



Pollution de l'air et santé

Dr. Thomas BOURDREL
Collectif Strasbourg Respire

strasbourgrespire@gmail.com

www.strasbourgrespire.fr



Sommaire

Introduction

1. Effets cardiovasculaires
2. Cancers
3. Effets pulmonaires et allergiques
4. Effets neurologiques
5. Effets in utero

Introduction (1)

- La pollution de l'air extérieur a causé **3,7 millions de morts** en 2012 (selon l'OMS) → Autant que le sida et la malaria réunis
- La pollution de l'air est la **première cause de morbidité d'origine environnementale** (OMS)
- La pollution de l'air est une des **premières causes environnementales des cancers** (OMS, OCDE)
- En France, en raison de la complexité des évaluations, les données naviguent dans des fourchettes larges (entre 17 000 et 42 000 morts)

Introduction (2)

- Les particules en suspension (notées PM en anglais pour *Particulate matter*) incluent les matières microscopiques en suspension dans l'air (mais aussi dans l'eau).
- Les particules dites fines, dont le diamètre est inférieur à $10\mu\text{m}$ (PM 10) ou inférieur à $2,5\mu\text{m}$ (PM 2,5) sont particulièrement toxiques, voire mortelles.
- Les PM 10 et 2.5 sont d'origine naturelle (érosion de volcans, etc.) mais aussi, et surtout, dues à l'activité humaine (trafic routier/notamment diesel, chauffage au bois et industries).
- Autres polluants: Gaz (NO_x , SO_2 , CO_2), métaux lourds, hydrocarbures..

Introduction (3)

- Selon la Commission européenne, les niveaux ambiants de PM2.5 sont responsables d'une **baisse de l'espérance de vie** de près d'une année en moyenne sur le territoire de l'Union européenne.

COM (2005) 446 du 21.09.2005

- Récemment confirmé par l'étude « Aphekom » conduite par l'INVS.

Introduction (4)

- **Pas de seuil** de pollution en-dessous duquel il n'y aurait pas d'impact sanitaire.
- Rapport du Sénat évalue à **plus de 100 milliards d'euros par an les coûts** de santé publique pour la France métropolitaine.
- Etude du MIT (Massachusetts, avril 2012, étude de cas portant sur le Royaume-Uni): **Les gaz d'échappement tuent 4 fois que les accidents de la route.**

1. Effets cardiovasculaires

Les maladies mortelles dues à la pollution atmosphérique sont pour les **3/4** des pathologies **cardiovasculaires**, et pour **1/4** des maladies respiratoires ou des cancers du poumon.

Lelieveld et *al.* Nature 525, 367–371

Augmentation significative de la **mortalité** cardiovasculaire:

- Ischémie cardiaque (**infarctus**)
- Trouble du rythme cardiaque (en particulier **arythmie ventriculaire**, souvent létale)
- **Insuffisance cardiaque**

1. Effets cardiovasculaires

- Congrès de l'American Heart Association
 - Pollution élevée augmente le risque de **crises cardiaques répétées de plus de 40%**. Répétées car non seulement les niveaux élevés de pollution atmosphérique sont des facteurs déclenchants de crise cardiaque et d'accident vasculaire cérébral, mais sont des facteurs de récurrence sur le long terme des événements cardiaques
 - Premières études démontrant effets cardio dès 1977..

Quelques exemples d'études....

Harvard six cities study

- Etude de 1970 à 1990 (9000 pers.): association entre l'exposition au long terme aux particules fines et la mortalité.

Dockery et al. *N Engl J Med* 1993; 329:1753-1759

- Etude reprise et poursuivie jusqu'en 1998:
Confirmation d'une corrélation significative avec la **mortalité cardiovasculaire** et **cancer du poumon**.

Laden et al. *Am J Respir Crit Care Med*. 2006. Vol 173. pp 667-672

Cardiovascular Mortality and Long-Term Exposure to Particulate Air Pollution

- Données médicales, facteurs de risque, et causes de décès, collectés par the American Cancer Society de 1979 à 2000 (500 000 adultes)
- Exposition **au long terme aux PM** était fortement associée à mortalité par **infarctus, troubles du rythme cardiaque, insuffisance cardiaque et arrêt cardiaque.**
- Chaque \nearrow de **10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** de PM était associée à une \nearrow de 8% à 18% du risque de mortalité cardiovasculaire.
- Mortalité attribuable aux problèmes respiratoires était moins significativement augmentée.

Pope et *al.* Circulation. 2004;109:71-77.

The California Teachers Study

- Etude portant sur **45 000 femmes** et leur lieu de résidence pendant 5ans.
- Forte corrélation entre l'exposition long terme aux PM 2.5. (ainsi qu'à plusieurs de leurs composants) et les pathologies cardiopulmonaires, cardiaques ischémiques (infarctus) et la mortalité pulmonaire.

Ostro et al. Environ Health Perspect 2010, 118:363-369

The California Teachers Study

- Exposition prolongée au PM 2.5. et à plusieurs de ses constituants: ↗ mortalité des pathologies **ischémiques cardiaques** (infarctus).
- ↗ du risque pour les PM 2.5., OC (organic carbon) et SO4 était respectivement de 2.10, 2.02 et 1.82 (**risque x 2**)

Ostro et al. Environ Health Perspect 2010, 118:363-369

Nurses' Health Study

- 66250 Femmes: lieu de résidence pendant 10 ans
- ↗ globale de la mortalité en lien avec les PM 2.5. et surtout des **décès par infarctus** cardiaque:
augmentation x2 pour chaque augmentation de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Lien plus faible entre décès cardiaques et les P.M 10 à 2.5.

Puett. *Environ Health Perspect* 2009, vol. 117, n 11

Long-term exposure to air pollution and incidence of cardiovascular events in women

- 65,893 femmes en post-ménopause pendant 6 ans en moyenne/ lieu de résidence:
- Chaque \nearrow de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ était associée à une \nearrow de 24% du risque d'accidents cardiovasculaires et d'une \nearrow de 76% de décès d'origine cardiovasculaire.
- \nearrow également du risque d'accidents vasculaires **cérébraux** liée à \nearrow des niveaux de PM2.5.

Miller et al. *n engl j med* 356;5 february 1, 2007



Long-term air pollution exposure and cardio- respiratory mortality: a review

- Métaanalyse: Ces études récentes confirment les associations trouvées dans des études précédentes sur les PM 2.5.
- Une exposition au long terme aux PM2.5 était plus associée à la mortalité par maladie cardiovasculaire (en particulier les maladies ischémiques cardiaques) qu'aux maladies respiratoires non malignes.

Hoek et al. *Environ Health Perspect* 2013, 12:43



Long-term air pollution exposure and cardio-respiratory mortality: a review

- Toutes les causes de mortalité étaient significativement associées au carbone élémentaire (carbone organique) et au NO₂ (oxyde d'azote), tout deux marqueurs de sources de combustion.
- Il y avait une faible corrélation pour les particules plus grosses (PM_{2.5-10}).

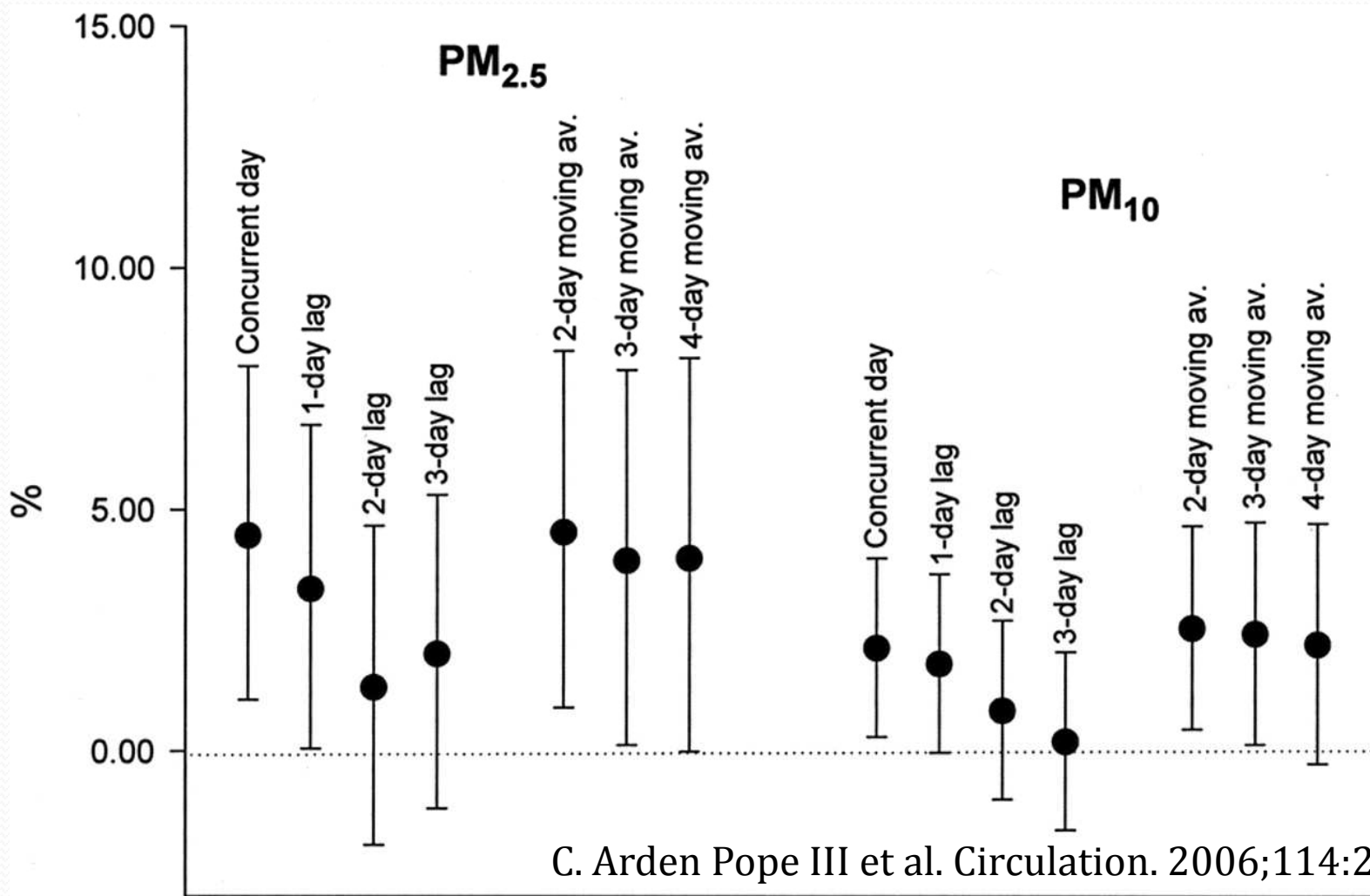
Hoek et al. *Environ Health Perspect* 2013, 12:43

Mortalité cardiovasculaire et trafic routier

- 906 personnes ayant eu un infarctus et ayant survécu:
- Analyse de leur exposition au trafic dans les heures et jours précédents (temps passé en voiture, bus, vélo...):
Liens entre **exposition au trafic** (voiture, bus, vélo) et **infarctus (x 3 dans les 2h)**.

Peters et al. *N ENGL J MED* oct 2004 315;17

Figure 1. Percent increase in risk (and 95% CI) of acute coronary events associated with 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ of PM_{2.5} or PM₁₀ for different lag structures. av Indicates average.





Mortalité cardiovasculaire et trafic routier

Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the Netherlands: a cohort study:

Habiter près d'un axe routier majeur augmente la mortalité cardiovasculaire (Risque x 2)

Hoek et al. *Lancet* 2002; 360: 1203–09



Mortalité cardiovasculaire et trafic routier

Roadway proximity and risk of sudden cardiac death in women

- Habiter dans un rayon de 50 mètres d'un grand axe routier augmente le risque de mort subite d'origine cardiaque de 38% vs habiter à une distance d'au moins 500 mètres
- Influence également de la pollution sonore due au trafic?

Hart et al. *Circulation*. 2014 Oct 21;130(17):1474-82



Mortalité cardiovasculaire et trafic routier

Influence du bruit dans mortalité proche d'axe routier?
Faible à en croire:

Traffic noise and cardiovascular risk: the Caerphilly and Speedwell studies, third phase. 10-year follow up

Babisch et al. *Arch Environ Health*. 1999 May-Jun;54(3):210-6.



Mortalité cardiovasculaire et trafic routier

Residential Proximity to Major Roadway and 10-Year All-Cause Mortality After Myocardial Infarction:

Corrélation entre distance habitation d'un grand axe routier et taux de survie à 10 ans après un infarctus

Rosenbloom et al. *Circulation*. 2012; 125: 2197-2203

2. Cancer

- Cancers **poumon** et **vessie**: particules **diesel** (par extension, particules fines)
- Cancers **sang** (leucémie): dérivés Benzène, formaldéhyde (moteurs diesel et essence)
- Certaines formes de cancer de l'**enfant** corrélées également aux polluants du trafic routier (Leucémie, tumeur à cellules germinales, rétinoblastome [forme bilatérale]): surtout si exposition grossesse et premières années de vie

2. Cancer

- Le Centre international de Recherche sur le Cancer (CIRC), qui fait partie de l'**OMS**, a classé en 2012 les gaz d'échappement des moteurs **Diesel cancérigènes certains** pour l'homme (Groupe 1 comme tabac et amiante) sur la base d'indications suffisantes prouvant un risque accru de **cancer du poumon**.
- Les particules fines ont été évaluées séparément et classées, elles aussi, comme **cancérigènes certains** (classe 1) pour l'homme.
- Moteurs essences: classe 2B (cancérigène probable)

Cancer du poumon: principales études

- ***The miners study*** : étude sur mineurs (hors métaux)

Attfield et al., 2012

- Même étude ajustée au statut tabagique

Silverman et al., 2012

⇒ **Risque cancer poumon: 2 à 3 fois plus élevé**

Cancer du poumon: principales études

- Cheminots exposés aux émanations de diesel ont une augmentation de 40 % du risque de cancer du poumon.

Garshick et al., 2004

- Vaste étude de cohorte au sein de l'industrie routière aux Etats-Unis a rapporté une augmentation de 15 à 40% du risque de cancer du poumon chez les chauffeurs routiers et dockers.

Garshick et al., 2008

Cancer du poumon: principales études

The ***SYNERGY project*** a recueilli des informations sur exposition au travail, tabagisme en analysant **11** études cas-contrôles en **Europe** et au **Canda** rassemblant plus de **10000** cas et confirme l'association entre exposition professionnelle aux émissions de moteurs **diesel** et le risque accru de **cancer du poumon**.

Am J Respir Crit Care Med Vol 183. pp 941-948, 2011

Cancer du poumon: principales études

- Etude **prospective** sur une durée de 26 ans de **non fumeurs**
- Chaque augmentation de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM 2.5 était associée à une augmentation de 15-27% de la **mortalité** par cancer du poumon.

Turner et al. *Am J Respir Crit Care Med*, Vol. 184, No. 12 (2011)

Cancer du poumon: principales études

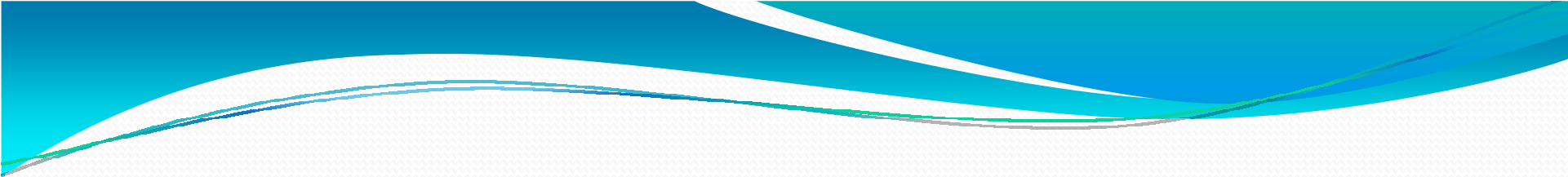
Traffic-related air pollution and lung cancer: a meta analyse:

- Métaanalyse de 1106 études (36 études au final)
- Exposition SO₂ NO₂ et PM: Augmentation risque cancer poumon
- Confirmation également d'une augmentation du risque chez les chauffeurs professionnels

G.Chen et al. *Thoracic Cancer* 6(2015) 307-318

Cancer du poumon: principales études

- Chez le **rat**, les gaz d'échappement dans leur ensemble provoquaient une augmentation du nombre de **tumeurs du poumon**. Les particules fines présentes dans les gaz d'échappement des moteurs diesel instillées par voie intratrachéale provoquaient chez le rat des tumeurs pulmonaires bénignes et malignes.
- Extraits de **particules fines** provoquaient des **carcinomes pulmonaires** chez le **rat** et des sarcomes pulmonaires au niveau du point d'**injection** chez la **souris**.



3. Effets pulmonaires (hors cancer) et allergie

- Mortalité pulmonaire connue depuis le Smog de Londres (1952) néanmoins rôle majeur du tabagisme à cette époque.
- Paradoxalement moins d'études scientifiques sur les effets pulmonaires que cardiovasculaires

3. Effets pulmonaires (hors cancer) et allergie

Quelques études: **APHEKOM** (portant sur 25 villes européennes)

→ Habiter à proximité de grands axes de circulation pourrait être responsable d'environ **15 à 30 % des nouveaux cas d'asthme** de l'enfant, et, de proportions similaires ou plus élevées de **BPCO** et de maladies coronariennes chez les adultes âgés de 65 ans et +.

3. Effets pulmonaires (hors cancer) et allergie

- PM penetrates into and is retained in the walls of small airways, and that, even in nonsmokers, long-term exposure to high levels of ambient particulate pollutants is associated with **small airway remodeling**.

Churg et Al, *Environ Health Perspect* 111:714–718 (2003).

3. Effets pulmonaires (hors cancer) et allergie

- Surtout **PM 10** (davantage retenues dans les voies respiratoires que les PM2.5) et **NO2**:

Augmentation de la **mortalité respiratoire**:

↗ de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM 10, risque x 1,67

↗ de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO2, risque x 2,97

Guang-Hui Dong *Respiration* 2012;84:360–368:

4. Effets neurologiques

- Alzheimer et Parkinson précoces (Mexico)

Calderon-Garciduenas et al. *Biomed Res Int.* 2013

- ***Systemic inflammation and disease progression in Alzheimer disease***

Holmes et al. *Neurology.* 2009 Sep 8;73(10):768-74

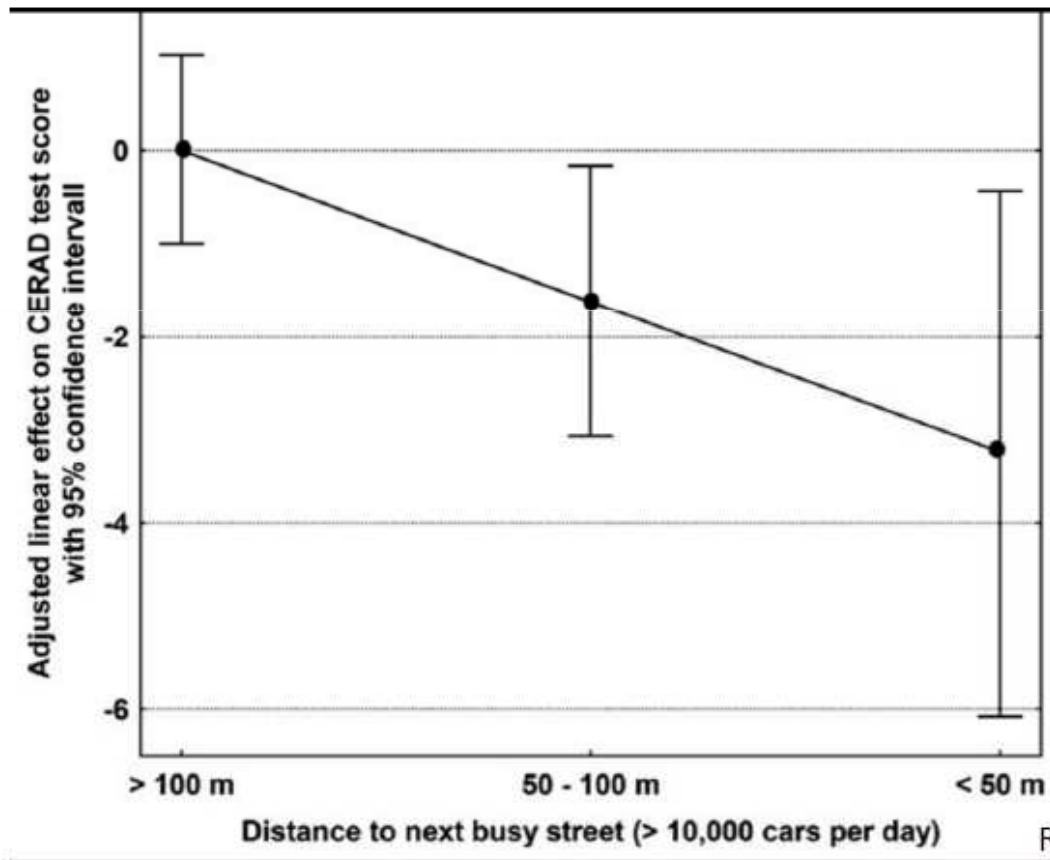
- Baisse de la cognition de l'enfant: comparaison entre enfants vivants à Mexico et d'autres villes peu polluées

Calderon-Garciduenas et al. *Brain and Cognition*, 2008.

- Association entre le niveau ambiant d'ozone, de P.M. 2.5. et de NO₂ et la cognition (mémoire)

Gatto et al. *Neurotoxicology* 2014 Janvier; 40: 1-7

Pollution et cognition (Alzheimer)



Étude portant sur 399 femmes vivant plus de 20 ans à la même adresse

Ranft et al. *Environ Res.* 2009 Nov; 109(8):1004-11

5. Effets in Utero

- Données récentes (études en cours à l'ASPA):
- Corrélation entre trafic routier et poids de naissance
Lakshmanan. *Environ Res.* 2015 Feb;137:268-77
- Autisme
Volk et al. *JAMA Psychiatry.* 2013 Jan;70(1):71-7
- Augmentation du risque d'asthme infantile lié à l'exposition aux particules pendant la grossesse
Zhou et al. *BMC Public Health.* 2013 May 24;13(1):506
- Augmentation du risque de diabète de type 1 chez l'enfant

Strasbourg Respire: Contact

- Collectif **Strasbourg Respire**
 - Né en mars 2014 suite à l'épisode de pollution qui a duré plus d'une semaine
 - Mouvement **apolitique** et **sans but lucratif** ou commercial
 - **Lanceur d'alerte** pour informer grand public et décideurs des principales études scientifiques sur la pollution et la santé
 - Pour nous contacter, pour s'informer:
 - une adresse mail strasbourgrespire@gmail.com
 - un site internet www.strasbourgrespire.fr
 - pages FB et LinkedIn

Nos propositions: 10 priorités

1. Interdiction des **poids lourds (PL) et bus polluants** en centre-ville et création d'une zone à basse émission en centre-ville
2. Mise en place d'une taxe pour les poids lourds traversant l'A35 et **mise sur rail des PL** pour le contournement de Strasbourg
3. Passage de l'ensemble de la **flotte automobile de l'Eurométropole** et de ses satellites (CTS, HUS) à des **véhicules propres**
4. **Sortie du diesel en ville avec subventions** locales en plus des aides de l'Etat pour remplacer un vieux véhicule diesel (taxis, utilitaires, particuliers, autoécoles)
5. **Pistes cyclables sécurisées** à l'écart du trafic routier (voies vertes)

Nos propositions: 10 priorités

6. **Promotion des transports en commun:** développement du tram-train (vallée de la Bruche), ticket unique TER-CTS, transport fluvial
7. Limitation de l'autosolisme, **encouragement** au **covoiturage** et au recours à **l'autopartage** par des prix attractifs, mutualisation des livraisons en centre-ville
8. Lors des **pics de pollution**, gratuité des transports en commun et des locations de vélo et **meilleure information** de la population: installation de panneaux dans les parcs à l'attention des coureurs et près des écoles
9. Interdiction du **chauffage au bois** en centre-ville (très polluant)
10. Meilleur contrôle des **industries polluantes**



Bénéfices avec moins de pollution

- **Amélioration de la santé et augmentation de l'espérance de vie**
 - Diminution de la mortalité cardiovasculaire, pulmonaire, des cancers, des risques neurologiques, de l'asthme et des allergies
 - Davantage de déplacements à vélo et à pied améliorent la santé et le bien être des habitants
- **Réduction des coûts de santé publique**
 - Réduction du nombre de soins, hospitalisations et suivi médical
 - Diminution du coût de la Sécurité Sociale
- **Revalorisation de l'image de la ville**
 - Attractivité renforcée auprès des familles qui réinvestiront le centre-ville
 - Développement du tourisme autour de la « ville verte »

Bénéfices avec moins de pollution

- **Impulsion pour la recherche et l'innovation**
 - Incitation des constructeurs automobiles à développer des véhicules propres
 - Développement de mobilités innovantes type tram-train
- **Création d'emplois «verts»**
 - Evolution des métiers (ex: conducteur du bus hybrides ou électriques)
 - Apparition de métiers au service de l'environnement: gestion des plateformes de covoiturage, organisation des livraisons, contrôle du trafic routier, intervenants dans les écoles, etc.

**Retrouvez toutes nos propositions détaillées
ainsi que les études scientifiques sur notre site.
www.strasbourgrespire.fr**