

Pollution atmosphérique

Effet sur la santé, maladies cardiovasculaires, arrêts
cardiaques

Pr GIBELIN PIERRE

Professeur émérite UCA





Introduction

Principales sources anthropiques en France

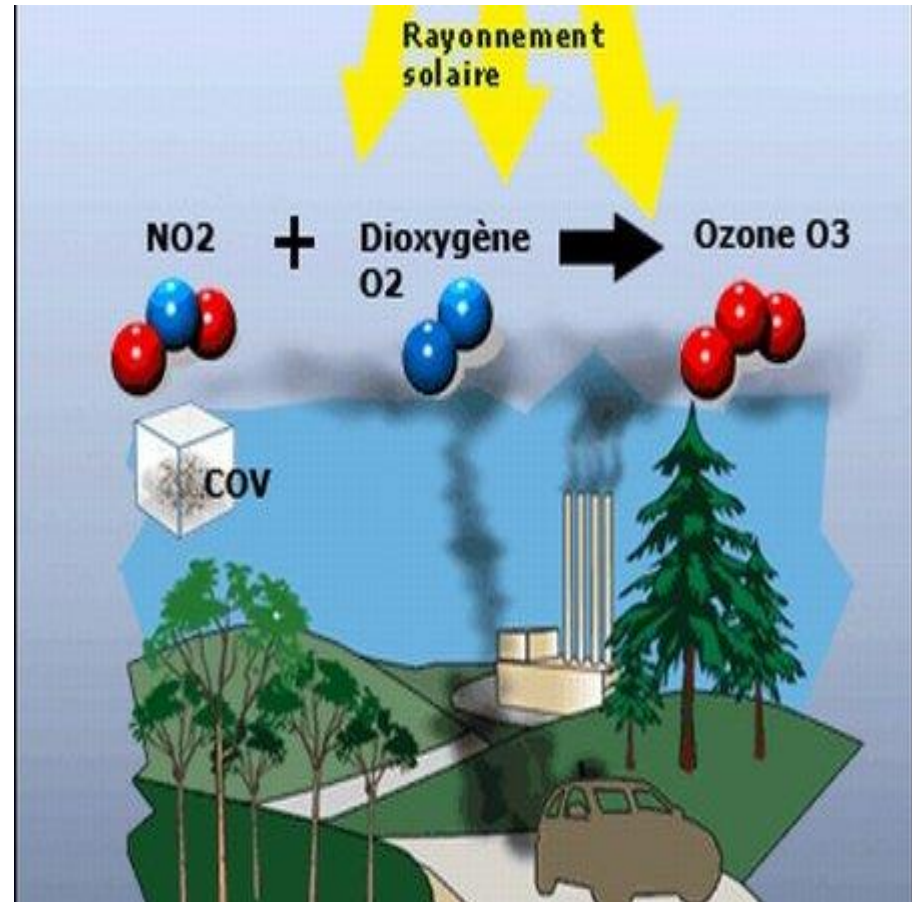
- Moyens de transport
 - routier, aérien, maritime
- Combustion de biomasse
 - (feux de cheminée, feux agricoles, feux de jardin, incendies)
- Centrales thermiques (charbon...)
- Installations industrielles
 - Chimie, pétrochimie, sidérurgie, fabrication de plastique
- Agriculture : épandage d'engrais

Polluants

Gaz

OZONE

- polluant secondaire (non émis directement dans l'air mais résulte d'une transformation par réaction photochimique de précurseurs tel que oxydes d'azote)
- Temps chaud et ensoleillé : été
- Ozone troposphérique : basse altitude



Autres Polluants

- Gaz (suite)
 - Oxydes d'azote (NO, NO₂, NO_x) : moteurs thermiques
 - COV (benzène) : peintures, solvants, encens, parfum, colle...
 - CO (transport)
 - SO₂ (chauffage, transport)
 - Hydrocarbures aromatiques polycycliques :
Benzopyrène (essence diesel) participation aux particules fines
- Particules fines:
 - PM₁₀, PM_{2,5}, ultrafines, Nanoparticules

Effet sur la mortalité

EFFETS SUR LA SANTÉ

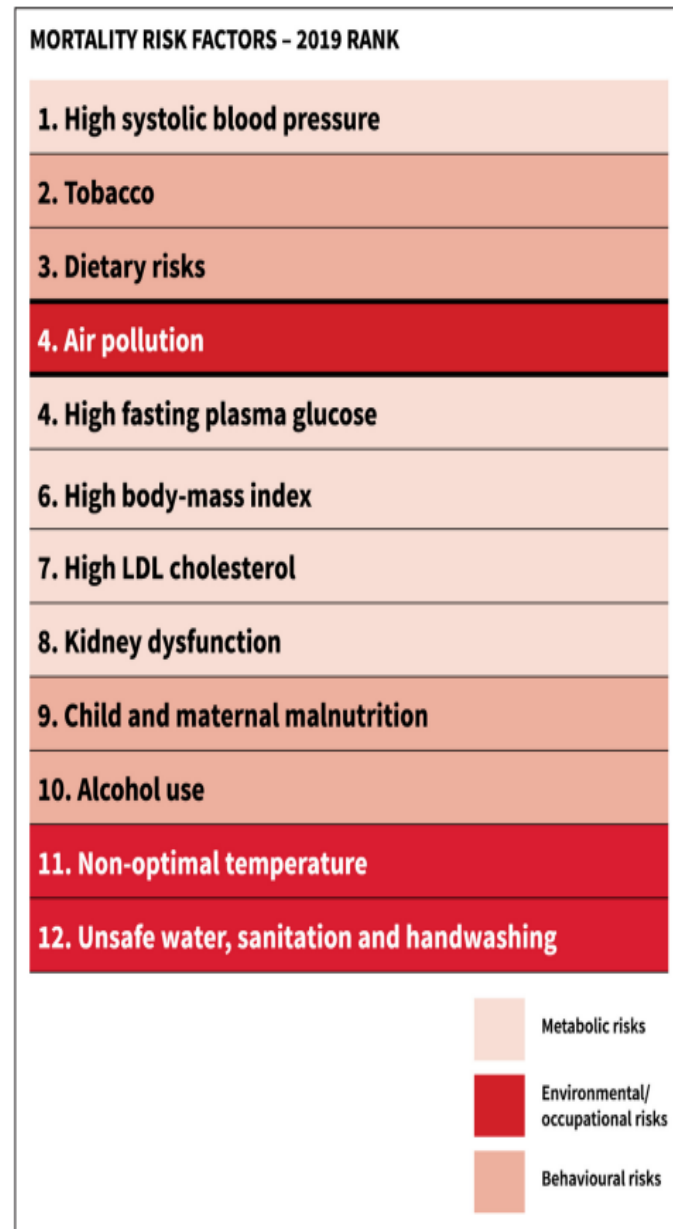
Nouveau facteur de risque

Pollution fait partie du top 10 des facteurs de risque :

4ème position après les risques liés HTA , Tabac, alimentation

Pollution domestique (construction, chauffage, PVC..)

Pollution extérieure : (pollution atmosphérique)



Mortalité globale

- OMS 2020 : 7 millions de décès par an en rapport avec la pollution
 - 4,2 M par pollution de l'air extérieur
 - 3,8 M par pollution de l'air intérieur
 - 91 % de la population mondiale est exposé quotidiennement à un air pollué
 - Surtout pays à revenu faibles en particulier l'Asie
- 2020 en France : 48 000 à 50 000 morts par an attribués à la pollution atmosphérique avec un coût de 100 milliards d'euro/an
- Entre 1990 et 2018 : augmentation de plus de 20 % des décès attribués à la pollution.

Pollution et mortalité

Zhao et coll 2017 : métaanalyse

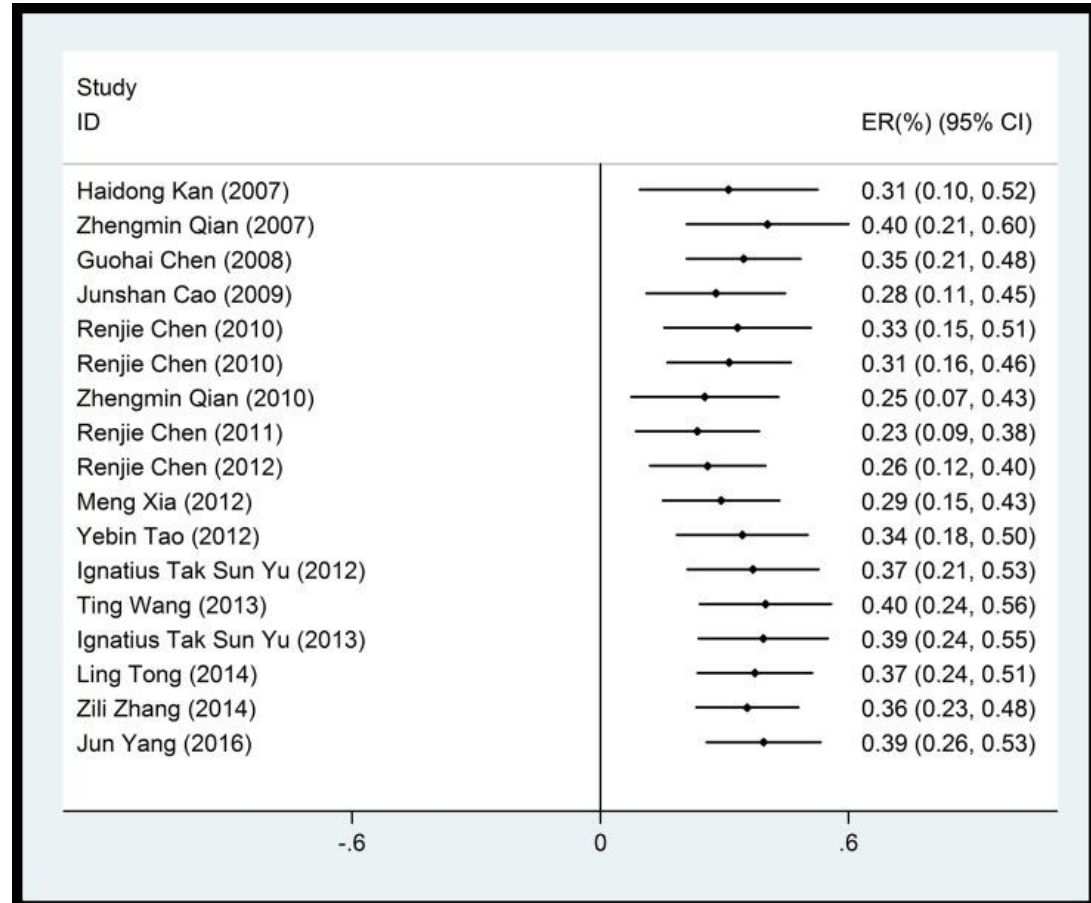
Association plus marquée pour les jours 0 et 1

Les femmes

Les températures basses

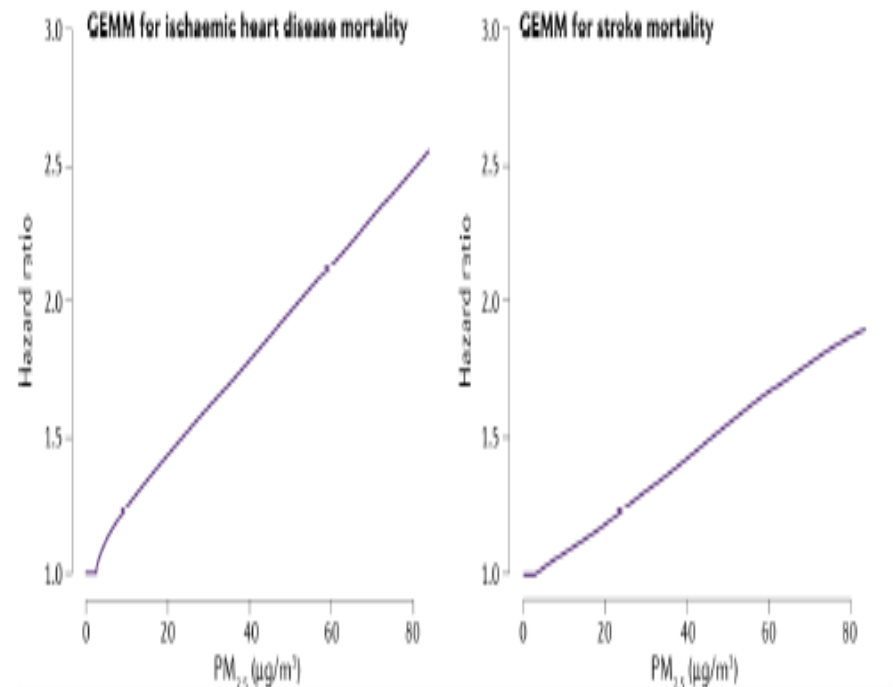
Age >65 ans

Effet plus important des PM 2,5 mais positive pour PM10, NO₂, SO₂, O₃



Mortalité cardiovasculaire

- 70 à 80 % de la mortalité due à la pollution sont d'origine cardiovasculaire
(Association entre PM_{2,5} et mortalité par Infarctus et AVC Kishi et coll Nat Rev Cardiol 2020)
 - 30 à 40% origine cardiaque
 - 30 à 40% AVC
- Pulmonaire : 11 à 15 % BPCO
 - 6 % cancer



Physiopathologie

- Inflammation : pollution particulaire
- Hypercoagulation : augmentation du risque thrombotique :
 - Augmentation de l'agrégation plaquettaire
 - Augmentation du risque thrombotique surtout chez le diabétique
- Anomalie de la vasomotricité artérielle :
dysfonction endothéliale

Physiopathologie

- Augmentation de la pression artérielle
 - Élévation de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM 2,5 entraîne une augmentation de la PA de 8,5 mmHG
- Remodelage cardiaque
- Effet pro athérogène: augmentation épaisseur intima media, score calcique

Personnes plus sensibles à la pollution

- Personnes âgées
- Statut économique bas
- Obèse
- Diabétiques
- Antécédents de maladies coronariennes (infarctus)
- Autres facteurs de risque des maladies cardiaques (HTA, tabac, cholestérol)

Etude de l'impact de la pollution à
l'ozone sur les arrêts cardiaques
dans la région Niçoise

Introduction

- Arrêts cardiaques hors hôpital:40% total des décès cardiovasculaires
- Incidence inchangée
- Survie faible
- Moitié des cas pas d'antécédent cardiovasculaire
- Pollution facteur de risque surtout avec les particules fines
- Effet de l'ozone sur arrêts cardiaques: études plus rares et discordantes
- Ozone: pollution principal région Niçoise

Méthodes

- Étude rétrospective (banque de données du service des urgences du CHU)
- Arrêts cardiaques hors hôpital identifiés comme CV de mars 2010 à mars 2018
- AtmoSud pour l'ozone
 - Pollution horaire, température, humidité
- Études sur les taux moyens à 2h, 8h, 24 h
- Précision de 4 km
- Association données pollutions et données patients (adresse du patient ou localisation de l'arrêt)

Statistiques

- Analyses statistiques complexes basées sur la réconciliation des bases, analyse interférentielle et l'analyse de sensibilité
- Réalisée par le laboratoire de statistique CNRS UCA (labo JA Dieudonné) et le MD lab UCA

Résultats

- 557 arrêts cardiaques ; 90 % à domicile
- Âge moyen : F : 75ans ; H : 68ans
- 62 % témoins
- 40 Pts (7,1 %) arrivés vivants aux urgences, 35 coronarographies, 28 thromboses coronaires aiguës
- Survie à 1 mois : 5,1%
- Très faibles variations entre 2h et 24h
- Distance moyenne entre capteur et ACHH : 9 km

TCaractéristiques des patients		
Total(nombre)	Ensemble	557
	Femmes	217
	Hommes	340
Sexe (%)	Femmes	39%
	Hommes	61%
Age (enannées)	Ensemble	68,8
	Femmes	75,1
	Hommes	65,2
Saison (%)	Printemps/été	55%
	Automne/Hiver	45%
Lieu (%)	Domicile	90%
	Hors domicile	10%
Témoins(%)	Avec	62%
	Sans	38%

Association entre exposition à l'O3 (2h et 24H) et les arrêts cardiaques hors hôpital pour 10µg/m3(OR : odds ratio ; O3 : ozone)

Polluant O3 (µg/m3)	Odd Ratio (95%)
2h	1,12 (1,01-1,25)
24h	1,18 (1,03-1,35)
Polluant PM2,5(µg/m3)	
2h	0,91 (0,90-0,99)
24h	0,90 (0,93-1,01)
Polluant PM10 (µg/m3)	
2h	0,91 (0,90-0,99)
24h	0,92 (0,90-0,98)

Résultats (suite)

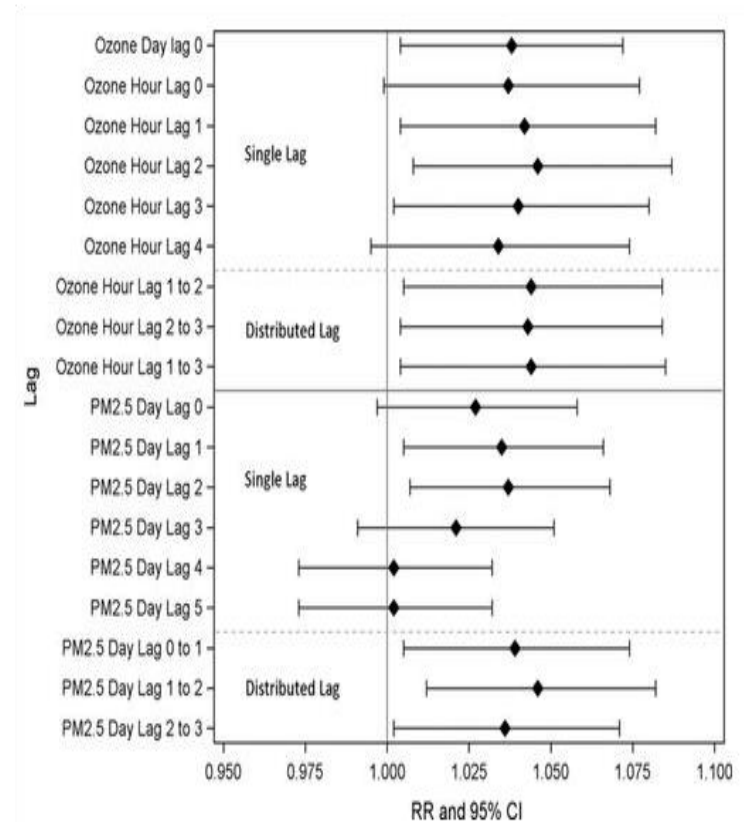
- Patients aux ATCD connus (42 %) :
 - Pas de différence entre ATCD ou pas d'ATCD d'hospitalisation
 - Patients avec ATCD connus:
 - Pas de différence avec ou sans hospitalisation pour
 - IDM ($p = 0,20$), IC ($p = 0,18$), HTA ($p = 0,07$), AVC ($p = 0,10$)
- Pas d'effet des particules fines
- Pas d'effet de l'âge, du sexe, des saisons, du lieu (domicile ou extérieur)

Discussion

- Lien entre arrêt cardiaque et pollution établi
 - La plus récente: Cheng(J expo Sci environ epidemiol juillet 2020)
- O3 et arrêts cardiaques discordantes
 - Pas de lien:Xia,Kang,wichmann,straney
 - Concordant avec nos resultats:Pradeau,yoifuji,Rosenthal,Ensor,cheng

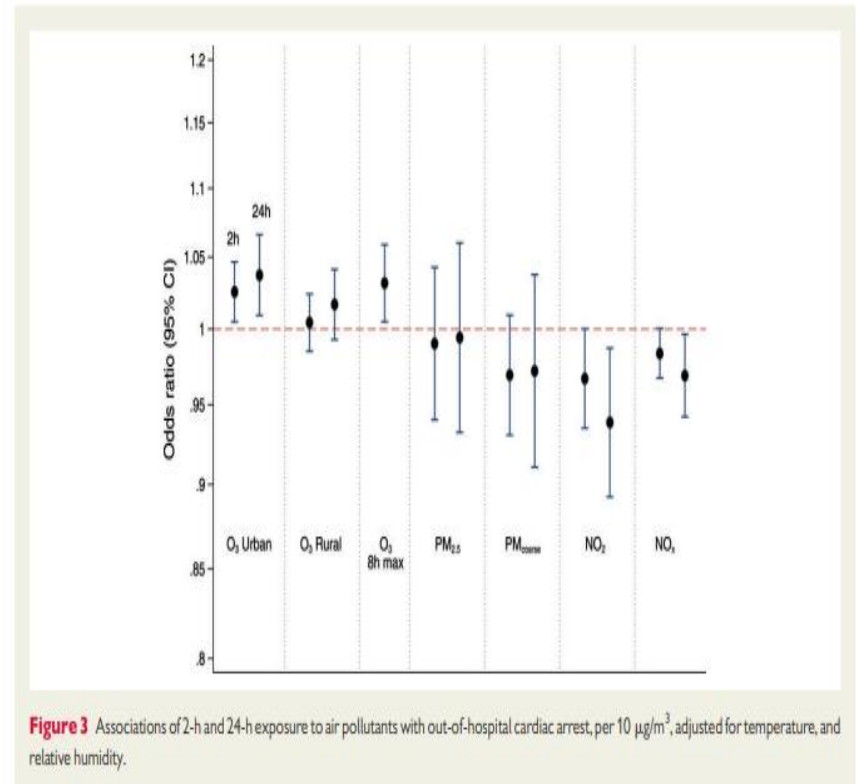
Discussion

- Ensor et coll. (circulation 2013)
 - 11677 ACHH Texas : augmentation de 20 ppb O₃ risque accru D'ACHH JO (1,039 ; IC 95 % : 1,005-1,073)
 - Risque plus élevé pour le H, les noirs et >65 ans
 - Pollution O₃ liée à la température



Discussion (suite)

- Raza et coll. (Environmental pollution 2019)
 - 11923 AC registre suédois de 2006-2014
 - 90% AC intérieur
 - 16% ATCD IDM, 24 % arythmies (FA), 2,5 % AVC, 3,3 %HTA, 6 % diabète
 - Augmentation de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 2h et 24 h est associée à augmentation de 2 % du risque d'AC
 - Indépendant des ATCD : paradoxal risque diminué si ATCD de FA (effet protecteur des BB?)
 - Pas de lien avec les PM



Discussion (suite)

- Zhao et coll. (Int J Prev Cardio 2019) méta analyse sur 15 études : lien (1,016 ; 95 % : 1,008-1,024) mais plus tardif (J2)
- Xia 2017 sur 4720 Pts : pas de lien avec O₃
 - Différence de type de polluant
 - O₃ polluant majeur des villes du sud de l'Europe avec visibilité élevée et PM bas (trafic routier)
 - Pékin : PM pollution majeur (anthropogénique combustion charbon, pétrole)
 - Nice : O₃ polluant majeur : climat chaud et ensoleillé et peu d'usines polluantes
- Problème pour une étude semblable sur l'ensemble de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur

Simoes F et Gibelin P (Scientific Report 2022;12:1900)

Pollution et insuffisance cardiaque région PACA

- Étude rétrospective de 2013 à 2018 sur la région Provence-Alpes-Côte d'Azur
- 43 400 patients OAP : observatoire régional des urgences (ORUPACA) : 47 centres d'urgence
- Pollution quotidienne : AtmoSud (84 capteurs) sur 357 zones
- Association pic de pollution (O_3 , NO_2 , PM) et admission aux urgences pour OAP (statistiques: DLNM: effet non linéaire et retardé)
- Effet significatif de chaque polluant $PM_{2,5}$ (RR16%), O_3 (RR:14%), PM_{10} (RR:13%), NO_2 (RR:11%)
- 6 clusters (définis par la tendance homogène de pollution) cluster 1 : campagne, cluster 2 : villes côtières taille moyenne, cluster 3 : montagnes, cluster 4 : villes côtières grandes villes, cluster 5 : autoroutes, cluster 6 : côté ouest étang de Berre

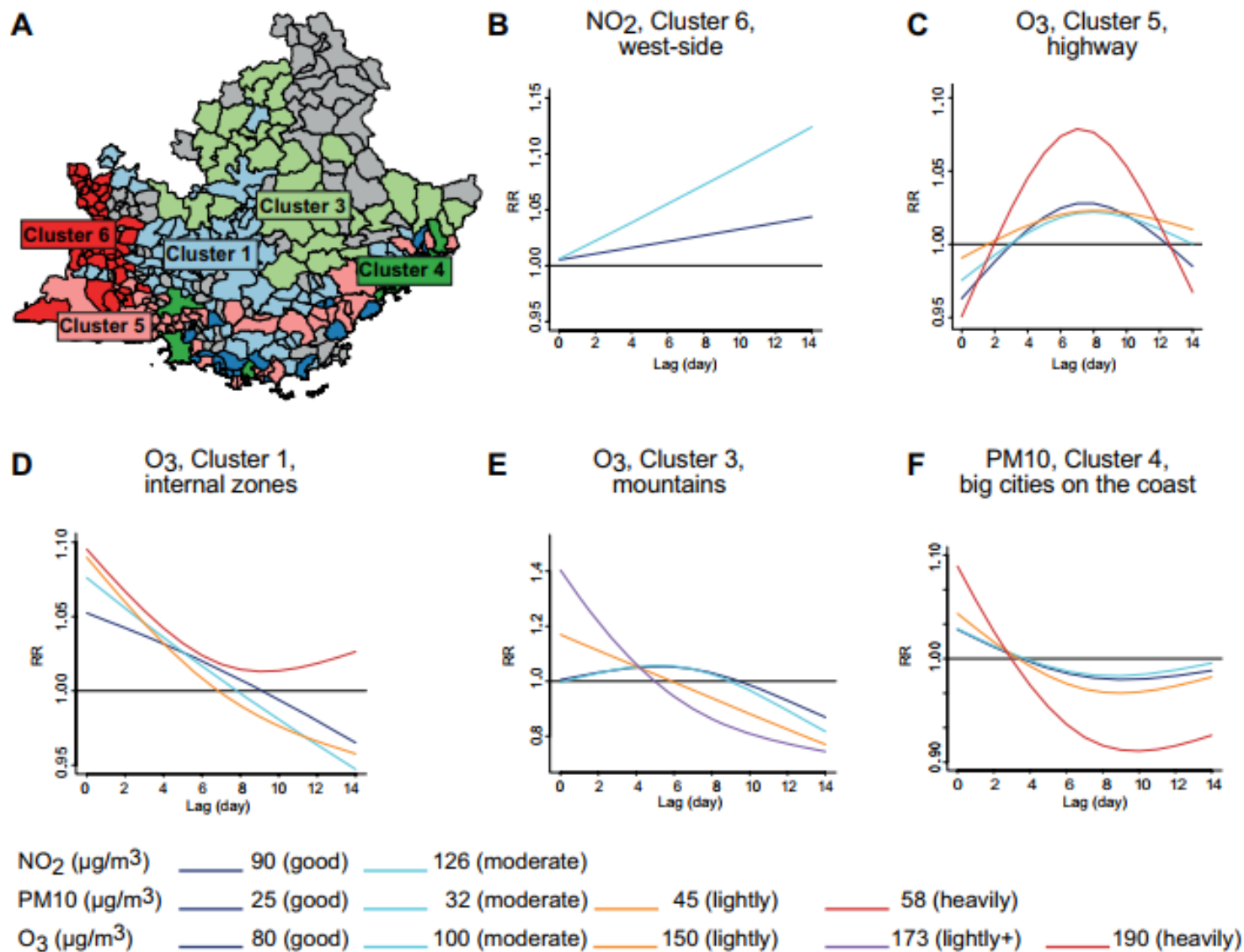


Figure 4. DNNM by pollution clusters (only significant results are reported). (A) Zones of Rio de Janeiro coloured

Limites de l'étude

- Possibilité d'intoxication à distance de son accident
- Attribution à un arrêt cardiaque par défaut
- Antécédents d'hospitalisation connus dans moins de la moitié des cas
- Distance entre capteur et arrêts.
 - Variations rapides de la température, de la pression atmosphérique, vents
 - Biais commun à la plus part des études

Mécanismes

- Dysfonction du système nerveux autonome
 - Études sur sujets sains : association entre taux élevés d'O₃ et modifications de la variabilité de la FC, allongement QT (Arjomandi 2015)
 - O₃ personnes âgées cardiaques : réduction de la variabilité de la Fc (Delvin2012)
- Atteinte ischémique (augmentation des IDM ruptures de plaques, PA, Cholestérol)
- Atteintes pulmonaires (hypoxie, abus de bronchodilatateurs arythmies)

Conclusion

- Association entre exposition aigue à un taux élevé d'O₃ et arrêts cardiaques
- Pas de lien avec PM
- Pas d'effet du sexe, de l'âge, des saisons ou du lieu
- Rôle du système nerveux autonome et de l'ischémie
- En pratique:
 - Information sur la pollution à l'ozone (population, urgences), éducation des patients
 - alignement de la France aux taux d'alerte de l'OMS 100 µg/m³ (niveau d'information: 125 µg/m³ et 1er seuil d'alerte 240 µg/m³)