

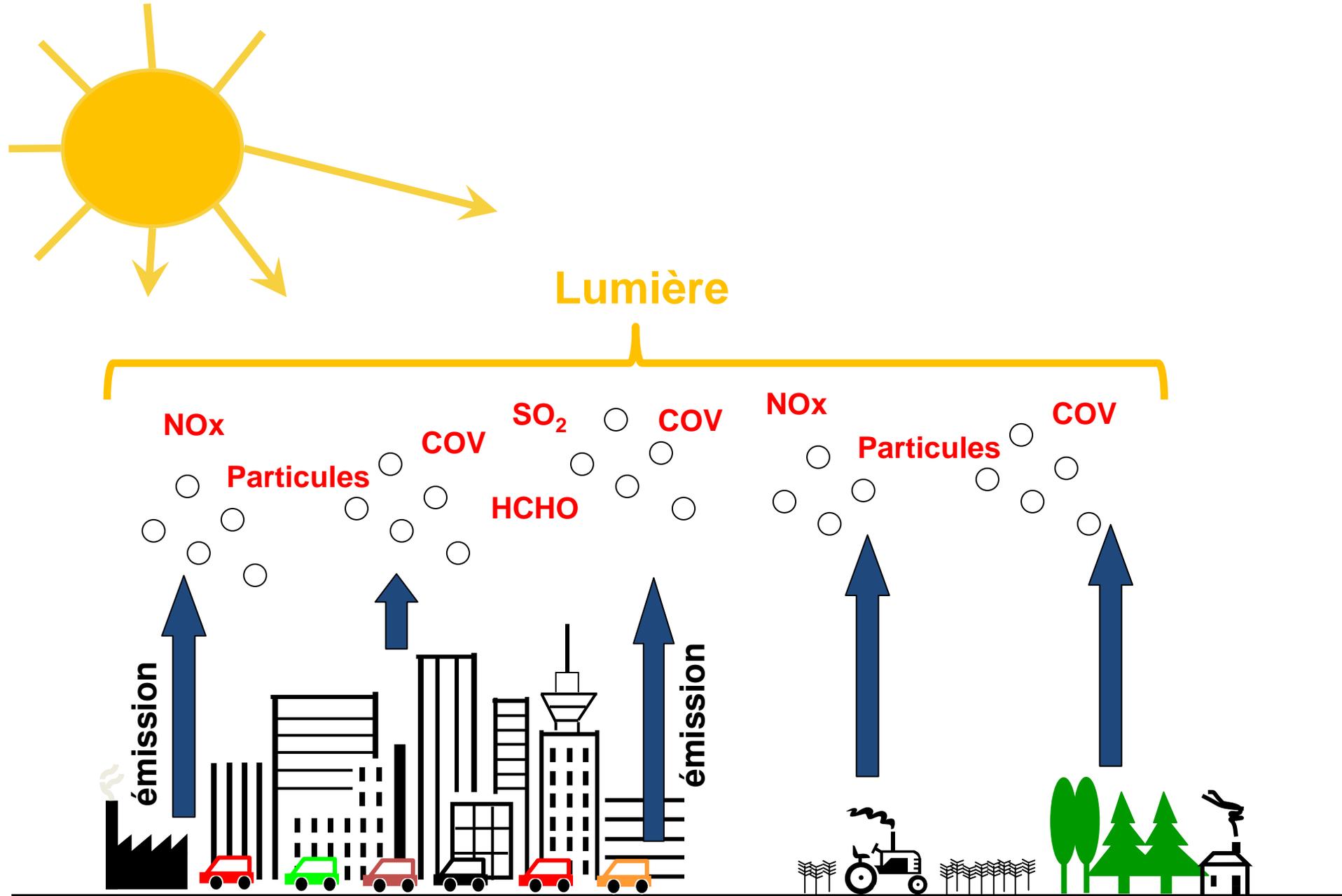
Pollution atmosphérique à Beyrouth :

Sources et impacts

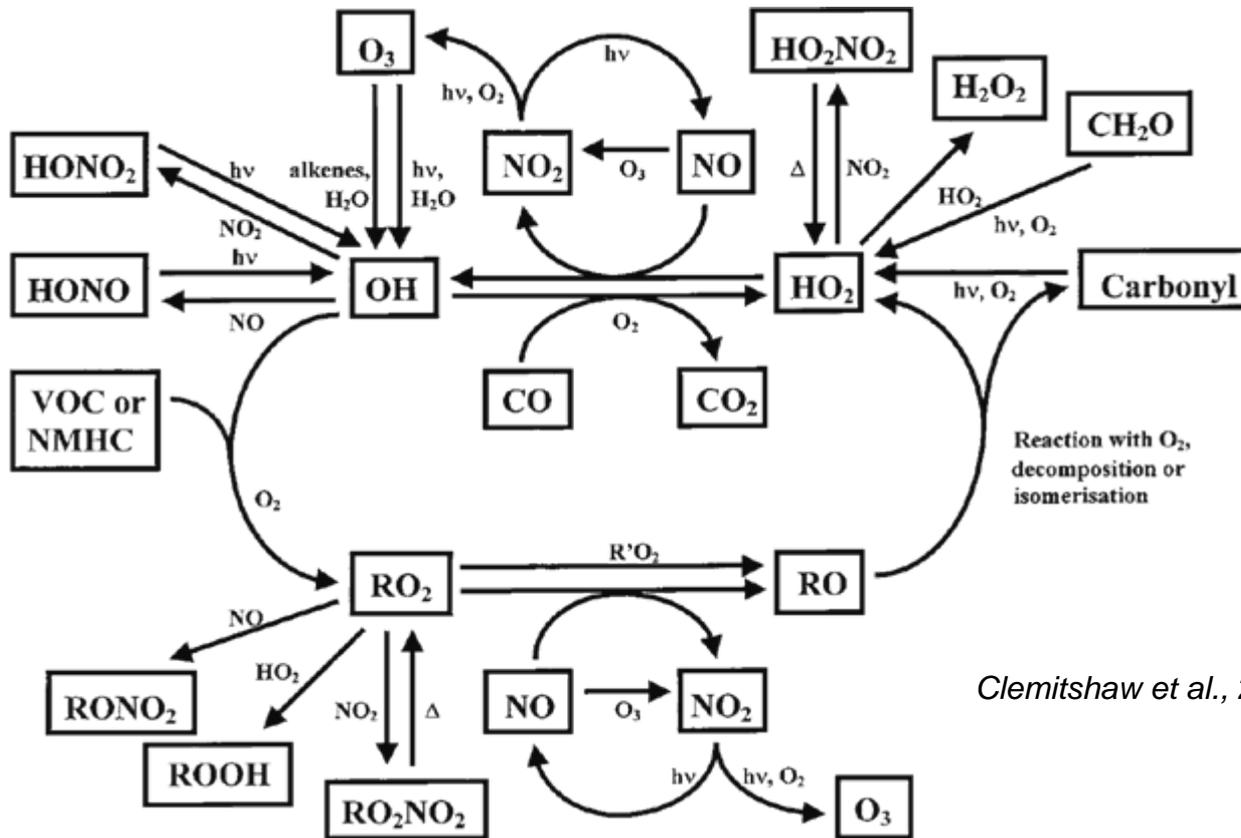
Charbel AFIF

*JSE 2008 – 5 mai
2008*

Le système atmosphérique



Le système atmosphérique



Clemishaw et al., 2004

- Plusieurs millions d'espèce
- Nocivité dépend :
 1. la structure chimique
 2. la quantité présente
 3. le temps d'exposition

L'Organisation Mondiale de la Santé

→ Recommandation des valeurs de concentrations des polluants à ne pas dépasser

→ Basées sur l'évaluation par des experts des données scientifiques du moment

→ Les lignes directrices de l'OMS utilisées partout dans le monde

Polluant	Durée d'exposition	OMS	OMS	France	Etats-Unis
		Valeur recommandée Avant 2006	Valeur recommandée Depuis 2006	Pour l'année 2008	Pour l'année 2008 (normes primaires)
O ₃	8h	120	100	120	150
NO ₂	1h	200	200	220	
	annuelle	40	40	44	100
SO ₂	10 min	500	500		
	24h	125	50	300	
	annuelle	50	--	50	80
CO	15 min	100 000	100 000		
	30 min	60 000	60 000		
	1h	30 000	30 000		40 000
	8h	10 000	10 000	10 000	10 000
PM10	24h	--	50 µg/m ³	50	150
	annuelle	--	20 µg/m ³	40	

L'Organisation Mondiale de la Santé

→ Recommandation des valeurs de concentrations des polluants à ne pas dépasser

→ Basées sur l'évaluation par des experts des données scientifiques du moment

→ Les lignes directrices de l'OMS utilisées partout dans le monde

Polluant	Durée d'exposition	OMS	OMS	France	Etats-Unis
		Valeur recommandée Avant 2006	Valeur recommandée Depuis 2006	Pour l'année 2008	Pour l'année 2008 (normes primaires)
O ₃	8h	120	100	120	150
NO ₂	1h	200	200	220	
	annuelle	40	40	44	100
SO ₂	10 min	500	500		
	24h	125	50	300	
	annuelle	50	--	50	80
CO	15 min	100 000	100 000		
	30 min	60 000	60 000		
	1h	30 000	30 000		40 000
	8h	10 000	10 000	10 000	10 000
PM10	24h	--	50 µg/m ³	50	150
	annuelle	--	20 µg/m ³	40	

L'Organisation Mondiale de la Santé

→ Chine :

Plusieurs classes suivant le milieu considéré, **ex.** ville classe 2 maximum

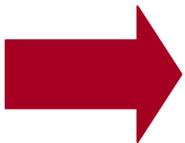
Pollutant	Class I Standard	Class II Standard	Class III Standard	Averaging Times
SO ₂	20	60	100	Annual
	50	150	250	Daily
	150	500	700	1-hour
TSP	80	200	300	Annual
	120	300	500	Daily
PM ₁₀	40	100	150	Annual
	50	150	250	Daily
NO _x	50	50	100	Annual
	100	100	150	Daily
	150	150	300	1-hour
NO ₂	40	40	80	Annual
	80	80	120	Daily
	120	120	240	1-hour
CO (mg/m ³)	4.00	4.00	6.00	Daily
	10.00	10.00	20.00	1-hour
O ₃	120	160	200	1-hour

L'Organisation Mondiale de la Santé

→ Liban :

Polluant	Durée d'exposition	Valeur limite
O ₃	1h	150
	8h	100
NO ₂	1h	200
	24h	150
	annuelle	100
SO ₂	1h	350
	24h	120
	annuelle	80
CO	1h	30 000
	8h	12 000
PM10	24h	80

Arrêté ministériel 1/52 du 12 septembre 1996



Détailler l'étude de la qualité de l'air à Beyrouth

- 1 – Cas de Beyrouth : Présentation de la ville**
- 2 – Implantation des sites**
- 3 – Instruments de mesure : les capteurs passifs**
- 4 – Résultats et présentation des sources et des impacts**
- 5 – Conclusions**

Cas de Beyrouth

Superficie : 32 km²

Densité de population : \approx 20000 habitants/km²

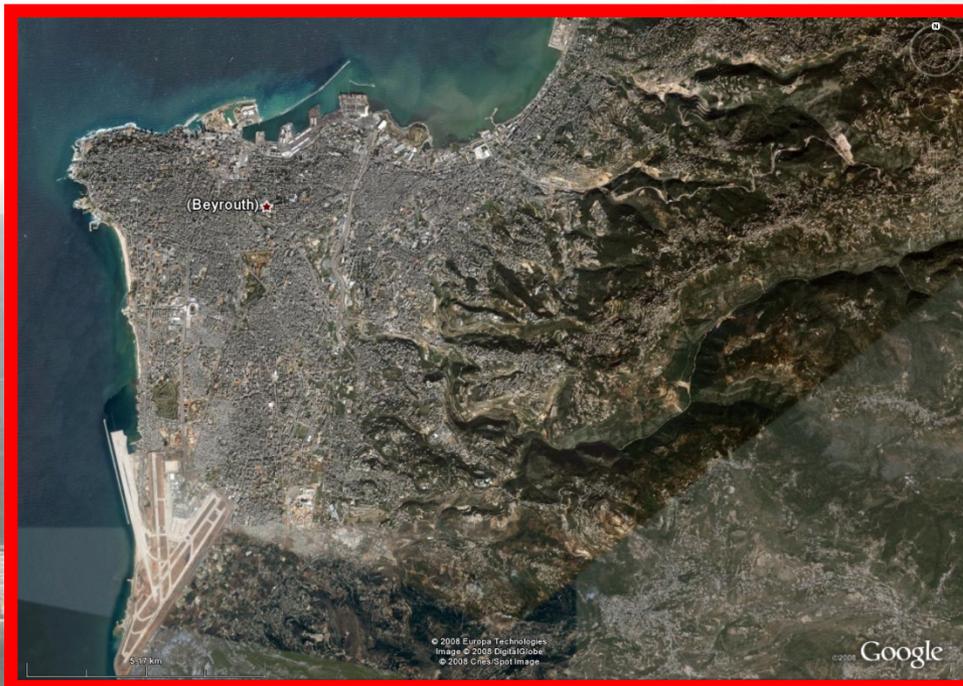
Climat : Ensoleillé, chaud et humide

Parc automobile libanais :

1 100 000 – 1 200 000 véhicules

Sources principales de pollution à Beyrouth :

trafic routier + quelques industries en périphérie



Cas de Beyrouth

Superficie : 32 km²

Densité de population : \approx 20000 habitants/km²

Climat : Ensoleillé, chaud et humide

Parc automobile libanais :

1 100 000 – 1 200 000 véhicules

Sources principales de pollution :

trafic routier + quelques industries en périphérie

**Sur quels critères les sites
de mesure ont-ils été
implantés ?**



L'implantation des sites

Implantation des sites basée sur les critères de *l'Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie* (ADEME)

→ Directives européennes

2 types de sites implantés :

1. Site de fond ou site urbain

→ Evaluer l'exposition moyenne de la population aux phénomènes de pollution atmosphérique

- Eloignement des voies de circulation fonction du trafic moyen journalier

Flux ↗ ⇒ Distance ↗

2. Site de proximité ou site trafic

→ Fournir des informations sur les concentrations mesurées dans des zones représentatives du niveau maximum d'exposition de la population

- Eloignement maximal des voies est de 5 mètres

Les tubes passifs

Tube à diffusion passive :

Pas de pompage → pas de courant

Coût réduit de l'échantillonneur et de l'analyse

Simple manipulation de l'échantillonneur

Polluants surveillés : NO_2 et SO_2



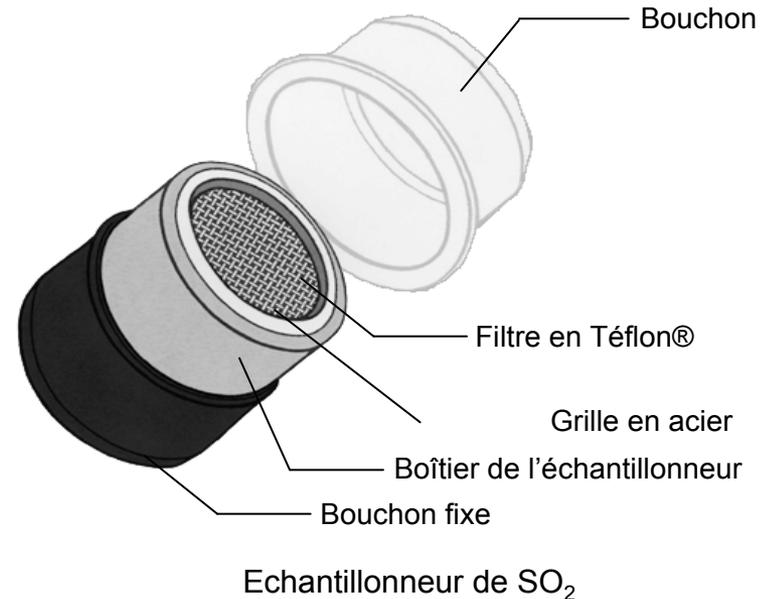
Echantillonneur de NO_2

Piégeage NO_2 par triéthanolamine

Analyse au laboratoire :

NO_2 : extraction, fonctionnalisation et mesure en Visible (537 nm)

SO_2 : extraction et analyse en Chromatographie Ionique



Piégeage SO_2 par mélange de carbonate de sodium et de glycérol

Les sites et la période de mesure

Première étude de la qualité de l'air à Beyrouth inscrite dans le temps et dans l'espace

Durée de l'étude : déc. 2004 – juin
2006

22 sites de mesure :

20 sites de type « urbain »

2 sites de type « trafic »

Hauteur du capteur :

3 mètres pour les sites de fond

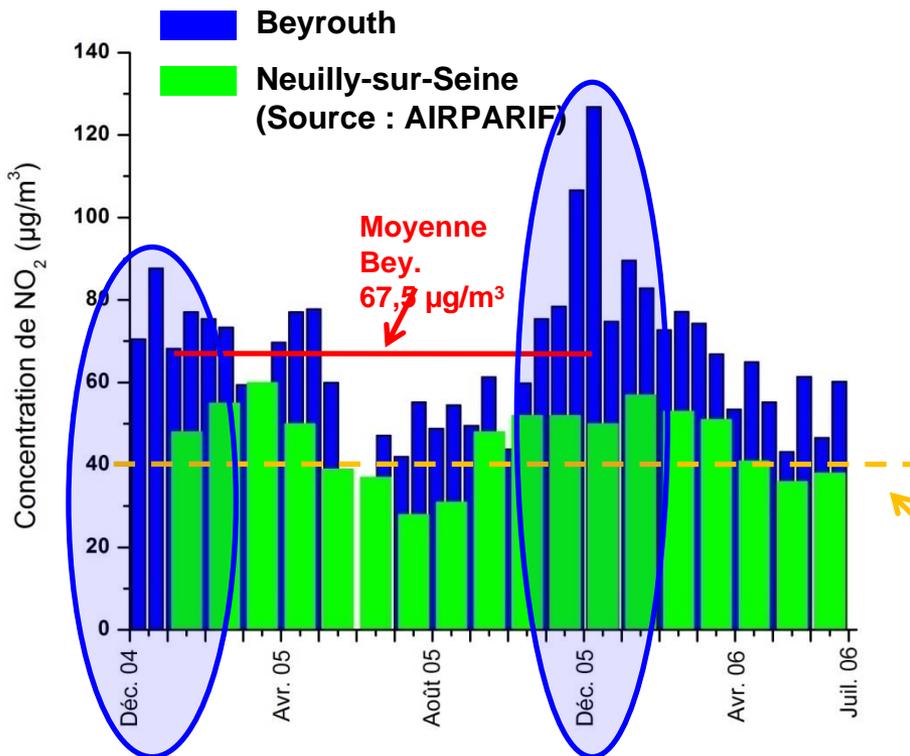


Site de mesure doté
de tubes passifs



Temps d'exposition : 2 semaines pour NO_2
4 semaines pour SO_2

Le NO₂ à Beyrouth



- Dépassement de la valeur limite recommandée par l'OMS (40 µg/m³ en objectif de qualité)

- Variation typique de la concentration avec une augmentation pendant l'hiver (75,5 µg/m³) et diminution pendant l'été (56,6 µg/m³)

- ↳ couche limite plus basse en hiver

- ↳ émissions plus fortes (chauffage, ...)

- Variation similaire à celle observée en IDF mais concentrations plus faibles

En 2005 :

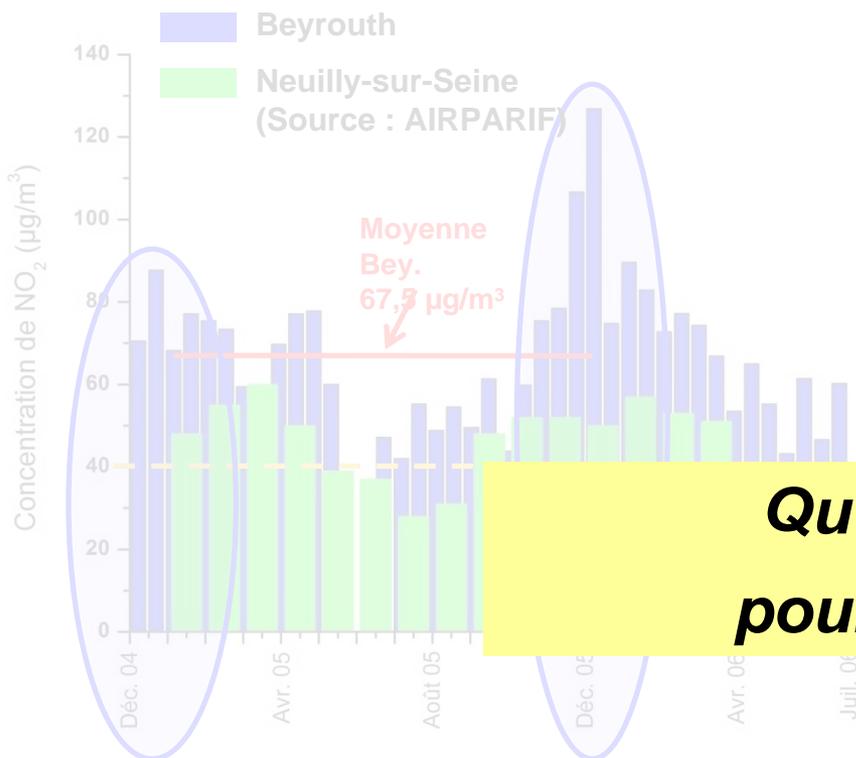
Moyenne à Beyrouth : 67,5 µg/m³

Moyenne en IDF : 42 µg/m³



Pollution chronique en NO₂ à Beyrouth

Le NO₂ à Beyrouth



Qu'en est-il pour le SO₂ ?

• Dépassement de la valeur limite recommandée par l'OMS (40 µg/m³ en objectif de qualité)

• Variation typique de la concentration avec une augmentation pendant l'hiver (75,5 µg/m³) et diminution pendant l'été

limite plus basse en

émissions plus fortes (chauffage, ...)

• Variation similaire à celle observée en IDF mais concentrations plus faibles

En 2005 :

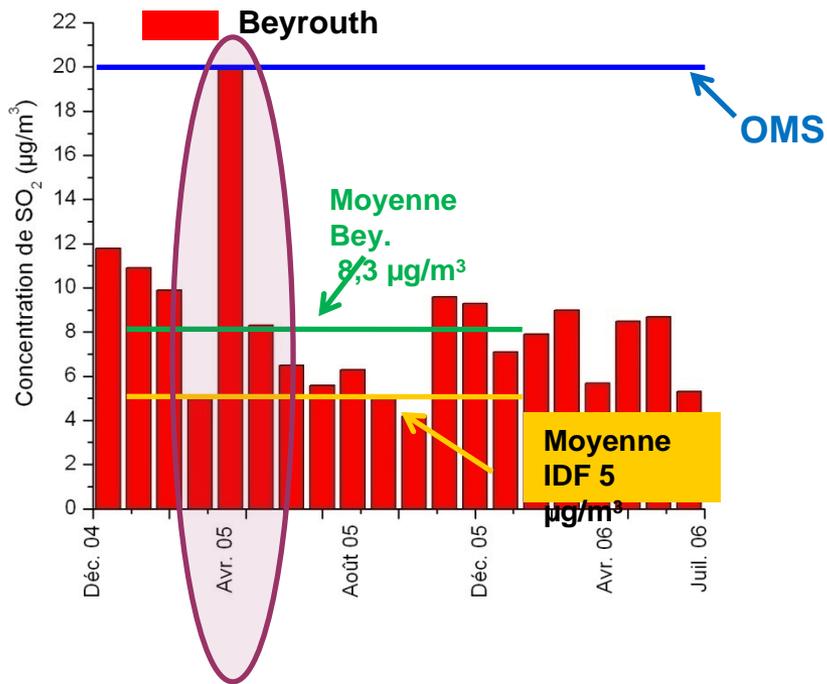
Moyenne à Beyrouth : 67,5 µg/m³

Moyenne en IDF : 42 µg/m³



Pollution chronique en NO₂ à Beyrouth

Le SO₂ à Beyrouth



- Valeur largement inférieure à la valeur limite recommandée par l'OMS (20 µg/m³ en objectif de qualité)

- Variation typique de la concentration avec une augmentation pendant l'hiver et diminution pendant l'été sauf pour le mois d'avril 2005

- ↳ couche limite plus basse en hiver

- ↳ émissions plus fortes (chauffage, ...)

En 2005 :

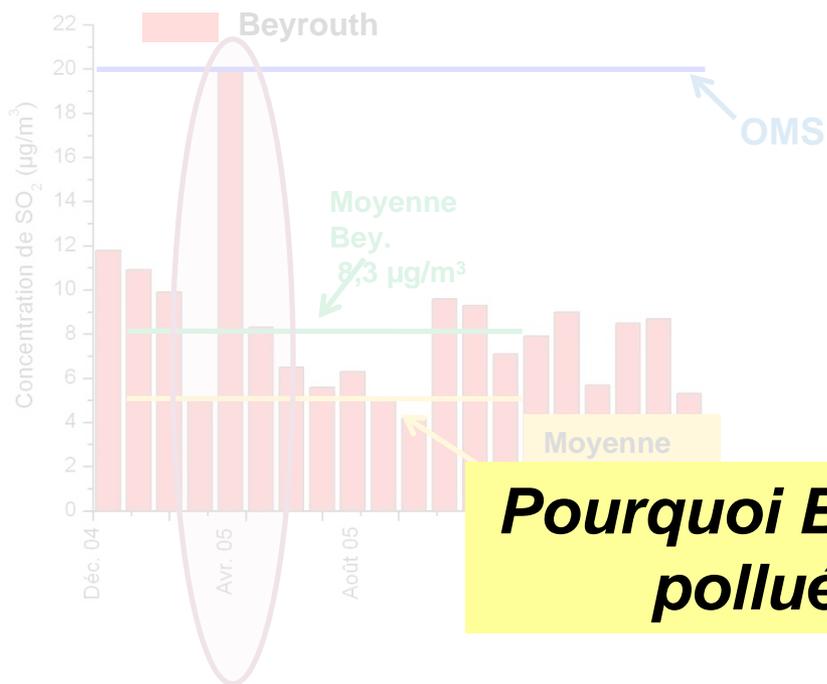
Moyenne à Beyrouth : 8,3 µg/m³

Moyenne en IDF : 5 µg/m³



SO₂ faible à Beyrouth

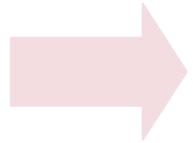
Le SO₂ à Beyrouth



Pourquoi Beyrouth est plus polluée que IDF ?

- Valeur largement inférieure à la valeur limite recommandée par l'OMS (20 µg/m³ en objectif de qualité)
- Variation typique de la concentration avec une augmentation pendant l'hiver et pendant l'été sauf pour 2005
- Limite plus basse en hiver
- ↳ émissions plus fortes (chauffage, ...)

En 2005 :
Moyenne à Beyrouth : 8,3 µg/m³
Moyenne en IDF : 5 µg/m³



SO₂ faible à Beyrouth

Les causes de cette différence

Urbanisme :

- Bâtiments sur la côte qui bloquent la circulation de l'air
- Présence de rues-canyon qui augmente la pollution
- Centrale thermique à 14 km de la ville, sans traitement des rejets atmosphériques

Transport :

- Transport commun mal organisé => ~90% des véhicules sont à usage personnel
- 70 – 75% des véhicules sans pots catalytiques => émissions plus importantes
- 25 – 30% des véhicules ont plus de 20 ans => émissions plus importantes

• L'état n'encourage pas l'achat de nouveaux véhicules en diminuant les taxes sur les voitures neuves.

Pourquoi pas d'encouragement? Dettes extérieures > 40 milliards de \$

Même une grande partie des gens retirent les pots catalytiques par souci de consommation

- Contrôle technique : 1 fois/an mais changements sont occasionnels pour passer les tests

Carburant :

- Diesel haute teneur en SO₂ car c'est moins cher
- Une loi en 2002 a interdit l'usage du diesel pour les véhicules de moins de 3,5 tonnes

- PM10 ont diminué avant (100 µg/m³) et après (50 µg/m³) la loi de 2002

Les impacts de cette qualité de l'air

Coût de la dégradation de l'environnement par la pollution atmosphérique :
Pas d'étude menée mais des estimations effectuées

Après la loi de 2002 interdisant le diesel :

- 350 morts au Liban par an ayant pour cause la qualité de l'air
- Mort + maladie = 35 – 98 millions de \$

Conclusions

- **Première étude** de la qualité de l'air à Beyrouth :
Pollution au NO₂
Valeurs SO₂ faibles par rapport à l'OMS
- Sources de pollution :
Urbanisme, transport et carburant
- Impact de la pollution atmosphérique :
Mort et coût assez élevé par rapport au pays

Merci pour votre attention