

MEHmed MEDITERRANEAN ENVIRONMENTAL CHANGE MANAGEMENT MASTER STUDY & ECOSYSTEM BUILDING

LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE, UN RISQUE SANS FRONTIÈRES

Coordinator

-29 avril 2021-

Partners



MASTER STUDY & ECOSYSTEM BUILDING



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Dr. Farid RAHAL

✓ *Enseignant- Chercheur*

✓ Département d'Architecture

✓ Laboratoire des Sciences, Technologie et Génie des Procédés

✓ Université de sciences et de la technologie d'Oran - Mohamed Boudiaf

✓ Tél : +213 772437313

e-mail: farid.rahah.dz@gmail.com - farid.rahah@univ-usto.dz

URL : <http://profil.univ-usto.dz/index.php/user/faridrahah/?profiletab=a-propos>

https://www.researchgate.net/profile/Farid_Rahal

<https://scholar.google.com/citations?user=csWoIBUAAAAJ&hl=fr&oi=ao>

www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=34870647900

✓ **Spécialité: Chimie**

Coordinator



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

info@mastermehmed.com
www.mastermehmed.com

PROJECT NUMBER: 598826-EPP-1-2018-1-ES-EPPKA2-CBHE-JP

Partners





Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



**Conférence dans le cycle des « Jeudi de l'environnement » du Master MEHmed
Mediterranean Environmental Change Management**

LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE, UN RISQUE SANS FRONTIÈRES

Dr Farid RAHAL

Lecturer

University of Science and Technology of Oran - Mohamed BOUDIAF

Coordinator

Partners



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

info@mastermehmed.com
www.mastermehmed.com

PROJECT NUMBER: 598826-EPP-1-2018-1-ES-EPPKA2-CBHE-JP



Introduction

Les mécanismes de la pollution atmosphérique

Les effets de la pollution atmosphérique

Surveillance de la qualité de l'air

Le système APOMOS

Est que l'air sera pollué demain ?

Cadastre des émissions de polluants atmosphériques

Modélisation de la météorologie

Modélisation de la qualité de l'air

Conclusion

Introduction

La pollution atmosphérique est un **risque de majeur**, selon la Loi de 2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable.

Introduction

Polluants	Normes algériennes en µg/m ³	
	Objectif de qualité	Valeur limite
Dioxyde d'azote	135	200
Dioxyde de soufre	150	350
Ozone	110	200
Particules fines en suspension	50	80

Objectifs et valeurs limites de la qualité de l'air établis par le Décret exécutif N° 06-02 du 07 janvier 2006.

Polluants	Normes algériennes en µg/m ³	
	Seuil d'information	Seuil d'alerte
Dioxyde d'azote	400	600
Dioxyde de soufre	350	600
Ozone	180	360

Les seuils d'information et d'alerte établis par
Le Décret exécutif N° 06-02 du 07 janvier 2006

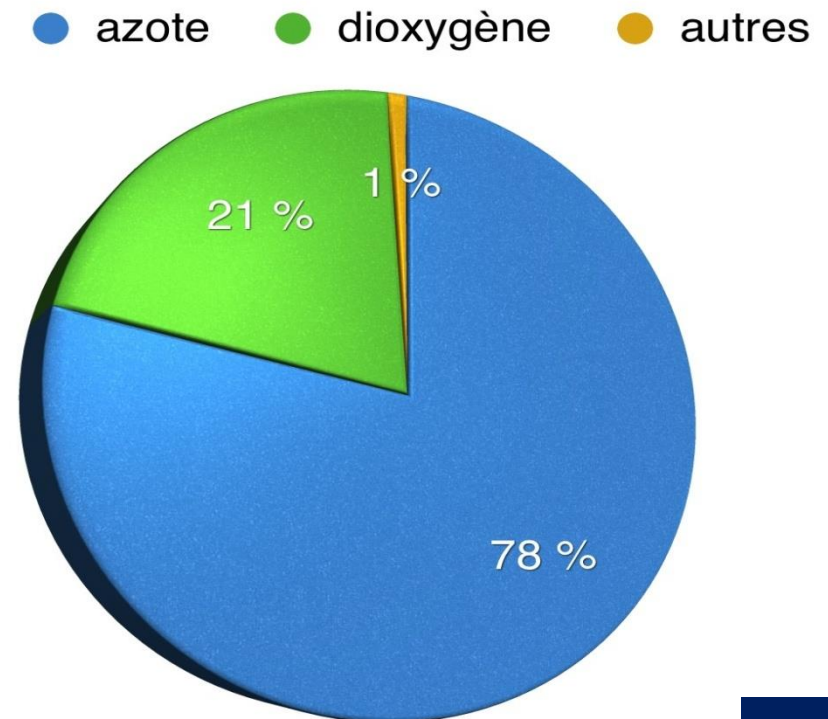
Introduction

La pollution atmosphérique correspond à une **modification de la concentration** moyenne naturelle d'une espèce chimique gazeuse ou particulaire dans l'atmosphère

Introduction

- L'atmosphère est un mélange contenant essentiellement de l'azote et de l'oxygène.
- Gaz sous forme de traces (vapeur d'eau, gaz carbonique, ozone, ...)
- Des poussières d'origines minérales et organiques en suspension
- Des polluants qui représentent un infime pourcentage

L'existence d'une espèce chimique dans l'air n'est pas néfaste en soi mais c'est son **taux de concentration** qui détermine son caractère polluant.



Introduction

La pollution atmosphérique peut être d'origine biogénique



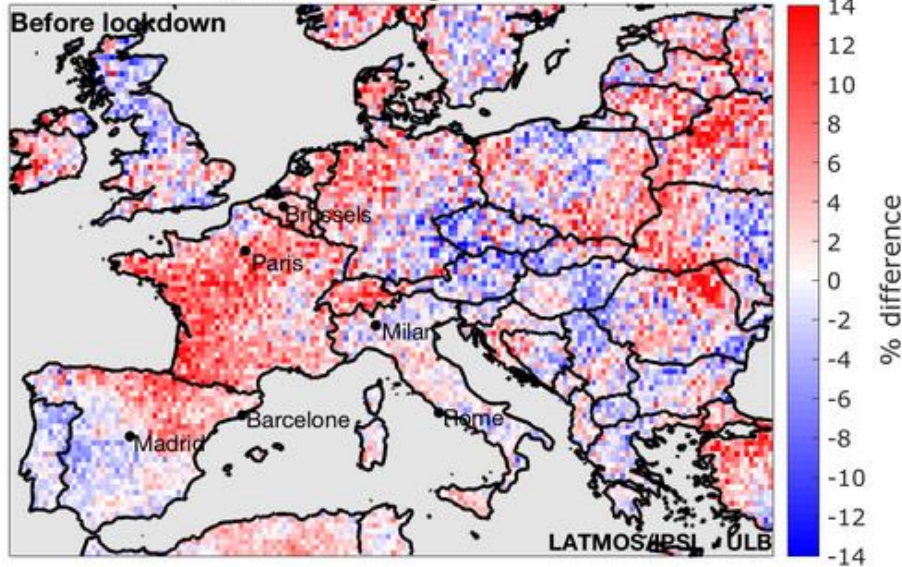
Introduction

Elle peut être aussi, d'origine anthropique

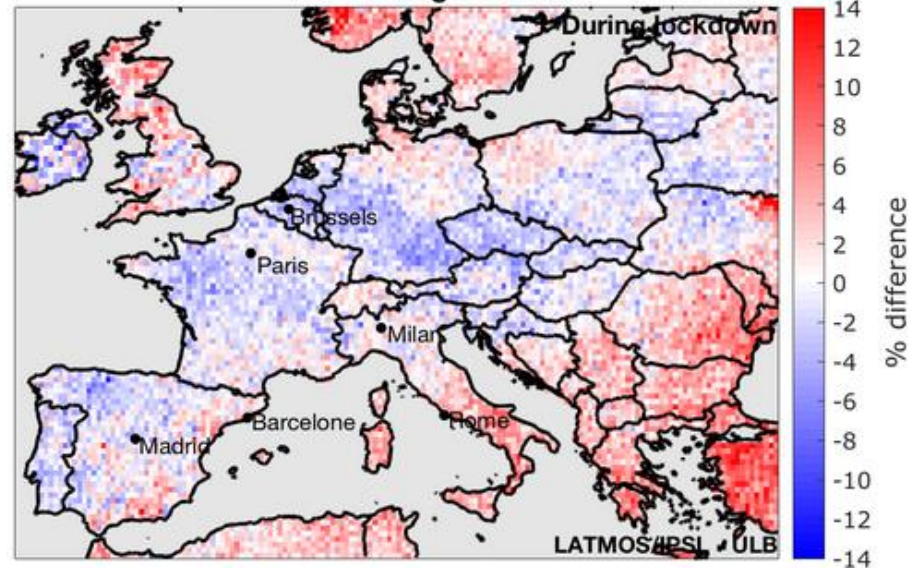


Introduction

IASI CO - change in 2020



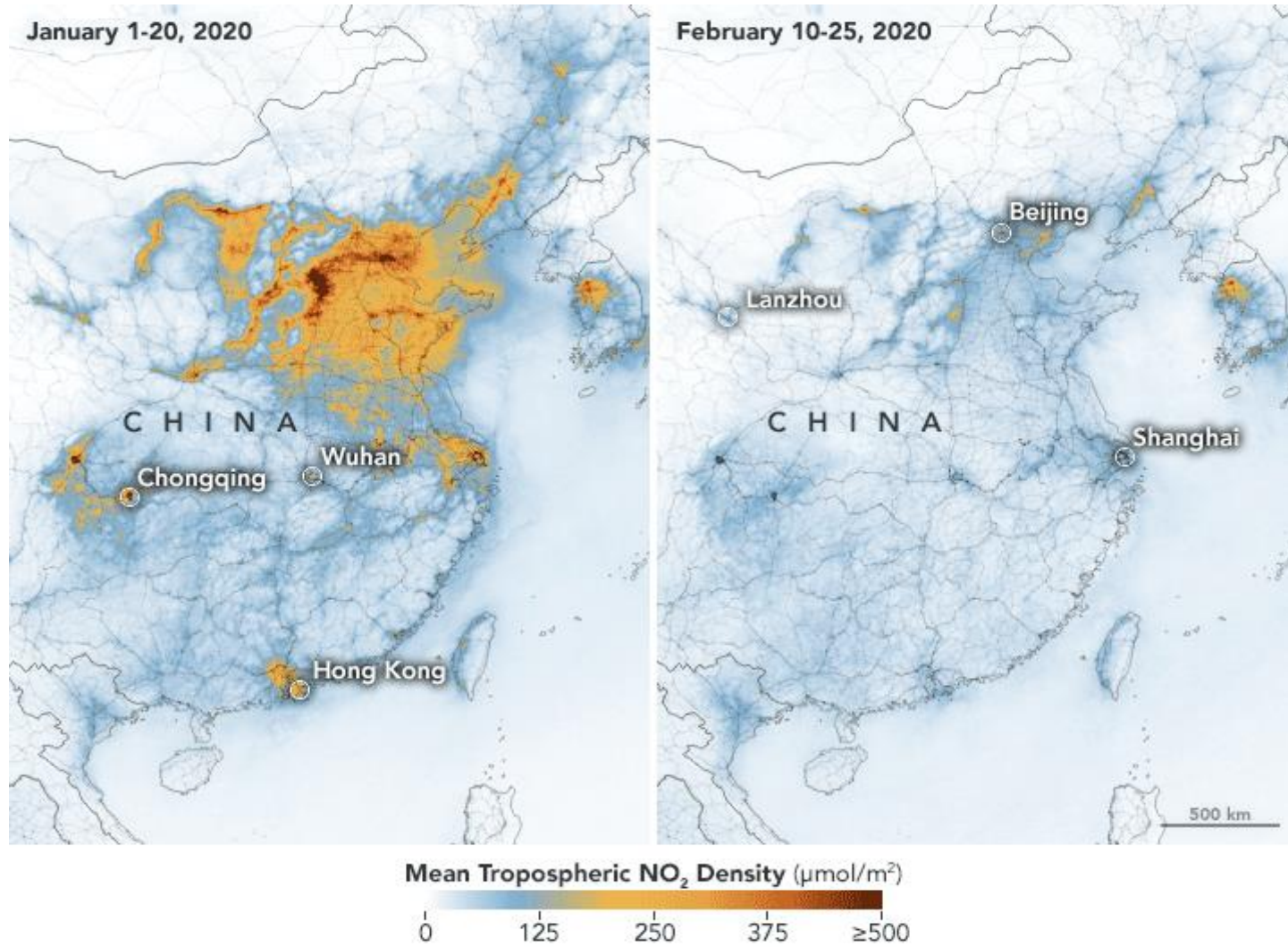
IASI CO - change in 2020



Comparaison des concentrations du CO en Europe avant et pendant la crise sanitaire du Covid19

Source: IASI

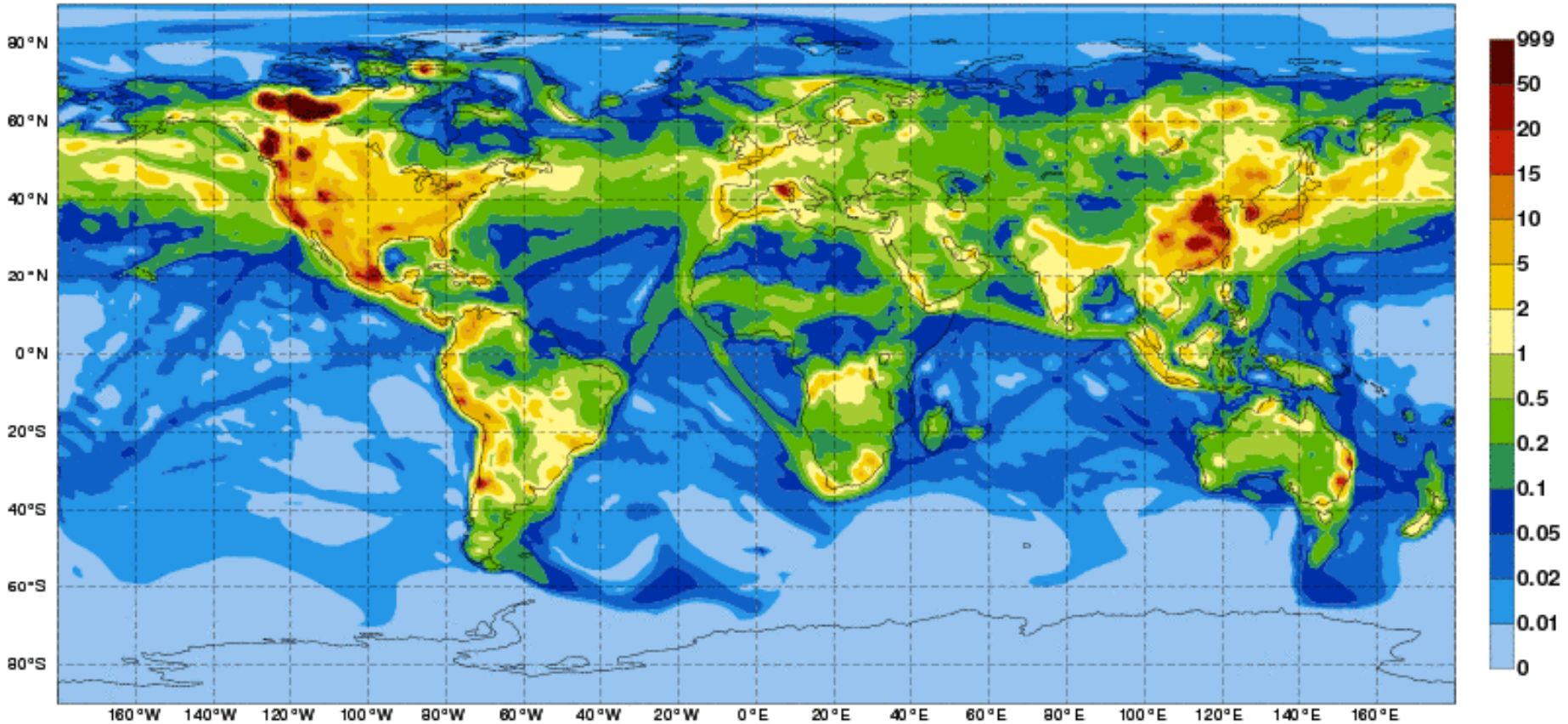
Introduction



Comparaison des concentrations de NO₂ en Chine avant et pendant la crise sanitaire

Source: NASA Earth Observatory

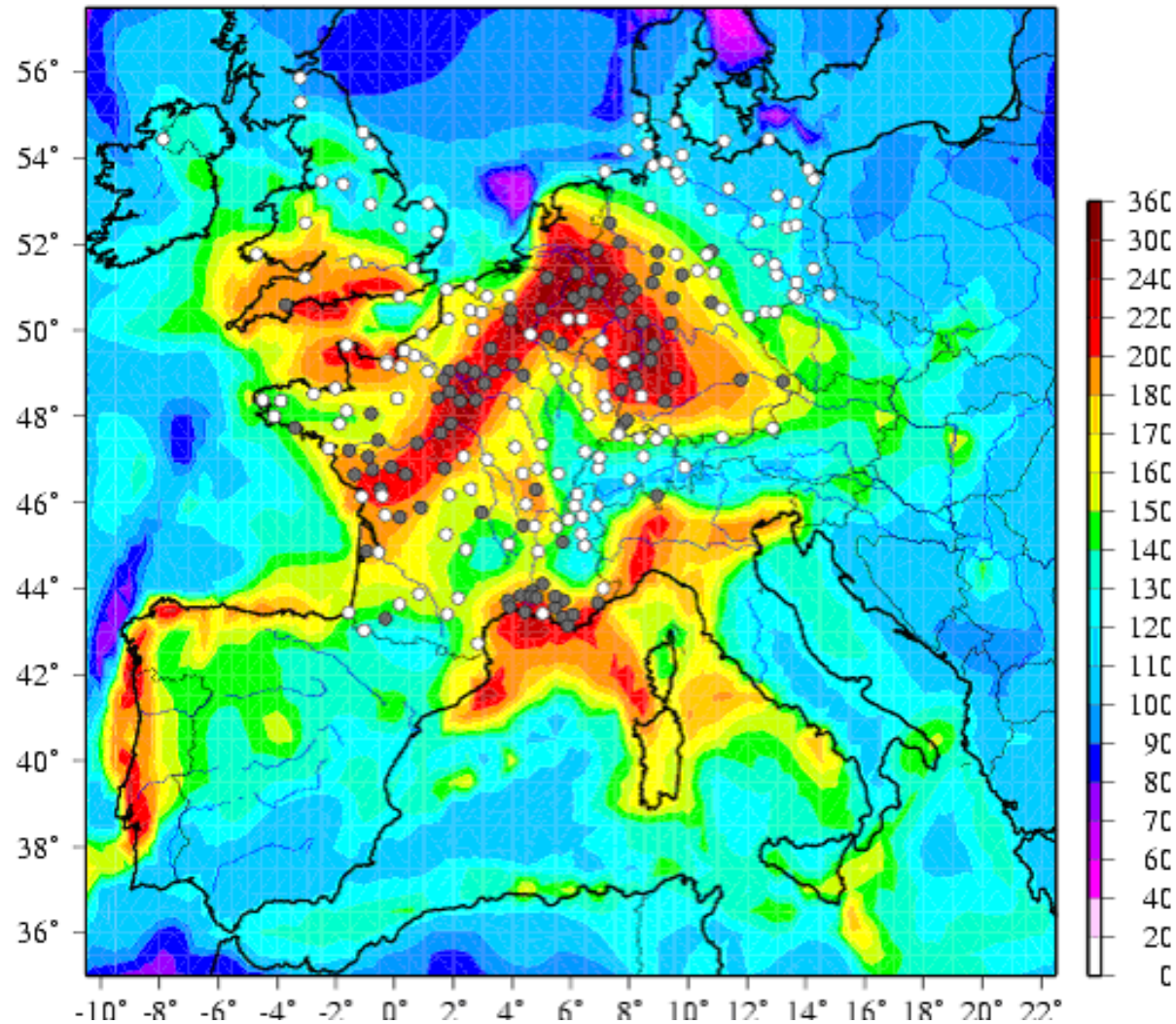
Introduction



Concentrations des Nox enregistrées le 14 Juillet 2014 et exprimés en ppb

Source: NASA Earth Observatory

Introduction

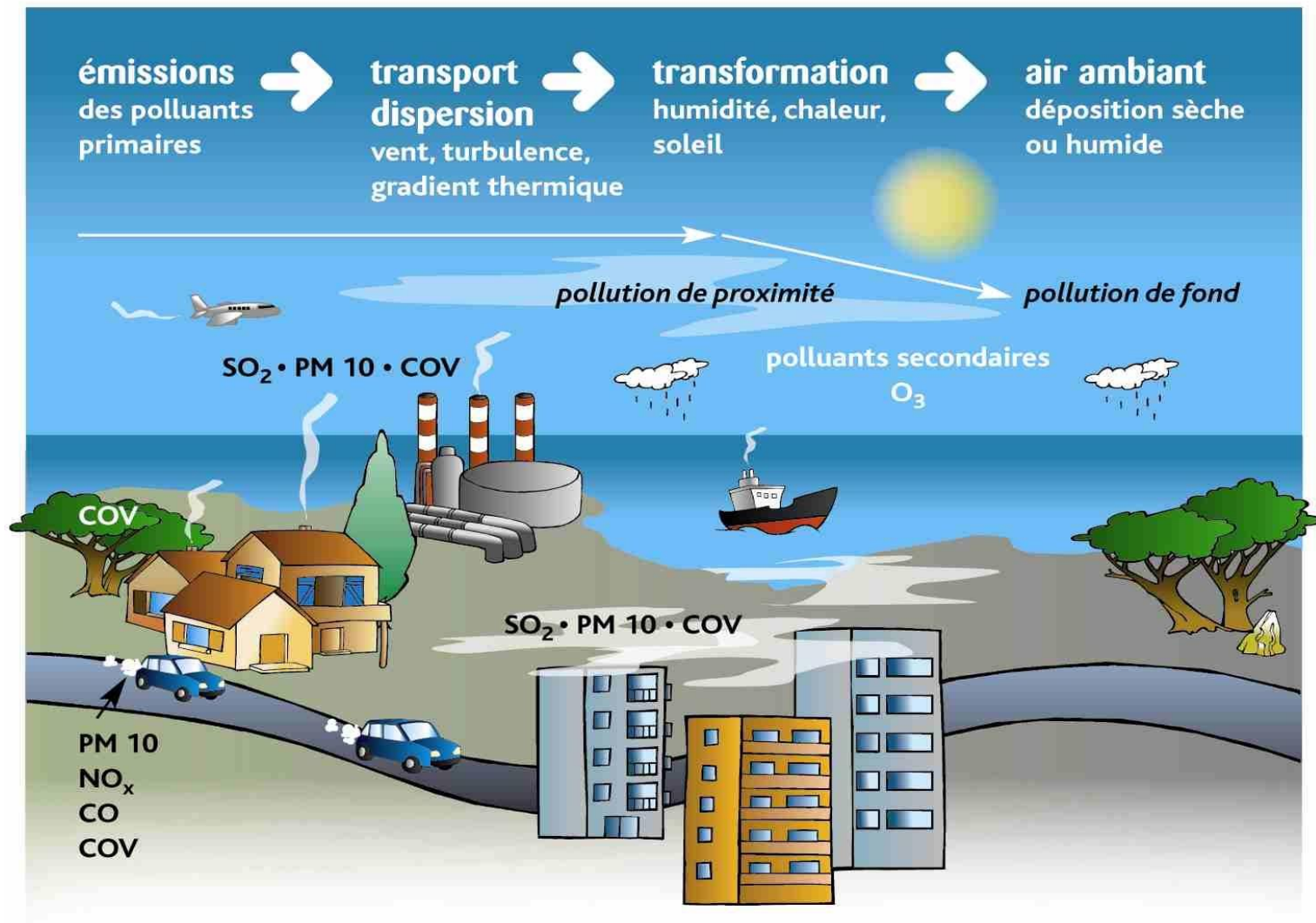


Simulation avec le modèle CHIMERE de la pollution par l'Ozone ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) à l'ouest de la Méditerranée

Source: Prev'air

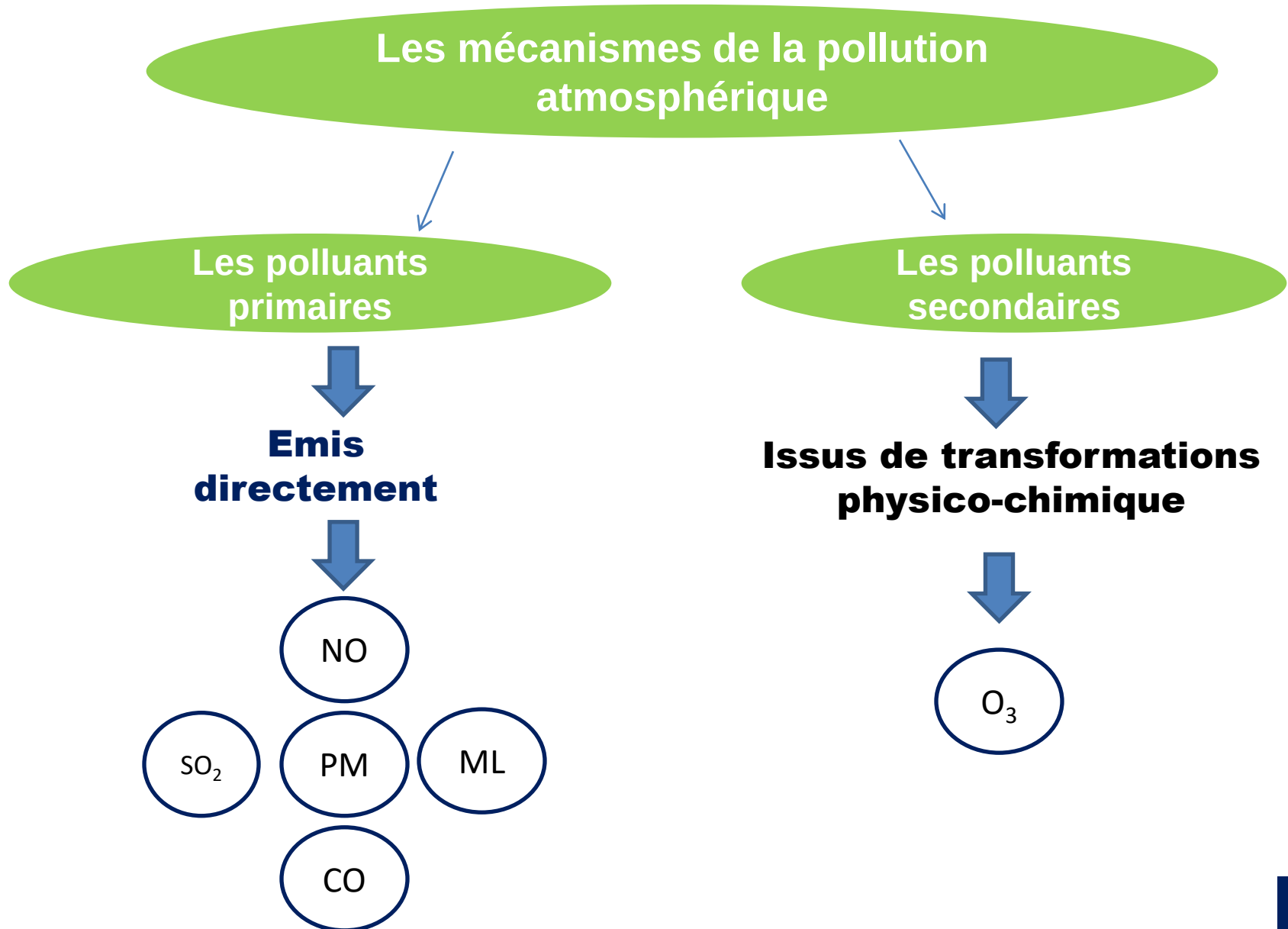
Les mécanismes de la pollution atmosphérique

Les mécanismes de la pollution atmosphérique



Les mécanismes de la pollution atmosphérique

Les mécanismes de la pollution atmosphérique



Les mécanismes de la pollution atmosphérique

Durée de vie des polluants

- Nox: 1.5 j stagnent quand il fait chaud, se dissipent plus vite avec le froid
- SO₂: 5j
- PM: semaines
- CO: 2 mois
- O₃: quelques semaines à quelques mois

Les effets de la pollution atmosphérique

Les effets de la pollution atmosphérique

Les effets de la pollution atmosphériques sont nombreux.



Les effets de la pollution atmosphérique

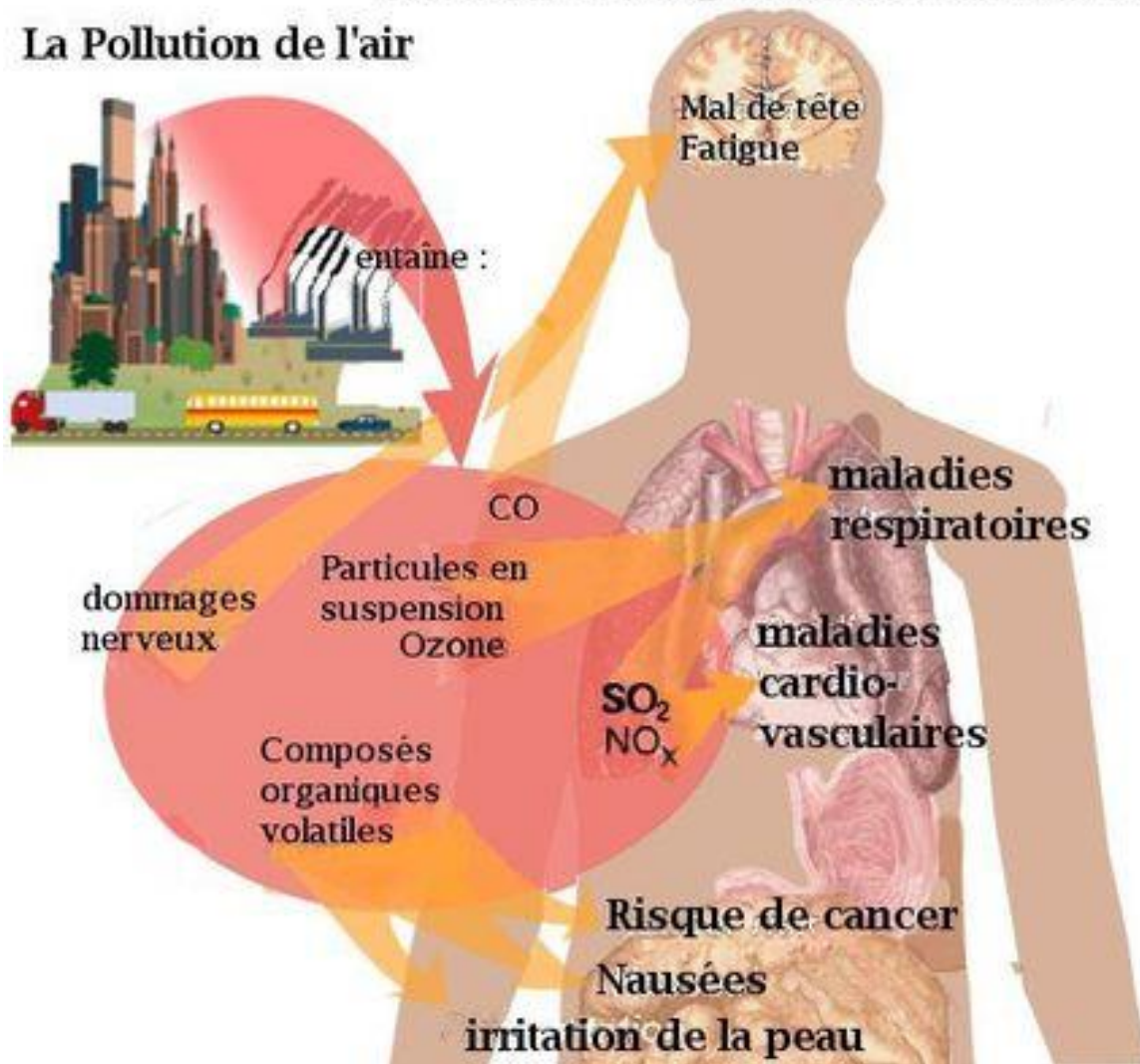
Nécessitant des interventions souvent difficiles et coûteuses



Les effets de la pollution atmosphérique

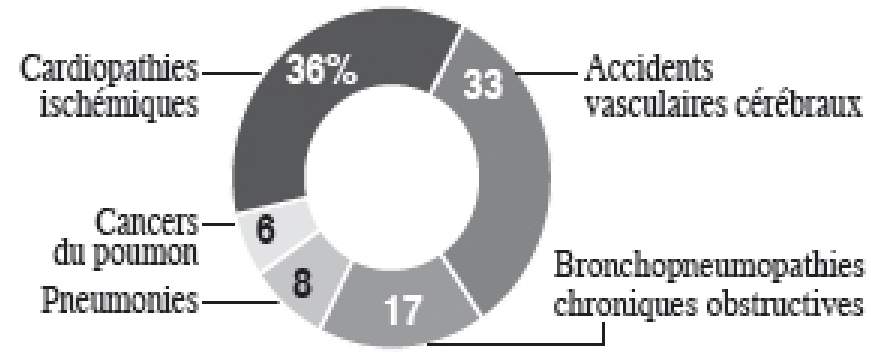
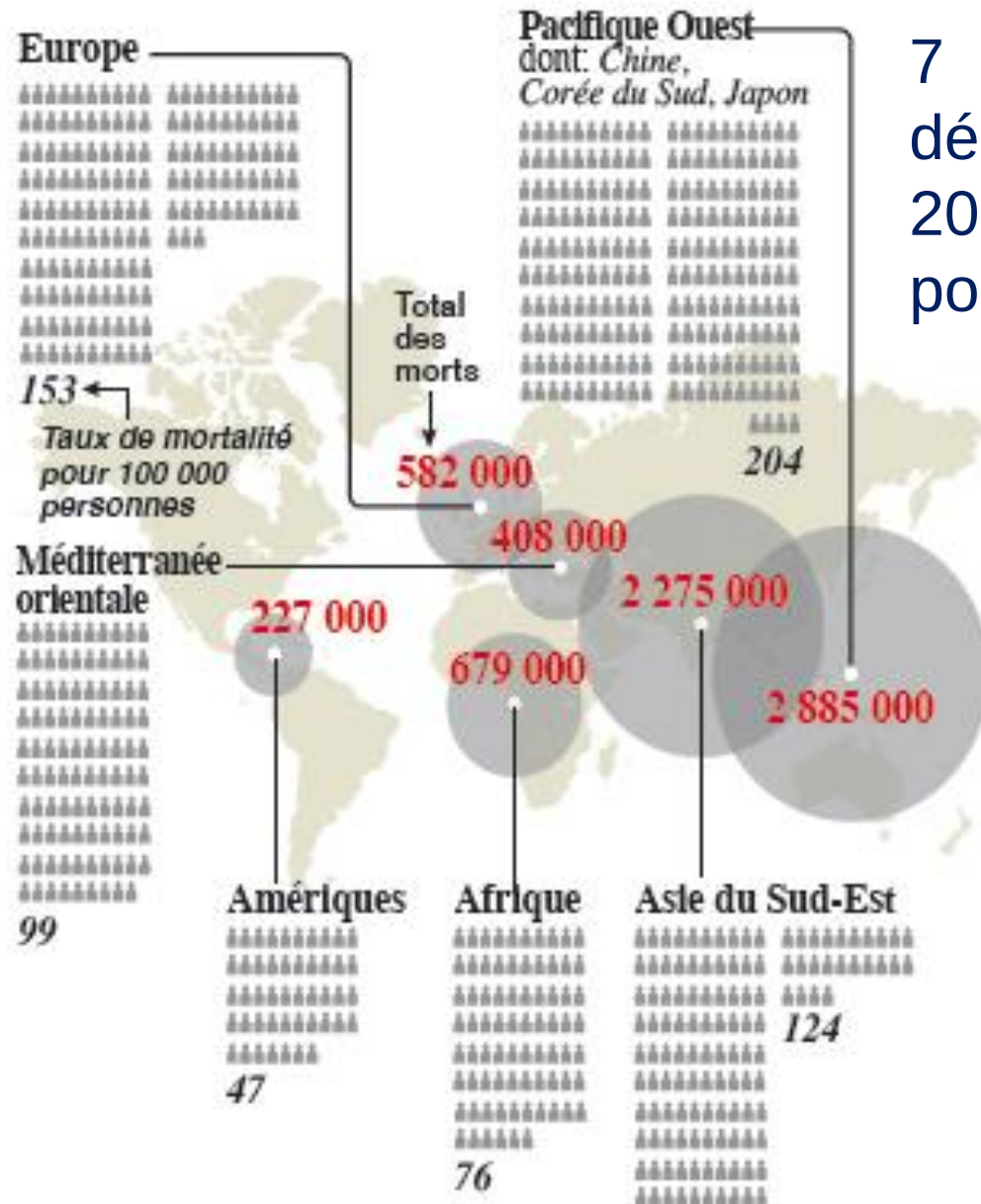
Les effets de la pollution de l'air sur la santé

La Pollution de l'air



Les effets de la pollution atmosphérique

7 millions de personnes sont décédées prématurément en 2012 du fait de l'exposition à la pollution de l'air



Les effets de la pollution atmosphérique

O ₃			
Respiratory mortality			
Total (thousands)		% per capita	
China	273	Algeria	0.04
India	170	Macao	0.04
USA	38	Taiwan	0.04
Japan	27	Bangladesh	0.04
Bangladesh	23	Hong Kong	0.04
Indonesia	16	Korea (Dem. Rep.)	0.04
Pakistan	12	India	0.04
Nigeria	11	China	0.04
Viet Nam	10	Nepal	0.04
U.K.	9.5	Bhutan	0.03

Les dix pays où la mortalité respiratoire prématurée annuelle la plus élevée liée à O₃ (total et par habitant) pour la population ≥ 30 ans en 2005.

Source: Lelieveld et Al., 2013

Les effets de la pollution atmosphérique

En Europe, on estime que le respect des directives de qualité de l'air de l'OMS (Organisation mondiale de la santé) peut permettre d'économiser **31 milliards d'euros par an**.

Cette estimation comprend les coûts directs et / ou indirects

Source: Conti et al., 2020.

Les effets de la pollution atmosphérique

Il est nécessaire de ne pas répéter les mêmes erreurs que les pays occidentaux où l'industrialisation et l'évolution des modes de vie ont généré un problème de pollution atmosphérique **durable**.

- impacts majeurs sur les budgets nationaux,
- impacts sanitaires accrus,
- une baisse de productivité
- impacts négatifs sur les écosystèmes.

Surveillance de la qualité de l'air

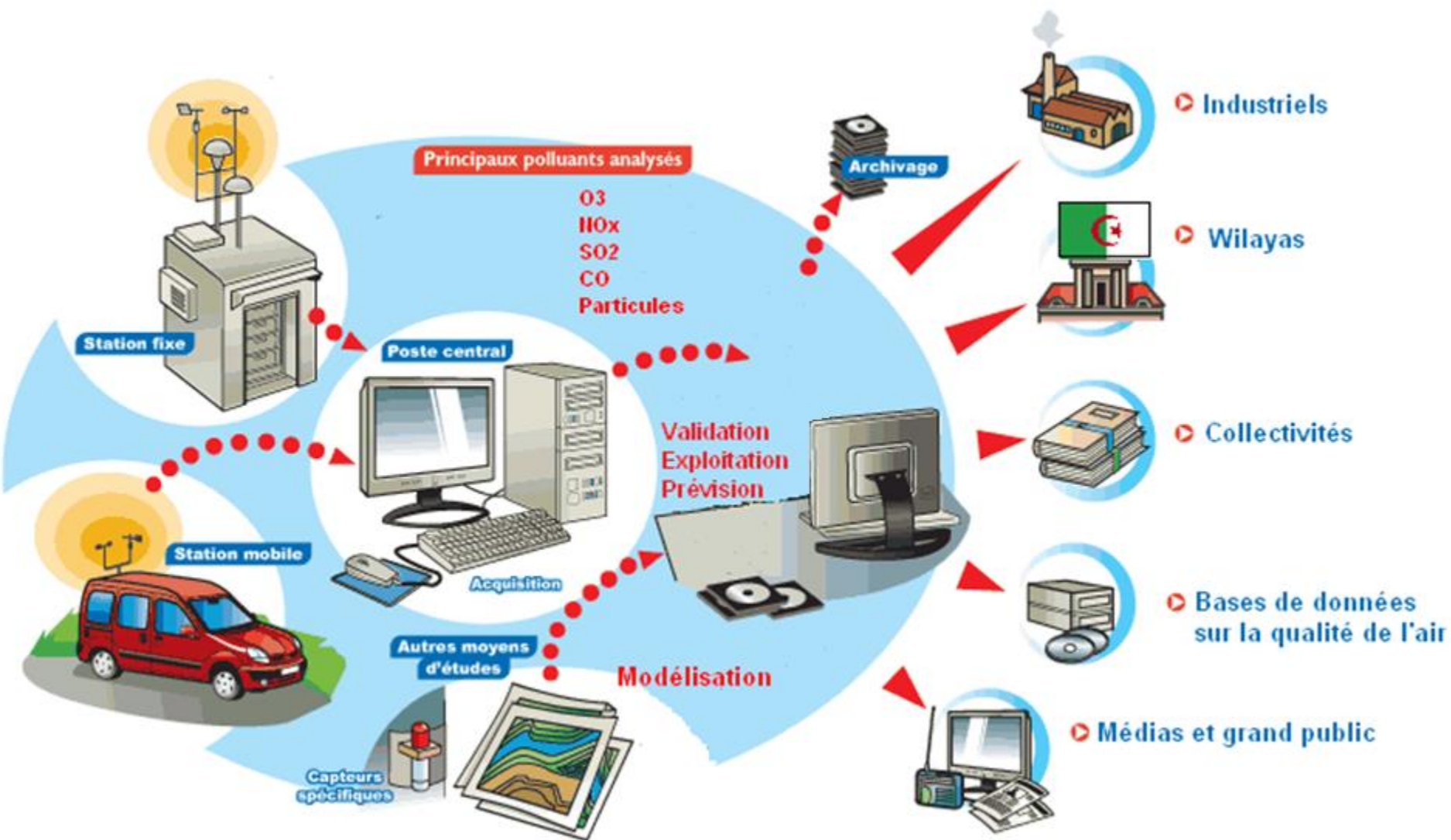
Surveillance de la qualité de l'air

La surveillance de la qualité de l'air dans
les pays en développement



- Manque de moyens financiers suffisants et **durables**
- Défaut de maîtrise technologique
- Manque de sensibilisation sur les risques de la pollution atmosphérique.

Surveillance de la qualité de l'air



La surveillance de la qualité de l'air.

Surveillance de la qualité de l'air



Le réseau de mesure de la qualité de l'air à Alger.

Le système APOMOS

Le système APOMOS

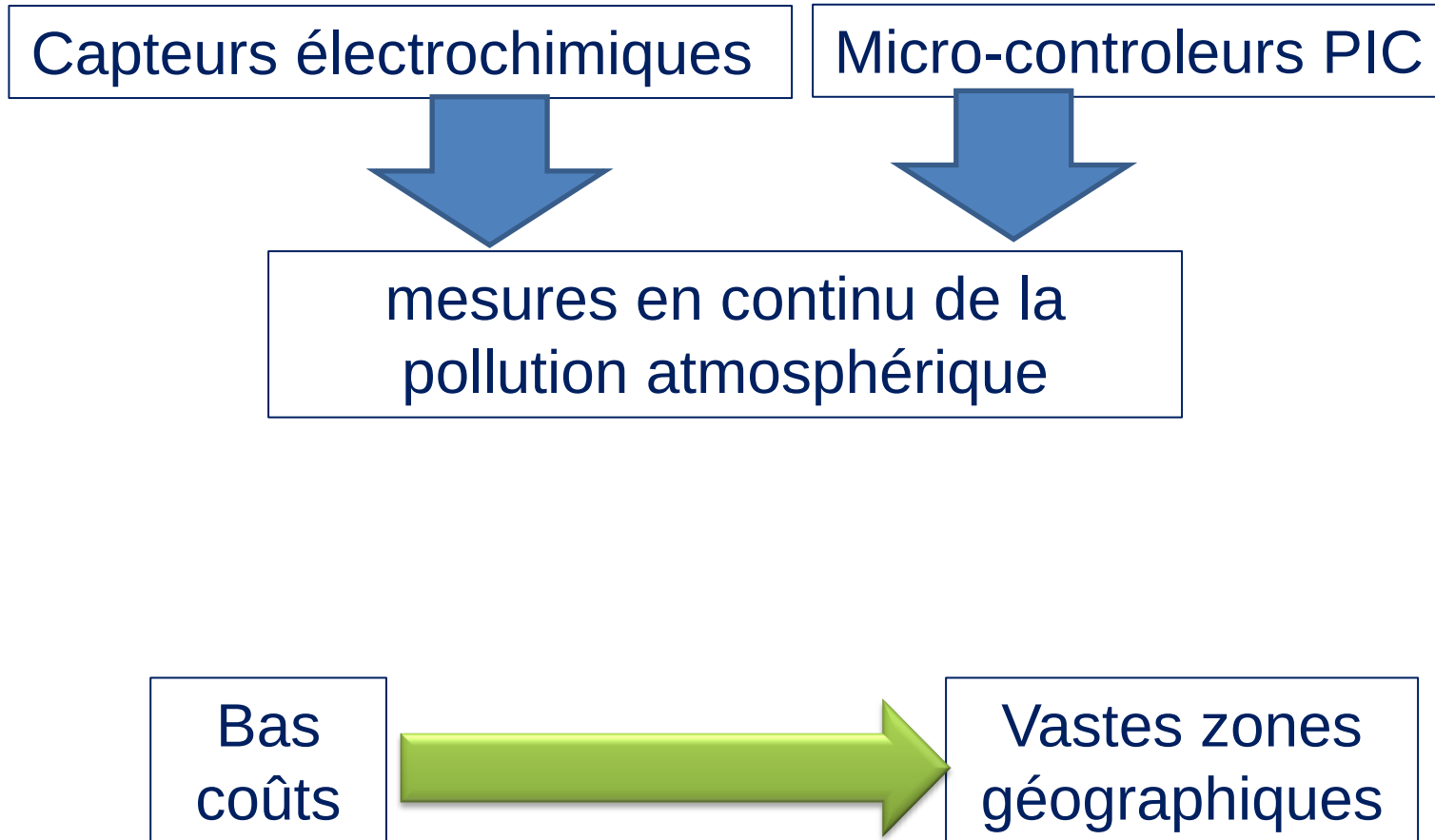


Air Pollution Monitoring System

Le système APOMOS

Contribuer à protéger la population urbaine contre l'exposition à une mauvaise qualité de l'air

Le système APOMOS



Le système APOMOS

Conversion des paramètres physiques en signaux électroniques



Température - Humidité



CO



O3



Particules

Quelques capteurs utilisés dans les différents modèles APOMOS

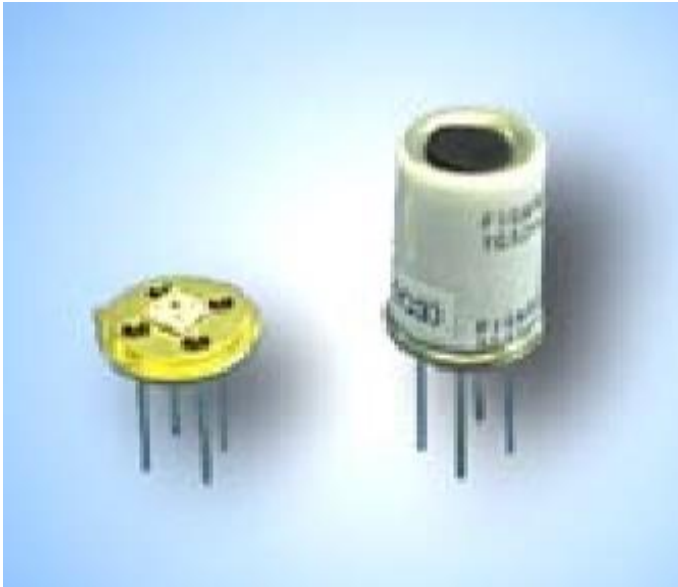
Le système APOMOS

Coûts des composants

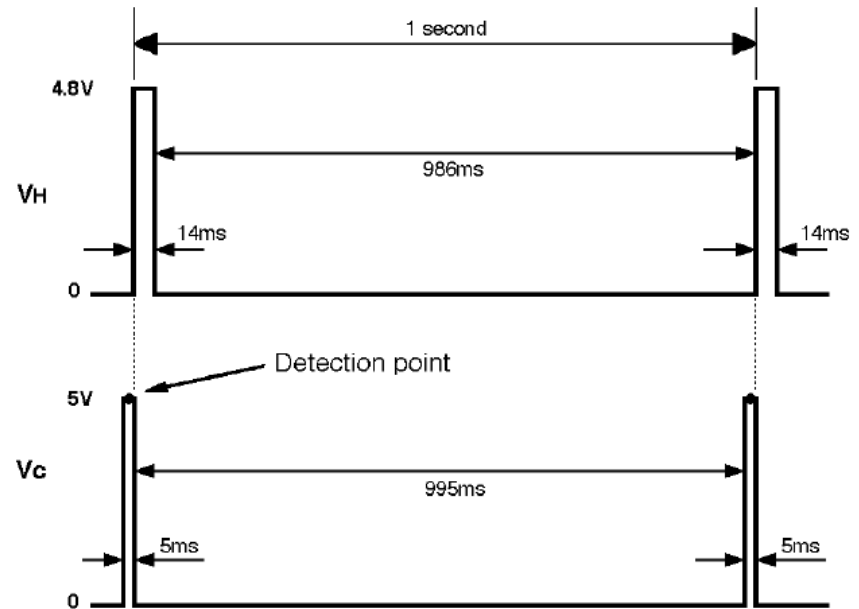
- TGS2442 : 6 USD
- DHT22 : 2,34 USD
- SIM800L: 1,86 USD
- ...

APOMOS 01

Principe de fonctionnement



Aperçu du capteur TGS2442



Cycles de tension de circuit et de tension de chauffage du capteur TGS2442.

Pour chaque seconde, des cycles de **tension de circuit** et de **tension de chauffage** sont alternés

APOMOS 01

Principe de fonctionnement

- La couche de détection en **dioxyde d'étain (SnO_2)** réagit avec les **molécules de CO**, en présence d'oxygène (O_2) et libère des électrons libres.
- Les électrons augmentent la **conductibilité** et déterminent la diminution de la résistance interne.
- L'élément chauffant du capteur **accélère la réaction chimique** et maintient une température adéquate à l'intérieur de l'enceinte.

APOMOS 01

Principe de fonctionnement

- En présence de CO, la **conductivité** du capteur augmente
- Le cycle de tension de circuit peut convertir le changement de **conductivité** en un **signal** qui correspond à la **concentration** de gaz.

Le système APOMOS

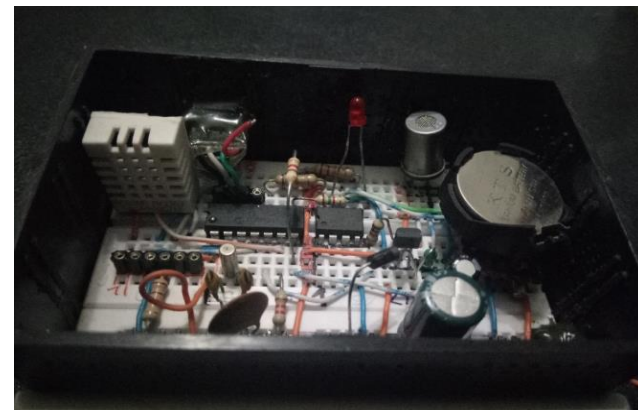
Les 5 modèles développés



APOMOS 01 - CO



APOMOS 02 - CO₂, NH₃, NO₂ et tVOC



APOMOS 03 – CO longue durée



APOMOS 04 – O₃



APOMOS 05 - Particules

Le système APOMOS

Monitoring Data ?

Stored data - CO

Stored data of CO concentration

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
1	1	127	127	127	127	1	1
2	2	127	127	127	127	2	2
3	3	127	127	127	127	16383	16383
4	4	127	127	127	127	16383	16383
5	5	127	127	127	127	16383	16383
6	6	127	127	127	127	16383	16383
7	7	127	127	127	127	16383	16383
8	8	127	127	127	127	16383	16383
9	9	127	127	127	127	16383	16383
10	10	127	127	127	127	16383	16383
11	11	127	127	127	127	16383	16383
12	12	127	127	127	127	16383	16383
13	13	127	127	127	127	16383	16383
14	14	127	127	127	127	16383	16383

Reset

Dump

Export

Chart

OK

Interface du système APOMOS.

Le système APOMOS

Validation



(A)

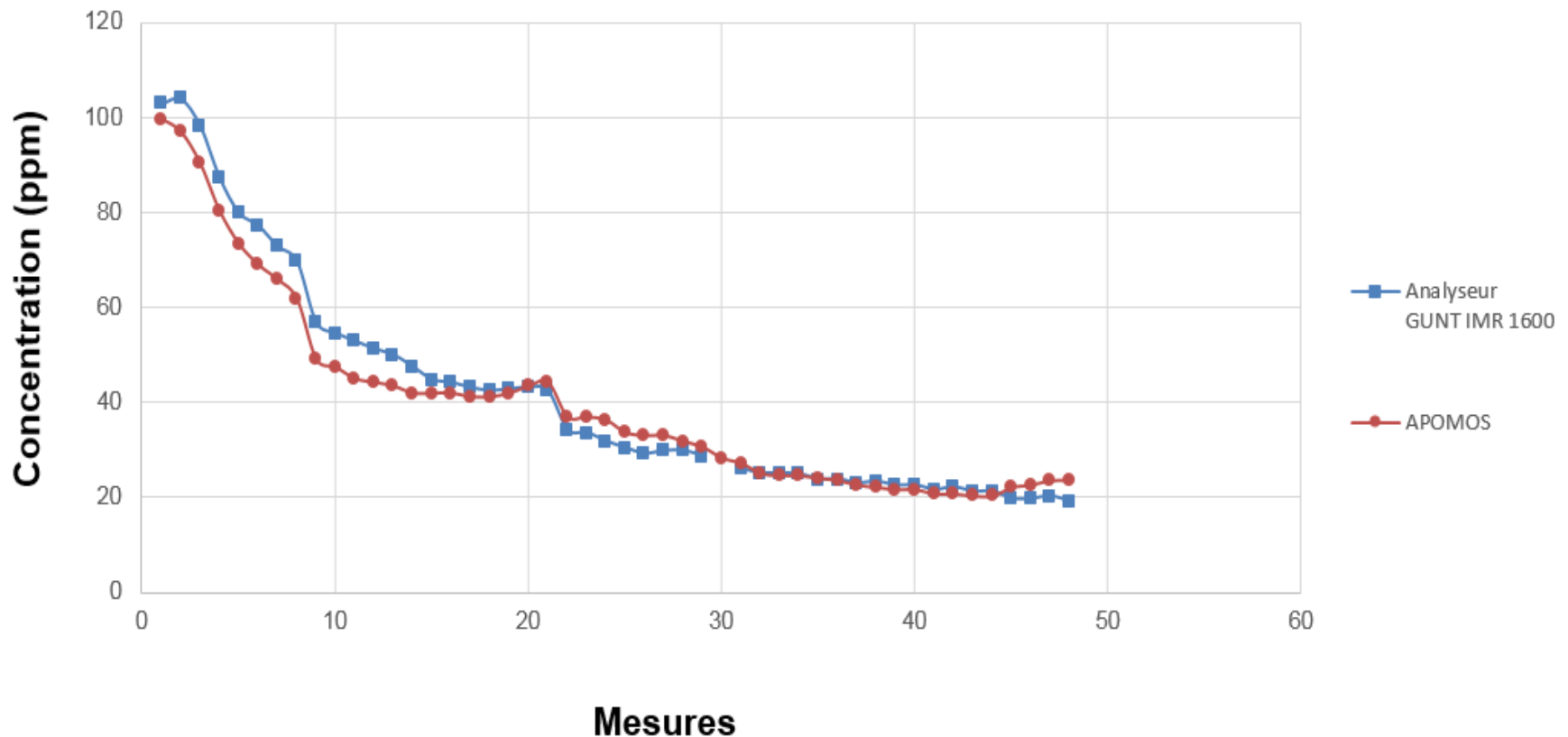


(B)

(A) L'analyseur GUNT IMR 1600 - (B) **APOMOS 01** doté du capteur de monoxyde de carbone TGS2442.

Le système APOMOS

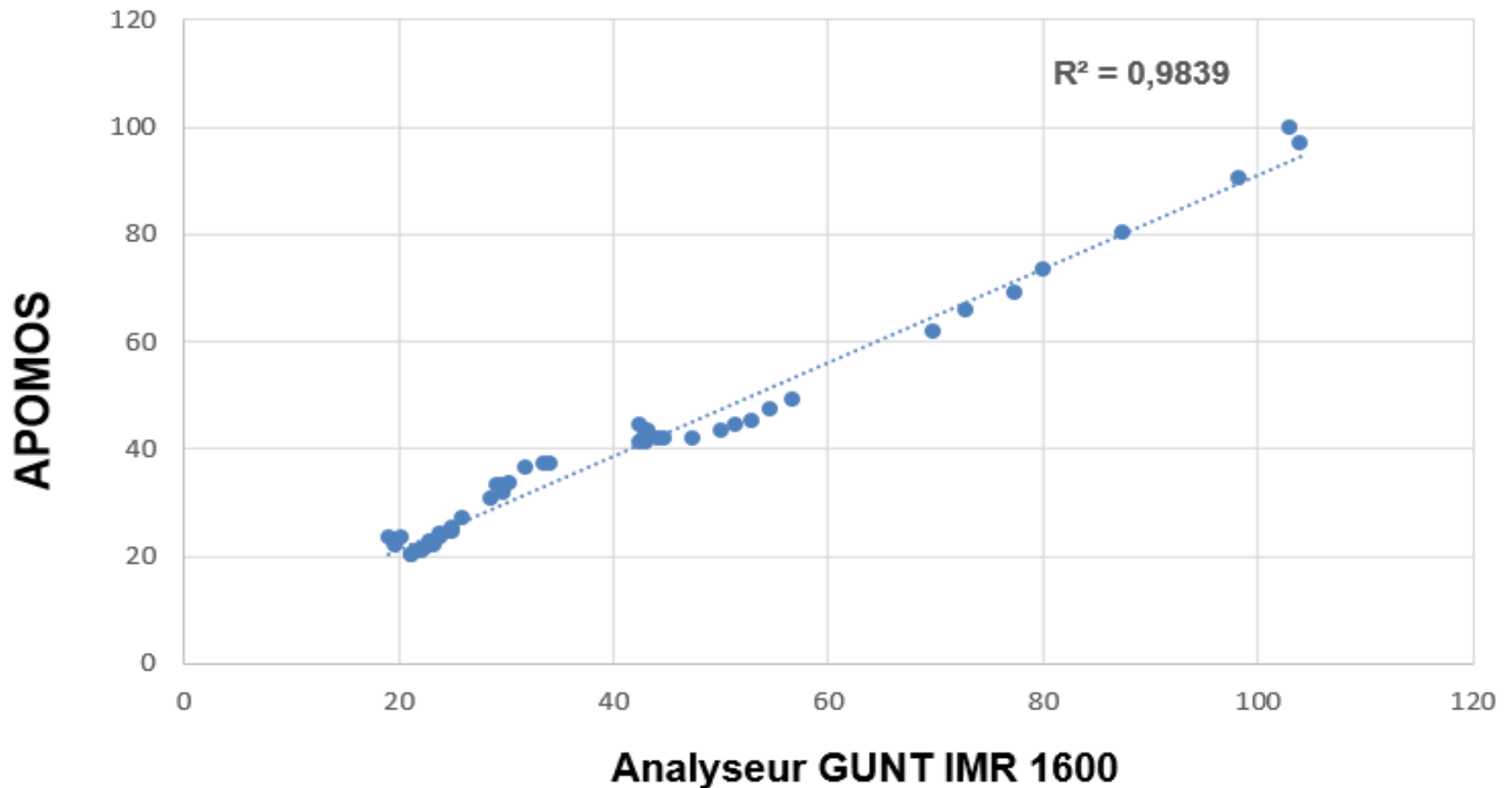
Validation



Comparaison des mesures exprimées en ppm issues de l'analyseur GUNT IMR 1600 et celles issues du système APOMOS.

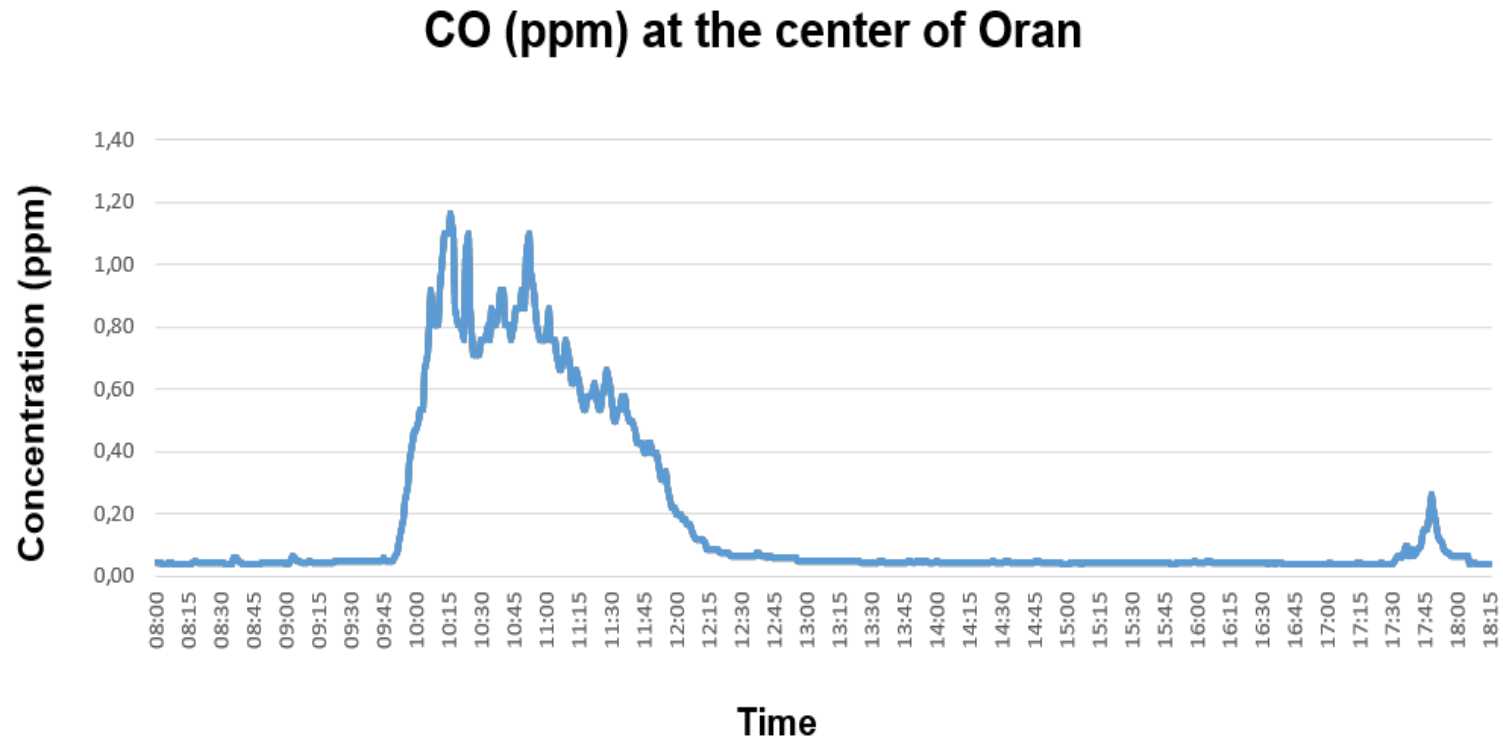
Le système APOMOS

Validation



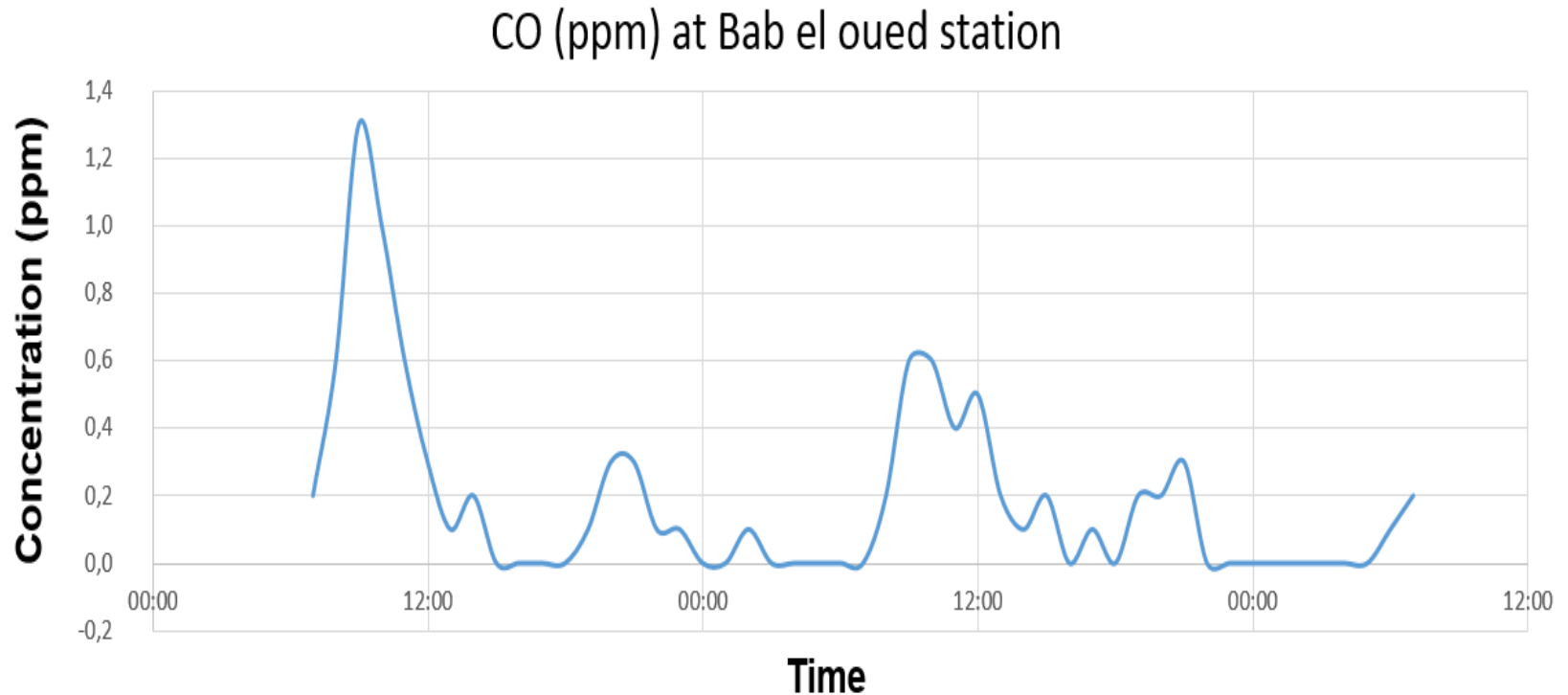
Comparaison en nuage de point des mesures exprimées en ppm issues de l'analyseur GUNT IMR 1600 et celles issues du système APOMOS.

Le système APOMOS



Profil des concentrations du monoxyde de carbone en ppm pour un jour ouvrable recueilli au mois de Juin 2019 par la version fixe du système APOMOS au centre-ville d'Oran.

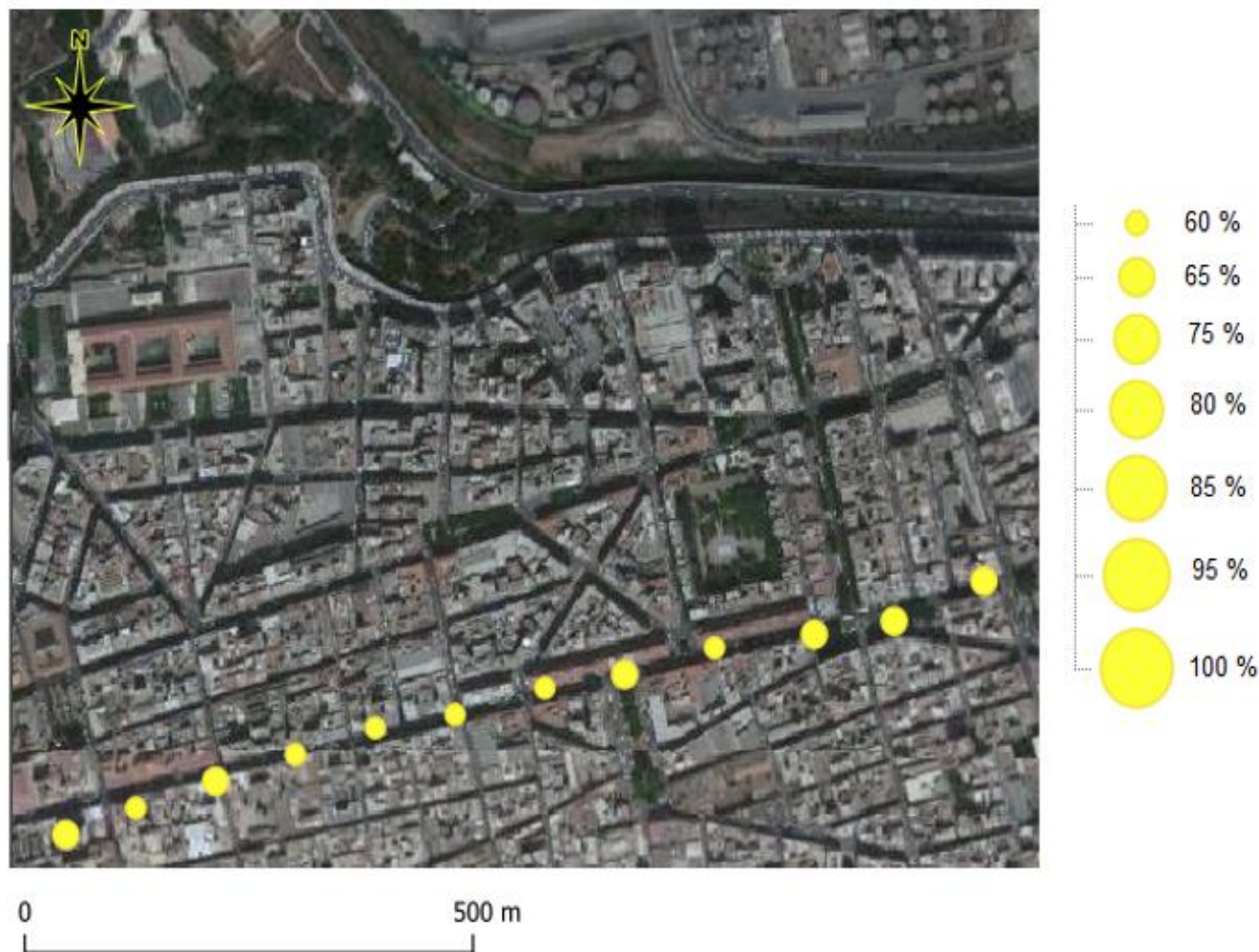
Le système APOMOS



Concentrations du monoxyde de carbone enregistrées par la station de Bab-el-oued à Alger au mois d'Aout 2006.

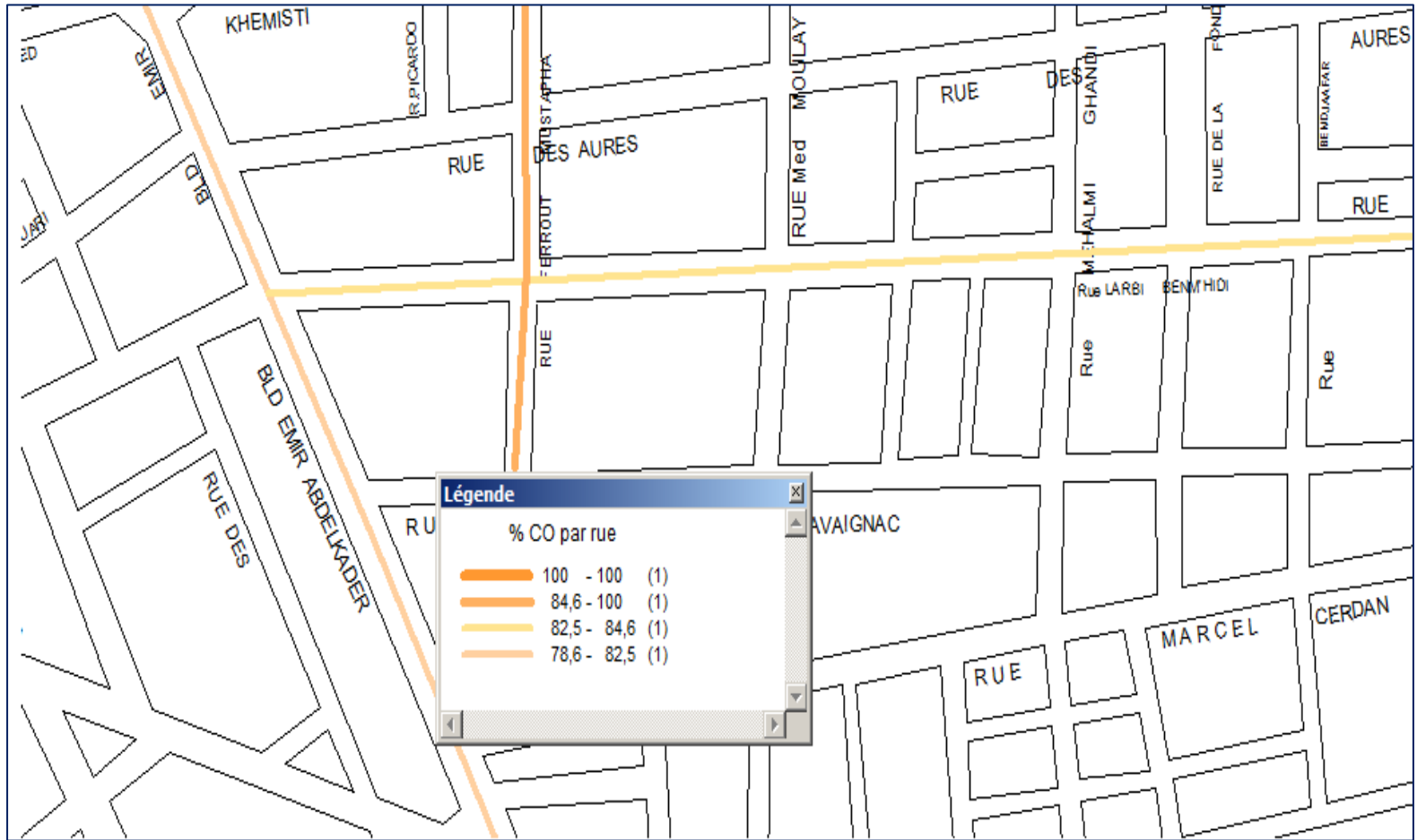
Source : L'Observatoire National de l'Environnement et du Développement Durable

Le système APOMOS



Pourcentages de la concentration maximale de monoxyde de carbone enregistrés au mois de Juin 2019 par **APOMOS 01** pour les points de mesure de la Rue Larbi Ben H'idi au centre-ville d'Oran.

Le système APOMOS

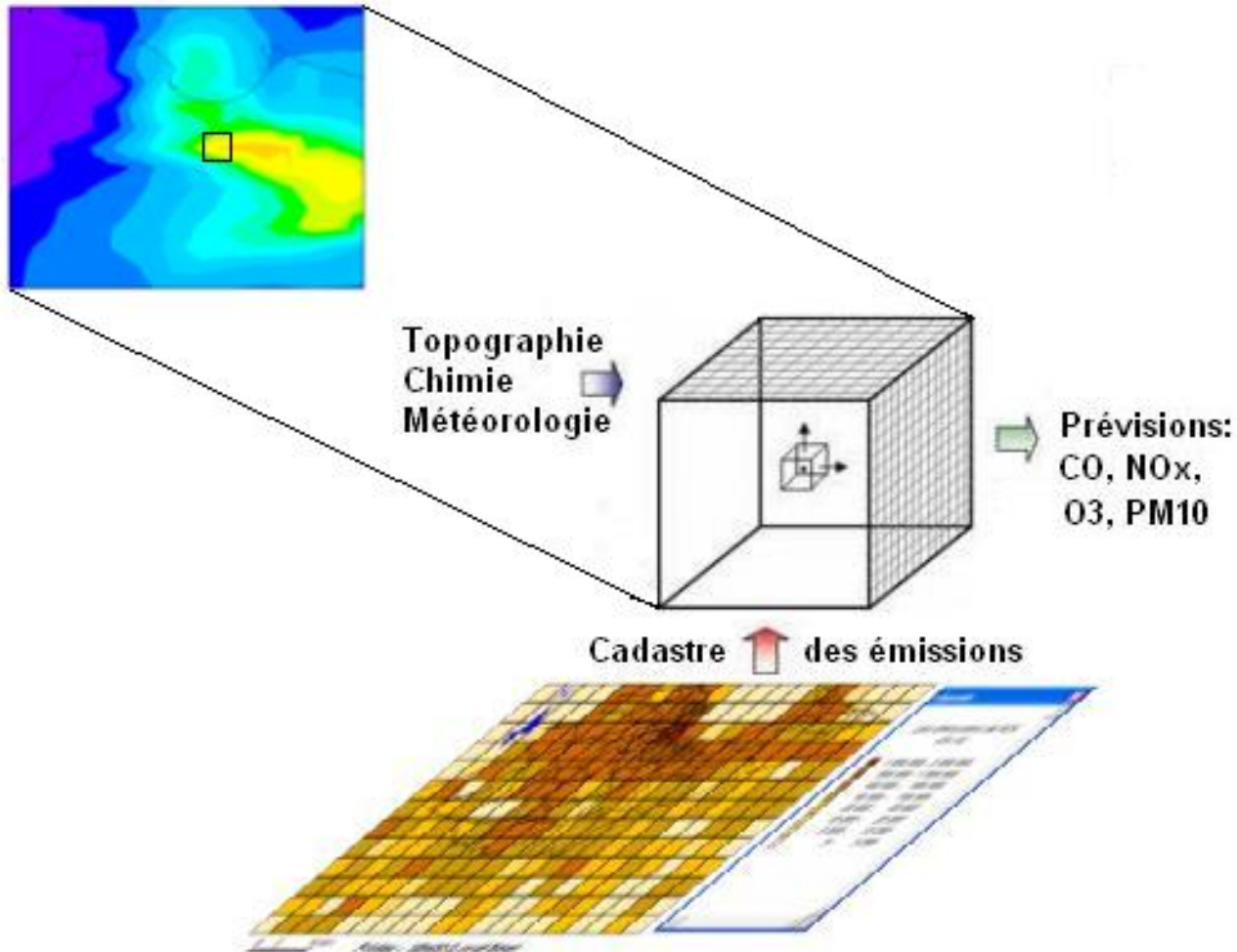


Pourcentages de la concentration maximale de monoxyde de carbone enregistrés par **APOMOS 01** dans les rues du centre-ville d'Oran.

Est-ce que l'air sera pollué demain ?

Est que l'air sera pollué demain ?

Les bulletins de prévision



Cadastre des émissions de polluants atmosphériques

Cadastre des émissions de polluants atmosphériques

Cadastre des émissions des polluants atmosphériques.



connaître et identifier les sources de pollution:

- le transport,
- l'industrie
- le secteur résidentiel,
- le traitement des déchets,
- ...



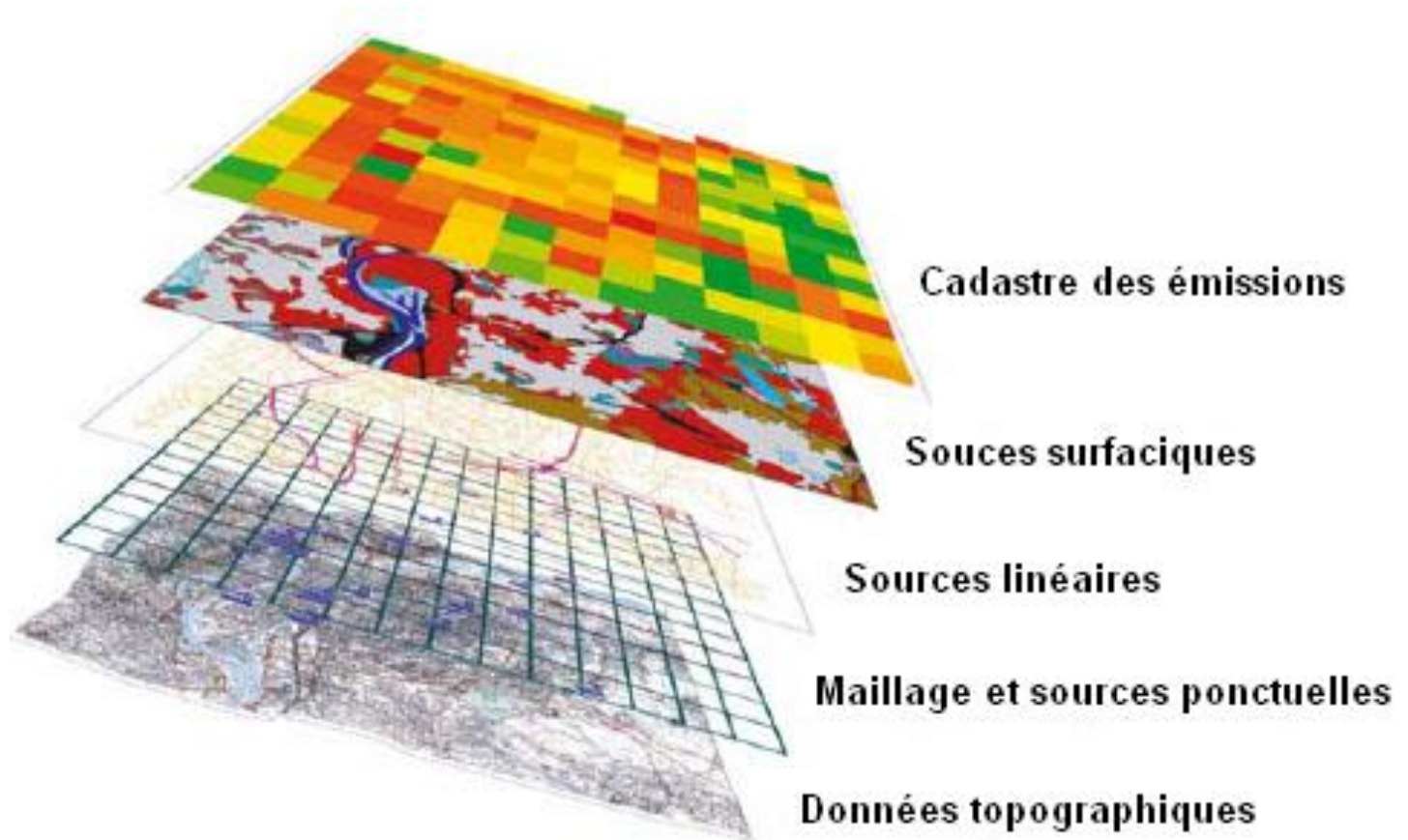
Quantifier leurs émissions



Répartition spatiale et temporelle.

Cadastre des émissions de polluants atmosphériques

Un **cadastre des émissions** recueille la **somme** des émissions de l'ensemble des activités émettrices



Cadastre des émissions de polluants atmosphériques

$$E_{s,t} = A_{a,t} \times F_{s,a}$$

E : émission relative à la substance "s" et à l'activité "a" pendant le temps "t"

A : quantité d'activité relative à l'activité "a" pendant le temps "t"

F : facteur d'émission relatif à la substance "s" et à l'activité "a".

Cadastre des émissions de polluants atmosphériques

La **résolution spatiale** des cadastres des émissions doit tenir compte de l'étendue de la zone

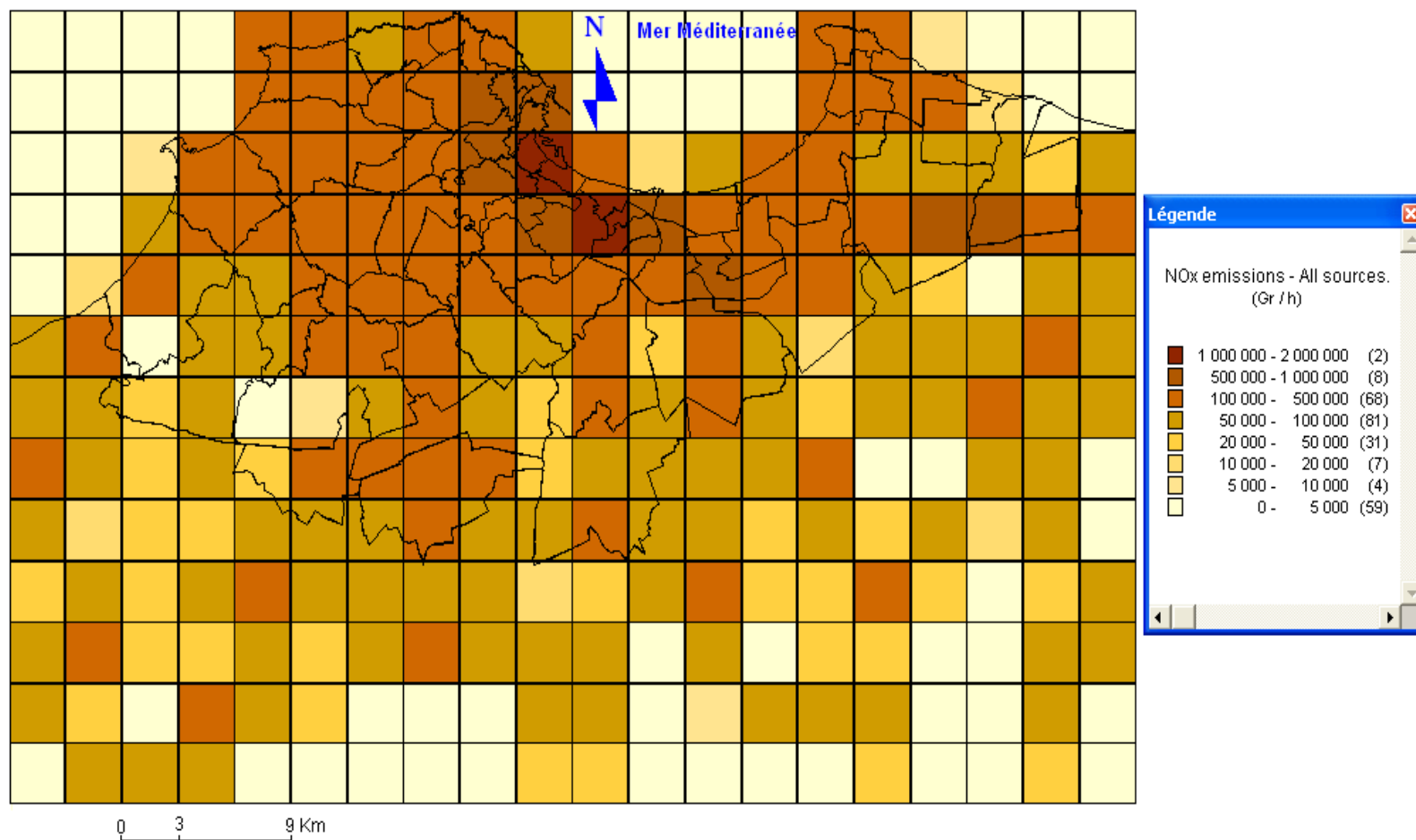


Temps de calcul raisonnable



S.I.G

Cadastre des émissions de polluants atmosphériques

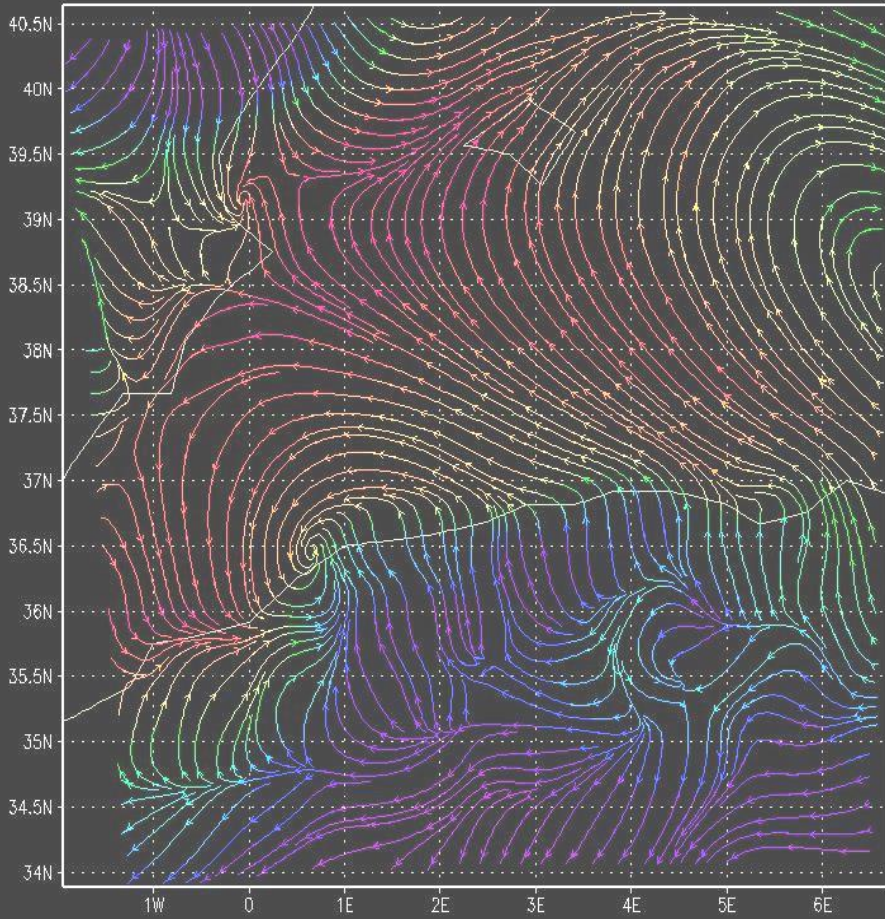


Les émissions d'oxydes d'azote, à 14h00 (heure locale), issues du trafic routier, des industries et de la combustion des déchets dans la zone d'étude.

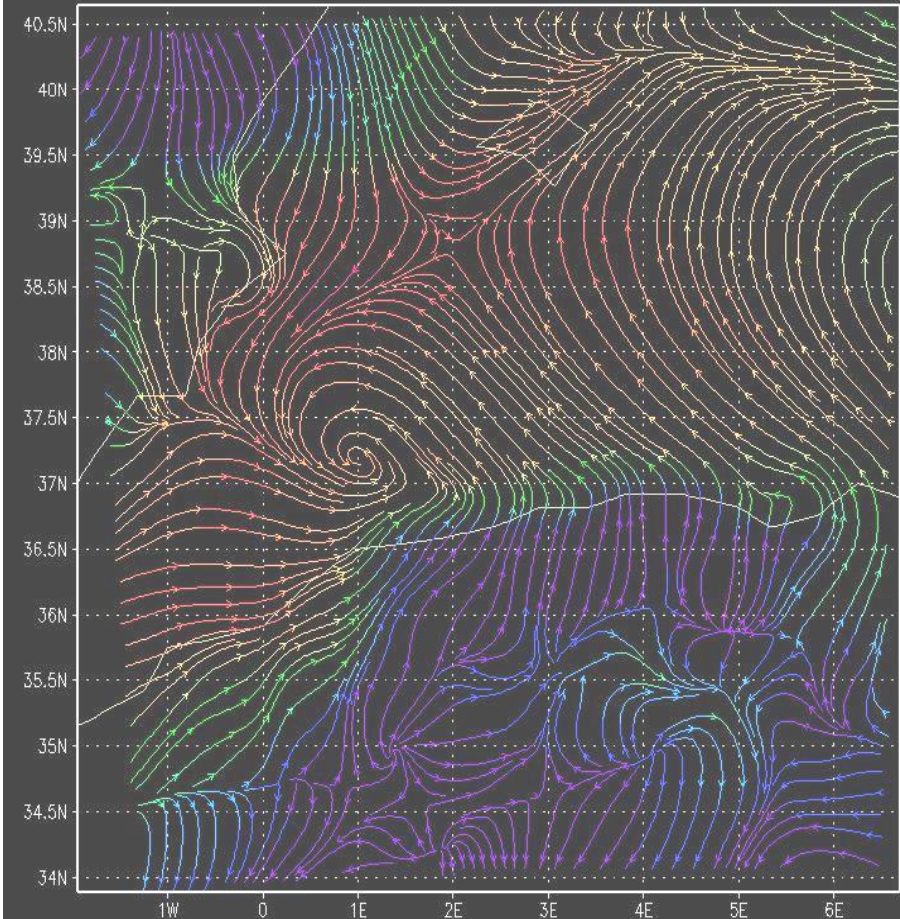
Modélisation de la météorologie

Modélisation de la météorologie

Simulation de la situation météorologique dans la zone d'étude.



12 Août 2006 à 02h00

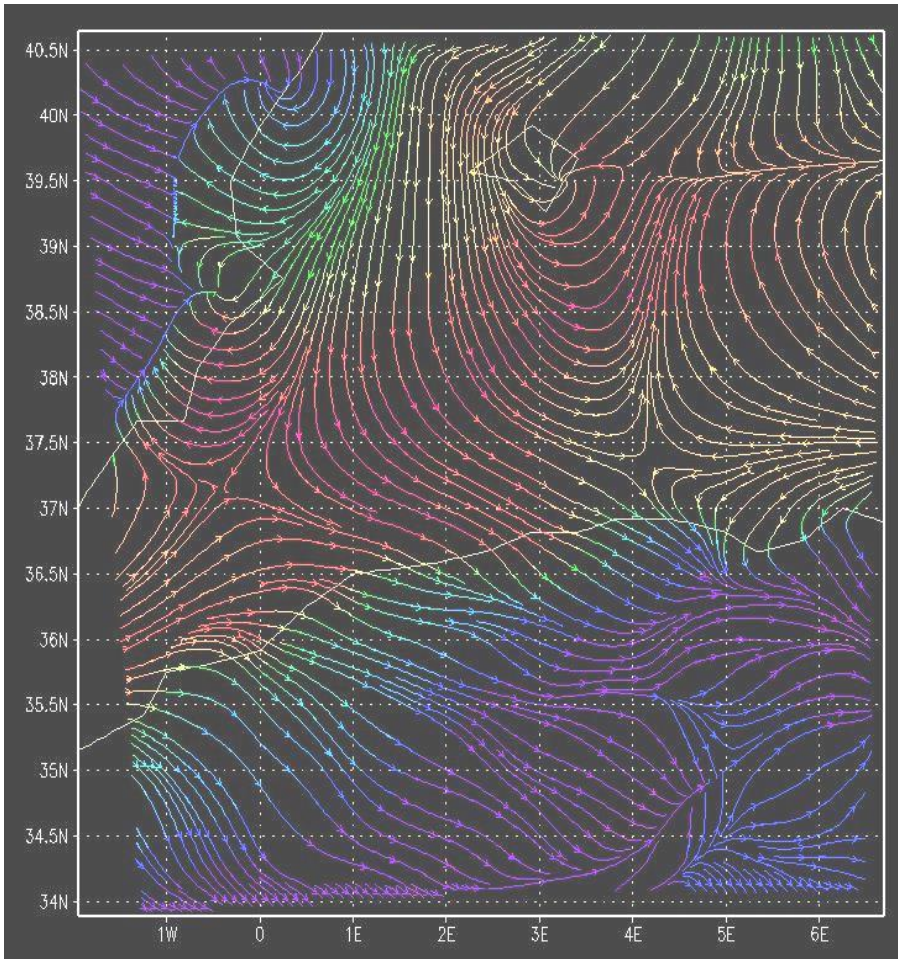


12 Août 2006 à 06h00

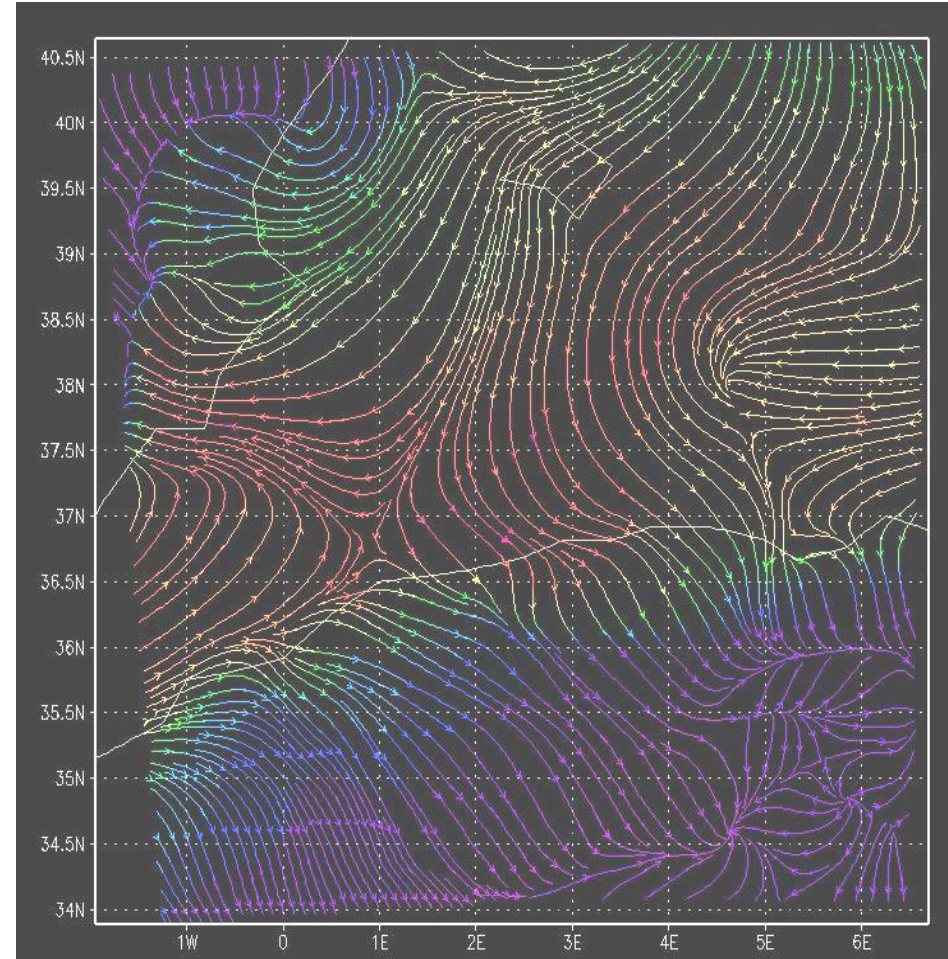
Les champs du vent près du sol (u, v) simulé par le modèle MM5 pour le 12 Août 2006.

Modélisation de la météorologie

Simulation de la situation météorologique dans la zone d'étude.



12 Août 2006 à 14h00



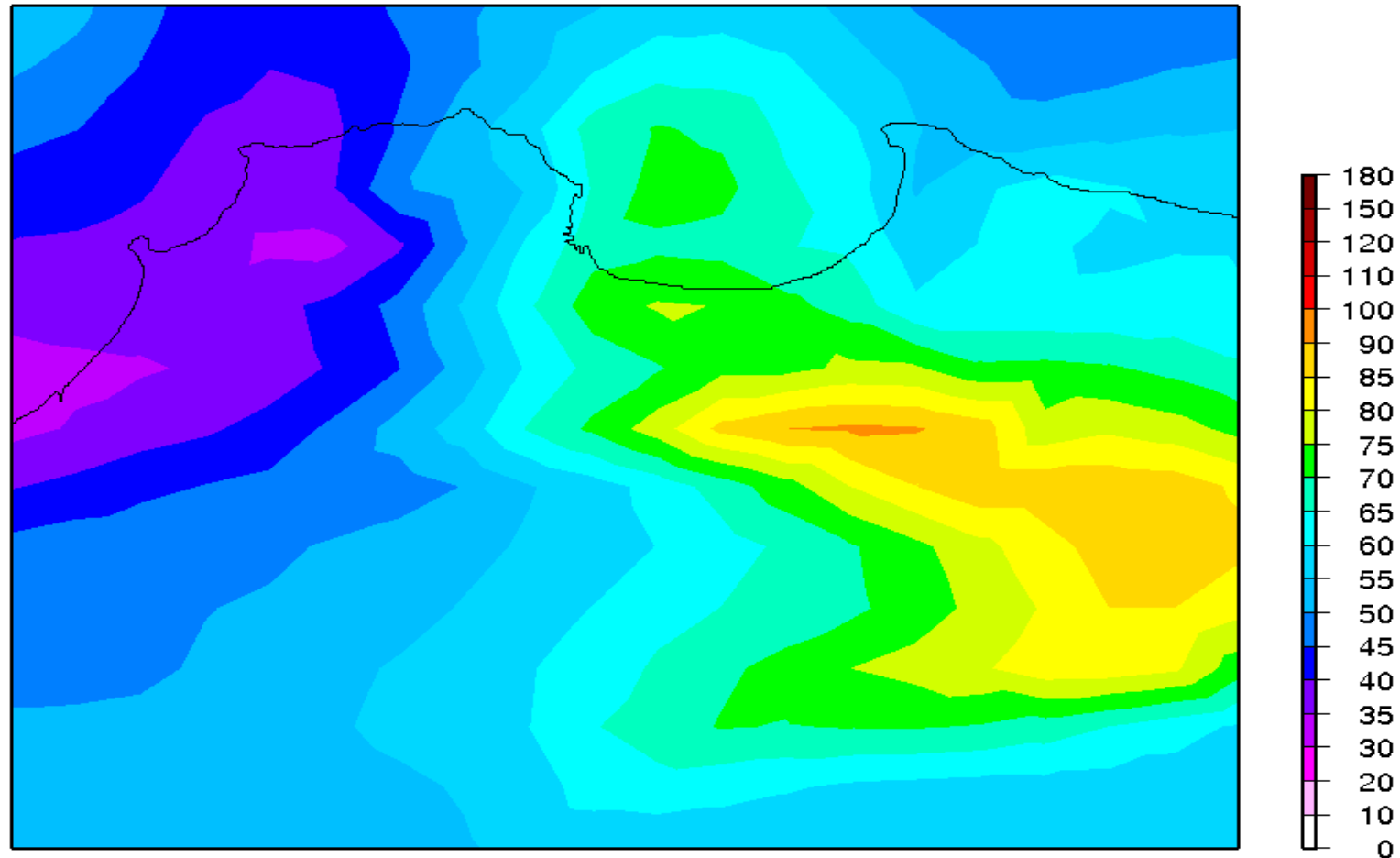
12 Août 2006 à 18h00

Les champs du vent près du sol (u, v) simulé par le modèle MM5 pour le 12 Août 2006.

Modélisation de la qualité de l'air

Modélisation de la qualité de l'air

Modélisation de la qualité de l'air dans la région d'Alger

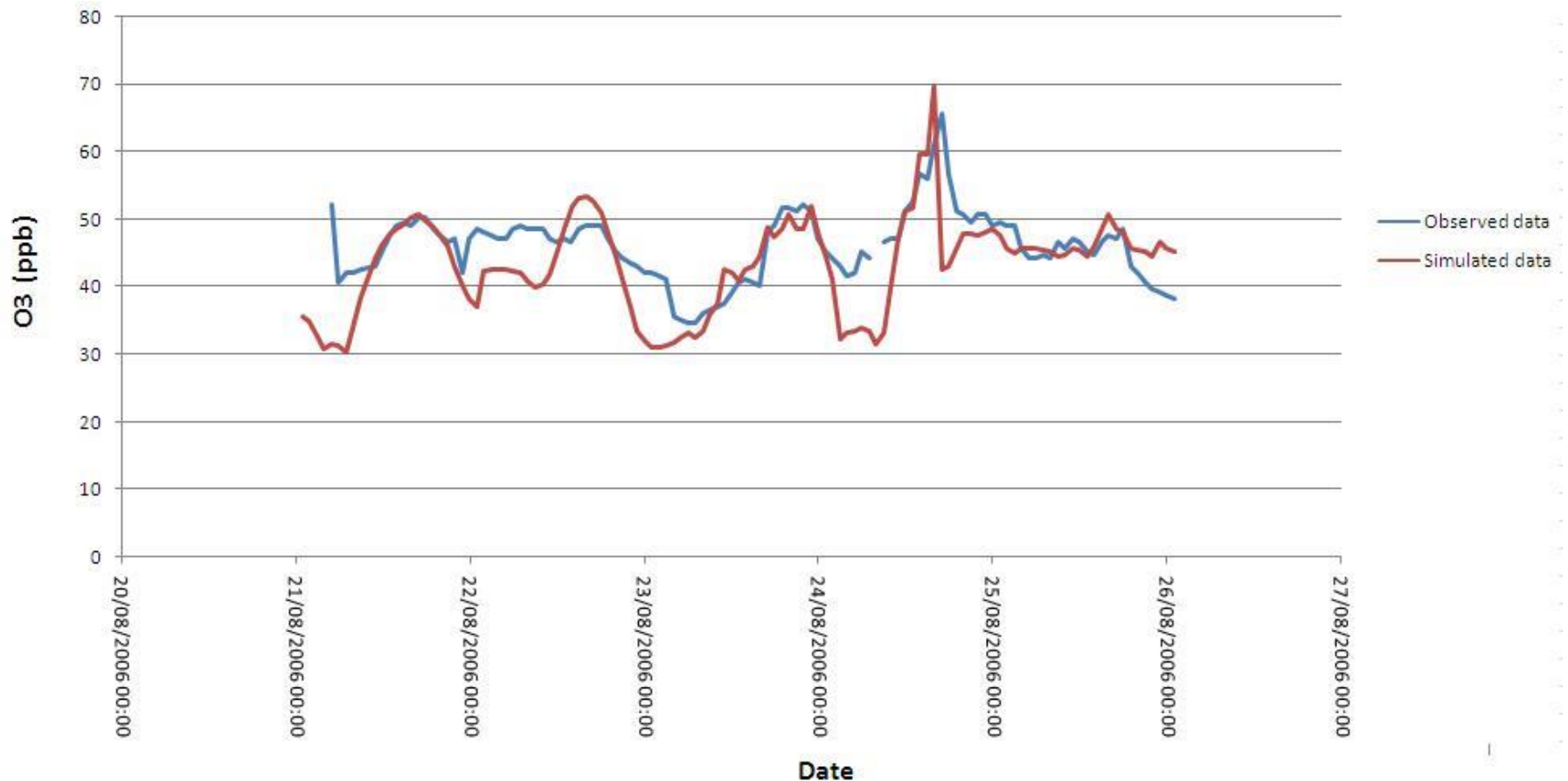


Simulation des concentrations d'ozone en ppb dans la région d'Alger pour le 12/08/2006 à 11h00 (heure locale)

Source: Rahal et Al., 2014.

Modélisation de la qualité de l'air

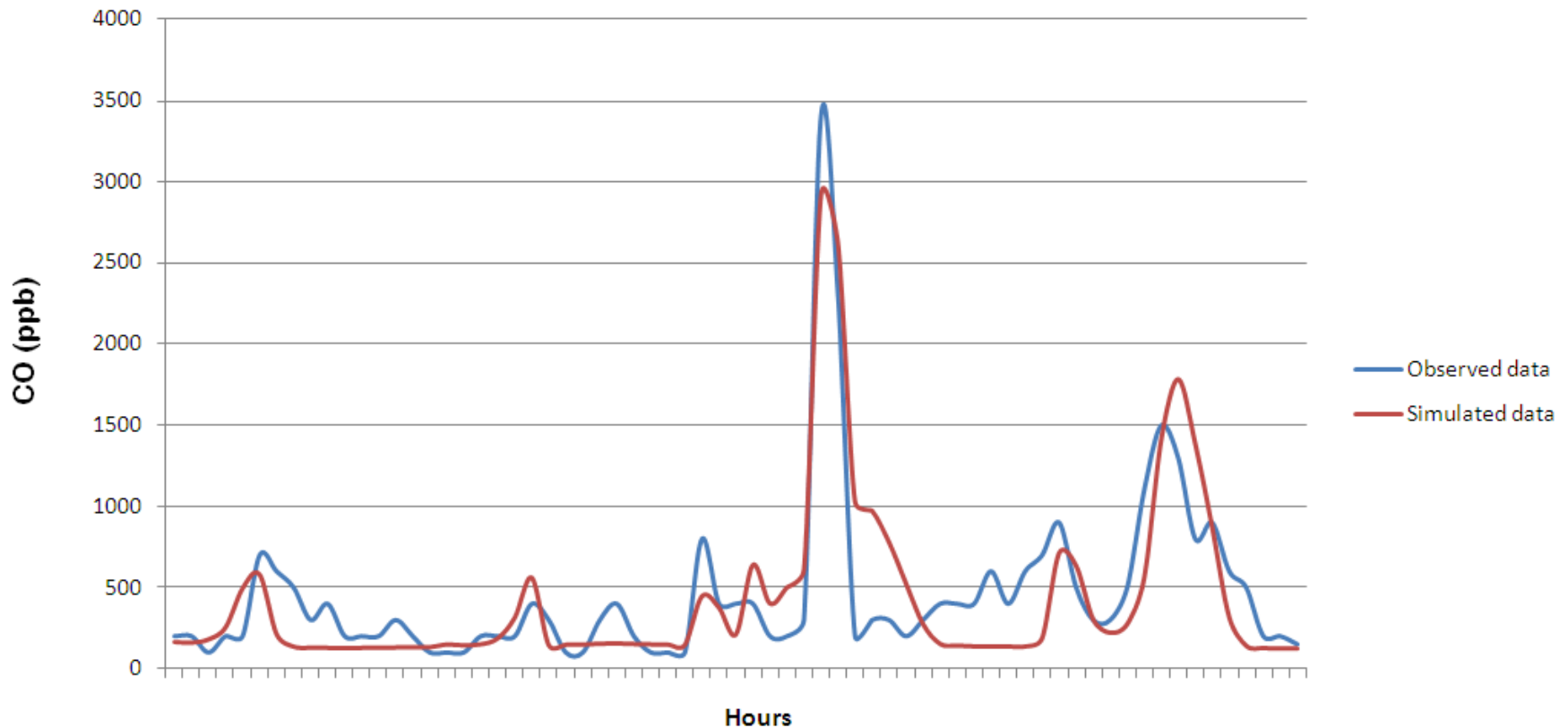
Validation



Séries temporelles des concentrations horaires d'ozone simulées par le modèle CHIMERE et mesurées par la station de surveillance de Benaknoun du 21/08/2006-00h00 au 26/08/2006-00h00.

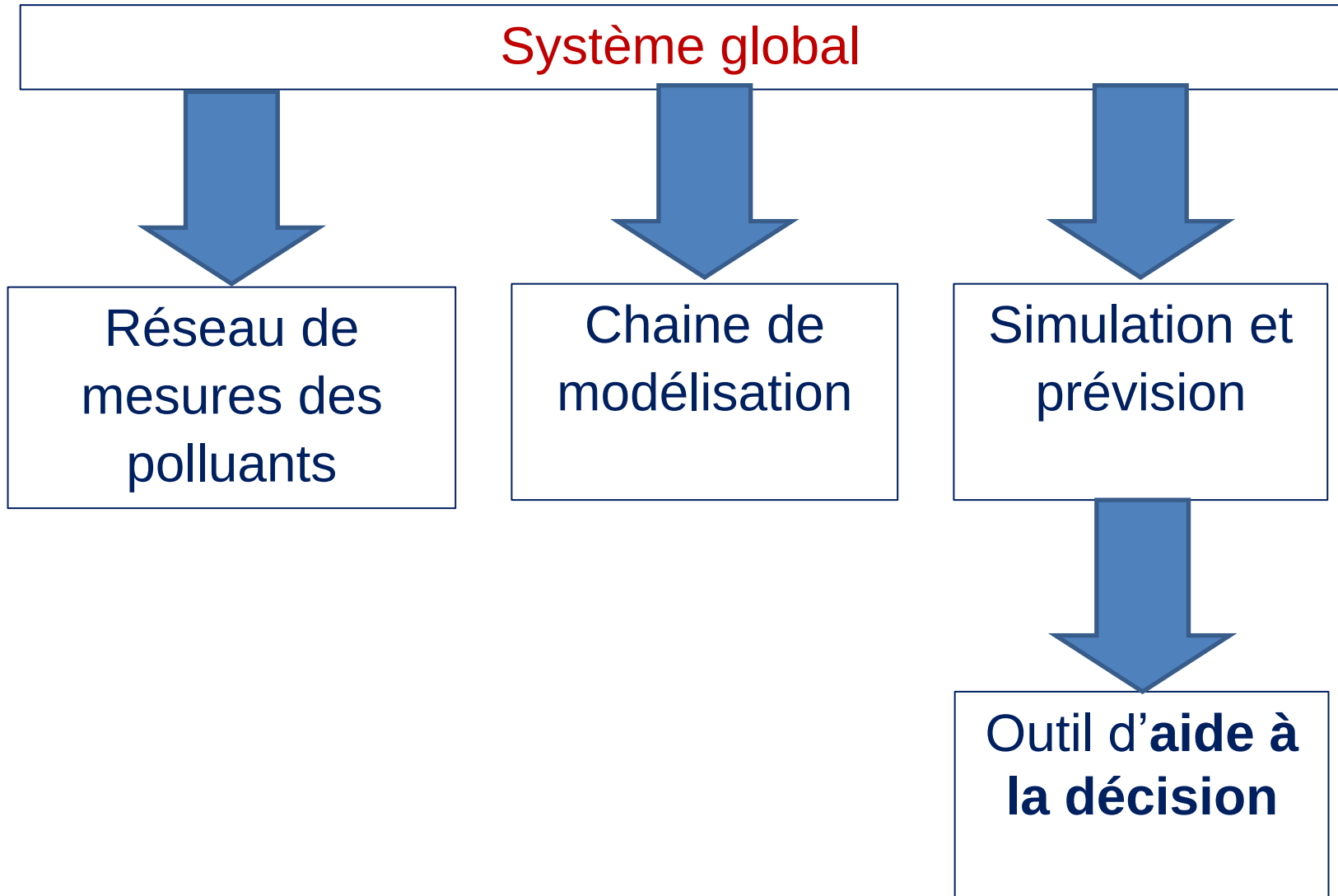
Modélisation de la qualité de l'air

Validation



Comparaison entre les données observées et les données simulées avec le modèle CHIMERE pour le monoxyde de carbone (ppb) durant les jours ouvrables de la première semaine de Février 2006.

Conclusion



Conclusion

- Evaluer l'impact des différentes mesures et **règlements** à prendre ou à reconsidérer (vitesse urbaine, GPL / GNC, projets routiers, ...) sur la qualité de l'air.
- Tester et simuler divers **scénarios** pour aider à la mise en œuvre des procédures de prévention des épisodes de pollution.
- Créer des **cartes de distribution** de polluants qui permettent la surveillance de la pollution en terme de pronostic pour l'information, par des prévisions quotidiennes, du public.

Références bibliographiques

Rahal Farid, Rezak Salima, & Benabadji Nouredine. (2021). Influence of the COVID-19 pandemic on nitrogen dioxide pollution in the city of Oran, Algeria. *AJHS*, 3(2), 52–57.

Doi : 10.5281/zenodo.4657587.

URL: https://zenodo.org/record/4657587#.YHsdUDw6_Z4

Rahal, F. (2020). Low-cost sensors, an interesting alternative for air quality monitoring in Africa. *Clean Air Journal*, 30(2). Doi : 10.17159/caj/2020/30/2.9223.

URL : www.cleanairjournal.org.za/article/view/9223

Rahal, F., Rezak, S., Benabadji, N. (2020). Evaluation of the impact of the COVID-19 pandemic on photochemical pollution in urban areas. *Environmental Health Engineering and Management Journal*, 7(4).

Doi : 10.34172/EHEM.2020.28

URL : <http://ehemj.com/article-1-659-en.html>

Rahal Farid, Hadjou Zahra, Blond Nadège, Aguejdad Rahim. (2018). Croissance urbaine, mobilité et émissions de polluants atmosphériques dans la région d'Oran. *Cybergeo : Revue européenne de géographie*. Doi: 10.4000/cybergeo.29111.

URL : <https://journals.openedition.org/cybergeo/29111>

Rahal, F., Benharrats, N., Blond, N., Clappier, A., Ponche, J. L., (2014). Modelling of air pollution in the area of Algiers City, Algeria. *International Journal of Environment and Pollution*, 54(1), 32-58.

Doi : 10.1504/IJEP.2014.064049

URL : <http://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJEP.2014.064049>

Merci de votre attention



Coordinator

Partners