

Eau et Nanoparticules de plastiques : contamination ?

Pr Maher ABBOUD
Doyen - Faculté des sciences USJ



Polymères = Plastiques

- Emballage :
 - PET, Polyéthylène téréphthalate
- PE
- PP
- PVC
- PS
- Polyamide, Polyester....



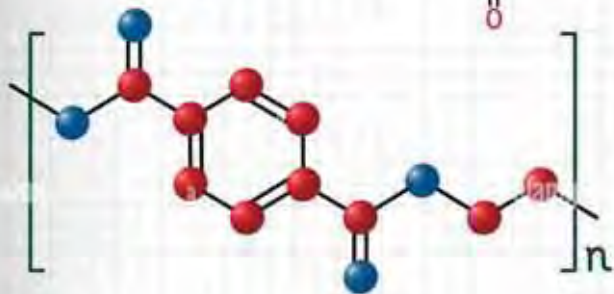
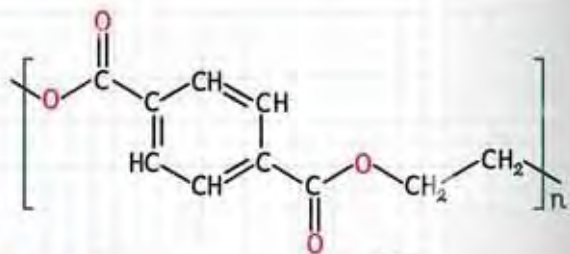
PET



PEHD

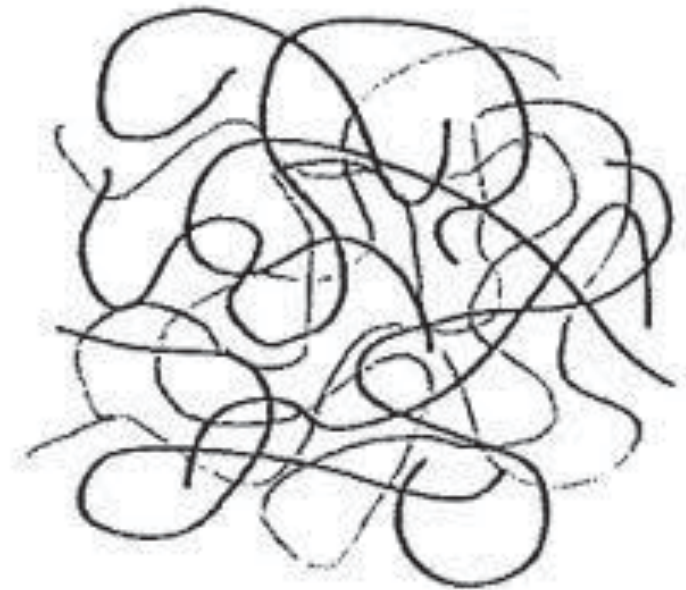
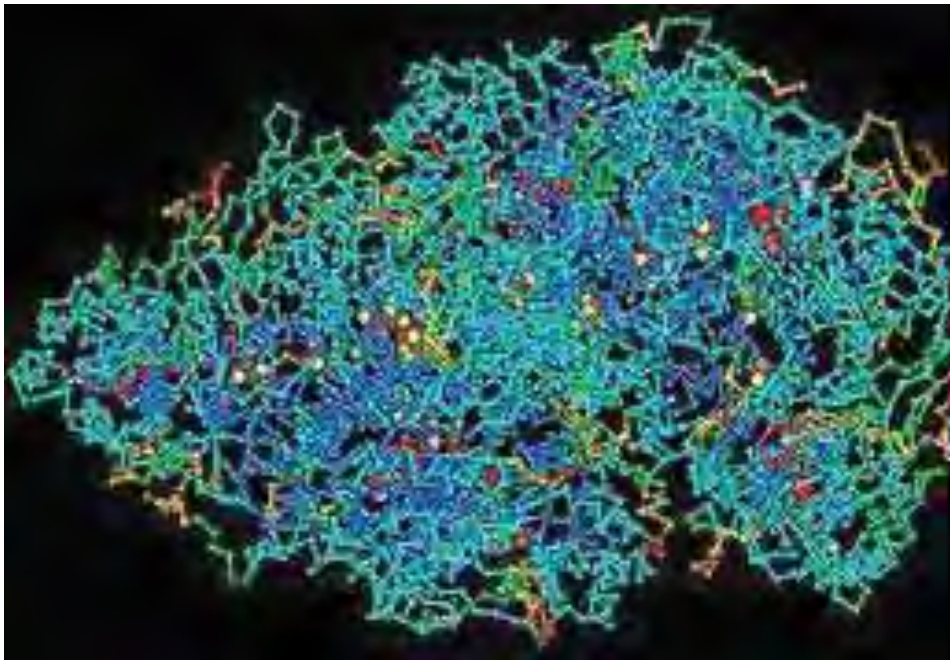


PET



- Morphologie

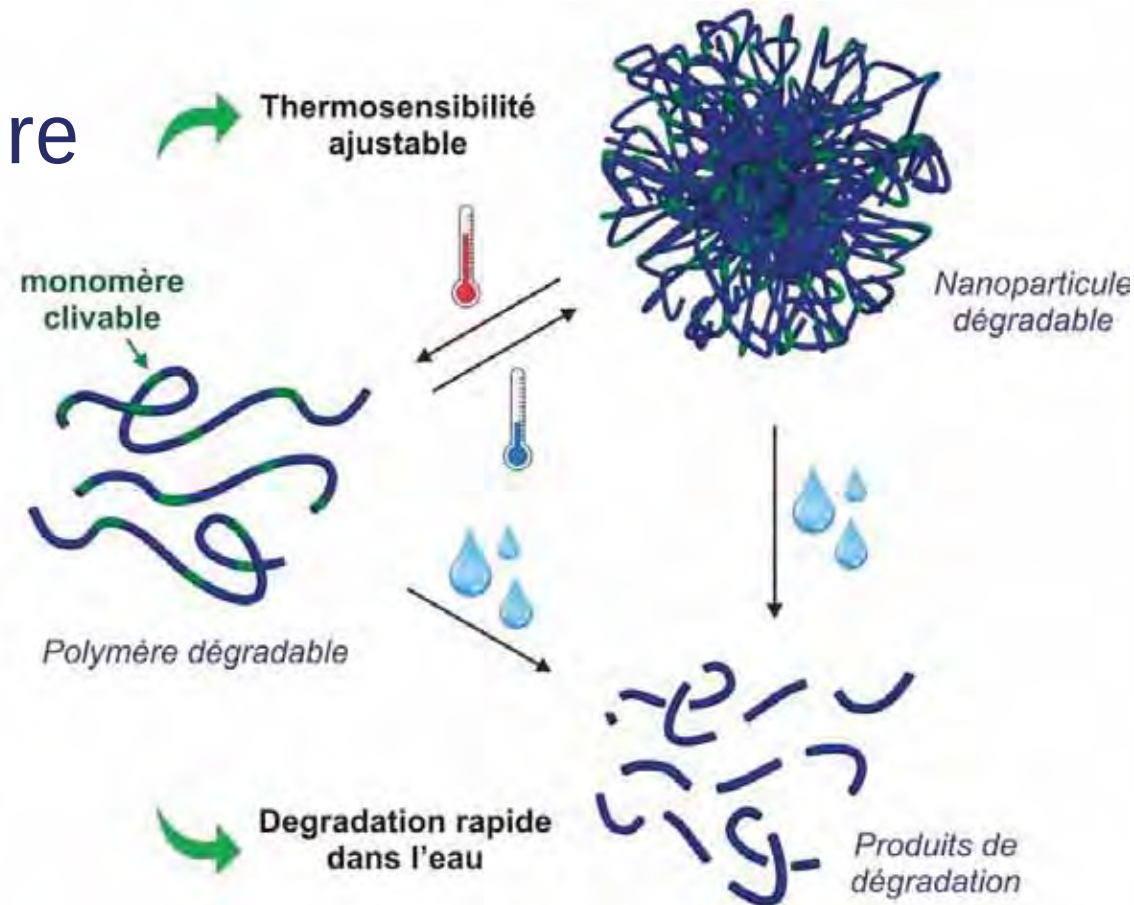
Pelotes statistiques interpénétrees + Additifs

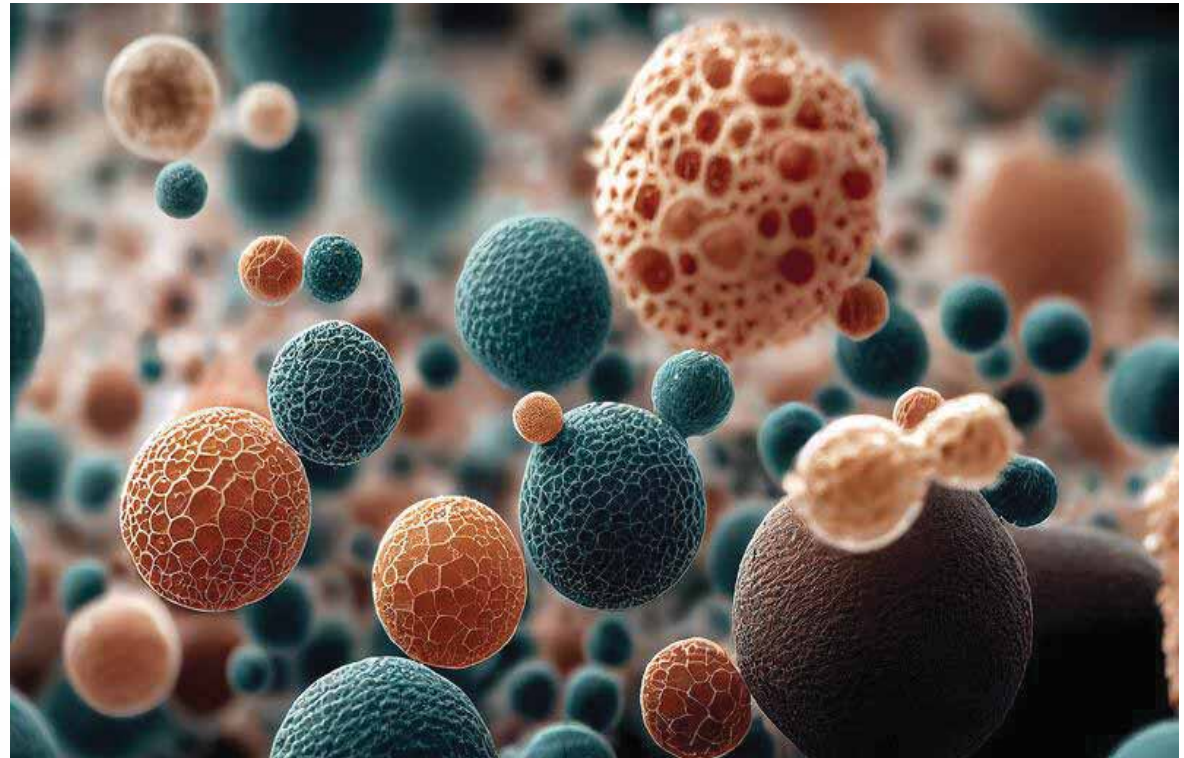


polymère amorphe

Vieillessement – dégradation

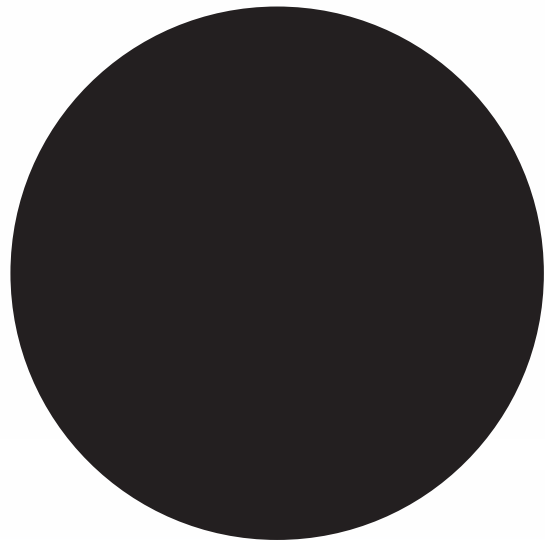
- O₂ de l'air
- Rayonnement solaire
- fragmentations





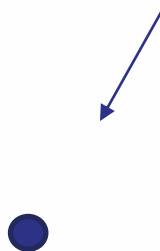


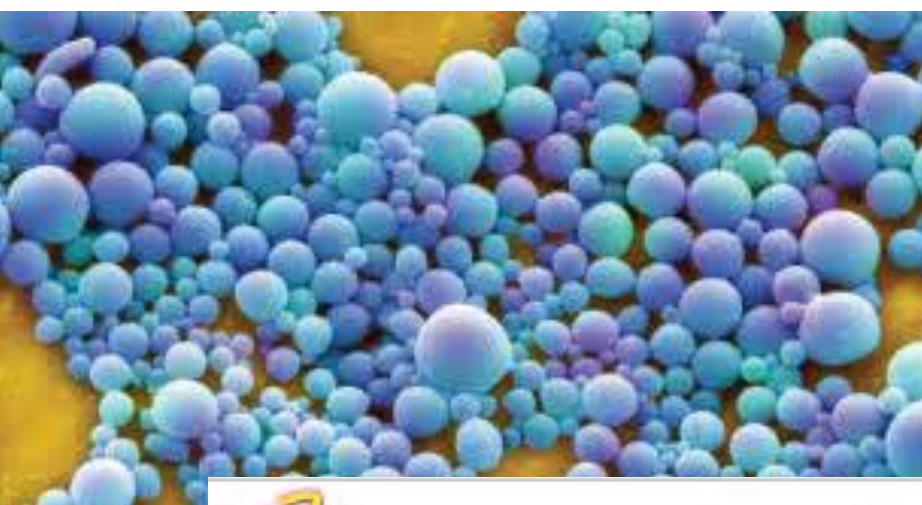
- ☛ Les « nanos » sont omniprésentes dans toute sorte de produits du quotidien (alimentation, cosmétique, textiles, jouets...).
- ☛ Un problème de santé publique préoccupant.
- ☛ Soupçonnées d'effets toxiques spécifiques, les nanoparticules, ces particules de taille infinitésimale, sont souvent présentes incognito dans divers produits de consommation courante (denrées alimentaires, des cosmétiques et des médicaments)



1 micromètre = 1 μm = 10^{-3} mm

1 nanomètre = 1 nm = 10^{-6} mm



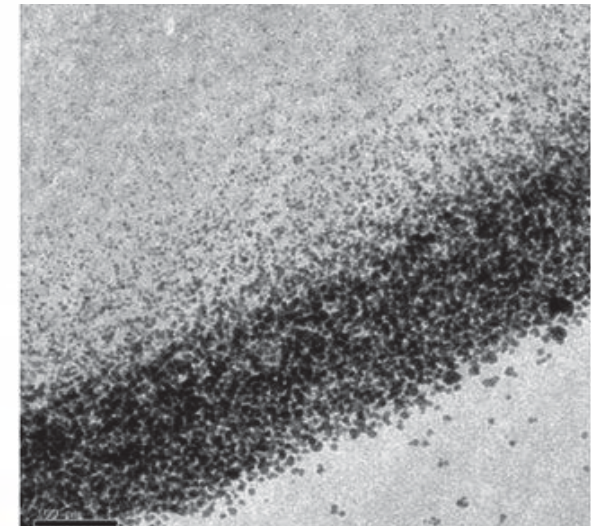
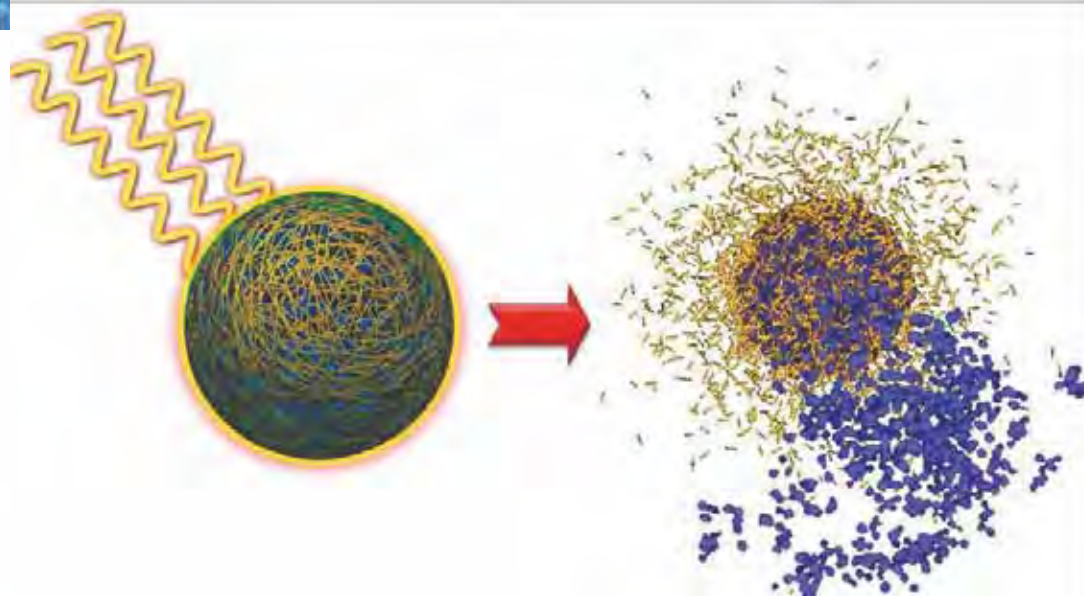


1 micromètre = 1 μm = 10^{-3} mm

1 nanomètre = 1 nm = 10^{-6} mm

NPs

au minimum dimension 1-100 nm





☛ De par leur petite taille, les nanoparticules pourraient pénétrer et atteindre les couches profondes de la peau.

☛ Il en découle une inévitable dissémination des NPs dans le milieu naturel et une potentielle exposition de l'homme.

☛ Le secteur agro-alimentaire est parmi les principaux vecteurs d'exposition identifiés :
les aliments, ainsi que l'eau de boisson, peuvent contenir de façon volontaire ou non des NPs manufacturées et donc impacter directement l'homme.

L'enjeu est donc d'importance en termes de santé publique dans la mesure où l'on ne connaît pas les effets à très long terme de cette exposition sur l'homme



- ☛ Les chercheurs de l'Université de Colombia dans la revue PNAS ont comptabilisé en moyenne **240 000 fragments de plastique** détectables **par Litre** d'eau,
- ☛ Test de trois marques d'eau populaires américaines en bouteille plastique.
- ☛ Pour chaque litre, ils ont détecté entre **110 000 et 370 000 particules**, dont **90 % étaient des nanoplastiques**.

Cette étude a développé une puissante technique d'imagerie optique pour l'analyse rapide des nanoplastiques avec une sensibilité et une spécificité sans précédent.



Ils sont si petits qu'ils se déplacent facilement et peuvent être ingérés tout au long de la chaîne alimentaire et contaminer tout le vivant

☛ les chercheurs ont montré la possibilité que les nanoplastiques traversent des barrières biologiques et pénètrent dans les systèmes biologiques

☛ entrer dans le système sanguin et aller ainsi jusque dans les organes dont le cerveau et le cœur.



- Parmi les types de plastiques identifiés on retrouve particulièrement le *Nylon*, provenant vraisemblablement de filtres en plastique utilisés pour purifier l'eau , et bien sur le polytéréphtalate d'éthylène (PET), dont les bouteilles sont faites.



- Cette étude soulève des questions sur les conséquences potentielles pour la santé de l'ensemble du vivant puisque **le plastique ne disparaît pas mais se fragmente sur le long terme en particules de plus en plus petites jusqu'à l'échelle nanométrique.**
- Selon le Programme des Nations unies pour l'environnement, le monde *"croule sous le poids de la pollution plastique , avec plus de 430 millions de tonnes de plastique produits chaque année"* et les microplastiques se retrouvent dans les océans, les aliments et l'eau potable, certains d'entre eux provenant des vêtements comme des filtres de cigarettes. Les efforts en vue d'un traité mondial sur les plastiques se poursuivent et deviennent de plus en plus urgents.

Air pollution : Exposure and Health impacts

تلوث الهواء: التعرض والآثار الصحية القاتل الصامت

Pr. Maher Abboud

maher.abboud@usj.edu.lb

2003 Lebanon : Air Quality ?



Beyrouth, mars 2012



Photo : Michel Osta, 2006

Scales

Global

Regional

Local

Pollutants

NO_x

SO₂

CO

Particles: :
PM10; PM2.5

COV

O₃

Sources

Transport

Industries

Energy

Agriculture

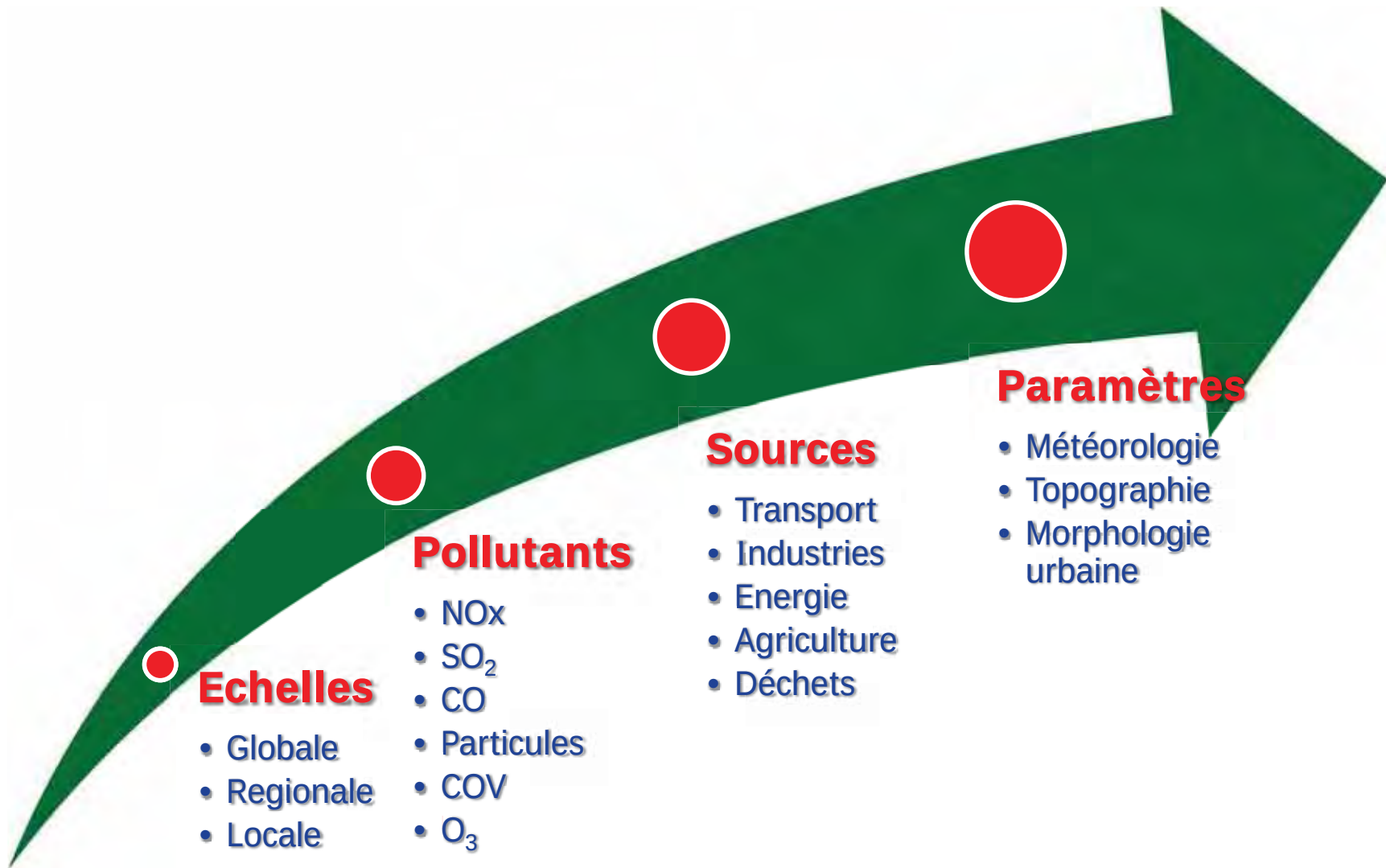
Waste

Parameters

Meteorology

Topography

Urban
morphology





PM 2.5 Particle

Hair cross section



Comparison hair and



Since 2004...

Municipality
of Beirut

USJ

AIRPARIF

Ile de FRANCE

2004-2006

Municipality of Beirut
Region IDF

USJ

CNRS-L

AUB

AQRU

2008

2009

2012

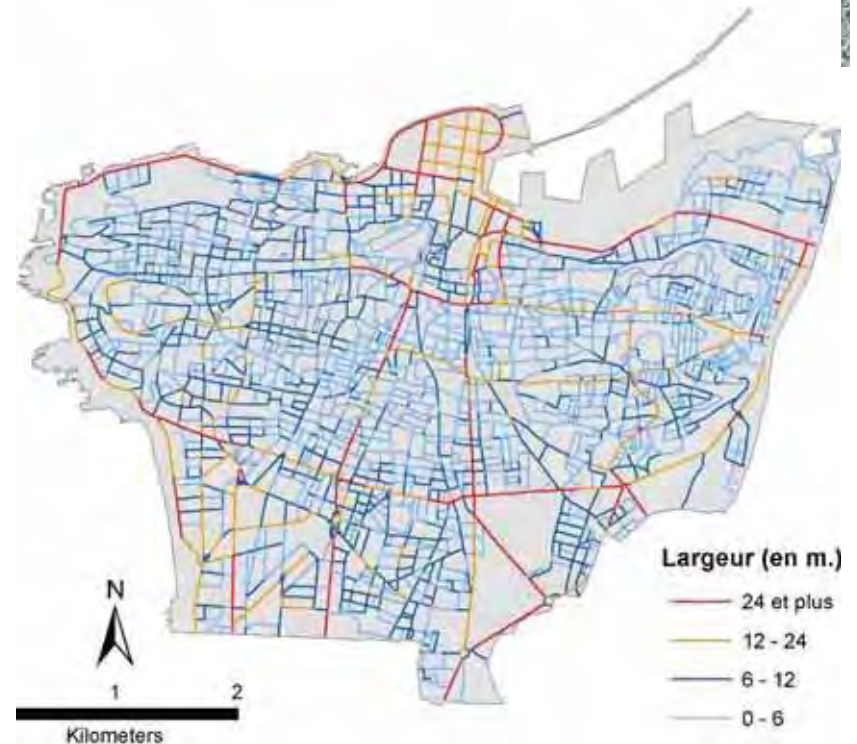
2015

L'environnement urbain : un tissu urbain très minéralisé

- 90% de la surface est urbanisée
 - tissu constructif chaotique
- manque d'espace vert

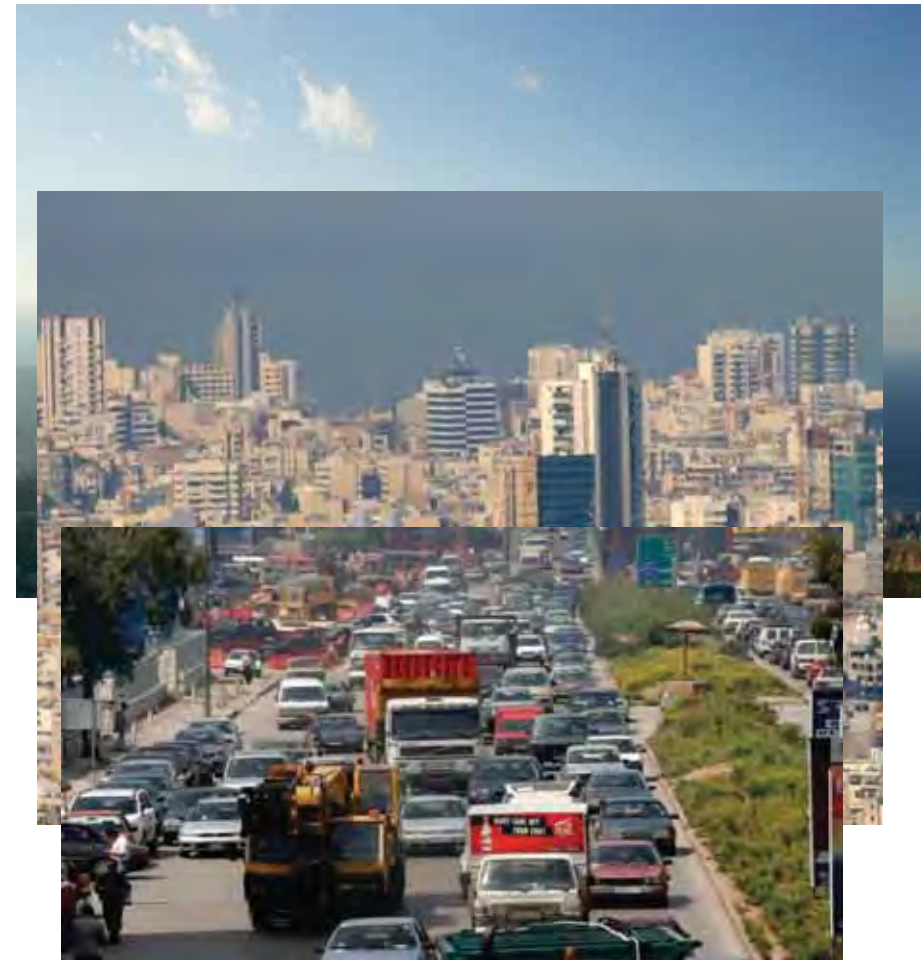


Photo : Michel Osta, 2006



une trame viaire dense

Geographical context of Beirut

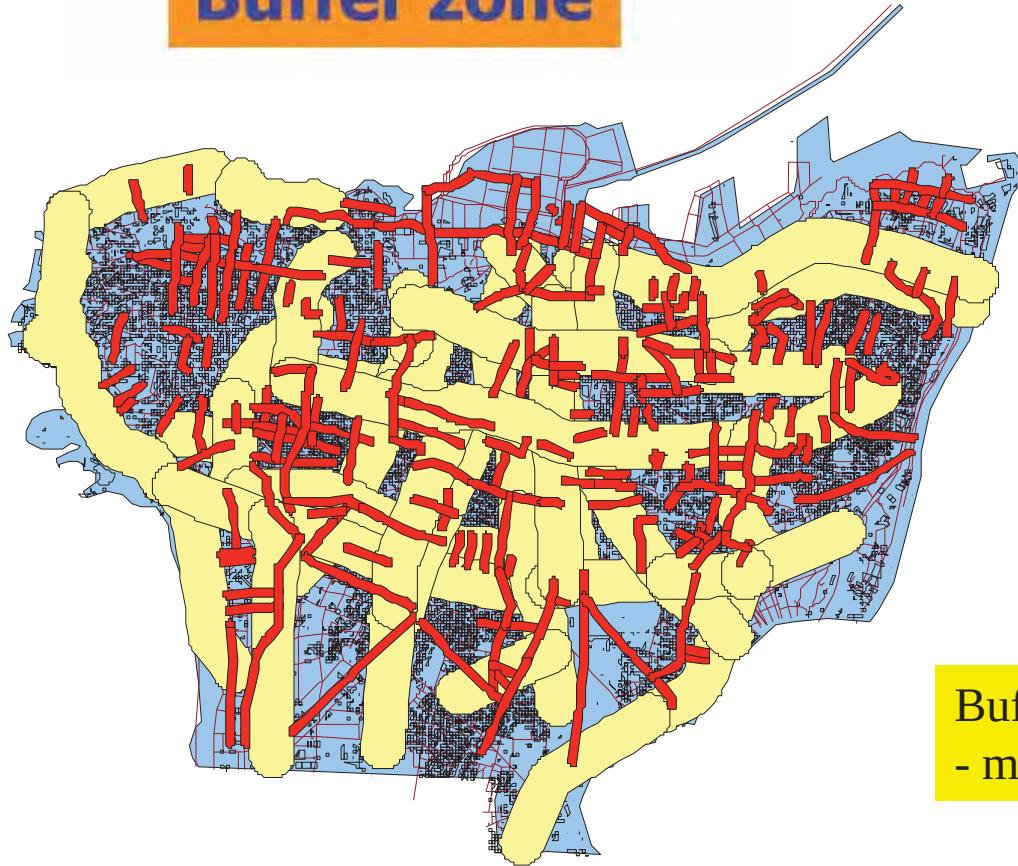


What is the impact on air quality?

What is the impact on public health?

Choice of the sites

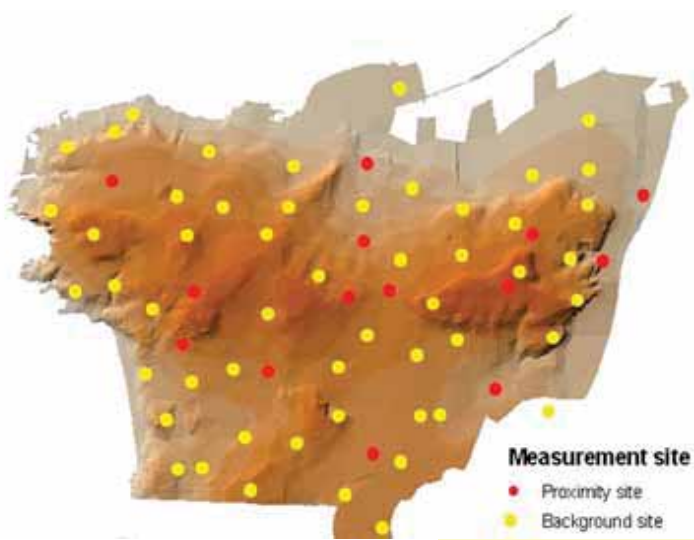
Buffer zone



Buffer 150 m :
- 4 ways
- important flow

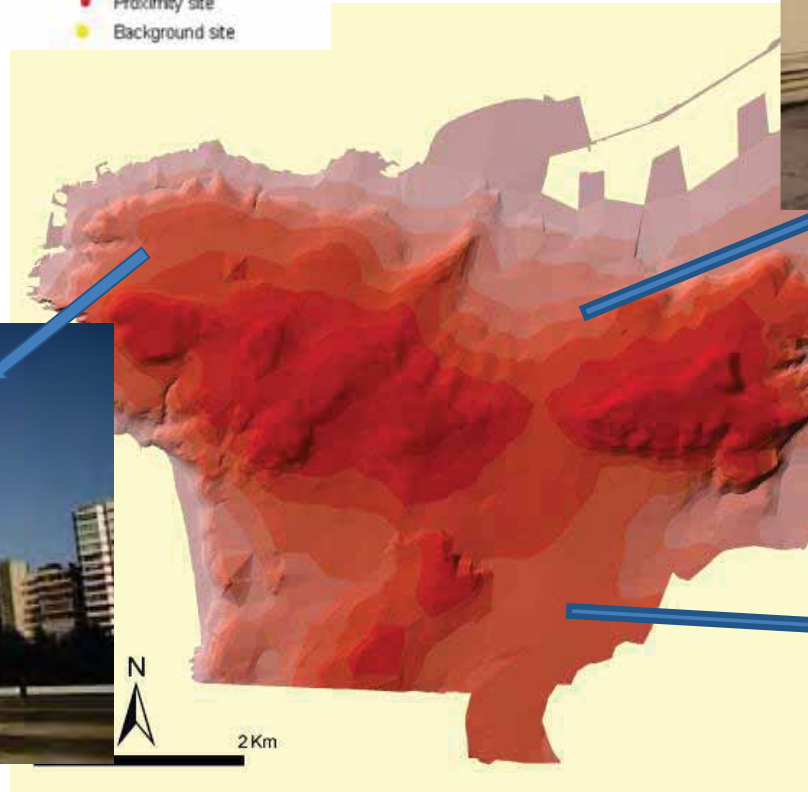
Buffer 30 m :
- medium flow

Automatic Air pollution network (continuous measurement for PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, O_3 , NO_2 , SO_2 , CO)



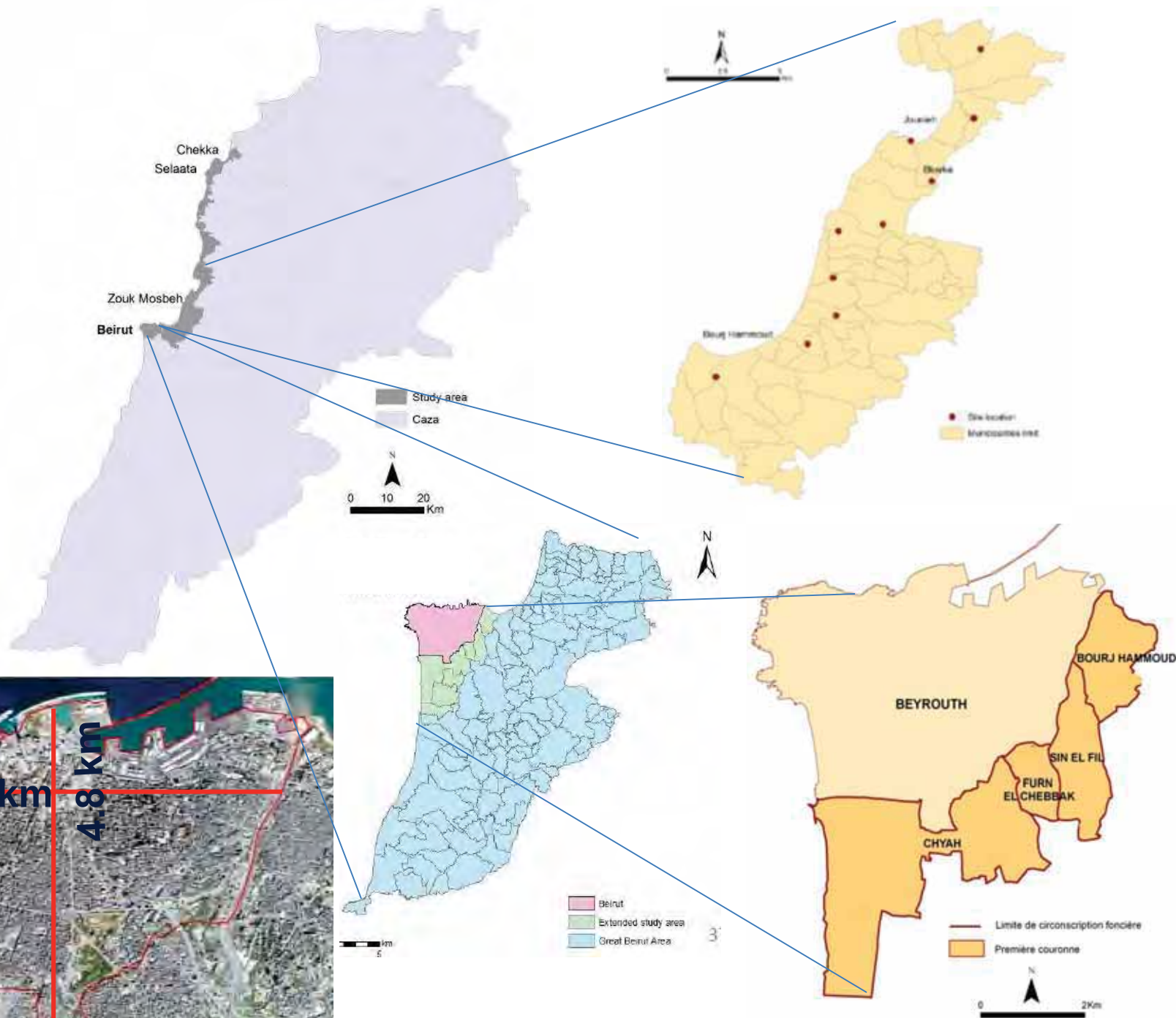
Huvelin

CPF



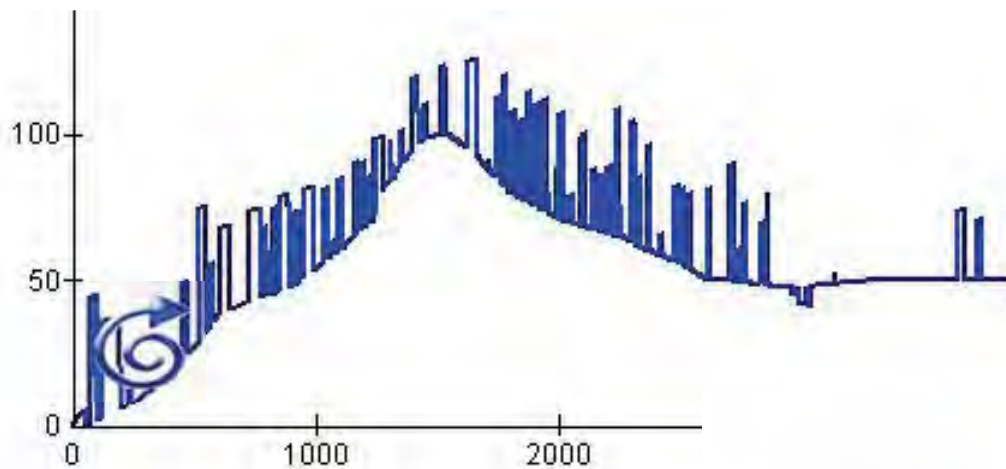
Data stored
every 15 mn



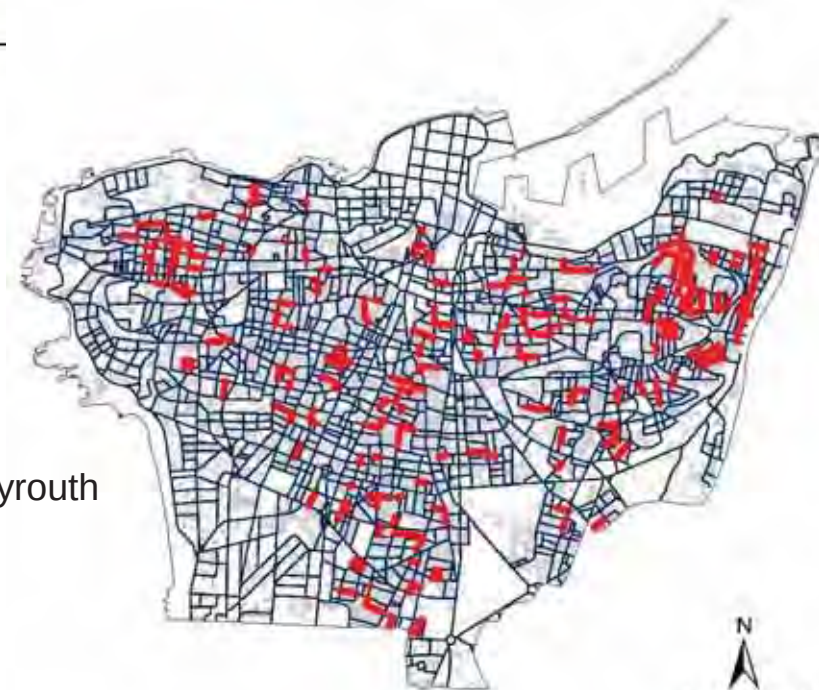


N

S



Stagnation de la pollution



Les rues canyons à Beyrouth

H



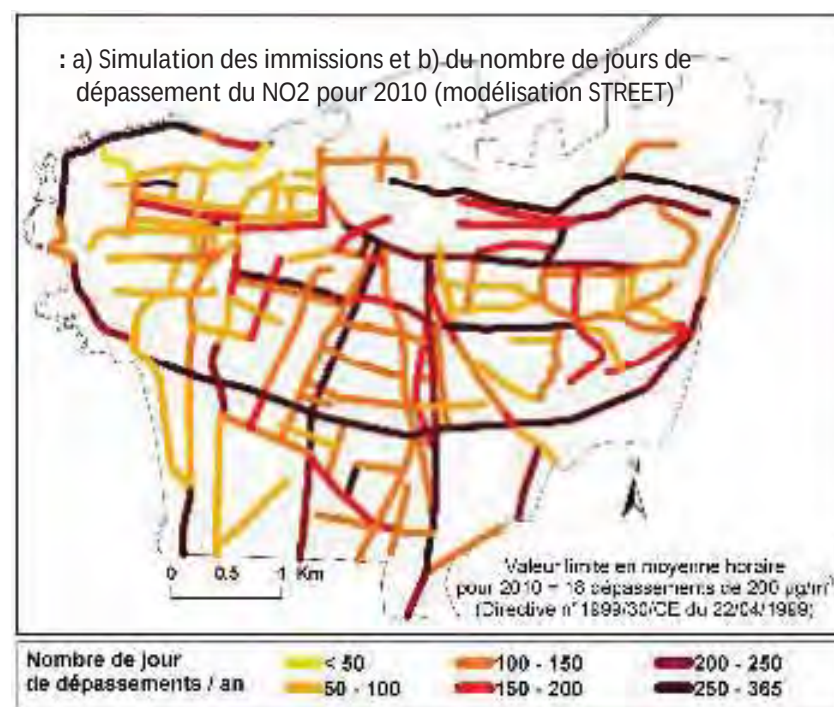
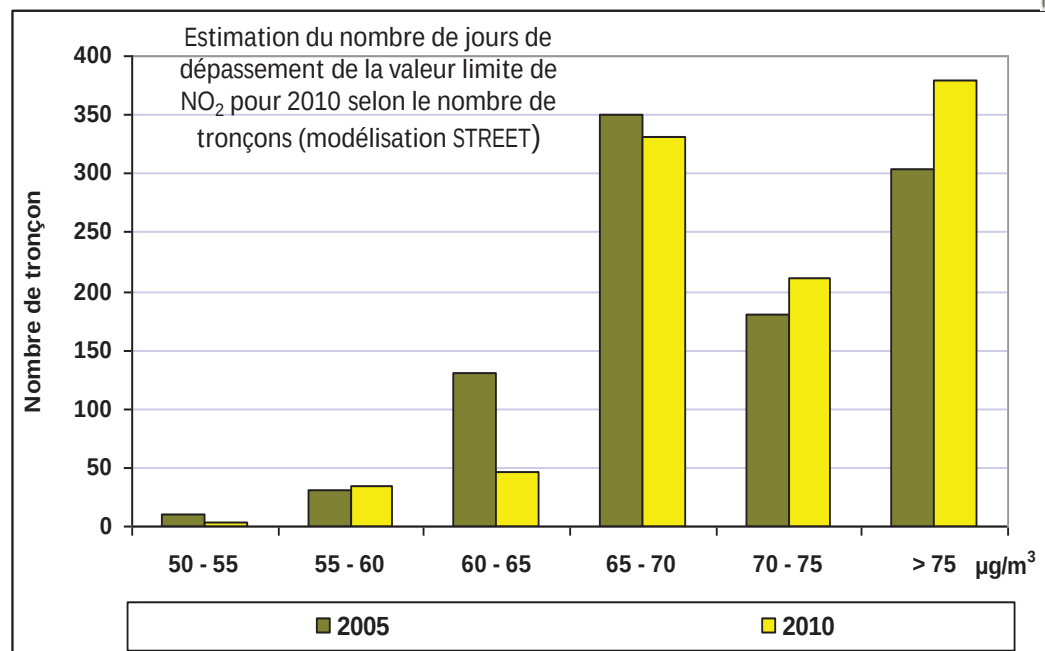
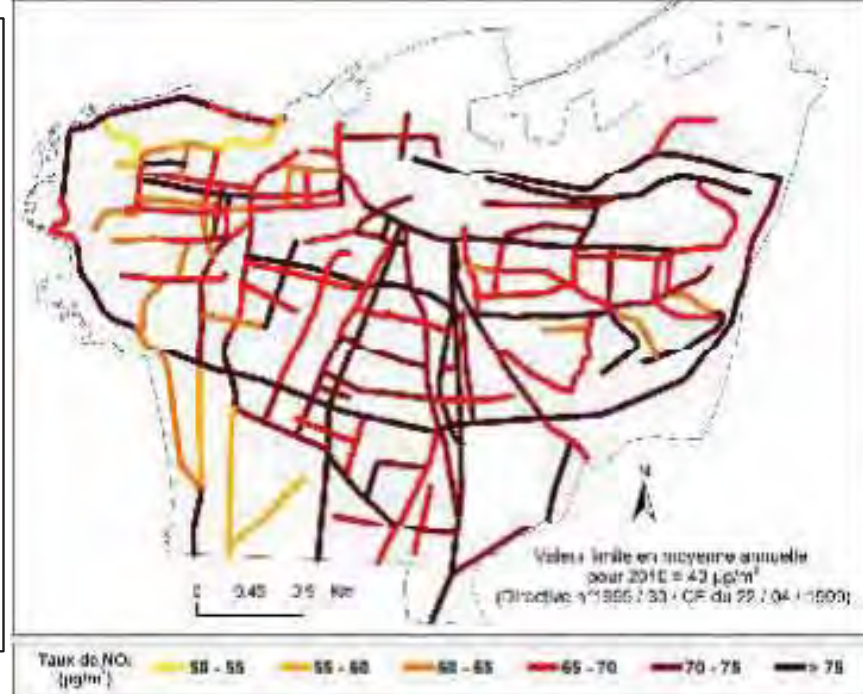
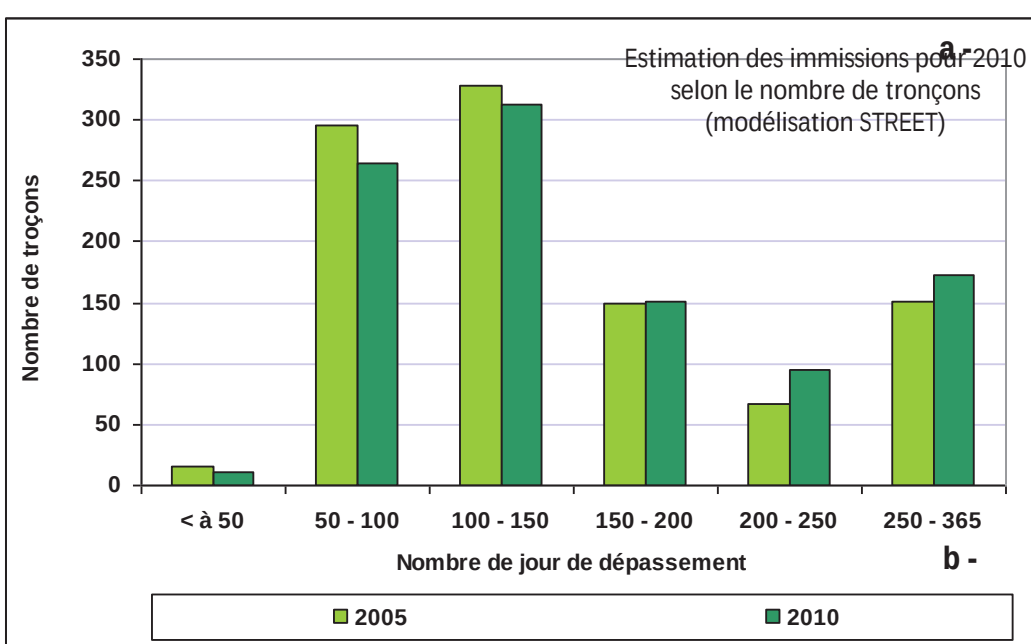
D

 $H/D > 1$ 

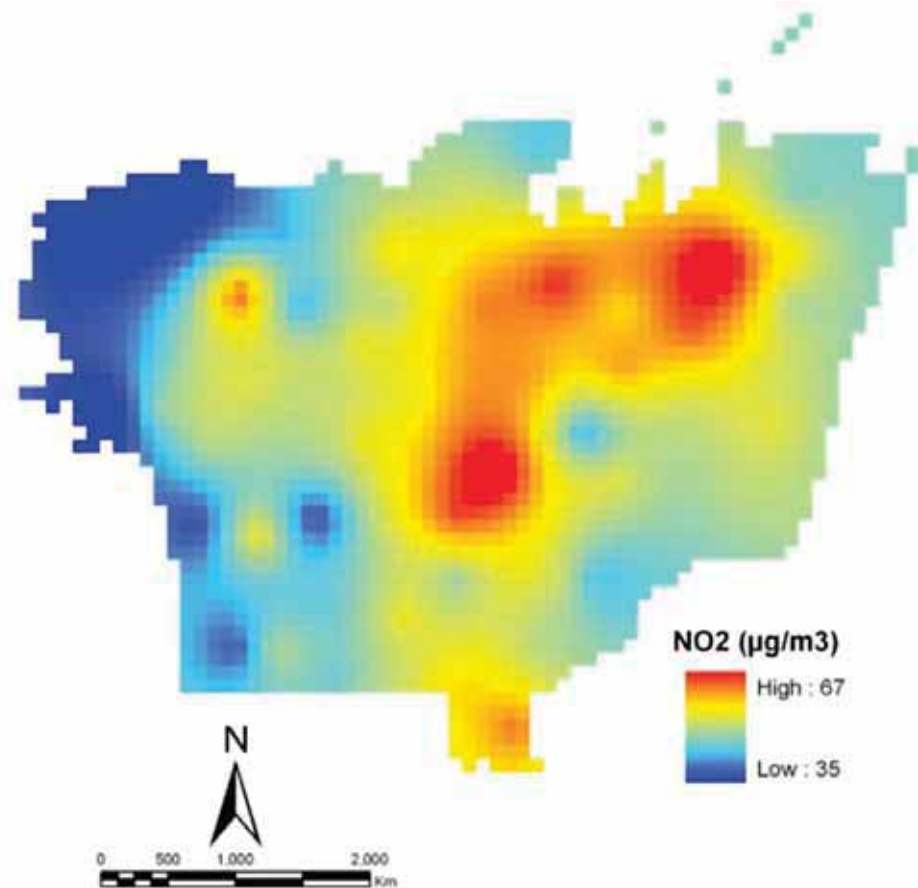
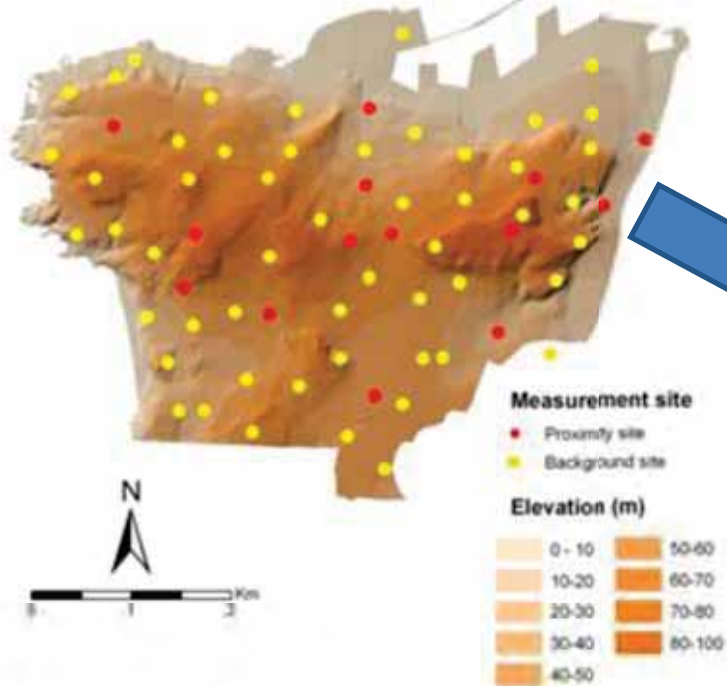
Rue canyon



Rue Canyon



Geostatistical approach



3 Areas

- Western
- Heart of city
- Remaining part

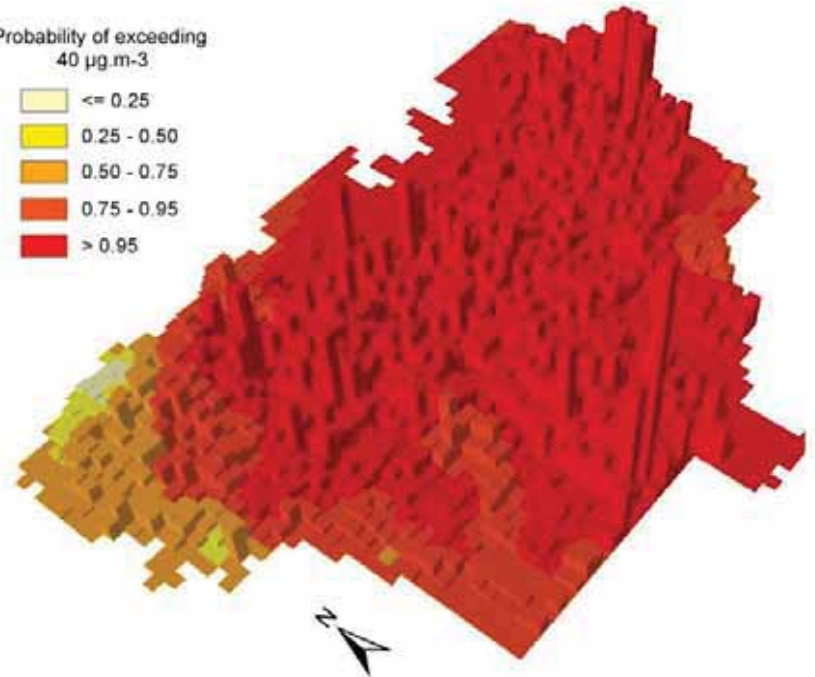
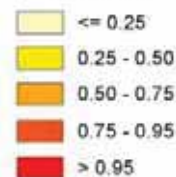
Population exposure

Probability map of exceeding of exceeding $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

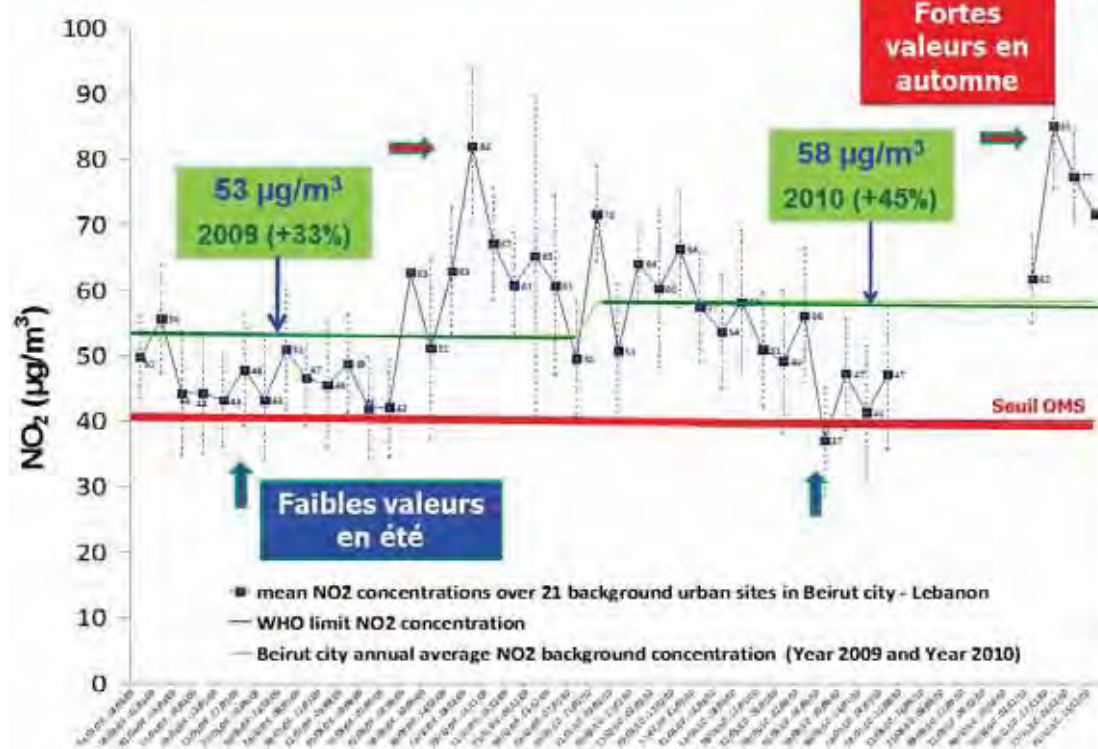
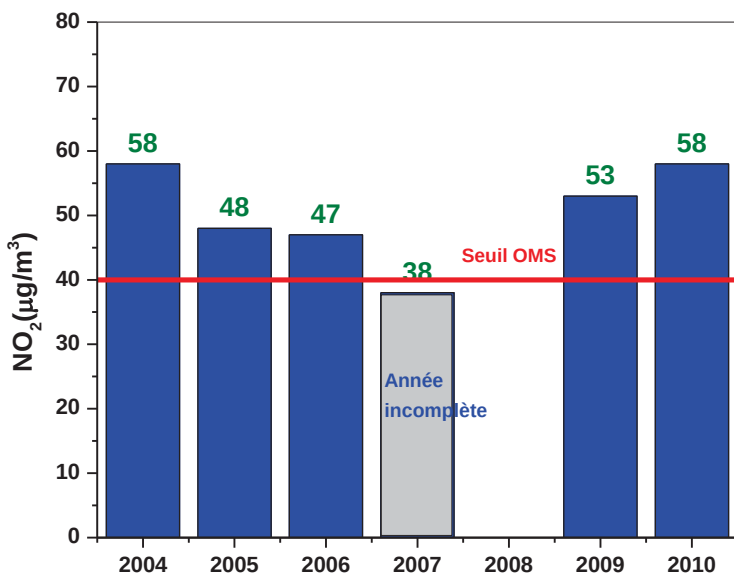
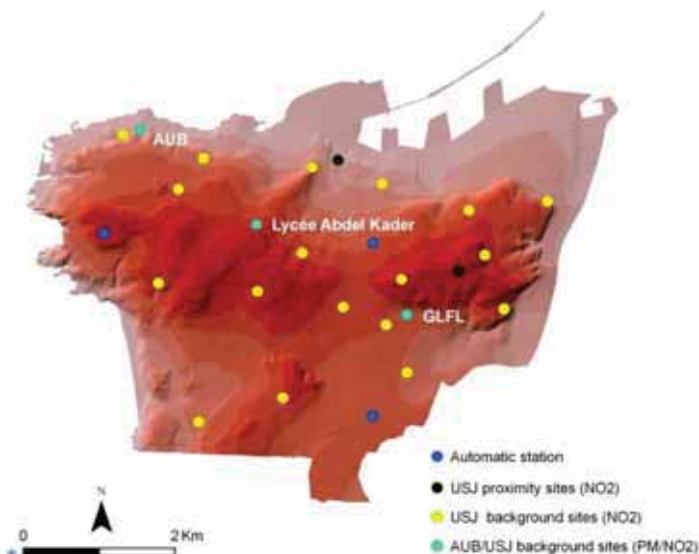
- 93 % of Beirut population
- (358,459 inhabitants) are 100 % exposed to an annual threshold of $40 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$

76% of the surface exceeds by a probability of 95%

Probability of exceeding
 $40 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$

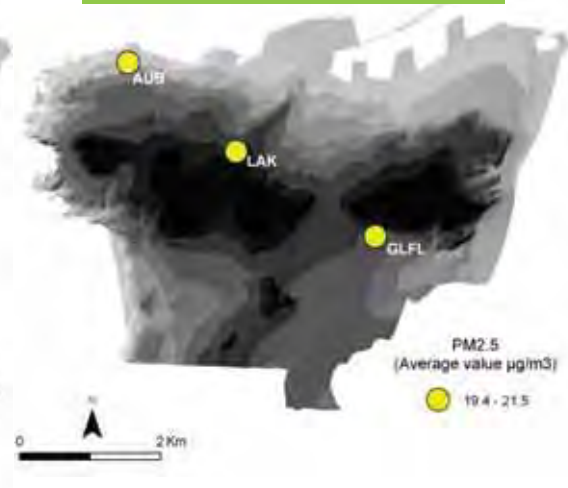
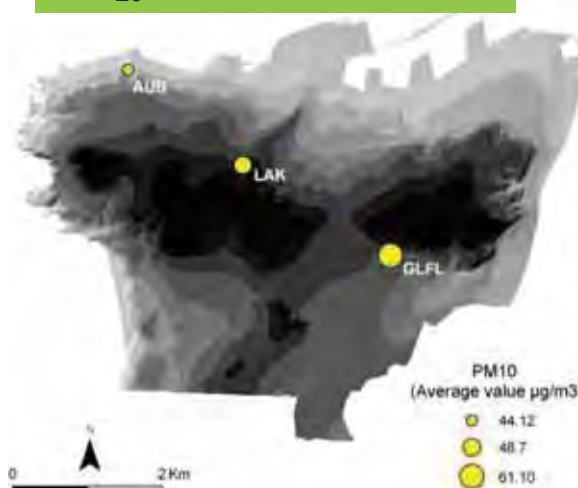


21 passif tubes



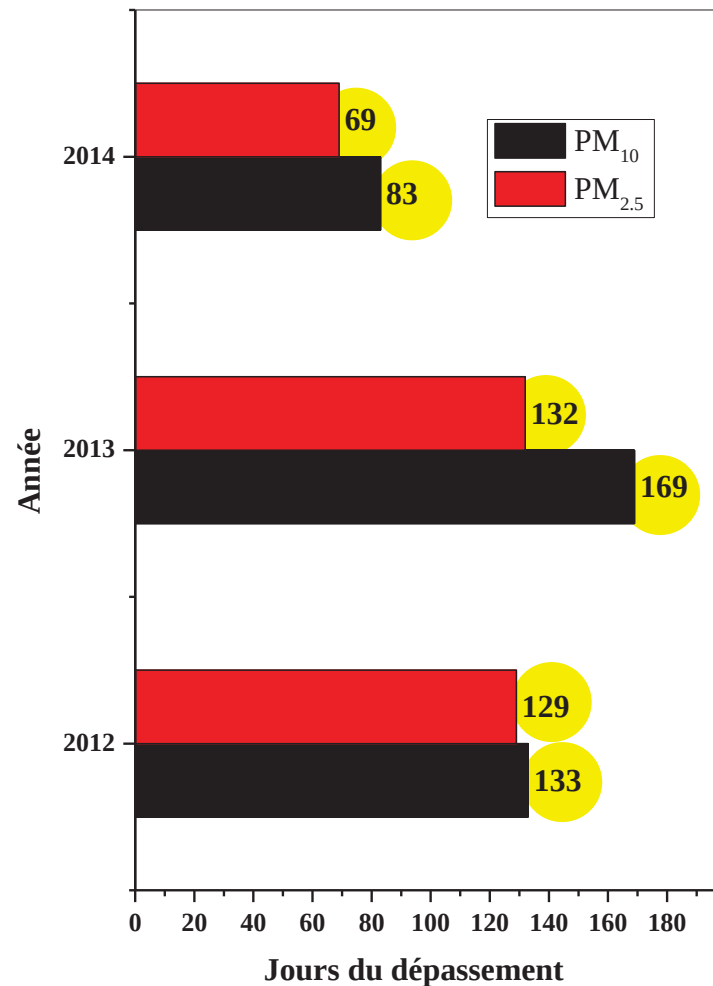
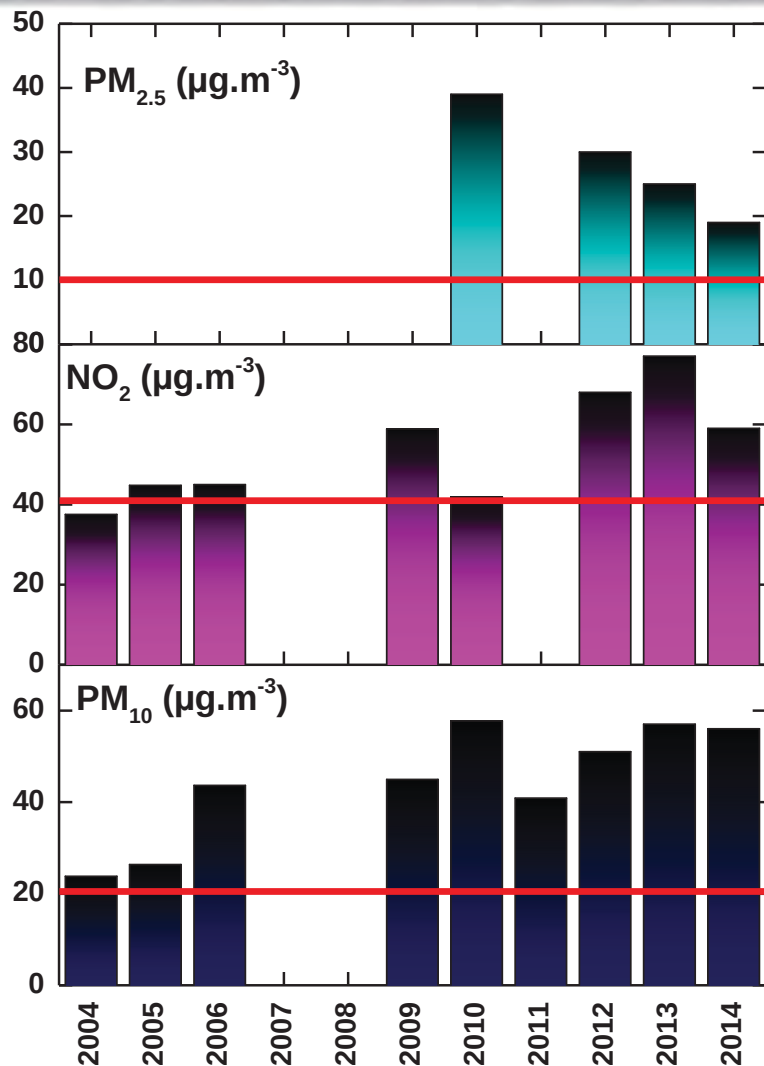
PM₁₀ 175-275% WHO

PM_{2.5} 100% WHO

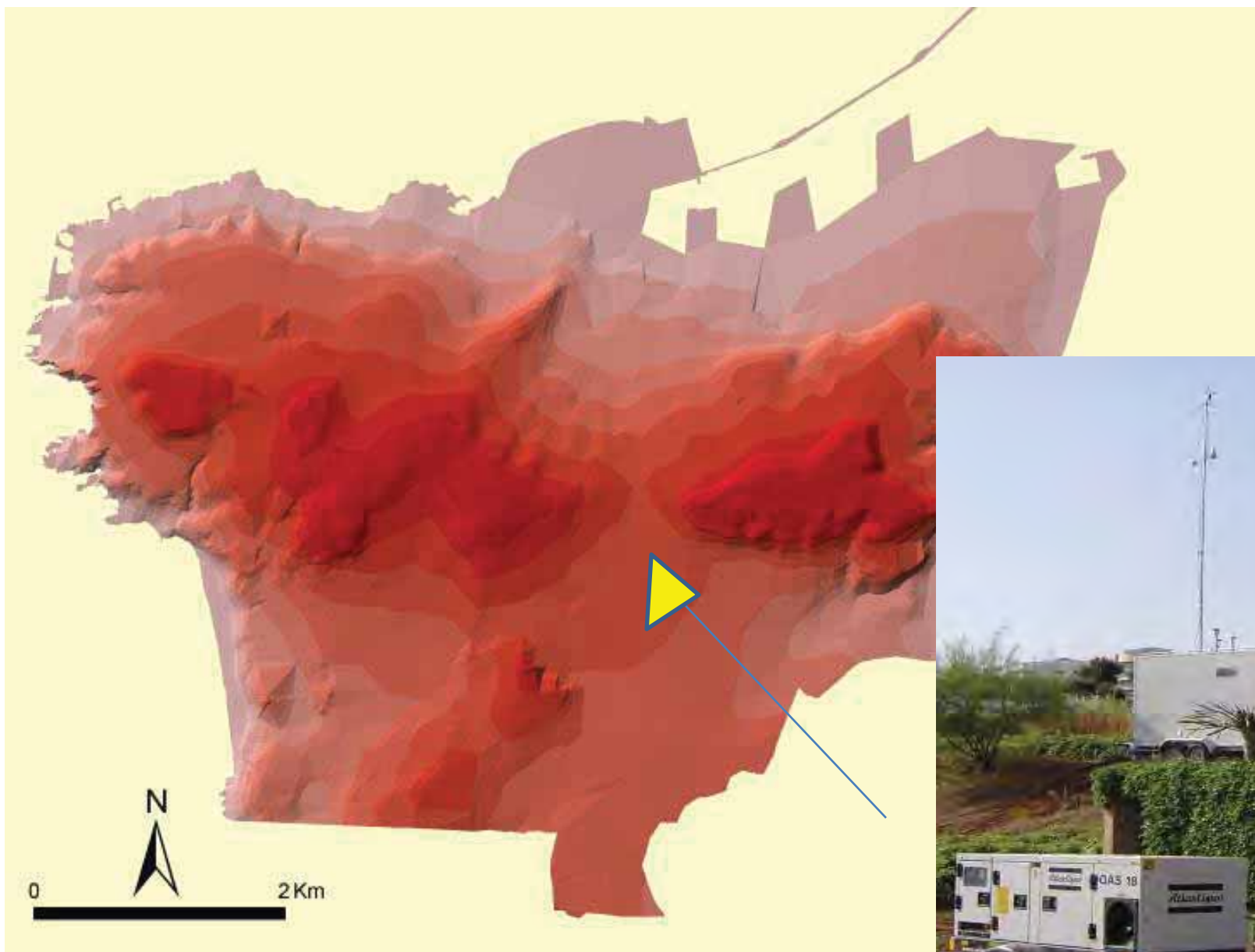


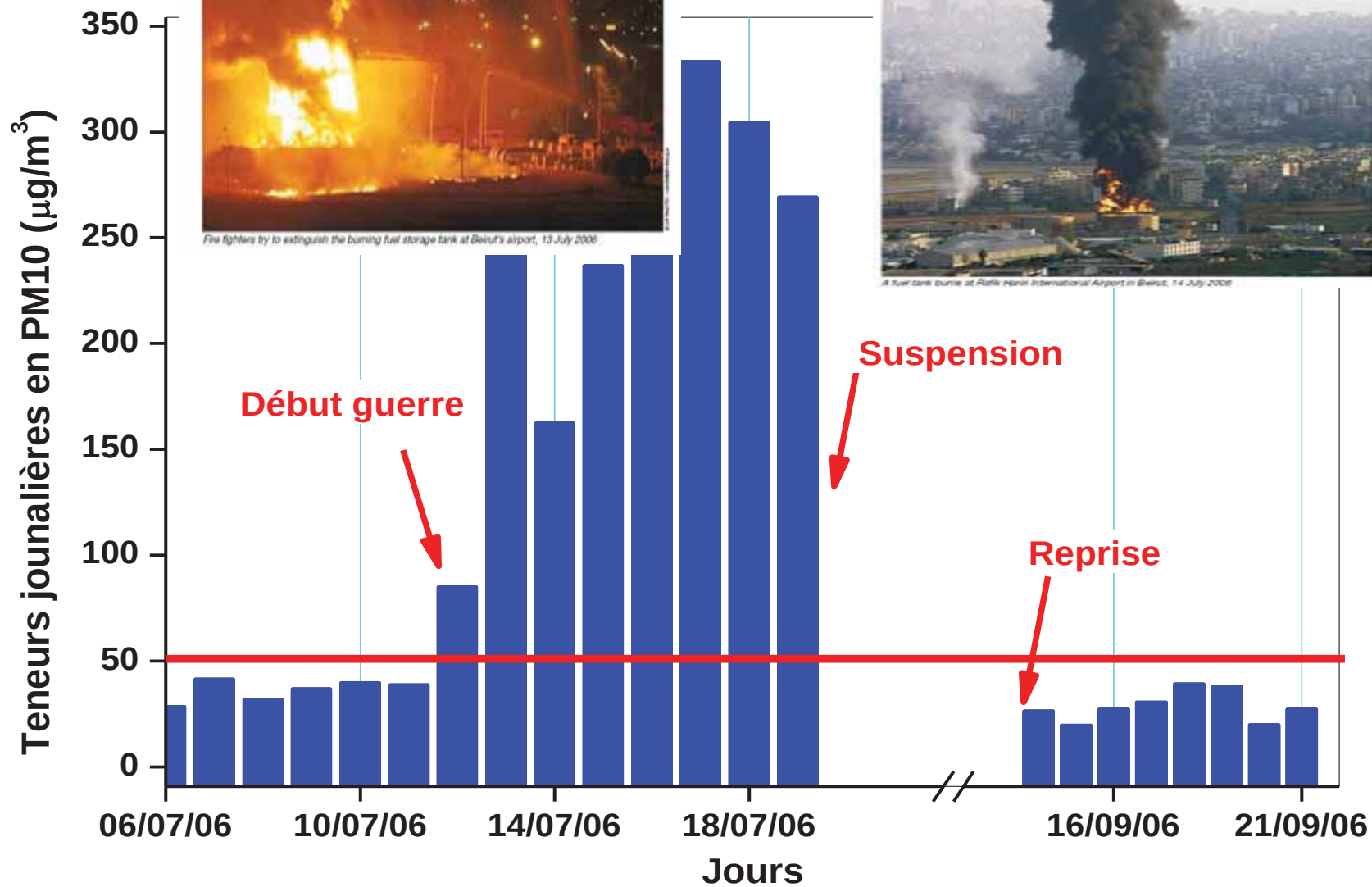
Road traffic et air transport long distance (sediments ; dust)

Results of the automatic air pollution network



- Beirut **chronic pollution** especially fine particles and **NO₂** exceeding (threshold) WHO
- Daily **PM₁₀** and **PM_{2.5}** **exceeded** the upper threshold limit
- Major contributors are **local traffic, desert dust storms and road dust resuspension**





[illegible]

Problematic

1. **South West wind**, dispersion towards **Beirut**
2. **Aircraft emissions** are entrapped within the **boundary layer** (300-1000 m)
3. Airport contribution is **significant up to 1km**, small 2-3 km away.
- 4- **Urbanization near the airport (<500 m)**
- 5- **Runway configuration:**
 - Runway 16: altitude 500 m above seashore
 - Runway 17: 500 m above Beirut
 - Runway 21 (Departure) : 100 m away from civil inhabitants



6. Growth of air traffic in

Beirut Airport



2007-2013: **5.1 million pass/yr**, growth of **12.32%** per year

56836 aircraft/yr, growth of **10.2%** per year



Input Data

Airport- Related Emission Sources

Aircraft Jet
Sources
(ICAO 17+)

APU
(APU
2004)

GSE
(GSE 2007)

Airside
traffic:
(Euro
2009)

Power
Plants
(UKEFD 07)

Fuel
Farm
(TANKS)

Boilers

Fire
Training

Non-Airport Emission Sources

IPCC

Traffic Flow

Meteorological
Data

Output Data



Methodology: Experimental: VOC Chemical Finger Print

Climb



Taxi



APU



Take off



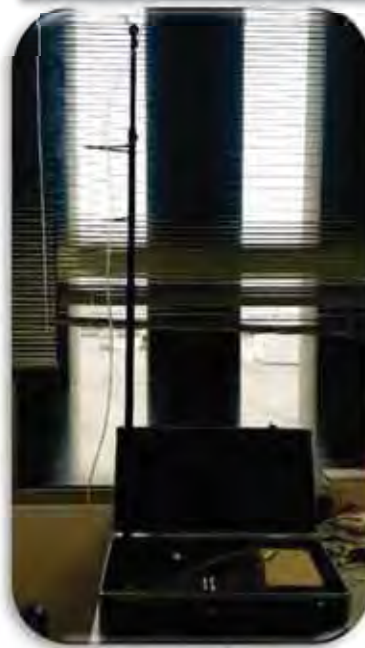
Diesel



Touch down



Approach

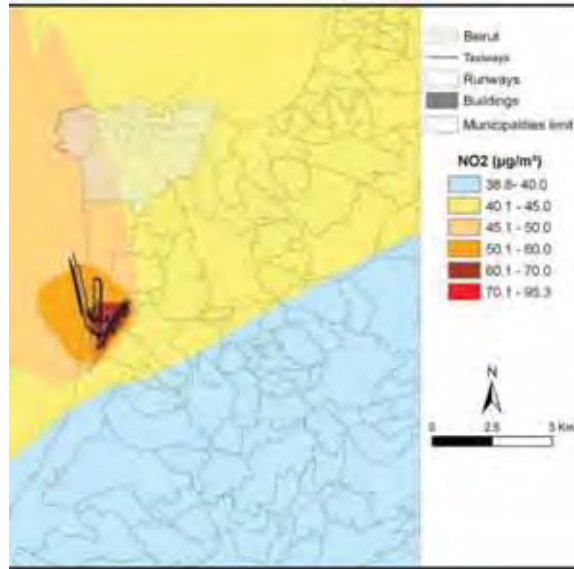


Fuel Tank

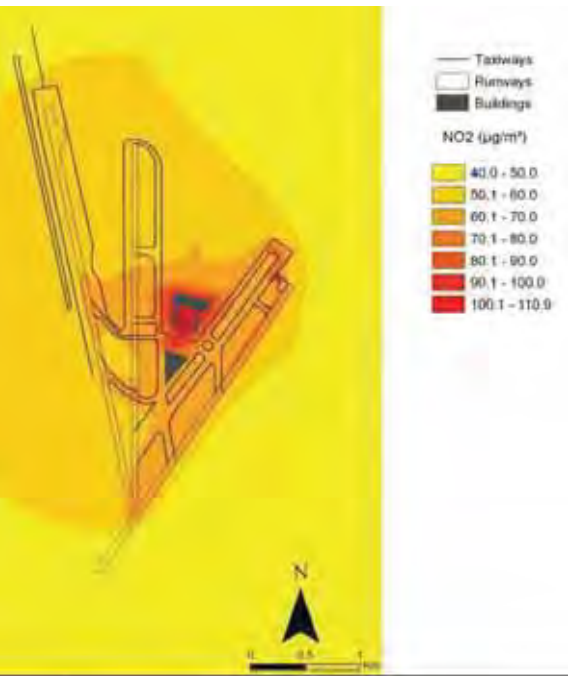
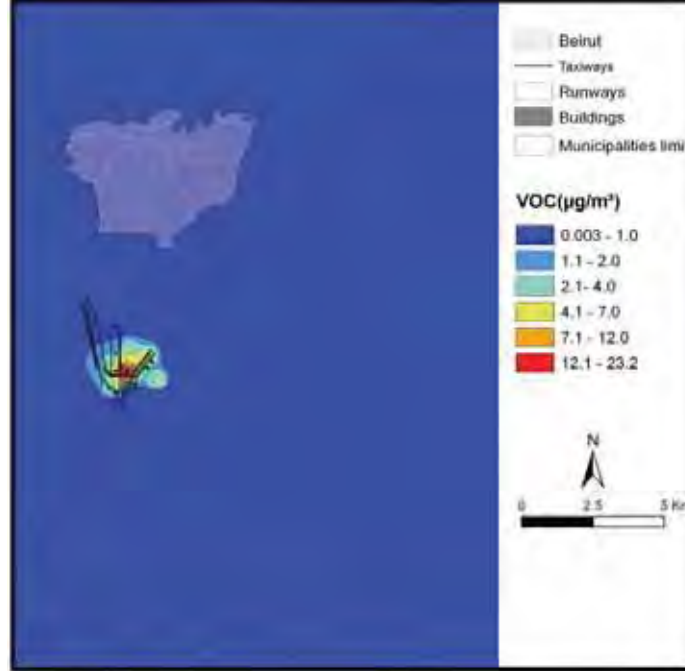


✎ Airport activities impact the air quality of Beirut and

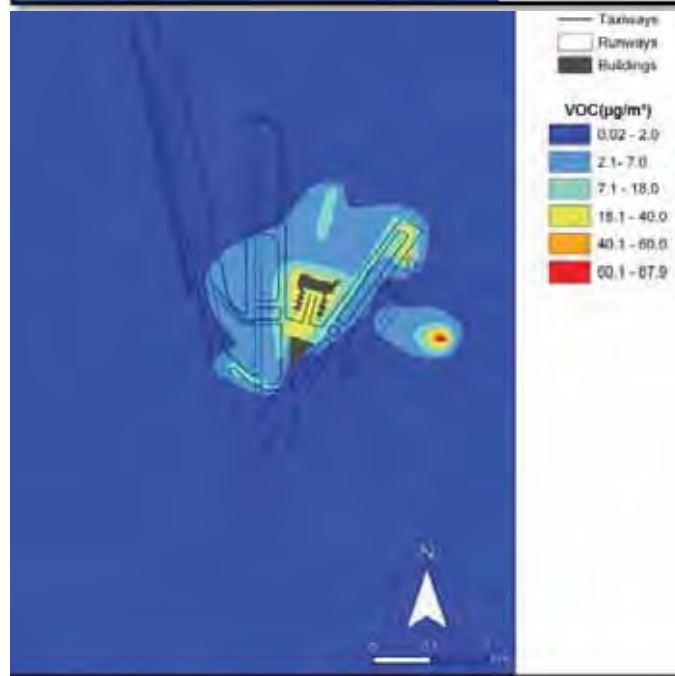
its suburbs mostly in the vicinity, and to a lesser extent 8 km in Beirut



8-12: Contour plot of Beirut showing the annual average NO₂ concentration (µg m⁻³) predicted by ADMS-Airport for 2012



8-13: Contour plots of modelled total NO₂ concentrations (µg m⁻³) around the Airport (2012)



8-14: Contour plots of modelled total VOC concentrations (µg m⁻³) around the Airport (2012)



Figure 8-6: 3-D geospatial emissions inventory created using Arc Globe for the sources modelled at Beirut Airport in this study (2012)

➡ impact of aircraft emissions during the approach phase on the seashore areas

Air pollution and Health Effects



La pollution de l'air tue plus que le sida ou le paludisme



Pollution:
48.000 morts/an
en France

Les conséquences de la pollution sur
les enfants de la Chine

prévalence des
malformations congénitales
causées par la pollution de
l'environnement

le risque de malformations
congénitales des enfants chinois,
à la fois **dans l'utérus et en bas âge**, lié
à la **pollution atmosphérique**.



La pollution **accroît** le risque de malformation des bébés garçons

Plus les parents sont exposés à des produits nocifs, plus les nouveaux-nés risquent de développer une anomalie génitale.



Les femmes exposées aux polluants **pendant leur grossesse** ont un risque nettement accru d'avoir des garçons atteints de malformations génitales,

selon une étude de deux professeurs du Centre hospitalier régional universitaire (CHRU) de Montpellier

L'étude démontre pour la première fois que l'exposition professionnelle habitationnelle ou domestique, et *a fortiori* leur association, augmente fortement le risque de malformation génitale",

Un résumé de l'étude précise que les garçons ont globalement **trois fois plus de risque de naître avec un hypospadias** s'ils ont été exposés à des perturbateurs endocriniens dans le ventre de leur mère au moment de la différenciation sexuelle. Il peut s'agir de **solvants, détergents ou pesticides**. Les professions des deux parents ainsi que leurs lieux d'habitation jouent un rôle dans cette exposition.

L'hypospadias est une malformation de la verge avec une association plus ou moins complète et plus ou moins importante de plusieurs anomalies, intéressant l'urètre et le tissu l'entourant, le prépuce et parfois les corps caverneux.

Professions à risque

L'étude liste les professions à risque :

activité de nettoyage/ménage, coiffeuse, esthéticiennes, travail en laboratoire pour la mère.

Et pour le père : **agriculteur, travail en laboratoire, activité de ménage/nettoyage, mécanique et peinture.**

La présence d'une **usine d'incinération, d'une décharge, d'une usine chimique ou de culture intensive** dans un rayon de 3 km autour du lieu d'habitation est plus fréquente dans le cas d'enfants hypospades", relève aussi le Pr Sultan.

"Longtemps, il y a avait eu des données contradictoires entre causes génétiques et causes environnementales, rappelle le médecin.

Précocité inquiétante des petites filles

Le professeur Sultan s'apprête également à faire **une étude sur la précocité pubertaire chez les filles**. "Un phénomène inquiétant" et "de plus en plus important dans le sud de la France", *avec également pour cause la pollution de l'environnement, notamment les pesticides*.

"68 % des petites filles qui ont connu une puberté très jeune vivent dans un environnement à risque", note-t-il. Le Pr Sultan souligne par ailleurs que la pollution entraîne chez le garçon **"un problème de micro pénis et l'apparition de glande mammaire à la puberté"**.

"Jamais dans mon service il n'y a eu autant de garçons avec des micros pénis", se désole le médecin. Il appelle donc "au respect du Grenelle de l'environnement" et à **"l'arrêt urgent de l'utilisation des pesticides"**, alors qu'il ont augmenté **"de 11 % en 2014"**.

Le risque d'accoucher d'un bébé présentant **une malformation cardiaque augmentait de 2 %**. Les effets négatifs de l'exposition à la pollution atmosphérique étaient plus prononcés pendant la période précédant la conception que pendant le premier trimestre de la mère.

Alors que des recherches antérieures ont montré que l'exposition de la mère à la pollution atmosphérique peut être dangereuse pour l'enfant à naître au cours du premier trimestre, cette étude est la première à prouver que **le danger peut commencer beaucoup plus tôt**,

Conseils et recommandations aux femmes adopter les mesures suivantes :

- 1._ Utiliser des filtres à air ;
- 2._ Maintenir les fenêtres de la maison et de la voiture fermées ;
- 3._ Porter un masque dans les zones à forte exposition,
- 4._ Faire un dépistage sur l'hypertension artérielle ou le diabète.

Pour rappel, les malformations cardiaques congénitales sont le type d'anomalie congénitale le plus courant et la principale cause de mortalité infantile dans le monde.

Selon heart.org, plus de **80 % des malformations cardiaques n'ont pas de cause connue, mais des recherches antérieures suggèrent qu'elles pourraient être liées à l'exposition à la pollution**

Liens entre pollution de l'air et anomalies congénitales

Les anomalies congénitales sont des défauts structurels ou fonctionnels du corps et sont des causes de mortalité prématurée et néonatale, de morbidité chronique et d'incapacité de l'enfant. Ces anomalies peuvent être d'origine génétique, infectieuse ou environnementale mais ces causes restent encore difficiles à déterminer.

Cette étude s'intéresse au possible lien entre exposition à la pollution atmosphérique durant la grossesse et risque de développement d'anomalies congénitales chez l'enfant. La méthode utilisée est celle d'une revue systématique de 26 études épidémiologiques sur le sujet. Une méta-analyse est ensuite effectuée à chaque fois qu'un polluant est associé à un certain type d'anomalie dans trois études au minimum.

Cette méthodologie a permis de dégager trois associations significatives :

- Les malformations cardiaques et l'exposition au dioxyde d'azote (NO₂), provenant essentiellement de la combustion d'énergies fossiles.
- Les problèmes oro-faciaux et l'exposition au dioxyde de soufre (SO₂).
- Les complications cardiaques, dans une moindre mesure la malformation des membres, avec l'exposition aux particules fines (PM_{2,5} et PM₁₀).

Ces conclusions soulignent ainsi l'influence des polluants atmosphériques sur la santé et notamment le rôle possible sur des malformations du nouveau-né. Les chercheurs appellent à continuer les travaux sur ce sujet afin de mieux caractériser les types d'expositions aux polluants et de mieux appréhender les facteurs de confusion.

Les dommages de la pollution sur la *santé*

Poumons



- Inflammation
- Stress oxydatif
- Augmentation des symptômes respiratoires
- Aggravation de la broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO)



Reproduction et développement de l'enfant

- Fertilité
- Fausses couches
- Naissance avant terme
- Faible poids à la naissance

Cerveau



- Troubles cognitifs
- Maladies neurodégénératives
- Diminution de l'apport sanguin

Cœur



- Altération de la fonction cardiaque
- Stress oxydatif
- Augmentation des troubles du rythme
- Diminution de l'apport sanguin

Système vasculaire

- Dégradation de la paroi des artères
- Vasoconstriction et hypertension
- Accumulation des corps gras

Sang



- Troubles de la fluidité
- Augmentation de la coagulabilité
- Diminution de la quantité d'oxygène
- Formation de caillots

Sources : Rapport de la banque mondiale "Le coût de la pollution de l'air", septembre 2016 / Programme de surveillance air et santé, InVS, 2014

Since 2012...

Research Topics on Air pollution and Health Effects

1. Beirut Air Pollution And Health Effects (BAPHE) Phases 1 & 2
2. WEather, Air Pollution and Rheumatic Diseases (WEARD)
3. Health Effects of Lebanese Indoors Environment (HELSIE)
4. Personal Exposure Monitoring to Particles (PEMPA)

BAPHE

Beirut Air Pollution And Health Effects

Objectives:

- Relation between high levels of air pollution and daily emergency hospital admissions
- Estimation of relative risk

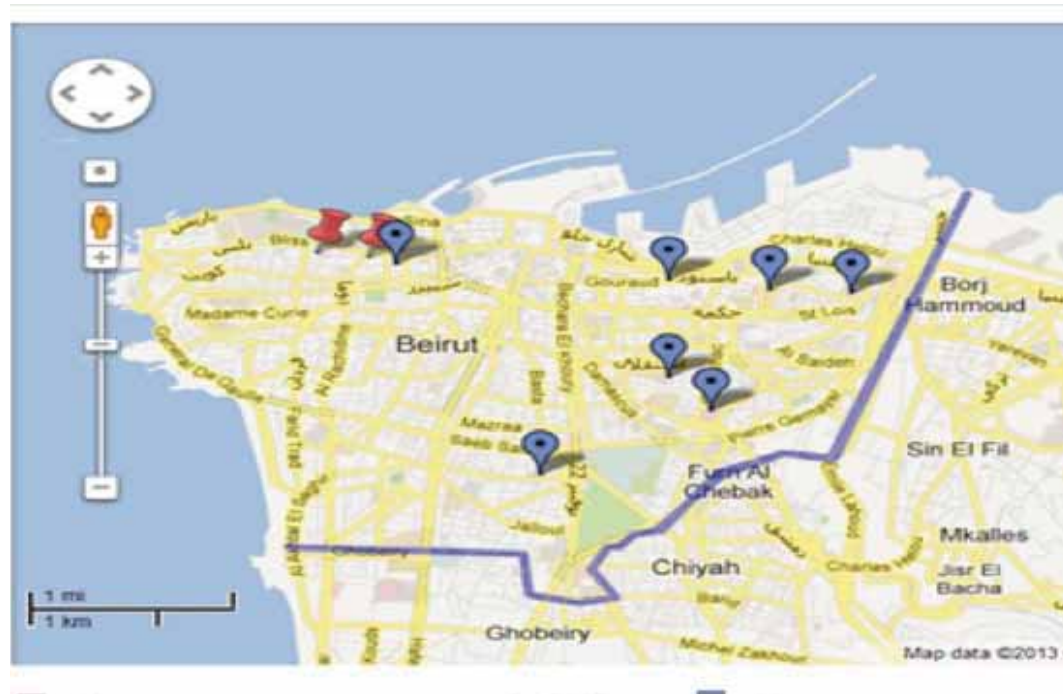
Circulatory diseases



Respiratory diseases



Study Area



- PM_{10} , $PM_{2.5}$ (USJ network)
- 6 hospitals (75%), 12 months, **11 534 patients** over 80 000 patients visited the ED
-
- **4016** patients for **circulatory** diseases and **6790** for **respiratory** symptoms.

Descriptive results

Pollutants	Annual Average $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2012	Number of exceeding (d/year) 2012	Max. Average $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Number of exceeding days
			WHO STANDARD	
PM ₁₀	51 (151%)	133	20	Do not exceed 3 days per year
PM _{2.5}	30(200%)	129	10	Do not exceed 3 days per year

Résultats analytiques – Respiratoires et cardiovasculaires

Age	Pollutant	Lag	Respiratory emergency admissions		Lag	Circulatory emergency admissions	
			RR	95 % CI		RR	95 % CI
Less than 16 years	PM _{2.5}	0	1.013	(0.985;1.042)	0	—	—
	PM ₁₀	0	1.014	(1.000;1.029)	0	—	—
16–64 years	PM _{2.5}	6	1.010	(1.001;1.019)	0	1.02	(0.993;1.037)
	PM _{2.5}	7	1.010	(1.001;1.019)			
	PM ₁₀	6	1.006	(1.001;1.011)	0	1.01	(0.998;1.021)
	PM ₁₀	7	1.006	(1.001;1.011)			
Over 64 years	PM _{2.5}	0	1.036	(1.011;1.06)	0	1.02	(0.993;1.054)
	PM ₁₀	0	1.019	(1.006;1.032)	0	1.01	(0.989;1.022)
Total	PM _{2.5}	0	1.016	(1.000;1.032)	0	1.02	(0.999;1.036)
	PM _{2.5}	6	1.004	(0.998;1.011)			
	PM ₁₀	0	1.012	(1.004;1.02)	0	1.01	(0.998;1.018)
	PM ₁₀	6	1.003	(0.999;1.006)			

- Augmentation du risque respiratoire et cardiovasculaire
- Augmentation des allergies cutanées
- En particulier chez les personnes vulnérables (< 16 ans, >65 ans)
- Adultes: Lag 6-7 jours

PM 10:
(0.8-3.4)%
**Dockery and
Pope,1994 USA**

PM₁₀ :
1.016 (1.010,1.022) Lag
0-3 days
**Wong et al. 1999
Honk Kong**

1,0114 (1,0062; 1,0167)
**Atkinson et al. 2005 / 8
European cities/ Aphea
project**

1.06 (1.00;1.13) Lag
0 **Schwartz 1995 / 2
cities in USA**

Age group	Respiratory diseases	Lag	Cardiovascular diseases
Total	PM ₁₀ : 1.012(1.004;1.02) PM _{2,5} : 1.016 (1.000;1.032)	0	PM ₁₀ : 1.01 (0.998;1.018)
	BAPHE		
> 65 years	PM _{2,5} : 1.036 (1.011;1.06) PM ₁₀ : 1.019(1.006;1.032)	0	PM ₁₀ : 1.01 (0.989;1.022) PM _{2,5} : 1.02(0.993;1.054)

PM₁₀ :
1.006 (1.002,1.011)
) Lag 0-3 days
**Wong et al. 1999
Honk Kong**

1,006 (1,003 – 1,009
**Atkinson et al. 2005 / 8
European cities/ Aphea
project**

PM₁₀ :
1,008 (1,002 – 1,014)
**Laarrieu et al. 2007
8 french cities**

PM₁₀ :
1,0069 (1,0035 ;1,0103
**Colais et al.2009
Italy**

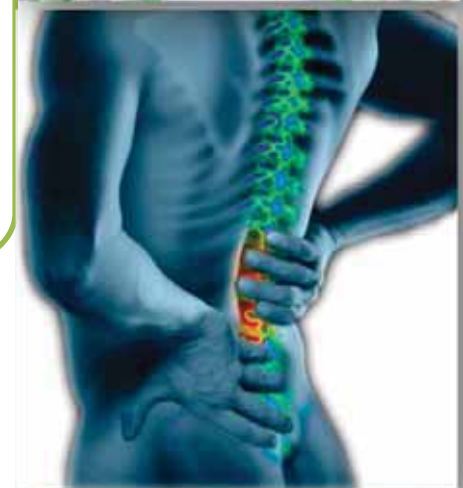
Weather, air pollution and Rheumatic Diseases : **WEARD** Study

Objectives:

Effect of Climatic Variations and Pollution Indices on Pain Perception in Patients with Chronic Rheumatic Disease

Diseases
94 patients

PR (41%)
SpA (30%)
Arthrose (29%)



Health Effects of Lebanese Schools Indoors Environment (HELSIE)

Objective

Assessments of IAQ at schools and study the differences among seasons and geographical locations in relation to the quality of the ambient air.

Red “Urban Schools”

Green “Green Area Schools”

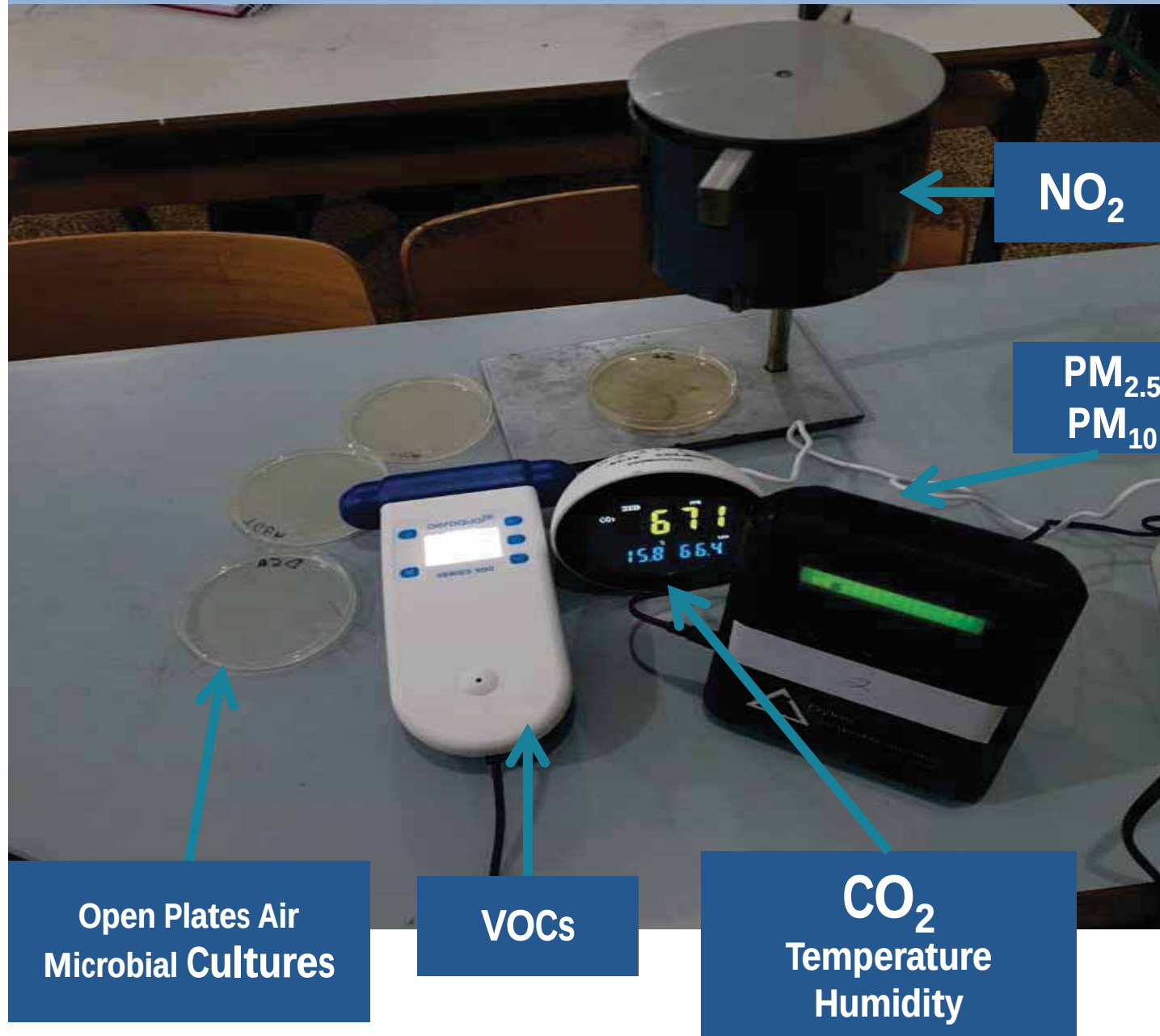
Grade 6

Heating Season

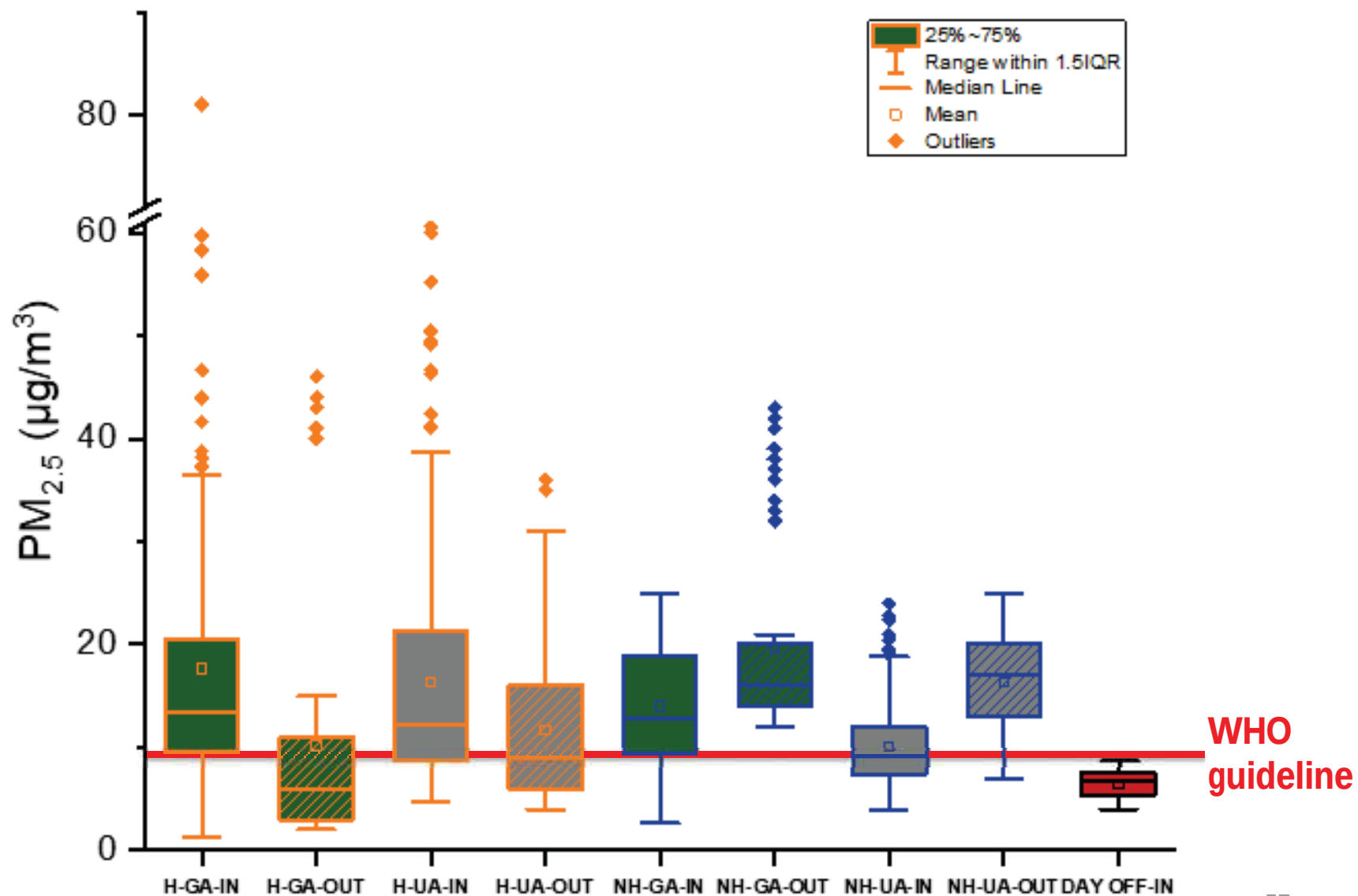
Non Heating Season



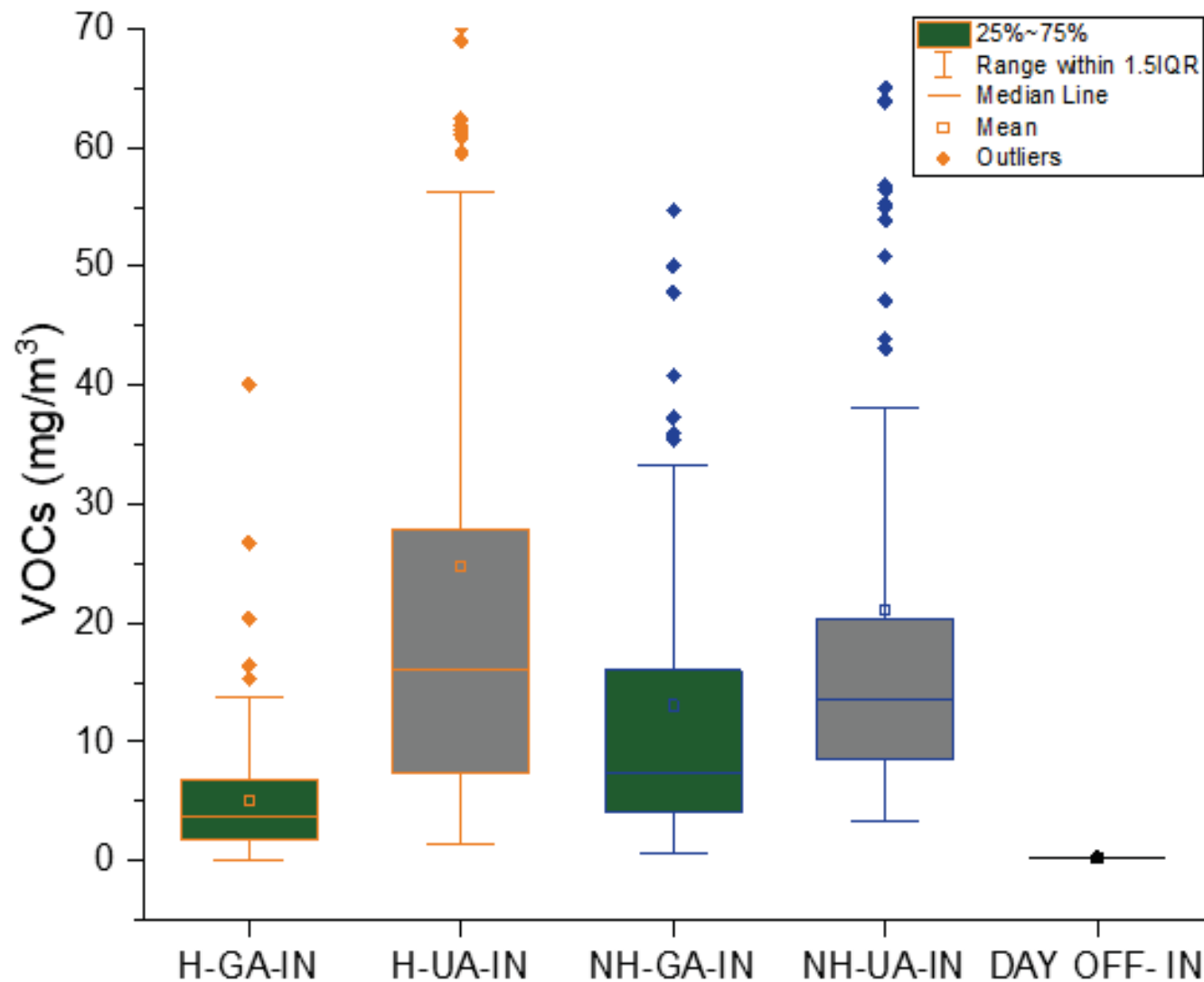
Indoor Measurements Setup



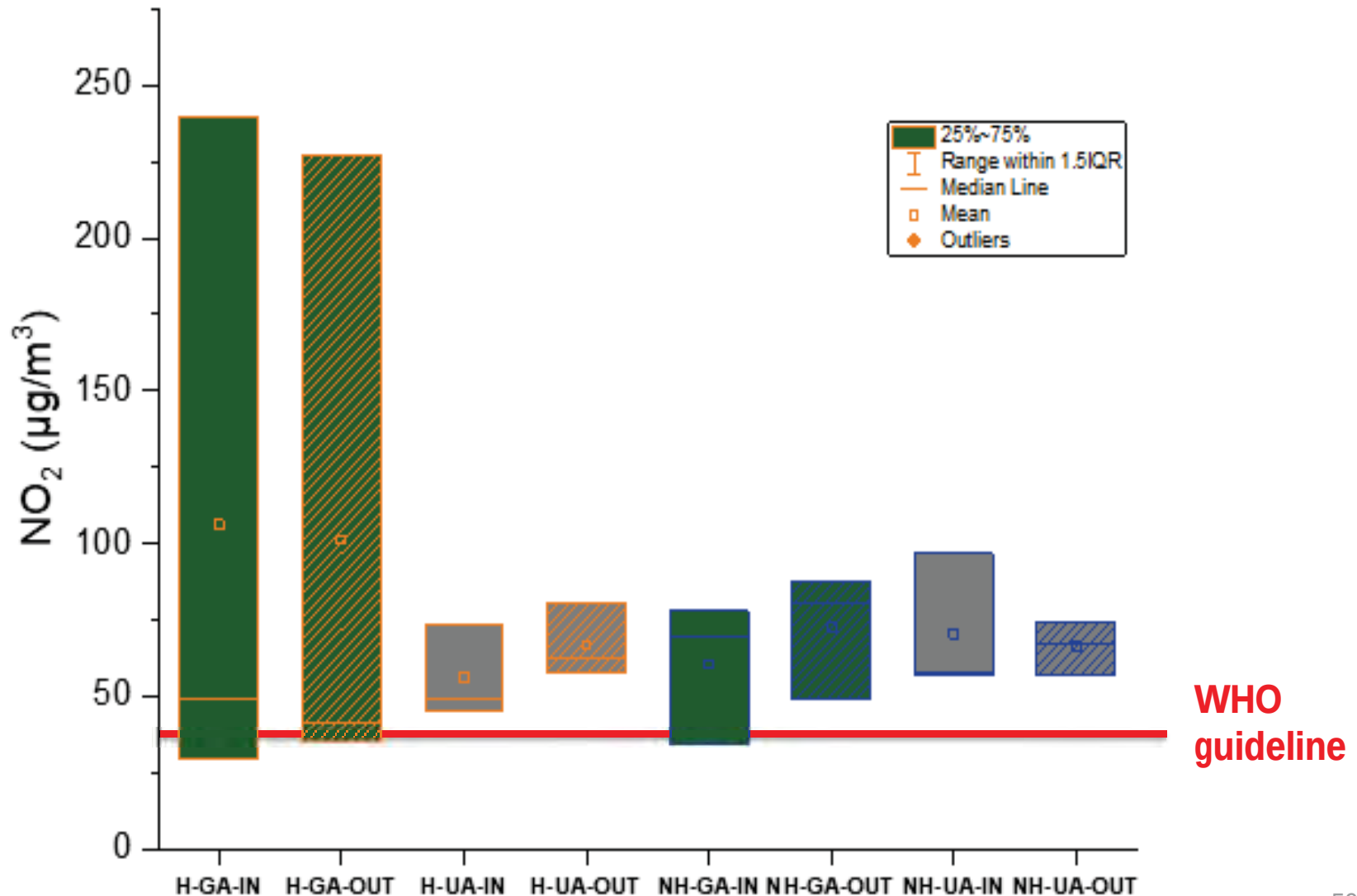
PM_{2.5} measurements Indoor/Outdoor (IN/OUT), during Heating/Non-Heating (H/NH) season in Green Area/Urban Area (GA/UA) schools



VOCs measurements Indoor (IN), during Heating/Non-Heating (H/NH) season in Green Area/Urban Area (GA/UA) schools



NO₂ measurements Indoor/Outdoor (IN/OUT), during Heating/Non-Heating (H/NH) season in Green Area/Urban Area (GA/UA) schools



Health Effects of Lebanese Schools Indoors Environment (HELSIE)

Results

- VOCs were much more fluctuating indoor then outdoor
- Indoor VOCs were very high levels
- Indoor PM_{2.5} were lower than outdoor ones, this was noted as well in our UA part of the study but it was the opposite in GA.
- The main source of NO₂ is caused by indoor smoking related activities

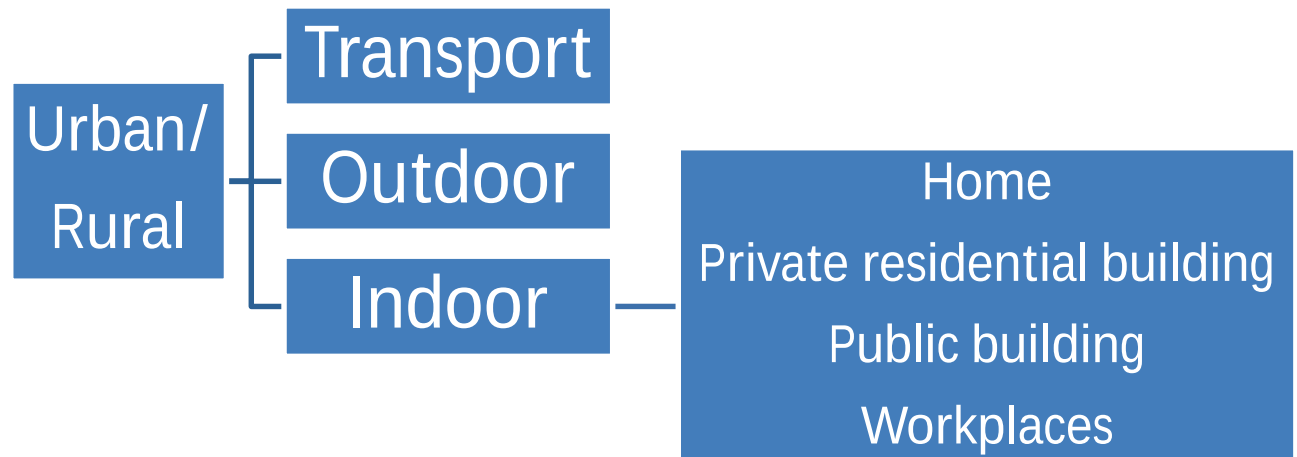
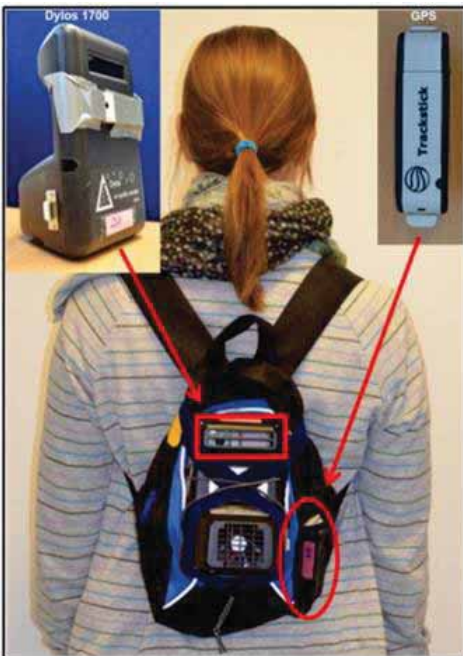
Conclusion

- Amelioration of indoor air quality at schools should be of utmost priority due to its major impact on the health of students
- Increase the frequency of the ventilation of the classrooms and decrease their capacities along with maintenance of filters when available.

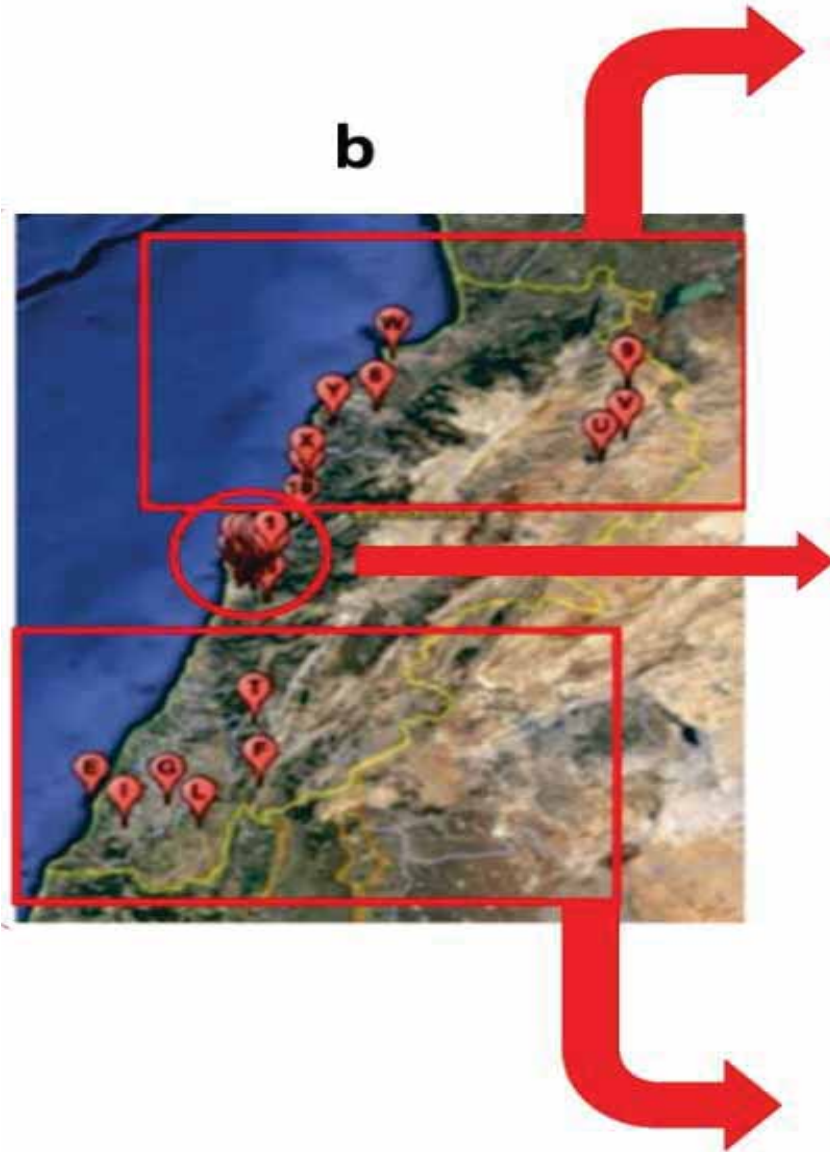
Personal Exposure Monitoring to PARTICLES (PEMPA)

Objectives:

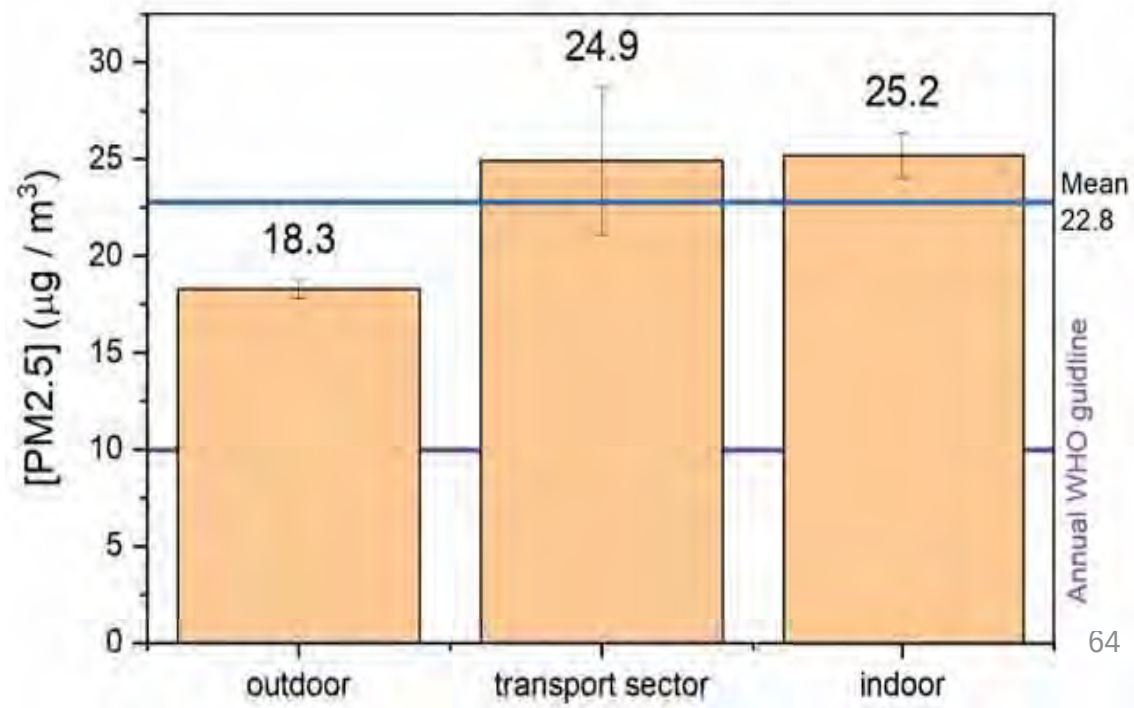
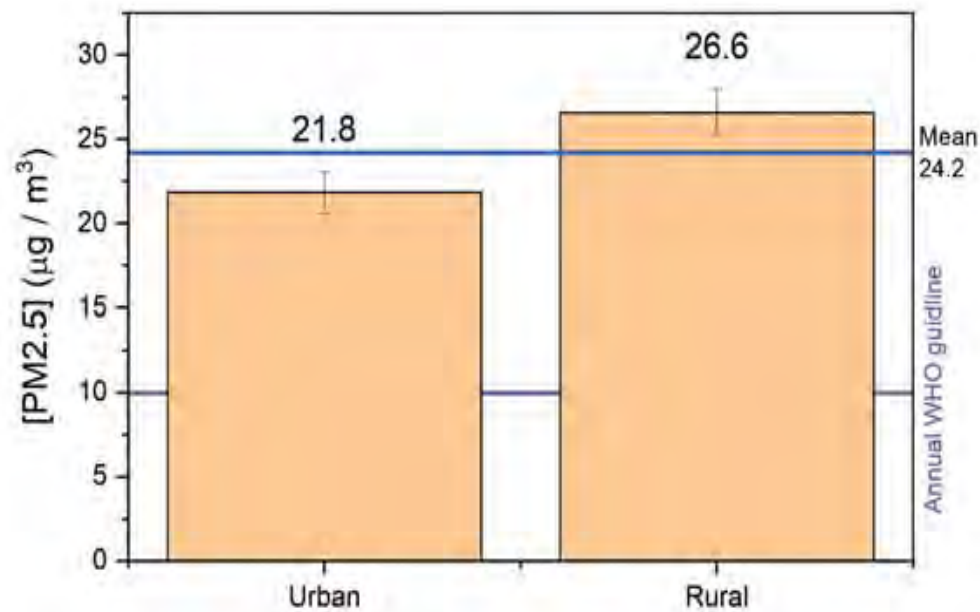
Assessment of the exposure to $PM_{2.5}$ in different Lebanese microenvironments at different temporal scales

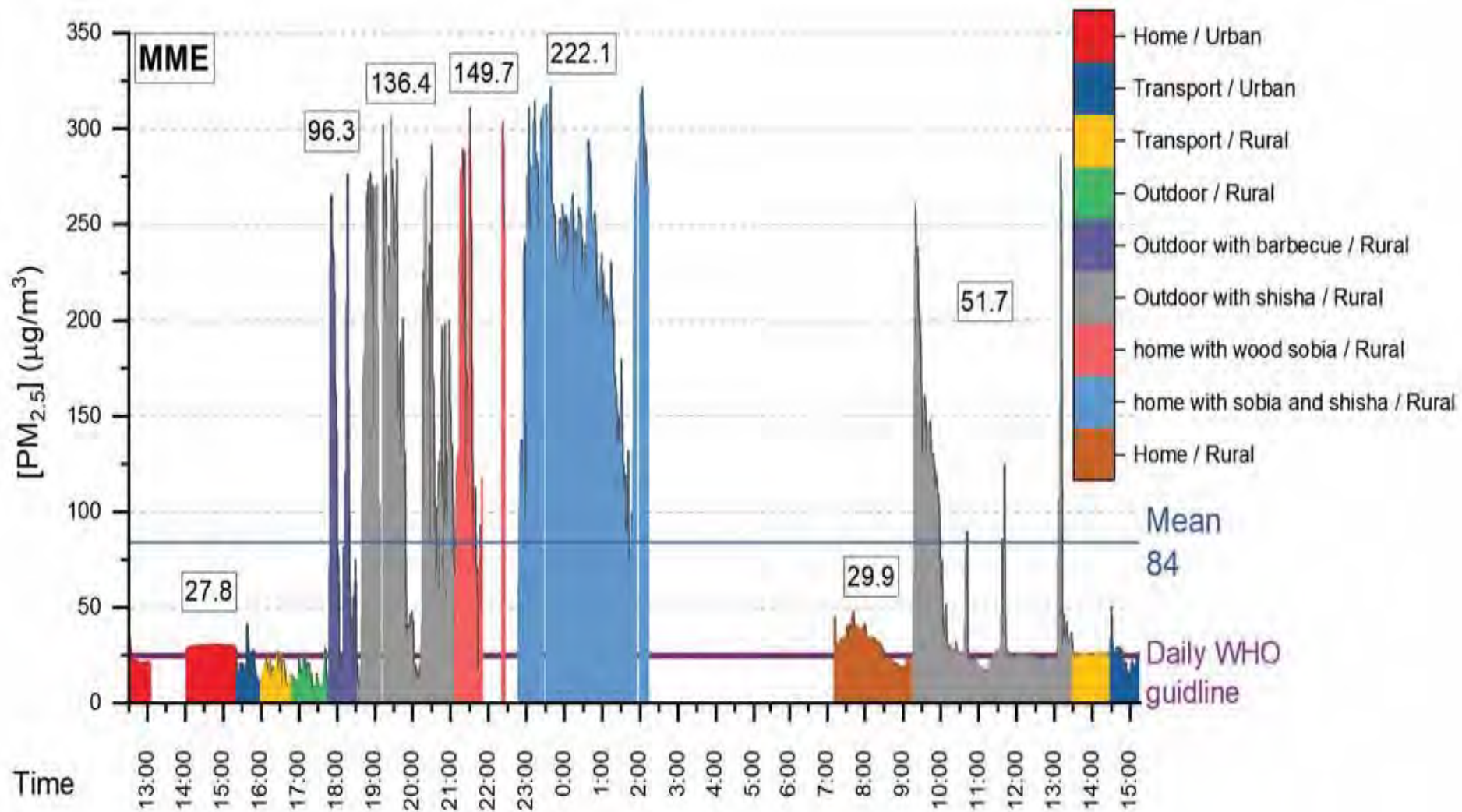


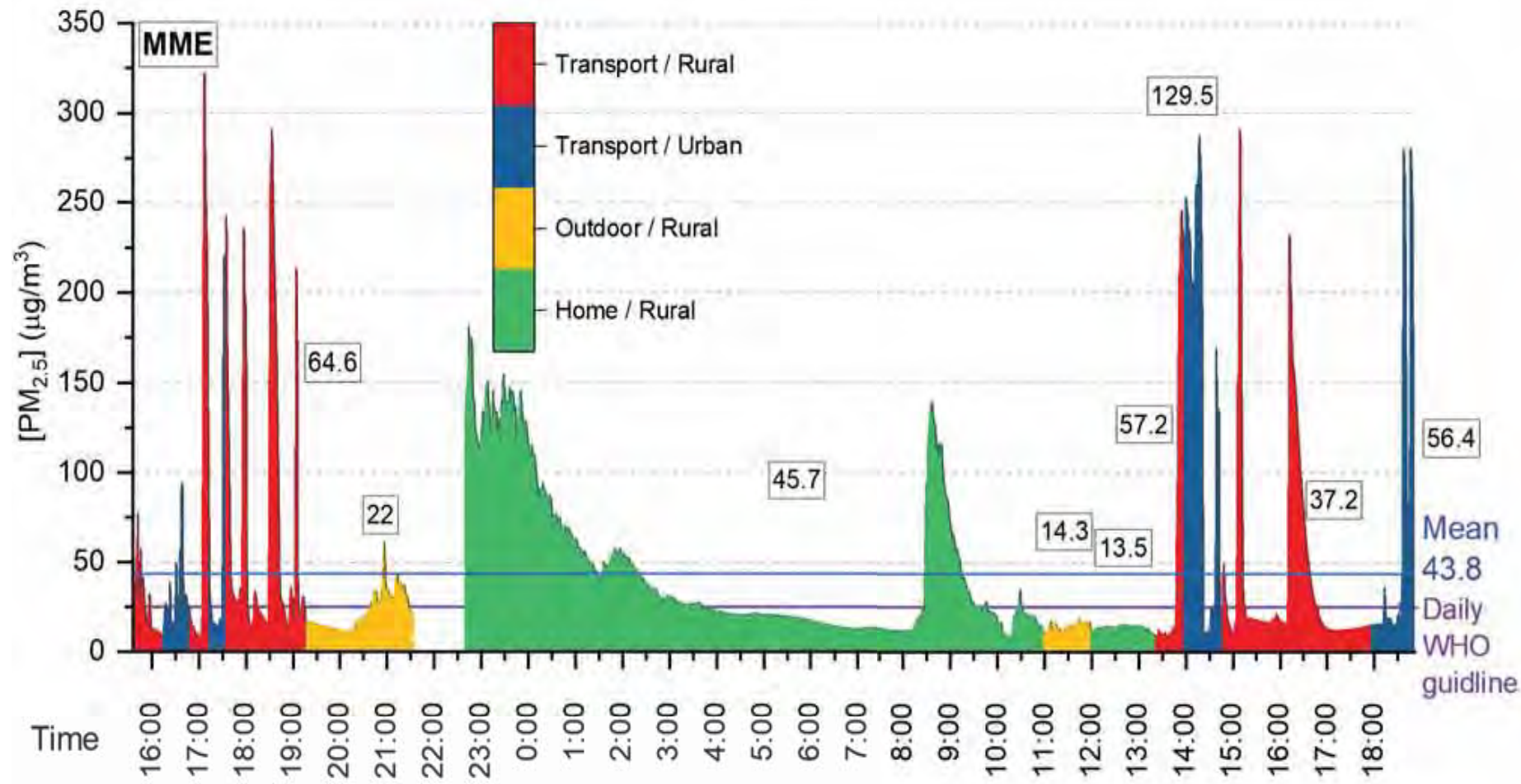
Study Area











Results

- **The polluting Lebanese lifestyle starting from the excessive smoking and arriving to the traditional heating tools leads to an annual mean of $PM_{2.5}$ which is significantly higher than the WHO annual mean guideline**
- **The rural zones are more polluted than urban ones (cooking and heating activities, chemical products like pesticides and fertilizers used in agricultural activities)**
- **The winter is the most polluted period in both rural and urban zones**

A multidisciplinary team...

Pr. Maher Abboud

Département de Chimie
(F.S., Université Saint-Joseph)

Pr. Jocelyne Gerard

Département de Géographie
(FLSH, Université Saint-Joseph)

Pr. Wehbeh Farah

Département de Physique
(FS, Université Saint-Joseph)

Dr. Nelly Ziade Zoghbi

Service de Rhumatologie
(FM, HDF, , Université Saint-Joseph)

Dr. Rita Zaarour

Département de Géographie
(FLSH, Université Saint-Joseph)

Ing. Nada Saliba

Département de Géographie
(FLSH, Université Saint-Joseph)

Dr. Myriam Mrad Nakhlé

Public health department
(FHS, Université de Balamand`

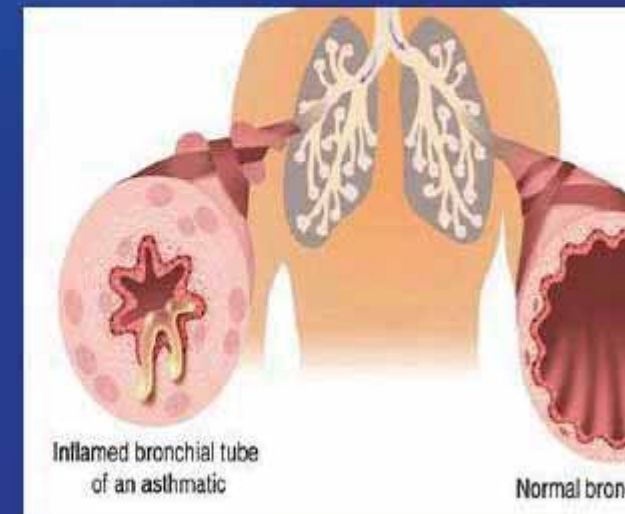
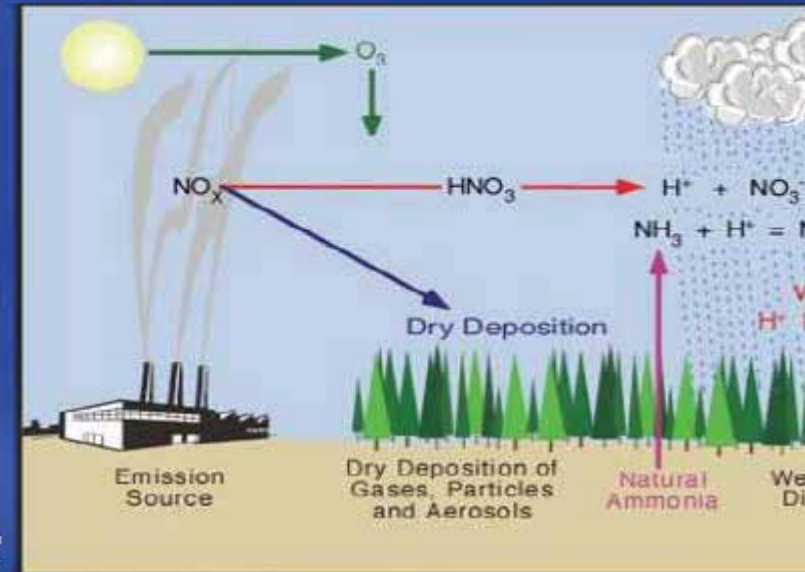
Dr. Georges Germanos

Département de Physique
(FS, Université Saint-Joseph)



Nitrogen Dioxide (NO_2)

- Anthropogenic emissions (heating, power generation, and engines in vehicles and ships)
- Form nitrate in presence of ozone and ultraviolet light.
- Acute exposure ($> 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) causes significant inflammation of the airways



Major contributors to PMs³

To PM₁₀ : soil dust material and mobile source emissions.

PM_{2.5} tended to be dominated by mobile source emissions, and secondary species

Road dust is a major component of both PM₁₀ and PM_{2.5}



