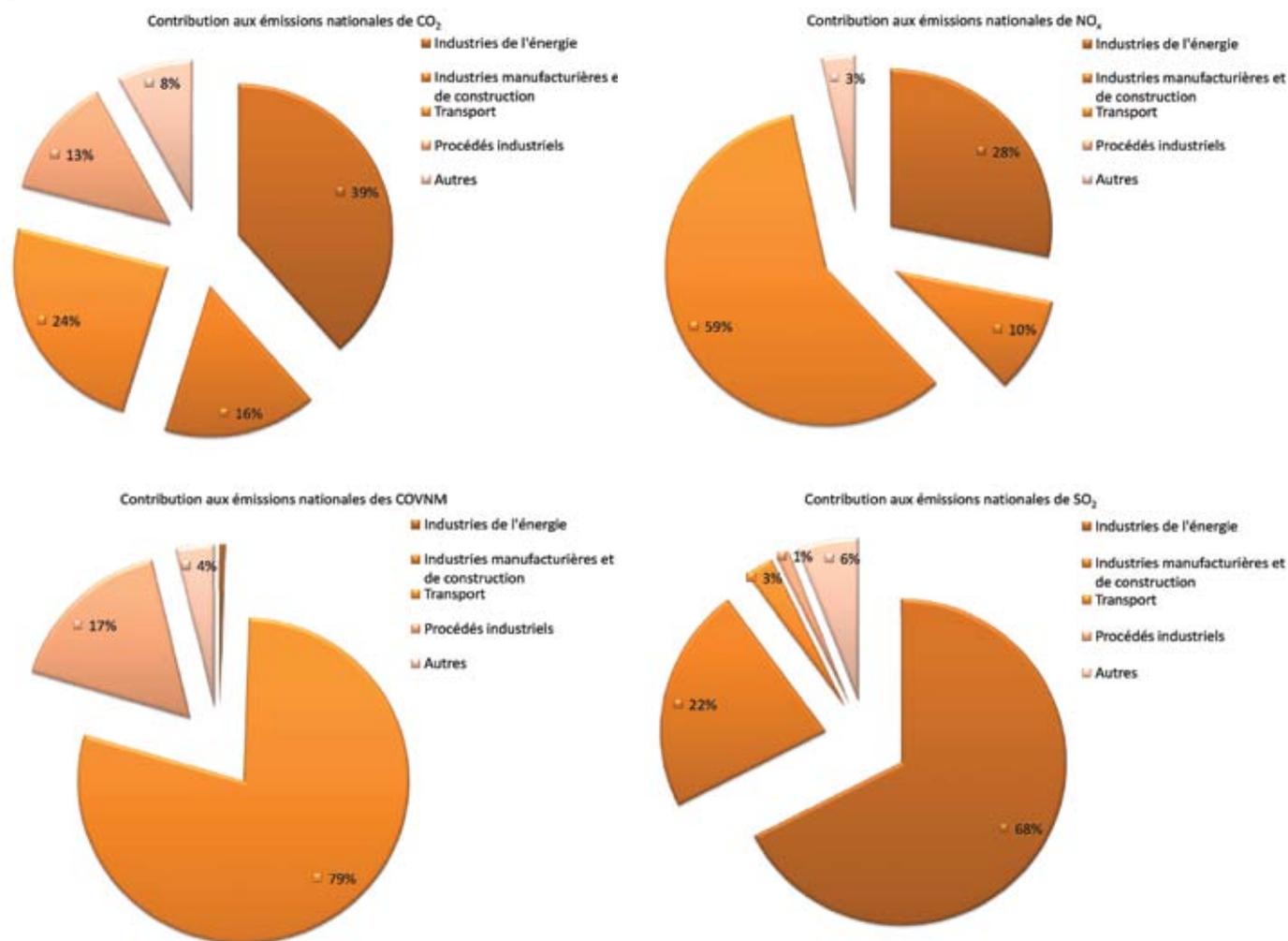
- L'extraction, le concassage et le broyage de matières premières à particules
- Le fonctionnement des fours et leur refroidissement à particules, CO, SO<sub>2</sub>, NOx, HC
- Le broyage et l'ensachage du ciment à particules

En 1997, le ME a préparé une note d'orientation (Décision 191/1) pour l'industrie cimentière sur la manière de protéger l'environnement et les travailleurs contre l'exposition aux polluants industriels. La note comprenait des mesures de conservation de la qualité de l'air et de l'eau et a incité un processus d'auto-surveillance des émissions des cheminées qui exigeait de nouvelles améliorations –voir la Section 4.4.3.



Cimenterie à Sibline, l'une des cinq usines dans le pays

Figure 4.4 Contribution des activités économiques aux émissions nationales de polluants atmosphériques (2005)



Source: MOE/GEF/UNDP, données non publiées de 2010

l'agriculture, la construction et l'exploitation des carrières. Il existe encore d'autres sources de pollution atmosphérique telles que les décharges sauvages et/ou la combustion à ciel ouvert de déchets solides, le brûlage des pneus, les incendies et les accidents d'explosion dans des entrepôts faiblement réglementés (voir l'Encadré 4.4), les feux d'artifice et les guerres. Voir l'aperçu des polluants par type d'activité dans le Tableau 4.3.

#### Encadré 4.4 Incendie à Ain al-Remmaneh

Le 9 novembre 2010, un violent incendie a éclaté dans un lieu d'entreposage souterrain à Ain al-Remmaneh (dans la banlieue de Beyrouth) contenant des produits chimiques : des résines (cellulose combinée avec des halogènes, utilisée pour la désinfection de l'eau) et des paquets de polymère. Le feu a dégagé d'énormes panaches de fumée au-dessus de Beyrouth, renfermant des polluants dangereux comme les PM, HC, COx, Cl<sub>2</sub>, HCl, dioxines, furanes, etc. L'investigation menée sur l'incident a révélé des réactions chimiques inattendues ayant eu lieu entre les produits stockés qui ont pris feu.

Les émissions à partir d'un feu en plein air peuvent représenter des dangers aigus (à court-terme) et chroniques (à long terme) considérables pour les pompiers et les résidents à proximité immédiate. Dépendamment de la durée et du degré d'exposition, ces effets sanitaires pourraient être une irritation au niveau de la peau, des yeux et des membranes muqueuses, des effets respiratoires, une dépression du système nerveux central et le cancer. Le lieu d'entreposage avait été catégorisé par le ME établissement de classe I en vertu du Décret 4917/1994 et devait être éloigné des régions résidentielles en vertu du Décret législatif 21/1/1932. En outre, ces établissements requièrent une autorisation du gouverneur. L'entrepôt de Ain al-Remmaneh fonctionnait illégalement, sans permis, comme des milliers d'autres entrepôts dans le pays. L'incident a incité le ME à revoir, en coordination avec la Défense civile, les permis de stockage et à inspecter plus régulièrement les conditions de stockage. Le GL doit également décider de la manière d'aborder la question la plus récurrente - la réimplantation des aires d'entreposage/des entrepôts contenant des substances nocives à l'extérieur des régions résidentielles densément peuplées.

**Tableau 4.3 Aperçu des polluants provenant d'autres activités anthropiques**

Activité	Polluants de l'air (y compris les pathogènes)
Agriculture	Pesticides pulvérisés, NH <sub>3</sub> , Odeurs, GES (CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> )
Décharges sauvages	GES (CH <sub>4</sub> ), Bactéries, Virus
Combustion air à ciel ouvert de déchets solides	Produits de la combustion incomplète: CO, NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , HC, PM et autres Substances toxiques y compris les dioxines et furanes (POPs)
Brûlage des pneus	CO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , COVNM, HAP, dioxines, furanes, HCl, benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ), PCBs; Métaux: As, Cd, Ni, Zn, Hg, Cr, et V
Construction, exploitation des carrières et entreposages à ciel ouvert	Panaches de poussières comprenant des PM <sub>10</sub> and PM <sub>2,5</sub>
Feu d'artifice	CO <sub>2</sub> , K <sub>2</sub> S et N <sub>2</sub> – Pour 270 grammes de poudre noire (poudre à canon, propergol) utilisés, 132 grammes de CO <sub>2</sub> sont créés. Les couleurs sont générées par des métaux oxydés (par exemple, la couleur rouge provient du strontium, le bleu du cuivre, l'or du charbon et du fer).

Source: Compilé par ECODIT

La guerre de juillet 2006 contre Israël a produit une pollution atmosphérique à grande échelle et des conséquences nuisibles sur la santé de l'homme. Des munitions explosées, des carburants enflammés, des incendies de forêts, des installations et des bâtiments industriels endommagés ont entraîné une détérioration de la qualité de l'air dans la banlieue sud de Beyrouth, le Liban-Sud et la région de la Békaa (UNDP-ELARD, 2007). Les émissions ont été quantifiées lorsque cela était possible afin de fournir un ordre de grandeur des polluants émis et de guider les décideurs quant aux impacts à réduire. La combustion de 60 000 m<sup>3</sup> de fioul lourd à la centrale électrique de Jieh et de 5 000 m<sup>3</sup> de kérosène à l'aéroport international Rafiq Hariri de Beyrouth a provoqué de grands panaches de fumée de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, suie, PM, COV, dioxines, furanes et d'autres composants en raison de la combustion incomplète du pétrole et des autres produits pétroliers. Par conséquent, un modèle de pollution atmosphérique a projeté des concentrations de PM près des feux de nappe (de pétrole et de kérosène) à distances variables (voir le Tableau 4.4). Le modèle a indiqué que les concentrations de particules étaient aux niveaux les plus élevés près des feux de nappe.

Suite au nettoyage et à l'évacuation des sites, à l'élimination des décombres et aux activités de construction, il a été estimé que toutes les particules en suspension (TSP) pouvaient atteindre 860 µg/m<sup>3</sup> dans le pire des scénarios et 190 µg/m<sup>3</sup> dans un scénario type dans l'air ambiant des banlieues sud de Beyrouth, dépassant ainsi les normes libanaises, de l'EPA et de l'OMS relatives à une exposition de 24 heures aux TSP dans l'air ambiant. Les conséquences des incendies de Jieh et de l'aéroport sur le voisinage ont été considérées de courte durée (< à 1 an) ; celles des activités de construction dans



La combustion incontrôlée des déchets solides en bordure de route est très répandue au Liban

la banlieue de Beyrouth ont été considérées de moyenne durée (1-10 ans). Voir d'autres impacts de la guerre de 2006 dans les Chapitres 6 et 9 du présent rapport.

**Tableau 4.4 Concentrations des PM à proximité des feux de nappe**

Concentrations de particules	Feux des fiouls (Centrale thermique de Jiyeh)	Feux de Kerosene (Aéroport International de Beirut Rafiq Hariri)
Près des feux	34mg/m <sup>3</sup> (Elévation verticale 0m)	31 mg/m <sup>3</sup> (Elévation verticale 0m)
A 1-4 km sous le vent	217-295µg/m <sup>3</sup> (Elévation verticale 695m)	30.3µg/m <sup>3</sup> (Elévation verticale 725m)
A 20 km sous le vent	21µg/m <sup>3</sup> (Elévation verticale 780 m)	1µg/m <sup>3</sup> (Elévation verticale 260m)
A 20 km sous le vent	29µg/m <sup>3</sup> (Elévation verticale 350 m)	3.2µg/m <sup>3</sup> (Elévation verticale 725m)

Source: UNDP-ELARD, 2007

#### 4.1.1.2 Sources naturelles

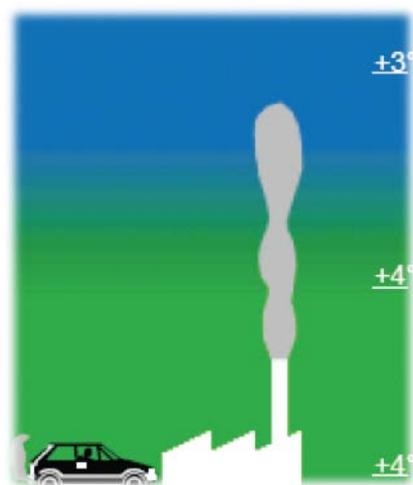
Les phénomènes naturels suivants exercent, au Liban, un impact sur la qualité de l'air :

- Les incendies des forêts sont causés par la sécheresse naturelle, l'accumulation de bois mort et fortement inflammable ou par acte criminel. Au Liban, les origines des feux de forêts qui font rage demeurent indéterminées. Entre 2008 et 2009, 707 incendies ont été signalés dans le pays, ravageant 45 km<sup>2</sup> de forêts, ce qui équivaut à 1,8 % de la couverture forestière (MOE, 2010). De manière générale, les feux de forêts causent des dommages importants à la vie sauvage et à la couverture forestière, produisent des panaches de fumée chargés de particules fines riches en carbone et en potassium qui se répandent sur de vastes étendues et ont des effets considérables sur la santé humaine - *Pour plus de détails sur les feux de forêts, voir le Chapitre 5.*
- Les tempêtes de poussière (*reyah khamseenyah*) balayent le Liban chaque année. Elles proviennent d'Afrique (au printemps) et de la Péninsule arabe (en automne) et s'étendent sur de vastes surfaces. Ces masses d'air chaudes sont chargées d'éléments de la croûte terrestre qui élèvent les niveaux de PM<sub>10</sub> dans l'atmosphère.
- Les conditions atmosphériques et climatiques comprennent la température, l'humidité, la pression atmosphérique, la vitesse et la direction du vent, ainsi que la hauteur de la couche de mélange (hauteur : 1 km). Toutes ces conditions exercent un effet sur la concentration des polluants dans l'atmosphère. Dans des conditions normales, la température diminue avec la hauteur - voir la Figure 4.5. Dans le cas d'une inversion thermique (une augmentation de la température avec la hauteur) accompagnée de faibles vitesses de vent, les polluants sont retenus dans la couche de mélange et se déplacent horizontalement puisque leur dispersion est bloquée verticalement - voir la Figure 4.5.



**Figure 4.5: Dispersion des polluants dans l'atmosphère**

Dispersion verticale – Conditions normales-



Dispersion horizontale – Inversion de température-

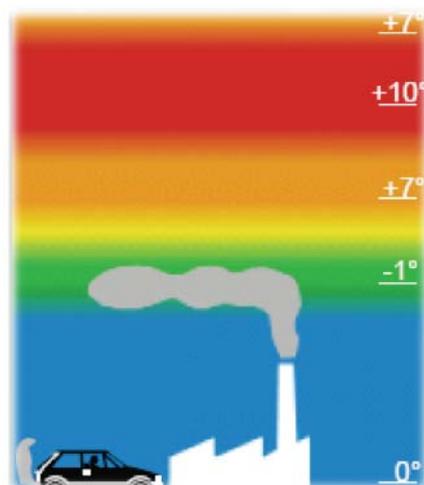




Photo: Nizar Hani

Forces de Sécurité Intérieure contrôlant un feu de forêt à l'aide de batteurs

#### 4.1.2 Air intérieur

La qualité de l'air intérieur est influencée par les sources de combustion (pétrole, gaz, charbon et bois), l'usage du tabac, les matériaux de construction et d'ameublement, les matériaux isolants contenant de l'amiante, les produits en bois aggloméré, les produits de nettoyage et d'entretien ménagers, les soins d'hygiène personnelle; par les systèmes centralisés de chauffage et de climatisation et les appareils d'humidification ; ainsi que par les sources extérieures telles que le radon, les pesticides et la pollution de l'air extérieur. Au Liban, les principales sources de pollution de l'air intérieur sont la fumée de tabac et les mauvaises pratiques de chauffage.



Tabagisme excessif

##### 4.1.2.1 Tabagisme excessif

Au Liban, l'usage des cigarettes, des cigares et de ce qu'on appelle *narguileh* est excessif à la fois dans les lieux publics et privés. D'après l'Enquête mondiale sur le tabagisme chez les jeunes en 2005 qui a examiné les attitudes et les comportements déclarés, en lien avec le tabac, de 3 314 collégiens libanais âgés entre 13 et 15 ans, 80% d'entre eux subissent le tabagisme passif à domicile. Ce pourcentage n'inclut pas les enfants d'âge préscolaire qui sont exposés au *narguileh*. La moyenne d'âge pour commencer à fumer est de 14 ans et le taux de prévalence du tabagisme parmi les collégiens (13-15 ans) est de 15 % chez les garçons et de 7% chez les filles (WHO, 2000). Selon le Profil libanais de lutte antitabac de 1998, le taux de prévalence du tabagisme des adultes s'élève à 46% chez les hommes et 35% chez les femmes - considéré comme étant le taux le plus élevé dans l'ensemble des pays arabes (Koweït : 29,6% chez les hommes et 1,5% chez les femmes; Qatar : 37% chez les hommes et 0,5% chez les femmes) (WHO, 2000).

La fumée de cigarette contient toute une série de composés gazeux et particulaires pouvant avoir des répercussions de longue durée sur la santé y compris le cancer. Il s'agit (par ordre décroissant approximatif de masse) de :  $\text{CO}_2$ , eau, CO, PM, nicotine,  $\text{NO}_x$ , HCN,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_2\text{O}$ , HAP, COV, phénol et des dizaines d'autres composés toxiques bien connus). Certains de ces composés sont présents en très grandes concentrations. Par exemple, la fumée de cigarette renferme des concentrations beaucoup plus élevées de monoxyde de carbone [CO] (0,5-5 % v/v) que les émissions d'un véhicule bien entretenu. Une telle concentration de CO serait fatale en cas d'inhalation continue pendant ~30 minutes (Jaffe and Chavasse, 1999).

##### 4.1.2.2 Mauvaises pratiques de chauffage

Les citoyens libanais, notamment les ménages à faible revenu, ont recours à des combustibles solides de mauvaise qualité pour le chauffage domestique, comme la biomasse (déchets de bois et rebuts de récoltes), les produits polymères (pneus déchiquetés) et les autres

combustibles liquides comme l'huile de cuisson et le Diesel. La plupart des ménages qui utilisent les combustibles solides, les brûlent en plein air ou dans de simples poêles qui dégagent la plus grande partie des fumées à l'intérieur de leur habitation. La pollution de l'air intérieur qui en résulte est une grande menace pour la santé, en particulier celle des femmes et des jeunes enfants qui passent plusieurs heures près du feu. De plus, l'usage des combustibles solides et des poêles de mauvaise qualité présente d'autres conséquences irréversibles sur la santé (à savoir atteinte du système nerveux central), sur l'environnement et sur le développement économique. Un grand nombre de polluants néfastes pour la santé dont les PM, CO, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, aldéhydes, benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) et HC, en sont émis. Aussi, l'aération inadéquate, les hautes températures et les taux d'humidité élevés contribuent à l'augmentation des niveaux de polluants de l'air intérieur.

#### 4.2 ETAT ACTUEL

Depuis 2001, les capacités du Liban en matière de surveillance de la qualité de l'air se sont largement améliorées. Bien que le pays soit en manque de programme national dirigé par le gouvernement portant sur la surveillance de la qualité de l'air, un grand nombre d'universités et d'institutions ont commencé à coordonner leurs activités liées à la pollution de l'air. Pour cela, cette section décrit en premier les capacités libanaises actuelles en matière de surveillance de la qualité de l'air et se sert ensuite d'un volume croissant de données et de publications sur la qualité de l'air afin de révéler une évaluation partielle de la situation de la qualité de l'air au Liban.

##### 4.2.1. Programme préliminaire de surveillance de la qualité de l'air

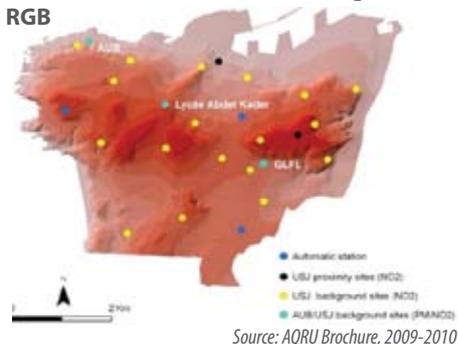
Dans le cadre d'un accord de partenariat avec la municipalité de Beyrouth, le Conseil Régional d'Ile de France et l'Université Saint Joseph (USJ), un Programme Préliminaire de Surveillance de la Qualité de l'Air a été établi en 2003, afin de fournir des données sur la qualité de l'air ambiant à Beyrouth. Le programme a installé 23 stations de surveillance pour échantillonner et analyser les principaux polluants de l'air ambiant (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, CO<sub>x</sub>, COV et O<sub>3</sub>) tout en utilisant une variété d'appareils d'échantillonnage fixes et mobiles. Le programme a été étendu et élargi en 2008 afin de couvrir la Région du Grand Beyrouth (RGB), en collaboration avec l'Université américaine de Beyrouth (AUB). Plus spécifiquement, sous le patronage du Conseil National Libanais de la Recherche Scientifique (CNRS), les membres des facultés de l'AUB et de l'USJ ont rassemblé leurs efforts pour fonder l'Unité de Recherche de la Qualité de l'Air (URQA). L'Unité étudie les niveaux de polluants de l'air dans la RGB et leurs transformations dans l'atmosphère. Ses objectifs sont d'établir un observatoire permanent pour la surveillance continue de la qualité de l'air dans la ville de Beyrouth et lancer un système de sensibilisation du public aux problèmes et aux niveaux de la pollution de l'air (AQRU Brochure, 2009-2010). Ainsi, les prochaines activités de l'URQA consisteront à (1) développer l'Indice de la qualité de l'air de Beyrouth qui renseigne sur la pollution atmosphérique dans la ville et auquel le public pourra avoir accès via internet, (2) contrôler les polluants à l'extérieur de la RGB et (3) surveiller les émissions des stations industrielles (AQRU Conference, 2011). Le



Vue dégagée sur Beyrouth

Tableau 4.5 présente une vue d'ensemble des stations de surveillance de la qualité de l'air établies à Beyrouth et dans la RGB de 2004 jusqu'à nos jours et la Figure 4.6 montre leur emplacement dans la ville de Beyrouth (sites d'échantillonnage de NO<sub>2</sub> et de PM seulement).

**Figure 4.6 Sites d'échantillonnage de NO<sub>2</sub> et de PM dans la RGB**



En dehors de la RGB, deux institutions, l'Observatoire de l'environnement et du développement de Tripoli (TEDO) et l'Université de Balamand (UOB) sont engagés dans la surveillance de la qualité de l'air. L'observatoire a commencé à mesurer et surveiller les TSP et PM en l'an 2000 dans la région d'Al Fayhaa à Tripoli. L'université a commencé en 2008 à surveiller les TSP dans la zone industrielle de Chekka et Selaata au Liban-Nord. Le Tableau 4.6 montre une vue d'ensemble des stations de surveillance de la qualité de l'air à l'extérieur de la RGB. Il n'y a pas à notre connaissance d'autres initiatives de surveillance de la qualité de l'air dans la vallée de la Békaa et au Liban-Sud.

Pour faciliter la consultation, le Tableau 4.7 résume les principales normes de la qualité de l'air au Liban, et les compare avec les normes et les indications de l'EPA et de l'OMS.

Le ME a établi des Normes nationales de qualité de l'air ambiant (NAAQS) en 1996. Les normes de l'OMS de 2005 et de l'EPA en 2010 sont similaires aux NAAQS pour certains polluants (p. ex. le CO) et plus rigoureux pour d'autres polluants (p. ex. le SO<sub>2</sub>) ; la norme de l'OMS sur 24 heures pour le SO<sub>2</sub> est de 20 µg/m<sup>3</sup> alors que les NAAQS la fixent à 120 µg/m<sup>3</sup>. Les normes concernant d'autres polluants de l'air ambiant comme les PM<sub>2,5</sub> font défaut au Liban. Le ME devra revoir et mettre à jour les NAAQS actuels sur la base des données récentes de surveillance de la qualité de l'air, les dernières études épidémiologiques nationales reliés à la détérioration de l'environnement et les normes internationales -voir la Section 4.5.1 portant sur le projet de loi relatif à la protection de la qualité de l'air.

**Tableau 4.5 Aperçu des stations de surveillance de la qualité de l'air dans la RGB**

Periode	Unité responsable	Polluants mesurés	Appareils d'échantillonnage	Lieux des appareils
2003-2008 (Phase 1)	Le Conseil Régional d'Ile de France, Municipalité de Beyrouth et l'USJ	NO <sub>2</sub> et SO <sub>2</sub>	Echantillonnage passif (collection tous les 14 jours)- Tubes Radiello, Tubes Passam	23 stations de mesures dans Beyrouth
		NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , CO, COV et PM <sub>10</sub>	Station automatique Analyseurs en ligne (lectures automatiques toutes les 15 min)	Station mobile (camion laboratoire) a Horsh Beyrouth (Forêt des Pins)
2008-Present (Phase 2, en cours)	USJ-URQA	NO <sub>2</sub> et SO <sub>2</sub>	Echantillonnage passif (collection tous les 7 jours)-	Extension de 23 à 66 sites de mesures distribués sur RGB
	USJ-URQA	P <sub>M10</sub> et P <sub>M2,5</sub>	2 stations automatiques supplémentaires - Impacteur	College Protestant Français et USJ Huvlein
	AUB-URQA	PM <sub>10</sub> et PM <sub>2,5</sub>	Echantillonneurs à haut débit - Impacteurs	AUB, Lycée Abdel Kader et Grand Lycée

Sources: Entretien personnel avec Rawad Massoud (AUB), Maher Abboud (USJ) et Charbel Afif (USJ)

**Tableau 4.6 Stations de surveillance de la qualité de l'air en dehors de la RGB**

Periode	Unité responsable	Polluants mesurés	Appareils d'échantillonnage	Lieux des appareils
2000 -present	TEDO	TSP, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub>	Echantillonneur à haut débit Echantillonneur à bas débit	1) Station urbaine: centre ville de Tripoli; 2) Station périurbaine: immeuble de TEDO
		Benzene, Toluene, Xylene, HF, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , et O <sub>3</sub>	Echantillonnage passif Tubes Radiello	13 stations de mesures (distribués dans les zones cadastrales de Al Fayhaa)
		Mesure des émissions des tuyaux d'échappement des véhicules: HC, O <sub>2</sub> , CO, CO <sub>2</sub>	Analyseur de gaz	Dans les ruelles de la ville de Tripoli
2008 -present	UoB	TSP	Echantillonneur à haut débit	Chekka and Selaata

Sources: Entretien personnel avec Mme Amal Soufi (TEDO), Dr. Hanna El-Nakat (UOB)

**Tableau 4.7 Normes relatives aux polluants de l'air ambiant**

Paramètres	NAAQS (µg/m <sup>3</sup> )	Normes EPA	Normes OMS
Dioxyde de Soufre (SO <sub>2</sub> )	80 (annuelle) 120 (24hr) 350 (1hr)	0.03 ppm (annuelle) 0.14 ppm (24hr) 75 ppb (1hr)	20 µg/m <sup>3</sup> (24hr) 500 µg/m <sup>3</sup> (10 minutes)
Dioxyde d'Azote (NO <sub>2</sub> )	100 (annuelle) 150 (24hr) 200 (1hr)	53 ppb (annuelle) 100 ppb (1hr)	40 µg/m <sup>3</sup> (annuelle) 200 µg/m <sup>3</sup> (1hr)
Monoxyde de Carbone (CO)	30,000 (1hr) 10,000 (8hrs)	35 ppm (40 mg/m <sup>3</sup> ) (1hr) 9 ppm (10 mg/m <sup>3</sup> ) (8hrs)	30 mg/m <sup>3</sup> (1hr) 10 mg/m <sup>3</sup> (8hr)
Ozone troposphérique (O <sub>3</sub> )	150 (1hr) 100 (8hr)	0.075 ppm (2008 std) (8hr)	100 µg/m <sup>3</sup> (8hr)

Paramètres	NAAQS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Normes EPA	Normes OMS
Particules en Suspension (TSP)	120 (24hr)	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24hr)	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24hr)
PM <sub>10</sub>	80 (24hr)	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24hr)	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (annuelle) 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24hr)
PM <sub>2.5</sub>	NA	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (annuelle) 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24hr)	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (annuelle) 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24hr)

Source: Compilé par ECODIT d'après le ME (Décision 52/1-1996), l'EPA (2010) et l'OMS (2005)

#### 4.2.2 Concentrations et composition des polluants de l'air

Au cours des dernières années, le nombre d'études scientifiques sur la qualité de l'air publiées au Liban a augmenté. Les scientifiques et les ministères (MOE, MOPH) montrent un intérêt croissant et un engagement plus important à l'égard des problèmes de la qualité de l'air. Les polluants atmosphériques sont extrêmement variables dans l'espace et dans le temps, en fonction des conditions météorologiques et topographiques (y compris la morphologie urbaine) et de la distribution spatiale des sources d'émission. Les paragraphes suivants présentent et analysent une sélection ciblée de données sur la qualité de l'air, couvrant des polluants gazeux et des particules, à l'intérieur et à l'extérieur de Beyrouth.

##### 4.2.2.1 Région du Grand Beyrouth

**Dioxyde de soufre dans la RGB.** Saliba *et al.* (2006) et Afif *et al.* (2008) ont étudié les concentrations moyennes de SO<sub>2</sub> à Beyrouth en 2005 et 2006. Les mesures ont montré que les concentrations moyennes de 3,1 ppb et de 7,1 ppb étaient en-deçà des indications de l'OMS (17,5 ppb) et des valeurs environnementales limites du ME conformément à la Décision 52/1 (1996) (30 ppb) - voir les valeurs dans le Tableau 4.8.

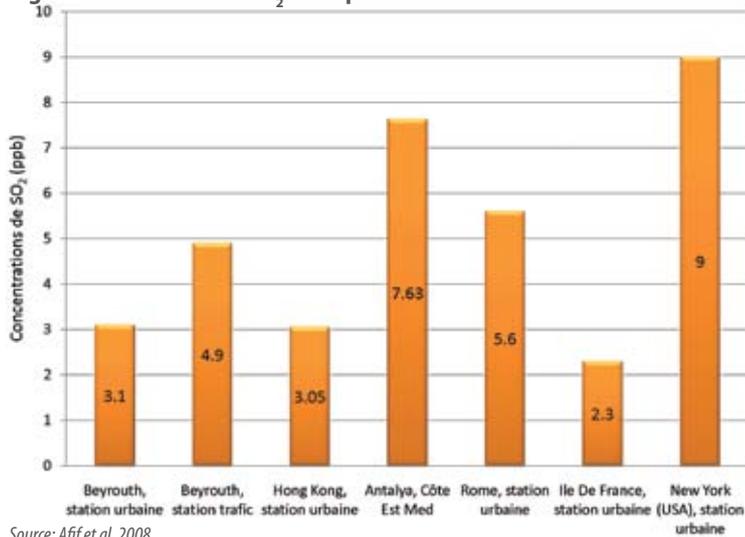
Tableau 4.8 Niveaux moyens de SO<sub>2</sub> à Beyrouth

Lieux	Période d'échantillonnage	SO <sub>2</sub> (ppb)
Beyrouth, Urbain	Dec 2004-Jui 2006 (20 mois)	3,1
Beyrouth, Trafic	Été 2004	4,9
	Hiver 2004-2005	9,4
	Concentrations moyennes (2004-2005)	7,1
OMS (2005)	Concentrations annuelles	17,5
ME Decision 52/1 (1996)	Concentrations annuelles	30

Source: Saliba *et al.* 2006 et Afif *et al.* 2008

Au niveau spatial, les concentrations de SO<sub>2</sub> tendent à culminer dans les villes fortement urbanisées ou dans les régions riches en activités industrielles, tandis que les régions rurales ou de banlieue tendent à présenter des niveaux inférieurs. À part les sources locales, le transport de polluants à grande distance pourrait être considéré une source importante de SO<sub>2</sub> à Beyrouth (Afif *et al.* 2008). Au niveau temporel, les concentrations de SO<sub>2</sub> augmentent en hiver en raison de la faible hauteur de la couche de mélange et des fortes émissions de SO<sub>2</sub> (chauffage domestique, vitesse d'oxydation de SO<sub>2</sub> plus lente, etc.). Même si Beyrouth ne semble pas avoir un problème de SO<sub>2</sub>, les mesures devraient être étendues à d'autres parties du pays et renforcées de mesures à court-terme (dans les régions urbaines, rurales et plus particulièrement autour des centrales thermiques) afin de surveiller les pics et d'évaluer les impacts à court-terme sur la santé. Au niveau mondial, les valeurs de SO<sub>2</sub> enregistrées à Beyrouth sont comparables à celles enregistrées dans d'autres villes - voir la Figure 4.7.

Figure 4.7 Niveaux de SO<sub>2</sub> dans plusieurs villes du monde



Source: Afif *et al.* 2008

**Dioxyde d'azote dans la RGB.** La concentration moyenne de NO<sub>2</sub> a été mesurée pour la première fois en 2005 dans la ville de Beyrouth à l'aide d'un réseau d'échantillonnage passif sur toute la ville. La principale source d'émission de NO<sub>x</sub> au Liban est la circulation routière (Afif *et al.* 2009). Les concentrations de NO<sub>2</sub> variaient de 17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en été (mai 2006) à 178  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en hiver (décembre 2005), avec une concentration annuelle moyenne de 67  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Afif *et al.* 2009), supérieure à la valeur annuelle recommandée par l'OMS de 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (WHO, 2005). En 2009 et 2010, l'URQA a mesuré les concentrations annuelles moyennes de NO<sub>2</sub> dans la RGB. Les valeurs déclarées pour ces deux années consécutives étaient respectivement de 53  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et de 58  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , dépassant également la norme de l'OMS. Il a été ainsi calculé que 93



Smog au-dessus de Beyrouth

% de la population de Beyrouth est exposée à des concentrations de  $\text{NO}_2$  supérieures à  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (AQRU Conference, 2011). L'exposition prolongée au  $\text{NO}_2$  peut entraîner des conséquences graves sur la santé. Pour mesurer des concentrations à court terme de  $\text{NO}_2$  comme les moyennes par heure et les pics de concentration, les chercheurs ont recours à des mesures automatiques produites en temps réel. Il est à noter que les concentrations de  $\text{NO}_2$  varient largement au cours de la journée, de moins qu'un  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à des centaines de  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , et ceci en fonction des conditions climatiques et des sources d'émission. Sachons que  $\text{SO}_{2(\text{g})}$  et  $\text{NO}_{2(\text{g})}$  sont des précurseurs de  $\text{SO}_4^{2-}$  et de  $\text{NO}_3^-$  dans la phase particulaire.

**Composés carbonylés dans la RGB.** Ces dernières années, la toxicité des émissions de polluants non réglementées provenant des échappements des véhicules a été l'objet d'une attention particulière. Le formaldéhyde (C1), l'acétaldéhyde (C2) et le propanal/acétone (C3) sont trois composés carbonylés connus pour leur action sur la santé humaine. Ils sont émis par des sources primaires (combustion incomplète des carburants) ou secondaires par la photo-oxydation des COV (naturels ou anthropiques) avec le OH dans l'atmosphère,

produisant du  $\text{HO}_2$ , C1, C2 et C3. Les carbonyles et l' $\text{O}_3$  contribuent à la formation d'épisodes de pollution photochimique en été. Moussa *et al.* (2005) ont mesuré les composés carbonylés simples en 2003 et 2004 dans deux endroits de Beyrouth et ont trouvé que le formaldéhyde (C1) et l'acétaldéhyde (C2) étaient les carbonyles les plus fréquents - voir les valeurs des carbonyles dans le Tableau 4.9. Les niveaux des carbonyles dans la région de Hamra ont été légèrement supérieurs à ceux enregistrés sur le campus de l'AUB. Les émissions anthropiques locales, en particulier les émissions de véhicules, ont été la source prédominante des composés carbonylés mesurés à l'AUB et à Hamra. Il est important de noter que les niveaux de carbonyles diminuaient en fin de semaine en comparaison avec les autres jours.

Les niveaux urbains des composés carbonylés en 2003-2004 au Liban étaient inférieurs à ceux enregistrés à Rome en 1994-1995 - voir la comparaison des niveaux de carbonyles dans la Figure 4.8. Au milieu des années 1990, les pays européens (pays développés) continuaient à utiliser les technologies anciennes de voitures. Cette période est donc valable pour faire la comparaison avec le Liban dans les années 2004-2005.

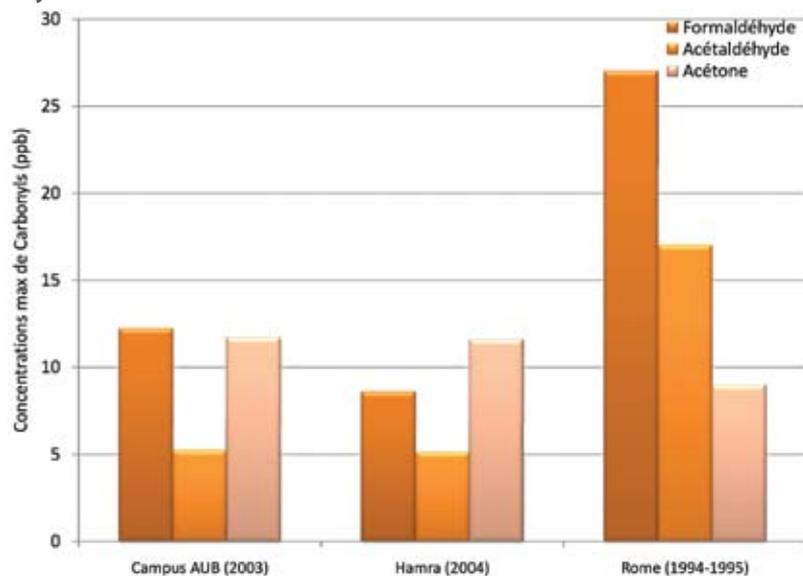
**Tableau 4.9 Concentration des composés carbonylés simples dans la ville de Beyrouth**

Espèces	Campus de l'AUB (Jui-Dec 2003) Min-Max	Rue Abdel Aziz (Hamra) (Aou-Sep 2004) Min-Max
Formaldéhyde (C1) (ppbv)	0.1-12.2	2.4-8.6
Acétaldéhyde (C2) (ppbv)	0.02-5.2	0.9-5.1
Propanal (C3) (ppbv)	Max: 0.9	<DL*
Acétone (ppbv)	0.1-11.7	5.8-11.6
Monoxide de Carbone (CO) (ppmv)	1.1-3	1.1-3

\*DL: Limite de détection de l'appareil de mesure

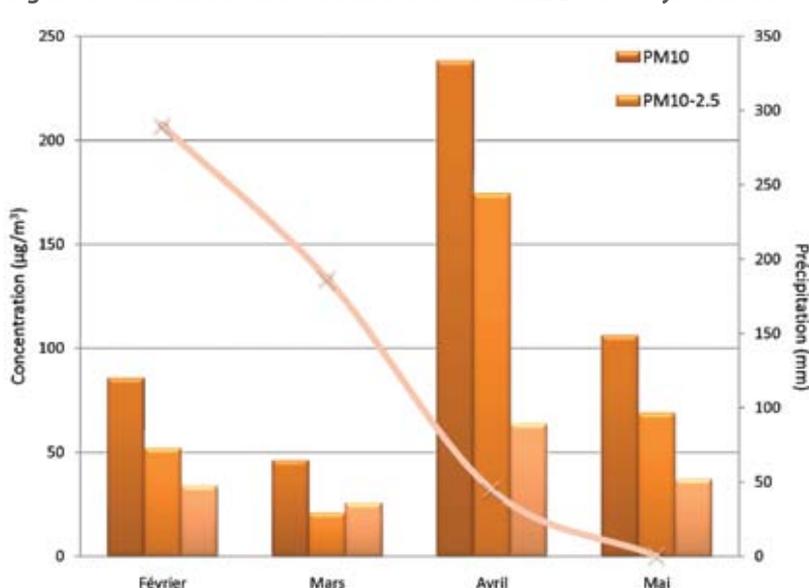
Source: Moussa et al. 2005

**Figure 4.8 Comparaison des niveaux maximum de carbonylés entre Beyrouth et Rome**



Sources: Possanzini et al. 1996, Moussa et al. 2005

**Figure 4.9 Concentration de PM entre février et mai 2003 à Beyrouth – AUB**



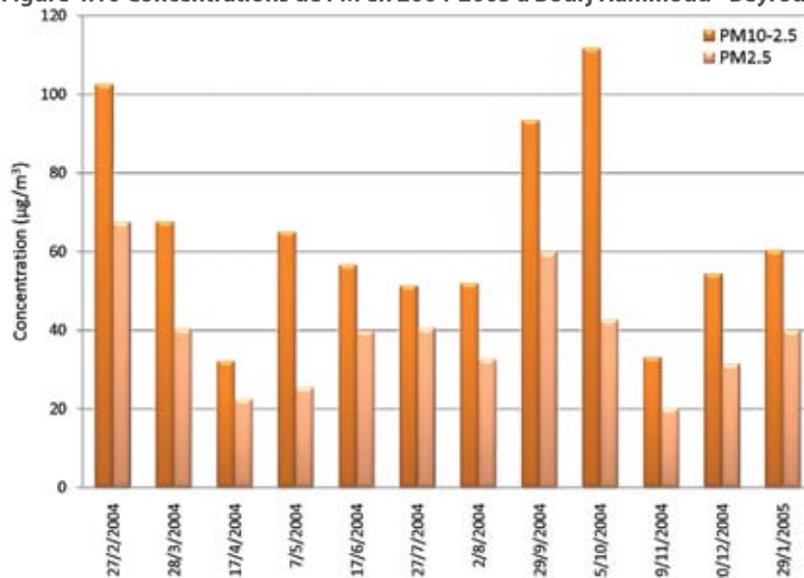
Source: Shaka et al. 2003

**Particules en suspension dans la RGB**

(TSP, PM<sub>10</sub>, PM<sub>10-2.5</sub> et PM<sub>2.5</sub>). La densité de la population, l'effet exercé par la chaîne de montagne libanaise sur la dilution des particules, la récurrence des tempêtes de poussière au printemps et en automne, ainsi que le transport des polluants à longue distance et les chutes limitées de pluie avec de longs épisodes de sécheresse ont un effet cumulatif sur les PM dans l'atmosphère. Shaka et al. (2003) et Saliba et al. (2007-2010) ont effectué un échantillonnage et des mesures généralisées des PM dans Beyrouth et ses alentours. Voir l'aperçu des lieux et les résultats de l'échantillonnage dans le tableau 4.9. Shaka et al. ont plus particulièrement mesuré les concentrations de PM (toutes les tailles de particules) sur une période de quatre mois (février-mai 2003). Les faibles concentrations de PM durant les mois de février et de mars peuvent être attribuées aux chutes de pluie, alors que le pic des concentrations de PM en avril pourrait être dû aux tempêtes de poussière annuelles - voir les concentrations de PM par rapport aux chutes de pluie dans la ville de Beyrouth dans la Figure 4.9.

Par ailleurs, Saliba et al. ont mesuré en 2004 les concentrations de PM dans la région de Bourj Hammoud, une des banlieues beyrouthines les plus denses. La région se caractérise par une concentration d'activités résidentielles et commerciales, une circulation routière à longueur de journée, des émissions d'embruns dues aux opérations du port de Beyrouth et un brûlage de déchets à ciel ouvert. Les concentrations les plus élevées de PM<sub>10-2.5</sub> ont été enregistrées en février, septembre et octobre 2004 et ont été corrélées avec les épisodes de tempêtes de poussière provenant d'Afrique et de la Péninsule arabe - voir la Figure 4.10. La concentration annuelle moyenne de PM<sub>10-2.5</sub> et de PM<sub>2.5</sub> est respectivement de 65 µg/m<sup>3</sup> et 38,5 µg/m<sup>3</sup> - voir les niveaux de PM enregistrés par Shaka et al. (2003) et Saliba et al. (2007-2010) dans le Tableau 4.10.

Figure 4.10 Concentrations de PM en 2004-2005 à Bourj Hammoud - Beyrouth



Source : Saliba et al. 2007

Tableau 4.10 Niveaux de PM dans la ville de Beyrouth

(Présentés chronologiquement par période d'échantillonnage)

Stations de mesure	Description du site	Période de mesure	Concentrations moyennes durant les périodes de mesure		Source
			PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	
AUB	Lieu exposé à différentes sources de PM (naturelles & anthropiques)	2/2003-6/2003 (4 mois)	118,9 µg/m³	39,9 µg/m³	Shaka et al. 2003
Rue Bliss	Zone urbaine et côtière	3/2003-6/2003 (3 mois)	71,34 µg/m³	40,95 µg/m³	Saliba et al. 2010
AUB Seagate	Zone urbaine et côtière	11/2003-3/2004 (4 mois)	86,9 µg/m³	-	Saliba et al. 2010
Abdel Aziz (Hamra)	Zone urbaine et côtière	9/2004-12/2004 (3 mois)	55,1 µg/m³	-	Saliba et al. 2010
Borj Hammoud (Banlieue de Beyrouth, nord)	Zone urbaine, près du port de Beyrouth et d'un centre de traitement de déchets solides	1/2004-1/2005 (12 mois)	103,78 µg/m³	38,525 µg/m³	Saliba et al. 2007
Haret Hreik (Banlieue de Beyrouth, sud)	Zone urbaine affectée par les reconstructions d'après-guerre	12/2006-8/2007 (8 mois)	77,1 µg/m³	28,14 µg/m³	Saliba et al. 2010
AUB	Zones urbaines	Mai 2009 -Mai 2010	54,69 µg/m³	20,18 µg/m³	Saliba & chercheurs, publication en cours
Lycée Abdel Kader			60,77 µg/m³	20,70 µg/m³	
Grand Lycée Franco Libanais			74,69 µg/m³	20,33 µg/m³	
<b>Normes OMS (WHO, 2005)</b>	<b>Concentrations annuelles moyennes</b>		<b>20 µg/m³</b>	<b>10 µg/m³</b>	

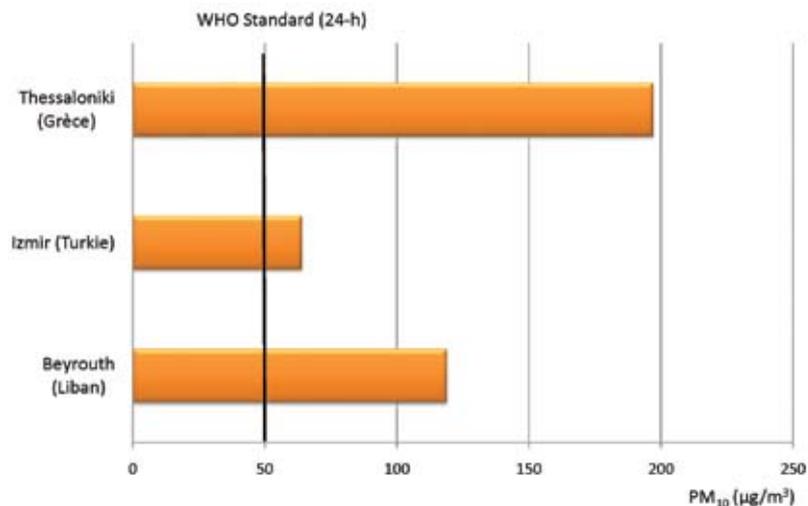
Les variations de PM<sub>10</sub> ont différentes causes. Près de la mer (portail du côté de la mer de l'AUB à Ain El Mreisseh et la rue Bliss à Hamra), les niveaux de PM<sub>10</sub> sont corrélés aux brises de mer chargées de particules de sel marin. En revanche, les fortes concentrations de PM<sub>10</sub> dans les banlieues surpeuplées (Bourj Hammoud et Haret Hreik) ne sont pas liées aux conditions du vent mais aux émissions locales (poussières de freinage, faibles précipitations, remise en suspension de la poussière, etc.). La principale source de PM<sub>2,5</sub>

réside dans les procédés de combustion et les réactions photochimiques combinant des précurseurs dont NO<sub>2(g)</sub> et SO<sub>2(g)</sub> exposés à un excès d'humidité et un rayonnement solaire élevé. En somme, les niveaux annuels de PM<sub>10</sub> et de PM<sub>2,5</sub> dans tous les sites d'échantillonnage de la ville de Beyrouth ont dépassé les indications de l'OMS concernant les PM<sub>10</sub> (20 µg/m³) et les PM<sub>2,5</sub> (10 µg/m³). La Figure 4.11 compare les concentrations de PM<sub>10</sub> à Beyrouth (au Liban), de Thessalonique (en Grèce) et d'Izmir (en

Turquie). Les particules les plus préoccupantes sont les particules fines ( $PM_{2.5}$ ) et ultrafines ( $PM_1$  and  $PM_{0.1}$ , particules pas encore mesurées dans la ville de Beyrouth) car elles peuvent pénétrer dans le tissu pulmonaire et engendrer des dommages à long terme.

ce qui facilite la conversion des gaz  $NO_2 - SO_2$  respectivement en  $NO_3^- - SO_4^{2-}$  et en particules de sulfates et nitrates d'ammonium. Les nitrates sont essentiellement dû à la circulation locale intense alors que les sulfates sont dus aux émissions locales de gaz polluants provenant du chauffage résidentiel, des bus fonctionnant au Diesel, etc. et des transport à grande distance. Le quartz ( $SiO_2$ ), la kaolinite  $\{Al_2Si_2O_5(OH)_4\}$ , les sels typiques de la poussière venant d'Afrique et le carbonate de calcium ( $CaCO_3$ ) provenant des roches constituant la croûte terrestre ont été identifiés pour être des espèces importantes dans les gros aérosols atmosphériques. Par conséquent, le calcium ( $Ca^{2+}$ ) a été dominant dans les grosses particules au même titre que le chlorure ( $Cl^-$ ) et le sodium ( $Na^+$ ) provenant d'aérosols marins appelés Aérosols de la Méditerranée orientale (Shaka *et al.* 2003, Kouyoumdjian *et al.* 2006).

**Figure 4.11 Concentrations de  $PM_{10}$  dans trois villes méditerranéennes orientales**



Source: Shaka *et al.* 2003

**Composition chimique des PM dans la RGB.**

Shaka *et al.* (2003), Kouyoumdjian *et al.* (2006) et Saliba *et al.* (2007) ont également examiné la composition inorganique d'échantillons d'aérosols dans la ville de Beyrouth. La recherche sur la composition organique des aérosols est en cours - (*entretien personnel avec Charbel Afif, USJ*).

**Compositions des sels et ions :** Les ions ammonium ( $NH_4^+$ ), nitrate ( $NO_3^-$ ) et sulfate ( $SO_4^{2-}$ ) sont les principaux composés ioniques des fractions fines  $PM_{2.5}$  et grosses  $PM_{10-2.5}$  (Shaka *et al.* 2003). Les particules fines, censées provenir de réactions photochimiques, renferment des concentrations élevées des principaux constituants chimiques atmosphériques : sulfates d'ammonium  $\{(NH_4)_2SO_4\}$ , nitrates d'ammonium ( $NH_4NO_3$ ) et ions carbonate ( $CO_3^{2-}$ ). Les ions nitrate et sulfate ont été trouvés à plus fortes concentrations en été à cause du renforcement des réactions photochimiques,

**Composition élémentaire :** La composition élémentaire de  $PM_{10-2.5}$  et de  $PM_{2.5}$  a été étudiée en hiver, en été, les jours de tempête et les jours sans tempête, dans une région peuplée de Beyrouth (Saliba *et al.* 2007) –voir le Tableau 4.11. Celui-ci indique que les éléments de la croûte terrestre y compris le Ca, Si, K, Ti, Mn et Fe étaient plus abondants dans les  $PM_{10-2.5}$  (aérosols primaires), qu'ils augmentaient pendant les périodes de tempête, alors que les éléments enrichis tels que le S, Cu, Zn et Pb prédominaient dans les  $PM_{2.5}$  (aérosols secondaires). Les éléments fortement enrichis tels que le Cu et Zn, étaient émis par les pneus et les freins usés. Le S existant en abondance dans les  $PM_{10-2.5}$  et  $PM_{2.5}$  et émanant du transport local et à grande distance, a affiché de plus fortes concentrations en été à cause des réactions chimiques élevées. Il est important de mentionner ici que l'abondance de S dans une PM révèle que l'aérosol a vieilli. Le chlore(Cl) constituant principal des aérosols marins et généralement abondant dans les  $PM_{10-2.5}$  a été trouvé en plus fortes concentration dans les  $PM_{2.5}$ . Ceci pourrait être attribué à la combustion de déchets non conditionnés (combustion à ciel ouvert) qui produit des particules fines riches en chlore durant la période d'échantillonnage.

**Tableau 4.11 Composition élémentaire moyenne des  $PM_{10-2.5}$  et des  $PM_{2.5}$**

	Si ( $ng/m^3$ )	S ( $ng/m^3$ )	Cl ( $ng/m^3$ )	K ( $ng/m^3$ )	Ca ( $ng/m^3$ )	Ti ( $ng/m^3$ )	Mn ( $ng/m^3$ )	Fe ( $ng/m^3$ )	Cu ( $ng/m^3$ )	Zn ( $ng/m^3$ )	Pb ( $ng/m^3$ )
$PM_{10-2.5}$	3425.55	814.18	1021.31	369.00	6318.63	154.95	26.64	1898.63	47.27	82.09	78.09
$PM_{2.5}$	38.53	611.00	1755.58	62.78	293.33	17.48	15.75	258.44	14.02	92.30	97.68

Source: Saliba *et al.* 2007

4.2.2.2 À l'extérieur de la région du Grand Beyrouth

À l'extérieur de la région du Grand Beyrouth, les données sur la qualité de l'air sont plus fragmentaires et épisodiques. La plupart des études sur la qualité de l'air en dehors de Beyrouth se sont concentrées sur Chekka et Selaata; il s'agit d'une région connue pour abriter de grandes industries comme les cimenteries (Holcim et Cimenterie nationale) et l'industrie des engrais phosphatés (Selaata Chemicals Company). La région est également touchée par des carrières à proximité, les embruns et le transport à grande distance (aérosols secondaires). Comme décrit précédemment, l'Observatoire de Tripoli et l'Université de Balamand ont tous deux mis en œuvre des programmes de surveillance de la qualité de l'air respectivement à Tripoli et à Chekka. Par ailleurs, l'Université Américaine Libanaise (LAU) a surveillé entre septembre 2002 et février 2004 quatre critères de polluants atmosphériques (PM<sub>10</sub>, CO, SO<sub>2</sub> et NO<sub>2</sub>) dans le cadre du projet financé par USAID « Gestion de la qualité de l'air et estimation de l'impact des polluants sur la santé dans les régions urbaines et industrielles ». Le programme s'est servi de stations de surveillance dans cinq endroits répartis comme suit : à l'intérieur de la zone industrielle cémentière de Chekka, dans ses alentours ainsi que dans les villages du Koura (Kefraya, Kfarhazir, Fih et Enfeh). La diffusion et la dispersion de polluants dans ces régions ont aussi été étudiées en fonction des conditions météorologiques dominantes et enregistrées (Karam & Tabbara, 2004).

Les niveaux de polluants atmosphériques à Chekka et Koura sont présentés dans le Tableau 4.12 et interprétés ci-dessous :

- CO: De faibles niveaux ont été enregistrés dans tous les lieux de surveillance, ce qui indique l'absence de processus de combustion inefficace.
- NO<sub>2</sub>: Des niveaux relativement faibles ont été notés dans tous les lieux de surveillance, ce qui correspond à des activités de transport et d'industrie normales. Des niveaux pics de NO<sub>2</sub> (allant de quelques heures jusqu'à quelques jours) se sont produits en raison d'activités industrielles irrégulières et ont été corrélés avec un nuage d'émissions industrielles enveloppant le voisinage de Chekka.
- SO<sub>2</sub>: Les mesures ont montré des niveaux sensiblement élevés durant la saison sèche dans les trois régions de Chekka, d'Enfeh et de Fih, et ceci probablement à cause du panache de fumée de l'usine de ciment<sup>3</sup>.

Cependant, les niveaux à Chekka ont été légèrement inférieurs à ceux de Fih et Enfeh.

- PM<sub>10</sub>: Les mesures prises à Chekka et dans la région de Koura ont montré des niveaux sensiblement élevés dans presque tous les emplacements d'échantillonnage. Chekka a constamment indiqué les valeurs de PM<sub>10</sub> les plus élevées, étant la plus proche de toutes les sources d'émissions y compris les carrières.

**Tableau 4.12 Polluants gazeux à Chekka et dans les villages du Koura**

Polluant	Concentration	Normes Libanaises ME Decision 52/1 (1996)
CO (ppm)	0-2	9.00 (8hr)
NO <sub>2</sub> (ppm)	6.4-10.11	0.053 (annual)
SO <sub>2</sub> (ppm)	0-2*	0.14 (24hrs)
PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	10-450**	80 (24hrs)

\*Pics enregistrés à Fih et Enfeh; \*\* Pics enregistrés à Chekka

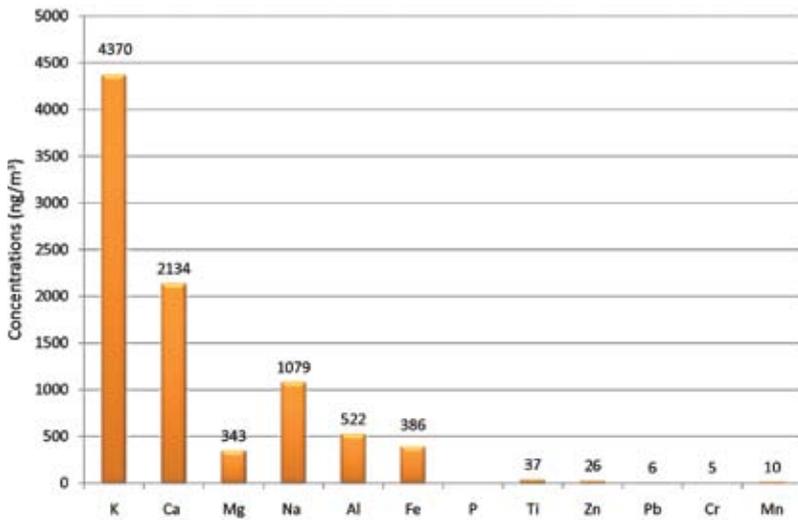
Source: Karam & Tabbara, 2004

**Composition chimique des TSP.** Kfoury *et al.* (2009) et Yammine *et al.* (2009) ont enquêté sur la composition inorganique d'échantillons d'aérosols à Chekka et Selaata. En termes de composition ionique, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> avait la concentration moyenne la plus élevée en lien avec la conversion gaz-particule de NO<sub>2</sub>, suivie par SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> et Cl<sup>-</sup> (Kfoury & *al.* 2009, Yammine & *al.* 2010). En termes de composition élémentaire, Kfoury *et al.* ont récolté des échantillons de TSP dans Chekka sur une période de trois mois (août-octobre 2008). Parmi tous les éléments, le potassium (K) a été trouvé en fortes concentrations, probablement à cause des activités anthropiques. D'autres éléments de la croûte terrestre dont le Ca, Mg et Fe ont été détectés dans de plus faibles concentrations - voir la composition élémentaire dans la Figure 4.12. Il est important de signaler que la concentration moyenne de calcium à Chekka (2 134 ng/m<sup>3</sup>, durant la période août-octobre 2008) était inférieure aux valeurs précédemment enregistrées dans la ville de Beyrouth (6 612 ng/m<sup>3</sup>; période fév 2004-jan 2005), en dépit de l'impact des tempêtes de poussière sur les concentrations de Ca à Beyrouth.

Afin de déterminer l'influence des activités industrielles (cimenteries et carrières) sur la composition des aérosols atmosphériques à Chekka, Kfoury *et al.* (2009) ont récolté des échantillons de deux cercles d'échantillonnage. Le premier cercle englobait des sites près

<sup>3</sup>Le soufre se trouve (6% par poids) dans le coke et le coke de pétrole utilisés comme carburants dans les fours à ciment.

Figure 4.12 Composition élémentaire des TSP à Chekka



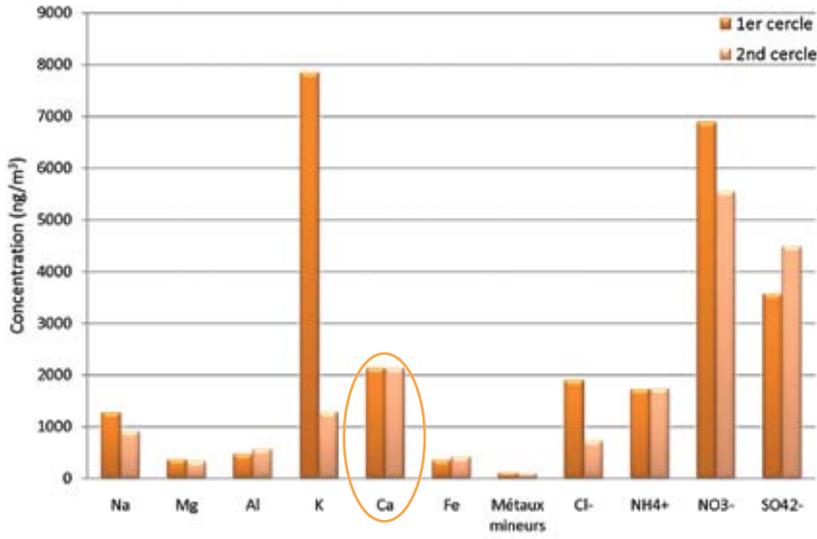
Source: Kfoury et al. 2009

des usines de ciment (Anfeh, Bdaidhoun, Chekka, Bednayel et Hamat) et le second cercle comprenait des sites bien plus éloignés (Deir alnatour, Fiaa, Kfarhazir, Kelbata et Mseilha). La figure ci-dessous illustre la différence en termes de composition élémentaire et ionique des aérosols entre le premier cercle et le second. Les concentrations de calcium n'ont pas été influencées par les émissions des cimenteries (Ca 1<sup>er</sup> cercle  $\approx$  Ca 2<sup>nd</sup> cercle), probablement en raison de la faible activité du vent durant la campagne d'échantillonnage. En général, les activités liées à l'industrie du ciment (pas au procédé lui-même) notamment l'extraction (carrières), le concassage et le broyage des matières premières ainsi que l'ensachage du ciment dégagent des particules riches en calcium. Des résultats presque similaires ont également été trouvés pour d'autres éléments sauf pour le potassium ; des niveaux élevés de potassium ont été associés à la combustion de biomasse.



Grande industrie à Selaata

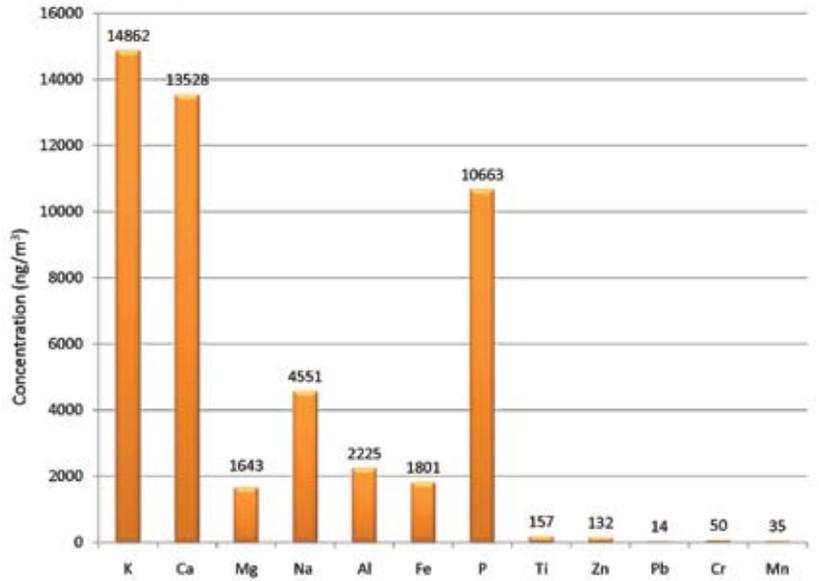
Figure 4.13 Composition chimique des TSP à Chekka



Source: Kfoury et al. 2009

À Selaata, Yammine *et al.* (2009) ont étudié la composition élémentaire des TSP dans sept points d'échantillonnage près de l'industrie d'engrais phosphatés (avril-juin 2008). Les niveaux moyens de Na, Mg, Al et K ont été supérieurs à ceux de l'ensemble des sites échantillonnés au Liban - voir la composition détaillée dans la Figure 4.14. Les concentrations de phosphore et de calcium ont dépassé les 10 500 ng/m<sup>3</sup>, ce qui est attribué au broyage de roches et à d'autres procédés.

Figure 4.14 Composition élémentaire des TSP à Selaata



Source: Yammine et al. 2010

À Tripoli, TEDO surveille les polluants de l'air depuis l'an 2000. L'observatoire a installé des stations de surveillance fixes dans le centre-ville de Tripoli (station urbaine) et sur le toit du bâtiment de TEDO (station périurbaine sous l'influence des vents marins) afin de surveiller les TSP, PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>. Les niveaux de TSP et PM au centre-ville de Tripoli ont été regroupés dans le Tableau 4.13 et ils couvrent une période de six mois. TEDO a également installé 13 stations de surveillance d'échantillonnage passif, réparties dans les 13 zones cadastrales d'Al Fayhaa, et ceci dans le but de contrôler les polluants suivants : benzène, toluène, xylène, HF, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> et O<sub>3</sub>.

**Tableau 4.13 Niveaux de TSP, de PM<sub>10</sub> et de PM<sub>2,5</sub> à Tripoli de janvier à juin 2008**

Moi	Moyenne mensuelle TSP (µg/m <sup>3</sup> )	Moyenne mensuelle PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Moyenne mensuelle PM <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	
			Centre ville de Tripoli	Immeuble TEDO
Jan 2008	103	80	45	33
Fev 2008	93	79	49	26
Mar 2008	125	NA	23	27
Avr 2008	106	89	31	19
Mai 2008	83	76	31	19
Juin 2008	100	83	29	17
<b>Moyenne</b>	<b>101</b>	<b>81,4</b>	<b>34,6</b>	<b>23,6</b>
Normes OMS (Journalières)	150	50	25	25
Normes OMS (Annuelles)	-	20	10	10
Normes EPA (Journalières)	75	150	35	35

Source: Niveaux de TSP, de PM<sub>10</sub> et de PM<sub>2,5</sub> tirés de (TEDO 2009), normes de l'OMS (WHO 2005) et norme de l'EPA (EPA 2010)

Durant la période d'échantillonnage et à partir de 105 jours d'échantillonnage, les relevés de TSP ont dépassé 25 fois la Norme quotidienne nationale fixée à 120 µg/m<sup>3</sup> (24 %); De même, les valeurs de PM<sub>10</sub> ont dépassé 38 fois la Norme quotidienne nationale fixée à 80 µg/m<sup>3</sup> sur 84 jours d'échantillonnage (45 %). Comparée à la Norme quotidienne de PM<sub>10</sub> de l'OMS située à 50 µg/m<sup>3</sup>, le nombre de jours dépassant le seuil des 50 µg/m<sup>3</sup> devrait être supérieur. La moyenne des PM<sub>2,5</sub> dans le centre-ville de Tripoli (34,6 µg/m<sup>3</sup>) a été sensiblement supérieure aux valeurs de PM<sub>2,5</sub> enregistrées à la station de bord de mer (23,6 µg/m<sup>3</sup>), et ceci principalement en raison de la circulation intense dans le centre-ville. Généralement, les valeurs de PM<sub>2,5</sub> enregistrées dans le centre-ville de Tripoli et sur le bord de mer ont été sensiblement supérieures à la Norme quotidienne de l'EPA pour les PM<sub>2,5</sub> (35 µg/m<sup>3</sup>) et

à la Norme annuelle de l'OMS des PM<sub>2,5</sub> (10 µg/m<sup>3</sup>). En ce qui concerne les polluants gazeux, le Tableau 4.14 résume les niveaux moyens enregistrés en 2008 (sachant que les données de quatre lieux d'échantillonnage sont manquantes / non disponibles). Les NO<sub>2</sub> sont curieusement faibles et bien en-deçà de la Norme annuelle de l'OMS pour le NO<sub>2</sub> ambiant (40 µg/m<sup>3</sup>), de même pour les niveaux annuels moyens enregistrés à Beyrouth (67µg/m<sup>3</sup>); ceci indique que l'équipement de surveillance pourrait être dysfonctionnel (tubes Passam périmés)

Les sections précédentes ont présenté un ensemble de données sur la qualité de l'air provenant de sources multiples et pour des périodes différentes. L'Encadré 4.5 regroupe les principaux résultats pour donner une idée des indicateurs de la qualité de l'air au Liban.

**Tableau 4.14 Niveaux de polluants gazeux dans la communauté urbaine d'Al Fayhaa**

Station d'échantillonnage	Benzene (µg/m <sup>3</sup> )	Toluene (µg/m <sup>3</sup> )	Xylene (µg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	HF (µg/m <sup>3</sup> )	O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
Rue Al Maarad- Mina	1	15	40	0.2	2	0.1	157
Port de Tripoli	3	70	83	0.2	3	0.2	139
Abi Samra	2	50	64	0.3	1	0.25	90
Al Maloula	3	68	48	0.5	5	0.2	175
Rues Aazmi et Miatayn	-	55	62	0.2	4	0.1	101
Mouharam	5	52	102	1	4.3	0.2	90
Al Kornich	2	60	50	0.7	3	0.1	103
Zone industrielle & Port Saiid	1	51	82	0.2	2	0.2	80
Rue Baddawi	3	52	65	0.6	6	0.1	105

Source: TEDO 2009

#### Encadré 4.5 Aperçu des indicateurs de la qualité de l'air au Liban

Polluants	RGB	Source	Hors RGB	Source
<i>Qualité de l'air</i>				
NO <sub>2</sub>	58µg/m <sup>3</sup>	AQRU Conference 2011	6.4-10.11 ppm	MOE-ECODIT 2002
SO <sub>2</sub>	3.1 ppb	Afif et al. 2008	0.45-0.7 ppm	
O <sub>3</sub>	-	-	115.5 µg/m <sup>3</sup>	TEDO 2009
PM <sub>10</sub>	63.38µg/m <sup>3</sup>	Saliba & co-researchers (in progress)	81.4 µg/m <sup>3</sup>	
PM <sub>2.5</sub>	20.4µg/m <sup>3</sup>	Saliba & co-researchers (in progress)	29.1 µg/m <sup>3</sup>	

Stations de surveillance:

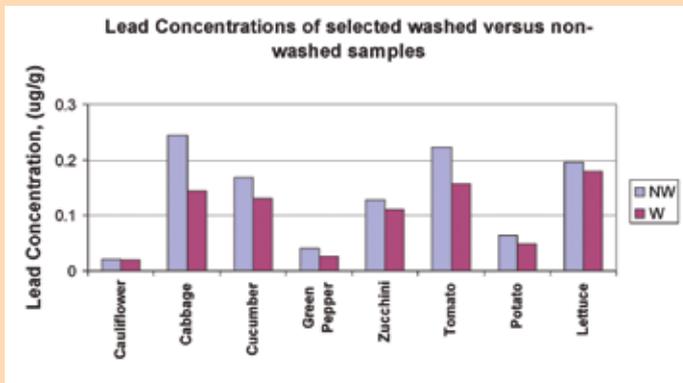
**RGB** 6 stations automatiques (PM et polluants gazeux) et 66 stations d'échantillonnage passif (NO<sub>2</sub> et SO<sub>2</sub>)  
**Hors RGB** 3 Impacteurs (PM et TSP) et 13 stations d'échantillonnage passif (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> et O<sub>3</sub>)

#### Encadré 4.6 Contamination des cultures agricoles

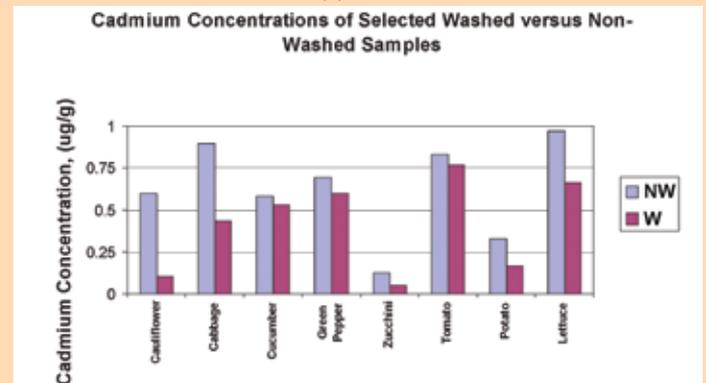
La pollution de l'air peut atteindre les produits agricoles. En 2009, Al Chaarani et al. ont sondé les niveaux de quatre métaux lourds (plomb, cadmium, chrome et arsenic) dans un vaste échantillon de légumes lavés et non lavés (181 échantillons au total comprenant 66 légumes-feuilles, 84 légumes à même le sol et 31 légumes souterrains). Les échantillons ont été recueillis à Beyrouth, Jounieh, Tripoli et Koura. Les métaux lourds existant dans l'air ambiant peuvent se déposer à la surface des légumes par adsorption et être éliminés par le lavage, alors que les métaux lourds, retenus par les racines à cause d'une eau ou d'un sol contaminés, qui vont pénétrer dans le tissu végétal à travers l'absorption, sont difficilement éliminés et sont par conséquent plus inquiétants pour la santé. L'étude a montré que, dans la plupart des cas, les concentrations de métaux lourds dans les légumes non lavés sont légèrement supérieures à celles dans les légumes lavés. Les niveaux de Cr et d'Ar dans les concombres et laitues non lavés sont largement supérieurs à ceux repérés dans les légumes lavés - voir les résultats des tests dans la figure ci-dessous.

#### Concentrations de quatre métaux lourds dans des légumes lavés et non lavés

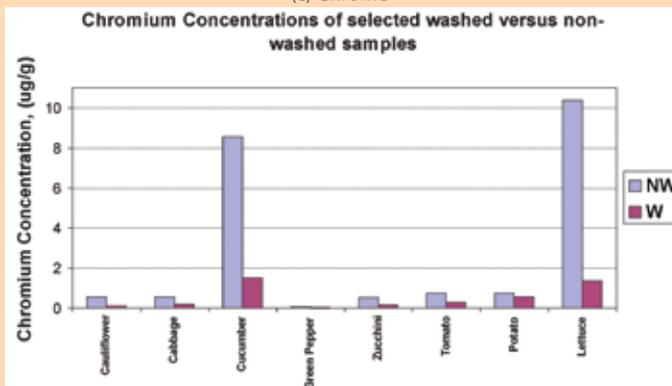
(a) Plomb



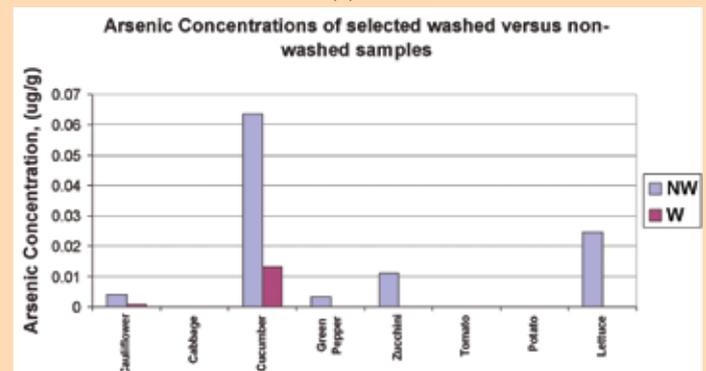
(b) Cadmium



(c) Chrome



(d) Arsenic



Source: Al Chaarani et al. 2009

#### 4.2.3 Odeurs

Les odeurs sont dues aux composés chimiques volatils de faible poids moléculaire (généralement les COVNM [aldéhydes, acétaldéhyde, etc.] et les phéromones), aux composés azotés (amine, ammoniacque, etc.) et aux composés sulfurés (sulfure d'hydrogène [H<sub>2</sub>S], mercaptans, etc.) que les hommes et les animaux peuvent détecter par leur sens de l'odorat. L'intensité des odeurs dépend de leur accumulation et de leur dispersion dans l'atmosphère, en lien avec les conditions climatiques (vitesse du vent, direction du vent, humidité, température ambiante, hauteur de la couche de mélange, etc.). Les olfactomètres (nez électriques) mesurent l'intensité et les niveaux des odeurs. Au Liban, bien que le ME et les municipalités reçoivent régulièrement des plaintes des citoyens concernant les mauvaises odeurs (voir les exemples dans MOJ/MOE/UNDP, 2010), la pollution olfactive est rarement étudiée ou mesurée. Les principales sources d'odeurs dans le pays sont les exploitations avicoles et les abattoirs, les décharges, les usines de compostage ainsi que les égouts. Les personnes qui résident à Beyrouth (ou font tous les jours le trajet de et vers la capitale), sentent souvent une odeur très piquante à proximité des régions de Bourj Hammoud et de la Quarantaine, qui renferment une station de tri et de compostage des déchets solides, un abattoir et le port maritime de Beyrouth (déchargement et transport d'animaux d'élevage).



Vue de la zone industrielle de Bourj Hammoud

### 4.3 PRINCIPAUX ACTEURS, LOIS ET REGLEMENTS

Les sections suivantes décrivent les lois et règlements clés concernant la qualité de l'air et l'environnement. Chaque texte cité ici est signalé selon un ordre chronologique à la fin du présent chapitre. Pour une analyse plus complète de la législation environnementale relative à l'air, prière de se référer au Chapitre 9 de SELDAS (EU/UOB/MOE/ELARD, 2005). Pour un examen des cas de jurisprudence environnementale relative à la qualité de l'air au Liban et dans d'autres pays, prière de se référer au Chapitre 9 de SEEL (MOJ/MOE/UNDP, 2010).

#### 4.3.1 Cadre institutionnel

« Étant donné que l'air constitue un élément de base de la vie et une ressource naturelle publique, chaque citoyen a le droit de jouir d'un air propre et sain qui ne constitue pas un danger pour la santé publique et la qualité de l'air » (MOE, 2005). La sauvegarde de la qualité de l'air est une entreprise vaste et multidimensionnelle qui requiert la participation des deux secteurs public et privé - voir le Tableau 4.15.

##### 4.3.1.1 Ministère de l'Environnement

Le ME est responsable de l'élaboration de Normes sur la qualité de l'air (NQA), de Programmes de surveillance de la qualité de l'air (PSQA), de Plans de prévention de la pollution (PPP) de l'air ambiant dans le pays et d'inventaires nationaux des émissions de GES. Le ministère a promulgué des normes d'émissions pour plusieurs industries (centrales électriques <300 MW, industries de l'aluminium, etc.) ainsi que des normes relatives à la qualité de l'air ambiant (niveaux et durées d'exposition maximum). Il a récemment publié le Circulaire No. 10/1 (datant du 19/3/2011) concernant la « Surveillance du fonctionnement des générateurs électriques ». La circulaire comporte des prescriptions techniques sur la façon d'atténuer les polluants de l'air provenant des générateurs électriques (à l'aide de systèmes d'échappement qui retiennent les polluants atmosphériques tels les cyclones), de contrôler les fuites d'huile et/ou de carburant (à l'aide de matériaux absorbants posés sous les générateurs telle la sciure de bois) et de stocker l'huile utilisée avant d'en disposer définitivement.

En raison des pénuries de personnel et des contraintes budgétaires, le ministère n'arrive à mener qu'un nombre limité de *vérifications ponctuelles et/ou d'inspections* de routine des cheminées industrielles et d'autres sources de pollution atmosphérique pour en déterminer

**Tableau 4.15 Répartition des responsabilités relatives à la qualité de l'air**

Responsabilité	Partie	ME	MS	MIM	MEE	MI	Municipalités	TEDO-URQA Autres
Normes de qualité de l'air ambiant		X						
Programmes de surveillance de la qualité de l'air ambiant		X						X
Plans de prévention de la pollution		X						
Inventaires des émissions des GES		X						
Inspection des industries & autres sources de pollution		X						
Règlementations sur la qualité de l'air intérieur			X					
Inspection des véhicules				X				
Limites de polluants atmosphériques pour les grandes centrales électriques (>300MW)					X			
Permis des industries		X	X			X		
Gestion du trafic							X	

Remarque: La présentation des responsabilités figurant ci-dessus n'est pas une évaluation exhaustive et est susceptible de changer.

la conformité. Dans la nouvelle structure organisationnelle du ME (Décret no. 2275 datant du 15/06/2009), le Service de technologie environnementale comprend un Département sur la qualité de l'air; lorsque le département aura suffisamment de personnel et de ressources, il sera en pleine mesure d'assurer une surveillance et une analyse régulières de la qualité de l'air ambiant dans différentes régions du Liban et de mettre à jour les normes existantes relatives à la qualité de l'air ambiant.

#### 4.3.1.2 Ministère de la Santé

Le ministère de la Santé (MS) se charge de tracer des lignes directrices et des règlements concernant la qualité de l'air intérieur (les espaces intérieurs englobant les lieux de travail, les centres commerciaux, les restaurants, etc.). À titre d'exemple, le MS et l'Organisation mondiale de la Santé ont conjointement établi en 2009 le Programme national de lutte anti-tabac. Le programme a été lancé suite à la signature du gouvernement libanais en décembre 2005 de la Convention-cadre de l'OMS sur la lutte anti-tabac, afin de lutter contre la prévalence croissante du tabagisme au Liban et de réduire le poids des maladies liées au tabac, notamment leur impact sur la santé humaine et l'économie.

#### 4.3.1.3 Autres ministères

Dans le secteur du transport, pour réduire les émissions des véhicules, le MIM a passé un contrat avec une coentreprise privée (appelée *mécanique*) en 2004 pour établir un programme national d'inspection des véhicules. Ce contrat est de type BOT (Bâtir, Opérer et Transférer) et s'étend sur une période de neuf ans (2004-2013). *Mécanique* a bâti, équipé et poursuit ses opérations dans cinq stations d'inspection sur des terrains appartenant et fournis par le

gouvernement. À l'échéance du contrat BOT, l'entreprise remettra théoriquement au GL l'opération tout entière, y compris l'infrastructure, les bâtiments et l'équipement (YASA, 2010). L'inspection des véhicules inclut l'examen des freins, des feux et des émissions des tuyaux arrière d'échappement. Outre les questions de sécurité des véhicules, cette inspection vise à en réduire les émissions en adoptant les valeurs libanaises de «passe ou échoue» concernant le CO, CO<sub>2</sub> et HC. Un programme d'inspection bien organisé est en mesure d'aboutir à des réductions très importantes des émissions et pourrait être un bon point de départ pour la lutte antipollution.

Dans le secteur de l'énergie, le MEE a établi des spécifications pour le lancement d'appels d'offres pour des huiles de transformateurs (elles doivent être sans PCB) et des produits de carburant dans les valeurs limites quant à la teneur en soufre dans le fioul lourd (2,5% en masse). À ce jour, il n'existe pas de normes d'émissions pour les grandes centrales électriques (>300MW).

Dans le secteur de l'industrie, en vertu de la Loi 642/1997 stipulée par le ministère de l'industrie (MI), un comité d'attribution de permis examine les demandes reçues pour de nouveaux établissements industriels ainsi que pour ceux qui existent déjà. Il travaille sous l'égide du MI et réunit des représentants des ministères de l'Industrie, de la Santé, de l'Environnement, des Travaux Publics et des Transports y compris la Direction Générale de l'urbanisme (DGU). Il peut approuver de nouvelles demandes de permis, renouveler ou supprimer des permis existants en se basant sur des critères environnementaux, sanitaires et de sécurité.



Les générateurs privés d'électricité sont répandus et mal réglementés

#### 4.3.1.4 Municipalités

Les municipalités exercent un rôle modeste dans l'amélioration de la qualité de l'air, mais elles pourraient mieux faire, dans le cadre de leur mandat, pour réduire la pollution atmosphérique. Par exemple, certaines municipalités (Hazmieh, Zahlé, etc.) effectuent des inspections régulières des générateurs électriques privés, afin de s'assurer qu'ils sont équipés de cheminées, de filtres appropriés et de silencieux afin d'atténuer la nuisance publique. D'autres municipalités (Beyrouth, Tripoli, etc.) favorisent les programmes de surveillance de la qualité de l'air (mais ont besoin de faire davantage pour communiquer les données sur la qualité de l'air aux citoyens). Enfin, la municipalité et la police municipale peuvent également endosser un rôle important dans la gestion du transport en dotant les intersections principales de personnel, en installant des feux de circulation aux endroits clés, en appliquant la tolérance zéro sur le stationnement en double file, etc., grosso modo, toutes ces mesures peuvent faciliter la circulation et aider à réduire les émissions.

#### 4.3.1.5 Autres acteurs clés

L'Observatoire de l'environnement et du développement de Tripoli (TEDO) a été établi en l'an 2000 par la Fédération des Municipalités d'Al-Fayhaa (Tripoli, El-Mina et Beddawi), avec les subventions du Programme d'Actions Prioritaires à Court et Moyen Termes de l'UE (SMAP). Les objectifs de son laboratoire de pollution atmosphérique sont : (1) identifier les polluants atmosphériques, (2) dresser un inventaire des sources de pollution atmosphérique, (3) mesurer les émissions, (4) sensibiliser le public et (5) améliorer la qualité de l'air urbain. Aujourd'hui, bien après la fin du financement initial, l'observatoire est officiellement intégré dans la structure municipale de la Fédération (Décision du CM 18, datant du 29/12/2004).



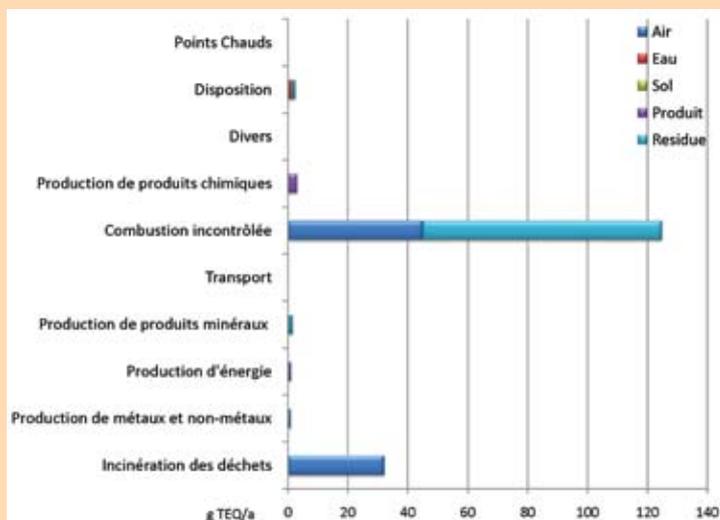
Le Centre Libanais de Production Propre (LCPC) a été établi par le ME en 2002, avec les subventions de la Commission Européenne et du gouvernement autrichien à travers ONUDI. Après une période initiale d'hébergement au ME, le LCPC a été transféré à l'Institut de recherche industrielle (IRI) en 2004. Le centre est actuellement intégré dans l'IRI, fait partie d'un réseau mondial de Centres Nationaux de Production Propre regroupant 41 pays et a été dernièrement élu en tant que représentant des CPC pour l'Asie de l'ouest. Le LCPC a été le deuxième centre à s'établir au Moyen-Orient et a été chargé de monter des centres de production propre aux Émirats arabes unis et en Arabie Saoudite. Le centre fournit une assistance aux petites et moyennes entreprises (PME) dans l'adoption de mesures de production propre et de modes durables de production industrielle, susceptibles de réduire la consommation en eau et énergie, de diminuer les émissions de polluants, des quantités d'effluents et de déchets solides. En réalité, le LCPC sélectionne des usines de chaque secteur industriel, inspecte les équipements installés, identifie les zones d'inefficacité des ressources et propose la meilleure possibilité de production propre. Ces services sont dispensés aux industriels à titre gratuit. Les conséquences financières ultérieures de l'exécution des recommandations de l'équipe de LCPC sont laissées à la discrétion de l'industrie. Par exemple, une industrie alimentaire a installé une chaudière neuve qui réalise 85 % d'efficacité, pour remplacer une vieille qui en réalisait 40 %, ce qui a entraîné des émissions nettement inférieures. Les économies de combustible ont atteint les 25 000 \$ par an. <http://www.lebanese-cpc.net/>

### 4.3.2 Accords environnementaux multilatéraux

Le GL a adhéré et ratifié plusieurs accords environnementaux relatifs à (1) l'élimination progressive des POP (voir le résumé dans l'Encadré 4.7), (2) la lutte contre le changement climatique (Encadré 4.8), (3) la protection de la couche d'ozone (voir la situation actuelle dans l'Encadré 4.9) et (4) la lutte contre le tabagisme. Le Tableau 4.16 répertorie les conventions et protocoles principaux en relation avec l'atmosphère et l'air, ainsi que leurs répercussions sur le Liban.

#### Encadré 4.7 Plan national de mise en œuvre pour la gestion des polluants organiques persistants

Le Liban a été l'un des 12 pays qui ont mené un projet pilote portant sur la manipulation et la gestion des POP, y compris (a) les dioxines et furanes (sous-produits des activités de combustion) (b) les pesticides (agriculture) et (c) les PCB (applications en circuit fermé telle l'huile de transformateur). Dans le cadre de ce projet régional, le ME a élaboré entre 2003 et 2006 un *Programme national de gestion des POP (NIP)* subventionné par le GEF et techniquement assisté par le PNUE, par l'intermédiaire du PNUD et d'entreprises de conseil privées. Afin de produire le NIP, le Liban a dressé un inventaire préalable des POP, de leurs sources et de leurs quantités, et a estimé les rejets de dibenzodioxines polychlorées et de dibenzofuranes polychlorés (PCDD/PCDF) provenant de sources variables, dans différents milieux (air, eau, sols, etc.). Cette analyse a révélé que la combustion incontrôlée, si répandue au Liban, libère 44,8 gTEQ de PCDD/PCDF par an dans l'air - voir ci-dessous les niveaux annuels d'émission de PCDD/PCDF par type d'activité. Le NIP a identifié les défis à relever dans la gestion des POP, à savoir le manque d'infrastructures pour l'élimination des déchets contenant ou contaminés par des POP, les ressources financières et techniques très limitées pour l'assainissement des sites contaminés, l'absence de système de surveillance des émissions de POP, etc.



Source: Plan national de mise en œuvre pour la gestion des POP, ME, 2006

#### Encadré 4.8 Changement climatique et Seconde Communication Nationale du Liban

Le changement climatique est l'un des défis mondiaux les plus importants de notre temps. C'est une crise croissante qui touche l'économie mondiale, la santé et la sécurité de la population du monde entier, la production alimentaire de la planète, la sécurité internationale, etc. Du changement des conditions atmosphériques qui menacent la production alimentaire, à l'élévation des niveaux de mer qui augmente le risque d'inondations catastrophiques, les impacts du changement climatique ont une portée mondiale et une ampleur sans précédent. Si on n'intervient pas aujourd'hui de manière radicale, l'adaptation à ces impacts sera difficile dans l'avenir. Alors que les pays développés sont ceux qui contribuent le plus au changement climatique, les impacts négatifs sont plus durement ressentis dans les pays en voie de développement dont le Liban ; ceux-ci sont plus vulnérables en raison de leur forte dépendance des ressources naturelles et de leur capacité restreinte de faire face aux variations et aux extrêmes climatiques.

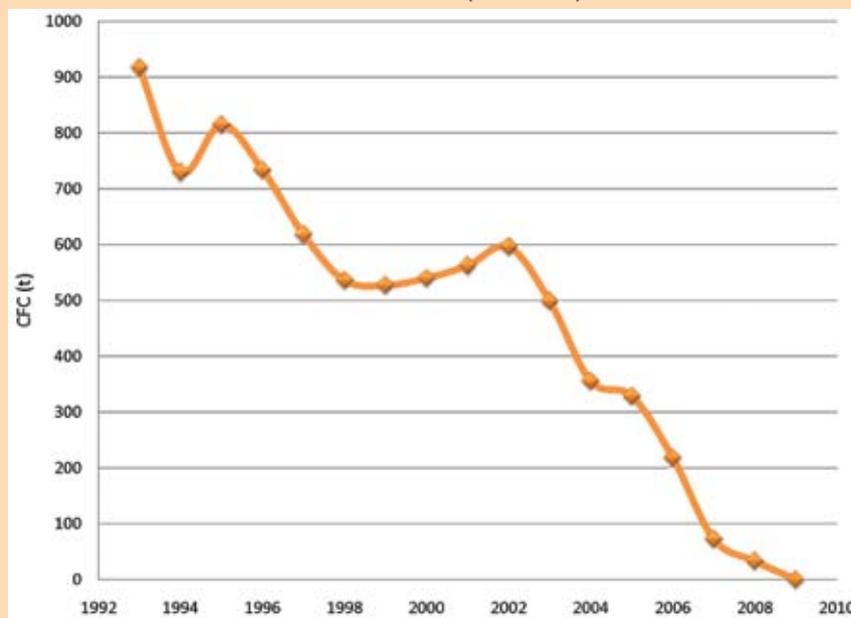
La Seconde Communication Nationale (SNC) à la CCNUCC parvient à établir que malgré que les émissions nationales de GES sont insignifiantes à l'échelle mondiale, le Liban devrait se préparer aux inévitables conséquences du changement climatique. La SNC présente un ensemble de mesures d'atténuation et d'adaptation qui aideront le Liban à lutter contre le changement climatique - voir la section 4.5.4

MOE-UNDP, 2011

#### Encadré 4.9 Unité Nationale d'Ozone : réalisations et défis

En janvier 1998, le ME et le PNUD ont mis en place l'Unité nationale d'ozone (UNO) afin qu'elle s'acquitte de son obligation vis-à-vis du Protocole de Montréal relatif aux substances appauvrissant la couche d'ozone (SACO). Le Liban a depuis conclu un accord de 14,3 millions de \$ avec le Fonds multilatéral (FM) pour l'élimination progressive de toutes les substances appauvrissant la couche d'ozone (CFC, substances de l'Annexe A Groupe I, bromure de méthyle, substances de l'Annexe E Groupe I). L'accord exige du Liban l'élimination progressive et complète des CFC et des halons avant le 1<sup>er</sup> janvier 2010, et du bromure de méthyle avant le 1<sup>er</sup> janvier 2015. Pour réaliser l'objectif de 2010, l'UNO a pourvu une assistance technique et financière à environ 100 usines (secteurs de la mousse, de l'aérosol et de la réfrigération) dans le pays, les aidant à convertir leur production d'une technologie SACO à une technologie non utilisatrice de SACO. Concrètement, ceci signifie que les technologies de production qui utilisaient les CFC ont été détruites, mises hors de service et remplacées par des technologies non utilisatrices de CFC. Durant la période de 1998-2010, le Liban a réduit sa consommation de **CFC** de 923 tonnes en 1993 à la consommation **zéro** en 2010 (voir la figure). En 2007, à l'occasion du 20<sup>ème</sup> anniversaire du Protocole de Montréal, le Liban a été décerné par le Protocole de Montréal le « Prix pour la meilleure mise en œuvre de l'UNO » en reconnaissance aux efforts entrepris par le gouvernement et l'UNO pour réaliser ces objectifs d'élimination progressive, ainsi que la « Reconnaissance par le Protocole de Montréal d'un projet exemplaire », en raison de la contribution apportée grâce à un partenariat public-privé pour l'élimination progressive du bromure de méthyle.

#### Tendances de la consommation de CFC au Liban (1992-2010)



L'élimination progressive des CFC n'a pas entièrement résolu le problème de l'appauvrissement de la couche d'ozone. Alors que la consommation de CFC diminuait, le recours à des solutions alternatives comme les hydrochlorofluorocarbones augmentait (HCFC, comme R-22 et R-141b, utilisés dans les secteurs de la réfrigération et de la mousse, qui ont connu un essor rapide. En particulier, la consommation de **HCFC** est passée au Liban d'environ 278 tm en 2004 à **826 tm** en 2009 (croissance annuelle de 34 % sur les cinq dernières années). Comme les HCFC exercent un effet de réchauffement climatique mondial élevé, les Parties au Protocole de Montréal ont décidé lors de leur 19<sup>ème</sup> réunion en septembre 2007 de geler la production et la consommation de HCFC dans les pays cités dans l'Article 5 et accélérer leur élimination progressive (Décision 19/6 de la réunion des Parties). Les Parties sont plus particulièrement tenues de geler la production et la consommation de HCFC à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2013 au Niveau de référence (consommation moyenne en 2009 et 2010), et de réduire ensuite la consommation des HCFC de 10 % à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2015. Le FM fournira le soutien aux Parties y compris le Liban, pour élaborer un Plan de gestion de l'élimination progressive des HCFC en vue d'atteindre les objectifs de contrôle de 2013/2015. En conséquence, le Liban a préparé et soumis en juillet 2010 au FM une stratégie et un plan d'action pour répondre aux objectifs de contrôle de 2013/2015. Tout en recevant l'aide du PNUD, le ME est chargé de la surveillance de la mise en œuvre du plan d'élimination progressive des HCFC.

Source: MOE National Ozone Unit, 2011

**Tableau 4.16 Accords environnementaux multilatéraux relatifs à l'air et l'atmosphère**

<i>Conventions</i>	<i>Principaux objectifs</i>	<i>Date de Signature/ Adhésion/ Ratification/</i>	<i>Implications sur le Liban</i>
<b>Convention de Vienne sur la Protection de la Couche d'Ozone</b>	Convention cadre sur les efforts internationaux pour protéger la couche d'ozone endommagée par les SAO, y compris les CFC, les HCFC, les halons et les bromures de méthyle	Adhésion par la Loi numéro 253 (30/03/1993)	Voir les implications dans le Protocole de Montréal
<b>Protocole de Montréal relatif aux substances qui appauvrissent la couche d'ozone (SAO) et ses quatre amendements</b>	Protocole à la Convention de Vienne-élimination de la production et la consommation de substances considérées comme responsables de la dégradation de la couche d'ozone.	Adhésion par la Loi numéro 253 (31/03/1993)	Éliminer la consommation des SAO complètement d'ici la fin de 2010. L'Unité Nationale d'Ozone a été créé au Ministère de l'Environnement pour aider les industries dans l'élimination des SAO
<b>Convention des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC)</b>	Convention cadre sur la stabilisation des concentrations des gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique	Ratification par la Loi numéro 359 (11/08/1994)	1) Pas d'obligation de réduction des émissions de GES nationales. Le Liban s'est volontairement engagé à augmenter les énergies renouvelables (ER) à 12% en 2020 (Copenhague 2009). 2) Soumettre un inventaire national des GES (pour les années de référence 1994 et 2000, fondée sur la décision COP), d'évaluer la vulnérabilité du Liban aux changements climatiques, proposer des stratégies d'adaptation et d'atténuation pour réduire les émissions de GES (bien que n'étant pas une obligation en vertu de la CCNUCC) et s'adapter aux impacts du changement climatique.
<b>Protocole de Kyoto</b>	Protocole à la CCNUCC Réduction des GES (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, SF <sub>6</sub> ) à des niveaux qui empêche toute perturbation dangereuse du système climatique.	Ratification par la Loi numéro 738 (15/05/2006)	Le Mécanisme de Développement Propre (MDP), défini à l'article 12 du Protocole, permet à un pays (Parties des Annexe I Annexe B, avec un engagement sous le Protocole de Kyoto de réduire les émissions ou les limiter à mettre en œuvre un projet de réduction des émissions dans les pays Non-Annexe I (y compris le Liban)). Ces projets peuvent gagner des réductions certifiées des émissions (RCE), chacune équivalente à une tonne de CO <sub>2</sub> , ce qui peut être compté en vue d'atteindre les objectifs de Kyoto.
<b>Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POPs)</b>	Convention cadre sur la protection de la santé humaine et l'environnement contre les POPs, y compris (a) les dioxines et furannes (sous-produits des activités de combustion) (b) les pesticides (agriculture), et (c) PCB (applications fermées, telles que l'huile des transformateurs)	Signature: 22/5/2001 Accession par la Loi numéro 432 (08/08/2002)	Éliminer la production et l'importation de POPs en 2025; établir des lignes directrices environnementales et plans d'action pour l'utilisation des POPs dans le pays et la prévention de leurs libérations; élaborer du matériel éducatif et de sensibilisation du public sur les effets des POPs, identifier et quantifier les principales sources de POPs dans le pays.
<b>Convention OMS pour la lutte antitabac (CLAT)</b>	Convention cadre sur la lutte contre l'épidémie du tabac, son industrie et sa commercialisation ainsi que la protection des générations présentes et futures des conséquences dévastatrices du tabagisme et l'exposition à la fumée de tabac	Ratification par la Loi numéro 657 (04/02/2005)	Un Programme national de lutte anti-tabac (PNLAT) a été créé en 2009 au Liban après la signature de la CLAT par le GL. Le PNLAT est un programme conjoint entre l'OMS et de MS - Voir la section 4.5.

## 4.4 RÉPONSES SPÉCIFIQUES AUX PROBLÈMES DE LA QUALITÉ DE L'AIR

Le Liban a accompli des progrès remarquables en termes de réduction de la pollution de l'air provenant de sources ponctuelles, mais ce n'est pas suffisant. Il faut que le gouvernement et les citoyens individuels fassent davantage pour limiter les émissions et réduire les impacts de la pollution de l'air. Les sections suivantes résumant certaines réponses spécifiques aux problèmes de qualité de l'air.

### 4.4.1 Amélioration des programmes et des capacités de surveillance de la qualité de l'air

Le Liban dispose actuellement d'un programme partiel de surveillance de la qualité de l'air ambiant. Ce qui constitue la composante de base pour l'établissement de stratégies de gestion de la pollution de l'air au niveau national. Dans la dernière décennie, des dizaines de municipalités et d'universités se sont mises à investir des ressources dans l'acquisition d'instruments de surveillance de la qualité de l'air et la formation de professionnels en matière de qualité de l'air. Ces efforts sont en train de fournir des données sur la qualité de l'air à Beyrouth, Chekka, Selaata et Tripoli - voir la section 4.2.1 pour plus de détails concernant la coopération inter-agences. Ces initiatives de surveillance, bien qu'elles soient sous-financées, aident à déterminer les principes à adopter dans les politiques de réduction de la pollution de l'air et à soutenir l'élaboration d'une Stratégie nationale de la qualité de l'air (MOE/EU/NEAP, 2005u), qui doit être assurée par le ME (Décret 2275/2009, Article 24).

### 4.4.2 Mise en œuvre partielle de la loi 341/2001

Une des premières réponses du gouvernement au problème de la pollution de l'air au Liban a été l'approbation et la mise en œuvre de la Loi 341/2001, amendée par la loi 380 (14/12/2001) et la Loi 453 (16/8/2002). Ceci a partiellement freiné la pollution atmosphérique due au secteur du transport et encouragé l'utilisation de carburants moins polluants. Plus spécifiquement, la loi a interdit (1) l'importation de minivans et de bus (<15 passagers + conducteur) fonctionnant au carburant Diesel, (2) l'importation d'anciens et de nouveaux moteurs Diesel pour des voitures et des minivans particulières privées, (3) l'utilisation du Diesel dans les véhicules privés et (4) l'utilisation de l'essence au plomb dans tous les véhicules. Elle a également rendu les pôts catalytiques obligatoires dans toutes les catégories de véhicules et rétabli l'inspection obligatoire des véhicules (*mécanique*) pour les moteurs à essence (inspection annuelle)

et pour les moteurs Diesel (tous les six mois). L'interdiction totale de l'essence au plomb est un exemple remarquable de mesure antipollution atmosphérique, ayant des avantages considérables sur la santé publique et sur l'environnement. Pourtant, il y a quelques années, un débat a eu lieu portant sur l'utilisation de l'éther méthyltertiobutylique (MTBE), substitut efficace du plomb dans les produits pétroliers, et ses impacts sur l'environnement en raison de sa persistance et de sa mobilité.

Dans les années qui ont suivi la promulgation et la mise en vigueur de la Loi 341/2001, des groupes d'intérêts privés et des législateurs ont reconnu l'existence de plusieurs défaillances. Ce qui a amené le GL à explorer les pistes permettant d'améliorer et d'élargir les dispositions de la Loi 341/2001, en examinant des lois et des expériences similaires dans d'autres pays (par ex. au Royaume Uni, au Japon, en Corée et en Chine). Des années de débat et de consultations ont abouti à une proposition d'amendement à la Loi 341/2001, qui devrait être approuvée par le Parlement. Voir les amendements proposés dans le Tableau 4.17. De même, un certain nombre de mesures ont déjà été adoptées par le MF en coordination avec le ME, à savoir l'Article 83 de la loi budgétaire de 2010 (en attente d'approbation) laquelle exonère les voitures hybrides des redevances douanières.

Par ailleurs, en 2002, le CM a promulgué le Décret 8442 (datant du 13/08/2002) qui définit les normes pour l'essence et le carburant Diesel utilisés dans les véhicules, notamment leur teneur en soufre ; 0,05 % en masse dans l'essence 92, 95 et 98 octane et 0,035 % en masse dans le carburant Diesel - voir le Chapitre 9 pour plus de renseignements sur la teneur en soufre d'autres produits pétroliers. Sachant que c'est un premier pas valable, le Liban devra viser l'introduction du Diesel à faible teneur en soufre (ULSD) (>15 ppm). Cette dernière permettra l'application de nouvelles technologies de contrôle des émissions qui réduiront de manière considérable les émissions provenant des moteurs.

### 4.4.3 Lignes directrices pour la lutte anti-émissions

Le ME a élaboré des lignes directrices environnementales et des valeurs limites pour les émissions dans plusieurs secteurs industriels dont l'industrie cimentière libanaise (Décision 8/1 datant de 2001). Les cimenteries sont l'objet de sérieuses inquiétudes et d'un grand nombre de plaintes reçues par les municipalités locales et le ME. Tout en reconnaissant le besoin d'introduire les pollueurs dans tout programme

**Tableau 4.17 Sommaire des actions et des propositions d'actions dans la Loi 341/2001 et son projet d'amendement (2010)**

Dispositions de la Loi 341/2001	Propositions de modifications et d'ajouts
Récupération par le GL de 10.000 plaques d'immatriculation publiques (y compris les voitures de "Taxi" et "Service")	Récupération par le GL de 10.000 plaques d'immatriculation publique comme suit: a) 7500 plaques d'immatriculation dont "Taxi" et "Service" avec une allocation de 9 millions de livres libanaises pour chaque plaque b) 2000 plaques de bus (15 passagers + chauffeur) avec une allocation de 12 millions de livres libanaises pour chaque plaque c) 500 plaques de bus (> 25 passagers + chauffeur) avec une allocation de 18 millions de livres libanaises pour chaque plaque
Fournir des incitatifs fiscaux aux propriétaires de véhicules à renouveler leur parc de transport public (réductions d'impôt et exemption tarifaire)	Fournir des incitatifs fiscaux (réductions d'impôt, exemption tarifaire et l'exemption mécanique lors du premier enregistrement) aux propriétaires de véhicules privés et publics pour passer des voitures traditionnelles à celles électrique hybride, pile à combustible / hydrogène et celles au gaz naturel
Interdictions d'importer des minivans Diesel	Interdiction d'importation sur tous les types de véhicules et de moteurs Diesel (civils et militaires) y compris les autobus (<15 passagers + chauffeur), Pullman, wagons de marchandises (poids> 3500 kg) et générateurs électriques à moins qu'ils soient conformes aux normes d'émission l'UE (EURO) ou équivalent
Régler les valeurs limites de polluants à l'échappement	Les valeurs limites de polluants à l'échappement seront déterminées par MEE, MI et ME
Interdire l'utilisation du Diesel dans les minivans et les petits pick-ups	Tous les véhicules et les moteurs Diesel (locaux et étrangers) doivent être conformes aux normes d'émission de l'UE ou équivalent
ND – nouveau	Interdire le déplacement des autobus à moteur Diesel (<15 passagers + chauffeur) dans les villes urbaines et mettre en œuvre des restrictions pour leur itinéraire entre zones urbaines et rurales
ND – nouveau	Tous les autobus, pick-ups, wagons de marchandises et de machineries lourdes circulant sur le territoire libanais doivent utiliser du carburant local conforme aux normes locales des carburants
ND – nouveau	Inspection obligatoire sur la qualité du Diesel distribué par les stations-service
ND – nouveau	Équiper la police de circulation MIM avec des outils spéciaux pour échantillonner et vérifier la qualité du carburant des véhicules
ND – nouveau	Normes de qualité des combustibles utilisés dans les véhicules, les industries, seront développées par LIBNOR et basé sur les normes d'émission de l'UE

de surveillance et d'atténuation de la pollution de la qualité de l'air, le ministère a élaboré un programme d'auto-surveillance avec chaque cimenterie par lequel chaque usine surveille les émissions atmosphériques au quotidien et soumet des rapports mensuels au ME pour qu'elle les examine (Décision 191/1 datant de 1997). Dans la limite des ressources disponibles, le ministère mène une inspection d'émissions de cheminées de façon aléatoire, parfois en réponse à des plaintes officielles déposées par des résidents à proximité des groupes communautaires - voir par exemple le Tribunal de Batroun (Cour pénale) Décision 40/2003 en date du 24/2/2003 (MOJ/MOE/UNDP 2010).

#### 4.4.4 Élimination progressive des CFC

Le Protocole de Montréal a été établi pour arrêter mondialement la destruction de l'ozone et aider les parties au Protocole à l'élimination progressive des CFC et de toutes les autres SACO. Au Liban, les efforts pour réduire la consommation des SACO ont réalisé un succès étonnant, de 923 tonnes de CFC en 1993, jusqu'à zéro en 2010. L'Unité nationale d'ozone au ME a fourni une assistance technique et financière à environ 100 usines, les aidant à

convertir leur production de la technologie SACO à la technologie non utilisatrice de SACO - voir l'Encadré 4.9 pour plus de renseignements sur les activités de l'UNO. À l'échelle mondiale, les modèles de chimie de climat prévoient que la récupération de la couche d'ozone antarctique d'avant 1980 aura lieu vers les années 2060-2075 (GEO 4, UNEP, 2007).

## 4.5 QUESTIONS D'ACTUALITÉS ET PERSPECTIVES

Au cours de la dernière décennie, le progrès fait en vue de prévenir et de réduire la pollution de l'air dans le pays a été réalisé grâce à la participation effective de multiples parties prenantes se situant à différentes échelles, et grâce à la mobilisation de partenariats public-privé.

### 4.5.1 Projet de loi relatif à la protection de la qualité de l'air

Le ME a préparé en 2005 un projet de loi sur la protection de la qualité de l'air (Législation sur l'air propre) dans le cadre du projet SELDAS, et après avoir comparé les avantages de l'élaboration de lois prioritaires relatives à la pollution de l'eau et de l'air. Ce projet de loi

comporte 34 articles concernant la pollution de l'air ambiant (y compris les sources fixes et mobiles), la surveillance des polluants atmosphériques (Programme national de surveillance de la qualité de l'air ambiant, Réseau national de surveillance de la qualité de l'air ambiant, Inventaire national d'émissions, Rapport national sur la qualité de l'air ambiant), l'évaluation de leurs niveaux dans l'atmosphère libanaise (Établissement des valeurs limites et des seuils de polluants de l'air ambiant, notamment le CO, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, particules, SO<sub>x</sub>, COVNM et Pb; des valeurs limites d'émissions provenant de sources fixes; des valeurs limites d'émissions provenant de sources mobiles; des spécifications des substances nocives contenues dans les carburants, etc.), la prévention, le contrôle et la surveillance de la pollution de l'air ambiant résultant des activités humaines. Cette loi attend d'être examinée par le CM et approuvée par le Parlement libanais.

#### 4.5.2 Programme de renouvellement du parc des taxis

Le Liban devrait adopter en priorité et rapidement des politiques qui renouvellent le parc des taxis actuellement faible au Liban. Une politique d'échange des taxis en voitures

hybrides et économiques en carburant devrait aider le Liban à se débarrasser de plus de 12 000 voitures vieilles et souvent délabrées, à réduire la consommation de carburant en milieu urbain, ainsi qu'à renforcer l'image de marque du Liban et sa compétitivité verte. Cette politique requiert une série d'incitations gouvernementales aux voitures agréées, y compris l'exonération des droits de douane et d'accises, un versement de 2 500 \$ en échange de l'ancienne voiture, une subvention complète des intérêts d'emprunts et une garantie des prêts de voiture. Voir les conclusions détaillées d'une étude de faisabilité concernant le renouvellement du parc des taxis urbains dans l'Encadré 4.10 menée d'après la Déclaration ministérielle du GL (datant du 8/12/2009).

#### 4.5.3 Amélioration du transport en commun

Comme il a été mentionné dans la section 4.1, et en l'absence de système efficace de transport en commun couvrant l'ensemble du territoire, les citoyens libanais dépendent largement de leurs véhicules privés pour leurs déplacements quotidiens. D'habitude, les systèmes de transport en commun comprennent une combinaison de bus, de trolleybus, de trams et de trains, de réseaux express (métro, etc.) et/ou de traversiers. Au Liban, le transport ferroviaire a débuté dans les années 1890 et a continué jusqu'à une bonne partie du vingtième siècle, lorsqu'il a été interrompu par la guerre civile et par de nombreux impacts associés tels que la violation généralisée du domaine public.

Aujourd'hui, le transport en commun est limité aux bus de faible capacité (autour de 24 passagers; comparés aux trams et trains) qui ne disposent pas de voies propres à eux et

#### Encadré 4.10 Programme de renouvellement du parc des taxis

Dans une étude de 2010 commandée par la présidence du Conseil des ministres, Booz & Company ont élaboré un Programme de renouvellement du parc des taxis au Liban et évalué sa faisabilité selon trois scénarios qui sont tous dépourvus de caractère obligatoire : (1) échanger contre des hybrides, (2) échanger contre des voitures économes en carburant et (3) échanger contre des voitures économes en carburant et hybrides. Les premiers objectifs du programme étaient de contribuer à un environnement plus propre, d'améliorer l'image de marque du Liban, d'augmenter les revenus nets des propriétaires de taxis et de réduire les prescriptions législatives et la charge financière du gouvernement.

À ce jour, il existe six modèles de voitures hybrides économes en carburant sur le marché mondial dont un seul modèle (Toyota Prius) commercialisé au Liban. Mondialement, les voitures hybrides représentent moins que 4% du total des voitures à essence en circulation. L'étude a démontré que le marché adressable des taxis est de 17 000 taxis légaux et urbains dont le modèle est antérieur à 2005. De cet ensemble, l'étude a estimé qu'ils seraient à peu près 5 000 propriétaires de taxis intéressés par un échange contre des hybrides (scénario 1), mais un tel échange coûterait au GL 70 millions de \$ dont 16 millions au comptant. Les voitures hybrides sont coûteuses (37 000 \$ pour une Prius + taxes) et les propriétaires de taxis auraient besoin d'échelonner le prix d'achat, plus le coût des réparations et du remplacement de batterie (tous les quatre ans) sur une période de prêt de 8 ans.

Avec les voitures économes en carburant (scénario 2), le programme d'échange devient plus faisable. Les voitures économes sont moins coûteuses (14 000 \$ - 20 000 \$ + taxes) et ont une consommation urbaine de 11 litres de carburant par 100 km. Le marché adressable du parc de taxis s'élèverait à 25 000 voitures dont 12 000 qui seraient intéressées par l'échange, ce qui coûterait au GL 57 millions de \$ y compris 27 millions au comptant. Une plus grande accessibilité des prix des voitures économes en carburant et une moindre exigence d'entretien diviseraient la période de prêt de moitié, qui se réduirait à 4 ans. Afin de renforcer la compétitivité verte et de réduire davantage les émissions, le fait d'encourager 12 000 propriétaires de taxis potentiels intéressés de choisir entre les voitures hybrides et celles économes en carburant (scénario 3), donnerait les meilleurs résultats et coûterait au GL 70 millions de \$ sur les sept prochaines années (30 millions en versements au comptant et 40 millions en recettes cédées).

Source: booz&co. 2010



Un taxi vieux et délabré à Beyrouth

rivalisent avec les véhicules privés sur des routes très congestionnées. Ces bus sont en grande partie dans un état délabré et fonctionnent au Diesel, crachant des panaches de fumée noire sur les piétons, les policiers de la circulation et les magasins dans les rues. Dans la RGB, il existe deux réseaux de bus ; un réseau public (géré par le MTPT) et un réseau privé (Lebanese Commuting Company). Le prix des billets varie entre 750 LL et 1 000 LL (0,5 à 0,7 \$). Il est de toute urgence que le Liban conçoive et mette en place un programme de renouvellement du parc des bus susceptible d'encourager les secteurs public et privé à acquérir de nouveaux bus fonctionnant à des carburants plus propres. Il faudrait également explorer la possibilité de voies réservées aux bus aux fins de réduire le temps de trajet et de renforcer la confiance du consommateur dans le service public. C'est une mesure prioritaire qui atténuerait la pollution atmosphérique et la congestion des routes dans les villes. Il convient de mentionner ici que la Direction générale du transport terrestre et maritime au MTPT a soumis au GL en 2002 un projet de politique de transport qui vise la promotion, la durabilité économique, financière, environnementale et sociable du secteur du transport terrestre au Liban. Aucune action n'a été entreprise par le GL et le projet de politique n'a été ni adopté ni approuvé. Un nouveau projet de Loi/de Stratégie est actuellement discuté.

#### 4.5.4 Engagement du GL en faveur de l'énergie renouvelable

La croissance phénoménale de la consommation d'énergie partout dans le monde engendre des augmentations rapides des émissions de GES, une accélération de la croissance urbaine et des violations des régions naturelles compromettant ainsi les puits de carbone. Il y a de plus en plus de raisons d'affirmer que le réchauffement planétaire est en cours et que ses répercussions vont s'intensifier dans les décennies à venir. La pollution de l'air n'est plus un problème local mais plutôt un souci mondial puisque les masses d'air polluées parcourent de longues distances. Les polluants atmosphériques demeurent suspendus dans l'environnement pendant de longues périodes et sont portés par les vents à des centaines et des milliers de kilomètres loin des lieux d'origine - voir la durée de vie des principaux polluants dans l'atmosphère dans la Figure 4.15

La contribution du Liban aux émissions de GES est insignifiante. À titre d'exemple, en 2000, les émissions de CO<sub>2</sub> au Royaume Uni ont atteint les 553 046 Gg, au Liban elles étaient de 18504Gg



Vestiges de la voie ferrée nationale à Dahr el Baydar

Photo Christian Akhras

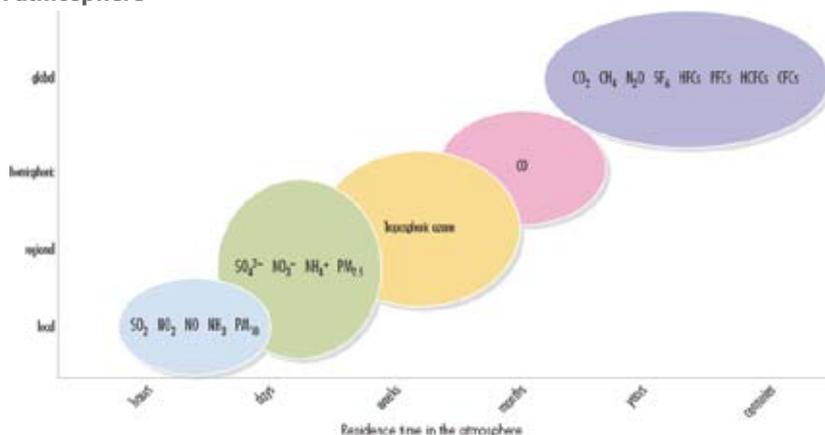


Les transports en commun au Liban sont vieux et inefficaces (ici un dépôt pour les bus hors-service à Mar Mikhail, Beyrouth)

(CCNUCC) ; la contribution par habitant aux émissions de CO<sub>2</sub> est nettement inférieure à celle au RU (4,6 t de CO<sub>2</sub> par habitant par an au Liban versus 8,9 t de CO<sub>2</sub> /habitant/an au RU). Ironie du sort, ceux qui contribuent le moins à l'ensemble des émissions de GES seront les plus atteints par les impacts du réchauffement planétaire. Au Liban, les prévisions indiquent que le réchauffement climatique entraînera des

conséquences importantes sur les ressources en eau (fonte des neiges, sécheresse des sources, intensité et régime des chutes de pluie, etc.), la biodiversité (disparition d'espèces, dommages agricoles, etc.), les ressources terrestres, la santé publique et sur les principaux systèmes socioéconomiques.

**Figure 4.15** Durée de vie et échelle spatiale des principaux polluants dans l'atmosphère



Source: UNEP-GEO 4, 2007

Au-delà de ses impacts à long terme sur l'environnement, le réchauffement climatique influe déjà sur les modes de vie (les climatiseurs sont de nos jours considérés des appareils électroménagers et non plus des articles de luxe). Le GL commence à reconnaître les effets anticipés du réchauffement climatique sur la société et il s'est ainsi volontairement engagé, sous condition d'être financièrement et techniquement soutenu par des pays développés, à augmenter la part d'énergie renouvelable dans sa consommation totale d'énergie de 4% à 12% en 2020 (en tant que pays en voie de développement, le Liban n'est pas tenu de diminuer ses émissions de GES). Cet engagement a été fait à la CdP de la CCNUCC à Copenhague (Danemark) en 2009. Par la suite, le MEE a élaboré un document de stratégie (une carte de route) pour le secteur de l'électricité. Il y a inséré des initiatives sur la manière d'augmenter l'exploitation d'ER afin d'atteindre l'objectif des 12% - voir le Chapitre 9 pour plus de détails sur le Document de stratégie pour le secteur de l'électricité et l'objectif de 2020 en ER.

#### 4.5.5 Législation Anti-Tabac

Un Programme national de lutte anti-tabac (PNLAT) a été établi en 2009 afin de faire face à la prévalence croissante du tabagisme au Liban et de réduire la charge des maladies liées au tabac, y compris leur répercussion sur la santé humaine et sur l'économie, et ceci en axant sur

les campagnes de sensibilisation. Cependant, les politiques libanaises de lutte anti-tabac sont parmi les plus faibles de la région du Moyen-Orient. L'un des objectifs les plus importants du PNLAT est de plaider pour une loi nationale sur la lutte contre le tabagisme qui mettra l'accent sur les interdictions publicitaires, les lieux publics sans fumée et les étiquettes de mise en garde. Le plaidoyer de politiques vigoureuses anti-tabac telles que l'interdiction de fumer dans les lieux fermés sans exception, est également pris en charge par d'autres acteurs clés comme le Groupe de recherche sur la lutte anti-tabac de l'AUB. La loi anti-tabac mettra à jour et amendera le Décret ministériel 213/1 (1993)<sup>4</sup> et la Décision 394 (1995).

#### 4.5.6 Initiatives variées et modes de vie plus verts

L'amélioration de la qualité de l'air est une responsabilité partagée. Le GL endosse une grande responsabilité dans la réduction de la pollution de l'air provenant de sources ponctuelles et non ponctuelles, mais les citoyens peuvent également faire une différence par le biais de changement en termes de modes de vie. Les citoyens et les autres résidents libanais peuvent par exemple :

- Participer à des programmes de reboisement (à travers des initiatives publiques ou privées) – voir les efforts de reboisement dans le Chapitre 6.
- Se rendre à pied ou à vélo vers des destinations proches, si possible, ce qui permet de faire de l'exercice et d'économiser de l'argent
- Utiliser les transports en commun / transport public, si possible, tout en évitant les moyens de transport qui utilisent des carburants polluants
- Acheter et/ou utiliser, si possible, des véhicules économes en carburant comme les voitures hybrides
- Covoiturer, le mode de transport coopératif le plus simple et le plus fréquent – voir par exemple l'initiative nationale de covoiturage [www.lebanoncarpooling.com](http://www.lebanoncarpooling.com)
- Acheter des produits locaux / libanais pour réduire les coûts de transport et les émissions de polluants atmosphériques
- Acheter des dispositifs et des appareils économes en énergie



<sup>4</sup>Interdiction de fumer dans tous les hôpitaux, pharmacies, salles de cinéma, salles de théâtre, transports publics, clubs sportifs et dans les salles de classe des écoles et des universités.

## RÉFÉRENCES

- Aff *et al.* 2008 SO<sub>2</sub> in Beirut: air quality implication and effects of local emissions and long-range transport, Charbel Afif, Carine Chlela, Agnes Borbon, Maher Abboud, Jocelyne Adjizian-Gerard, Wehbe Farah, Corinne Jambert, Rita Zaarour, Nada Badaro Saliban, Pascal E. Perros, Toufic Rizk , 2008
- Aff *et al.* 2009 Statistical approach for the characterization of NO<sub>2</sub> concentrations in Beirut, Charbel Afif, Alain L. Dutot, Corinne Jambert, Maher Abboud, Jocelyne Adjizian-Gerard, Wehbe Farah , Pascal E. Perros, Toufic Rizk, 2009
- Al Chaarani *et al.* 2009 Measurement of Levels of Heavy Metal Contamination in Vegetables Grown and Sold in Selected Areas in Lebanon, Nadine Al-Chaarani, John Hanna El-Nakat, Pierre J Obeid, Samer Aouad, 2009
- AQRU Brochure, 2009-2010 Summary of the progress report presented to the National Center for Scientific Research, Air Quality Research Unit, 2009-2010
- AQRU Conference, 2011 Beirut Air Quality Conference held at the National Center for Scientific Research, Air Quality Research Unit, January 2011
- Booz&co. 2010 Taxi Fleet Renewal Program, booz&co., 2010
- CAS 2006 Statistical Yearbook 2000-2005, Central Administration for Statistics, 2006  
CAS 2007 Statistical Yearbook 2006, Central Administration for Statistics, 2007  
CAS 2008 Statistical Yearbook 2007, Central Administration for Statistics, 2008  
CAS 2009 Statistical Yearbook 2008, Central Administration for Statistics, 2009
- CDR-NLUMP, 2004 National Land Use Master Plan of the Lebanese Territory, Council for Development and Reconstruction, Dar Al Handasah , – Institut d'aménagement et d'urbanisme de la region d'Ile De France, 2004
- Daher *et al.* 2009 Comparison of carcinogen, carbon monoxide, and ultrafine particle emissions from narghile waterpipe and cigarette smoking: Sidestream smoke measurements and assessment of second-hand smoke emission factors, Nancy Daher, Rawad Saleh, Ezzat Jaroudi, Hiba Sheheitli, Therese Badr, Elizabeth Sepetdjian, Mariam Al Rashidi, Najat Saliba, Alan Shihadeh, 2009
- El Fadel *et al.* 1999 Transportation emissions in Lebanon: Extent and mitigation, M. El-Fadel, E. Bou-Zeid, 1999
- EPA, 2010 <http://www.epa.gov/air/criteria.html>
- EU/UOB/MOE/ELARD, 2005 State of the Environmental Legislation Development and Application System in Lebanon (SELDAS). Ministry of Environment, University of Balamand, ELARD. 2005
- Hashisho *et al.* 2001 Hashiho et al, 2001 from SOER 2001, MOE/ECODIT, 2002
- Jaffe and Chavasse, 1999 Comparing the CO content of Cigarette smoke and auto exhaust using Gas Chromatography, Dan Jaffe and Laurie Chavasse, 1999
- Karam & Tabbara, 2004 *Air Quality Management and Estimated Health Impact of Pollutants in Urban and Industrial Areas Chekka and Koura Region.* Gebran Karam and Mazen Tabbara, School of Engineering and Architecture, Lebanese American University, August 2004.

Kfoury <i>et al.</i> 2009	A study of the inorganic chemical composition of atmospheric particulate matter in the region of Chekka, North Lebanon, A. Kfoury, F. Ledoux, B. El Khoury, H. El Nakat, H. Nouali, F. Cazier, D. Courcot, E. Abi Aad and A. Aboukais, 2009
Kouyoumdjian <i>et al.</i> 2006	Mass Concentration and ion composition of coarse and fine particles in an urban area in Beirut: effect of calcium carbonate on the absorption of nitric and sulfuric acids and the depletion of chloride, Hovig Kouyoumdjian, Najat A. Saliba, 2006
MOE National Ozone Unit, 2011	Information provided by the MOE-National Ozone Unit to ECODIT for the preparation of the 2010 SOER, 2011
MOE, 2005	Draft Law on Air Quality Protection, MOE, 2005
MOE, 2010	حرائق الرقعة الخضراء في لبنان 2008-2009. وزارة البيئة. 2010
MOE/EU/NEAP, 2005u	National Environmental Action Plan, unpublished, Air Quality Chapter, MOE, 2005
MOE/GEF/UNDP, 2002	Lebanon's first National Communication, Summary Report, MOE/GEF/UNDP, 2002
MOE/GEF/UNDP, 2010, unpublished data	GHG inventory (1994-2006) provided by MOE /GEF/UNDP to ECODIT, unpublished data, 2010
MOE/GEF/UNDP, 2011	Lebanon's Second National Communication, MOE/GEF/UNDP, 2011
MOE-ECODIT, 2002	The 2001 State of the Environment Report, MOE/ECODIT, 2002
MOEW, 2010	Policy Paper for the electricity sector, H.E Gebran Bassil Ministry of Energy and Water, June 2010
MOJ/MOE/UNDP, 2010	واقع البيئة في المحاكم اللبنانية, UNDP and Ministry of Justice, 2010.
MoPH, 2005	<a href="http://www.tobaccocontrol.gov.lb/AboutUs/Pages/Background.aspx">http://www.tobaccocontrol.gov.lb/AboutUs/Pages/Background.aspx</a>
Moussa <i>et al.</i> 2005	Seasonal, diurnal and nocturnal behaviors of lower carbonyl compounds in the urban environment of Beirut, Lebanon, Samar G. Moussa, Mutassem El-Fadel, Najat A. Saliba, 2005
Pers Com with Rawad Massoud (AUB), Dr. Maher Abboud (USJ) and Dr. Charbel Afif (USJ)	Personal Communication with Rawad Massoud, Senior Research Assistant Atmospheric Analytical Laboratory; Chemistry Department; American University of Beirut; Dr. Charbel Afif, Professor at the Faculty of Sciences, Université Saint Joseph (USJ); Dr. Maher Abboud, Professor at the Faculty of Sciences, Université Saint Joseph (USJ)
Pers Comm with Ms. Amal Soufi (TEDO), Dr. Hanna El-Nakat (UOB)	Personal Communication with Amal Soufi, Responsible for Air Quality Laboratory – TEDO and Dr. Hanna El-Nakat, Associate Professor, Director Special Programs – UOB

- Possanzini *et al.* 1996 Measurements of lower carbonyls in Rome ambient air, M. Possanzini, V. Di Palo, M. Petricca, R. Fratarcangeli and D. Brocco, 1996
- Saliba *et al.* 2006 Variation of selected air quality indicators over the city of Beirut, Lebanon: assessment of emission sources, Saliba N , Moussa S, Salame H, El Fadel M, 2006
- Saliba *et al.* 2007 Effect of Local and long-range transport emissions on the elemental composition of PM10-2.5 and PM2.5 in Beirut, Najat A. Saliba, Hovig Kouyoumdjian, Mohamad Roumie, 2007
- Saliba *et al.* 2010 Origin and variability of Particulate Matter (PM10-PM2.5) mass concentrations over an Eastern Mediteranean City, N.A Saliba, F.El Jam, G. El Tayar, W. Obeid, M.Roumie, 2010
- Shaka *et al.* 2003 Concentration measurements and chemical composition of PM10-2.5 and PM2.5 at a coastal site in Beirut Lebanon, Huda Shaka, Najat Saliba, 2003
- TEDO, 2009 Report 27, 2009 and Report 28, 2009 , Monitoring of Air quality, TEDO, 2009
- UNDP-ELARD, 2007 Lebanon Rapid Environmental Assessment for Greening Recovery, Reconstruction and Reform 2006, UNDP-ELARD, 2007
- UNEP-GEO 4, 2007 Global Environment Outlook – Geo 4- United Nations Environment Programme, 2007
- WB, 2004 Cost of Environmental Degradation, the case of Lebanon and Tunisia, the World Bank, June 2004
- WB, 2008 Electricity Sector Public Expenditure Review for Lebanon, World Bank 2008
- WB, 2010 Aide-Memoire, Proposed Pollution Abatement Project, Environmental Mission - December 15-22, 2010
- WHO, 2000 <http://www.emro.who.int/TFI/CountryProfile.htm>
- WHO, 2005 WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Global update. WHO, 2005
- WHO, 2011 [http://www.who.int/topics/air\\_pollution/en/](http://www.who.int/topics/air_pollution/en/)
- Yamine *et al.* 2010 A Preliminary Evaluation of the Inorganic Chemical Composition of Atmospheric TSP in the Selaata Region, North Lebanon, P. Yamine A. KfoutyKfoury, B. El-Khoury, H. Nouali, H. El Nakat, F. Ledoux, F. Cazier, D. Courcot and A. Aboukais, 2010
- YASA, 2010 <http://yasa.org/en/Sectiondet.aspx?id=10&id2=368>

## LOIS CITÉES RELIÉES A L'ATMOSPHERE ET LA QUALITÉ DE L'AIR

نوع النص	الرقم	التاريخ	عنوان النص
قرار وزيري الصحة والشؤون الاجتماعية	١/٢١٣	١٩٩٣/٠٣/٠٢	يتعلق بمنع التدخين في الأماكن العامة
قانون	٢٥٣	١٩٩٣/٠٧/٢٢	الإجازة للحكومة الإنضمام إلى معاهدتين متعلقتين بطبقة الأوزون
قانون	٣٥٩	١٩٩٤/٠٨/٠١	إتفاقية الأمم المتحدة بشأن تغير المناخ
مرسوم	٦٦٠٣	١٩٩٥/٠٤/٠٤	تحديد شروط إستعمال سيارات الشحن وسيارات اوتوبيس والمركبات الآلية العاملة على المازوت وكيفية مراقبتها ومستوى المعدل المقبول لكثافة الدخان المتصاعد منها ونوعيته
قرار مجلس النواب	٣٩٤	١٩٩٥/٠١/١٢	التحذير من مضار التدخين
قرار وزير البيئة	١٩١/١	١٩٩٧/١٠/٠٨	تطبيق المذكرة الارشادية لصناعة الاسمنت في لبنان والتلوث البيئي العام الناخ عنها
قانون	١٢٠	١٩٩٩/١٠/٢٥	الإجازة للحكومة الانضمام إلى تعديلات كوبنهاغن المتعلقة ببروتوكول مونتريال حول حماية طبقة الأوزون من المواد المستنفذة لها
قرار وزير البيئة	١/١٥	٢٠٠٠/٠٤/١٣	منع إستيراد وإستعمال مطافىء عاملة بمواد سائلة خاصة بالسيارات والآليات
قرار وزير البيئة	١/٨	٢٠٠١/٠١/٣٠	المواصفات والمعايير المتعلقة بملوثات الهواء والنفائات السائلة المتولدة عن المؤسسات المصنفة ومحطات معالجة المياه المبتذلة
قانون	٣٤١	٢٠٠١/٠٨/٠٦	قانون التخفيف من تلوث الهواء الناخ عن قطاع النقل وتشجيع الإجهاد إلى إستعمال الوقود الأقل تلوث
قرار وزير البيئة	١/٥	٢٠٠١/٠١/١٢	الشروط البيئية لرخص إنشاء و/أو استثمار محطات توزيع المحروقات السائلة
قانون	٣٨٠	٢٠٠١/١٢/١٤	يتعلق بتعديل بعض مواد في القانون رقم ٣٤١ (٢٠٠١) قانون التخفيف من تلوث الهواء الناخ عن قطاع النقل وتشجيع الإجهاد إلى إستعمال الوقود الأقل تلوث
قانون	٤٤٤	٢٠٠٢/٠٧/٢٩	حماية البيئة
قانون	٤٣٢	٢٠٠٢/٠٧/٢٩	الإجازة للحكومة الإنضمام إلى إتفاقية ستوكهولم للملوثات العضوية الثابتة
قانون	٤٤٨	٢٠٠٢/٠٧/٢٩	الإجازة للحكومة بشراء اليات عاملة على المازوت
مرسوم	٨٤٤٢	٢٠٠٢/٠٨/١٣	يتعلق بمواصفات البنزين ٩٢ و ٩٥ و ٩٨ اوكتان من دون رصاص والديزل اويل (المازوت) لاستخدامها في المركبات الآلية
قانون	٤٥٣	٢٠٠٢/٠٨/١٦	تعديل الفقرة (ب) من المادة الثانية من القانون رقم ٣٤١ المعدل بالقانون رقم ٣٨٠ وإلغاء القانون رقم ٤٤٨
قرار وزير البيئة	١/٩	٢٠٠٤/١٢/٠٢	تحديد المسافات الدنيا التي يجب ان تفصل جميع انواع المزارع المنوي انشاؤها و/او استثمارها في المناطق الغير منظمة عن المناطق الأهلة
قانون	٦٥٧	٢٠٠٥/٠٢/٠٤	الإجازة للحكومة الإنضمام إلى إتفاقية منظمة الصحة العالمية الإطارية بشأن مكافحة التبغ
قانون	٧٣٨	٢٠٠٦/٠٥/١٥	الإجازة للحكومة الإنضمام إلى برتوكول كيوتو الملحق بإتفاقية الامم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ
قانون	٧٥٨	٢٠٠٦/١١/١١	الإجازة للحكومة الانضمام إلى تعديلات بيجين المتعلقة ببروتوكول مونتريال بشأن المواد المستنفذة لطبقة الأوزون
مرسوم	٢٦٠٤	٢٠٠٩/٠٩/١٧	التحكم في المواد المستنفذة لطبقة الأوزون



