

# Pollution atmosphérique par les métaux lourds et mortalité des volontaires de la cohorte Gazel

Emeline Lequy-Flahault<sup>1</sup>, Sébastien Leblond<sup>2</sup>, Sergey Zhivin<sup>3</sup>, Caroline Meyer<sup>2</sup>, Marie Zins<sup>3</sup>, Marcel Goldberg<sup>3</sup>, Bénédicte Jacquemin<sup>1</sup>

1: Inserm et UVSQ, U 1168, 16 Avenue Paul Vaillant Couturier, 94800 Villejuif

2: Service du Patrimoine Naturel, Muséum National d'Histoire Naturelle, 12 Rue Buffon, 75005 Paris

3: UMS 011, 16 Avenue Paul Vaillant Couturier, 94800 Villejuif

# Pollution atmosphérique par les métaux lourds

- La présence dans l'atmosphère de certains composés peut être préjudiciable à l'homme
  - **Particules** : morbidité et mortalité après inhalation
  - **Métaux lourds** associés aux particules : suspicion d'effets négatifs sur la santé
- Origine des métaux dans l'atmosphère
  - Naturelle (embruns marins, poussières terrestres... )
  - Anthropique (industries, transport...)
  - Variations des émissions dans le temps

# Exposition aux métaux atmosphériques

- LAURE : loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie
- Mesure de concentrations dans l'atmosphère et définition de valeurs cibles pour les métaux réglementés
  - Ex: **Cd** ( $5 \text{ ng.m}^{-3}$ ), **Pb** ( $0.25 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$ )
  - Particules mesurées en routine par un organisme officiel
    - métaux lourds pas systématiquement dosés
    - mesures manuelles et analyses spéciales
    - surtout en milieu urbain ou industriel (zones censément les plus contaminées)

# Exposition aux métaux atmosphériques

- Couverture très **sporadique** en France, mesures très **coûteuses**
- Mesures distribuées de façon non homogène entre les régions et les types de territoires (industriel, urbain, rural...)
- Insuffisant pour réaliser une cartographie nationale robuste
  
- ➔ Besoin d'une alternative : mise en place par les pays scandinaves d'une méthode **bio-surveillance** de la qualité de l'air en métaux lourds dès la fin des années 1960 avec un outil assez inattendu
- les mousses

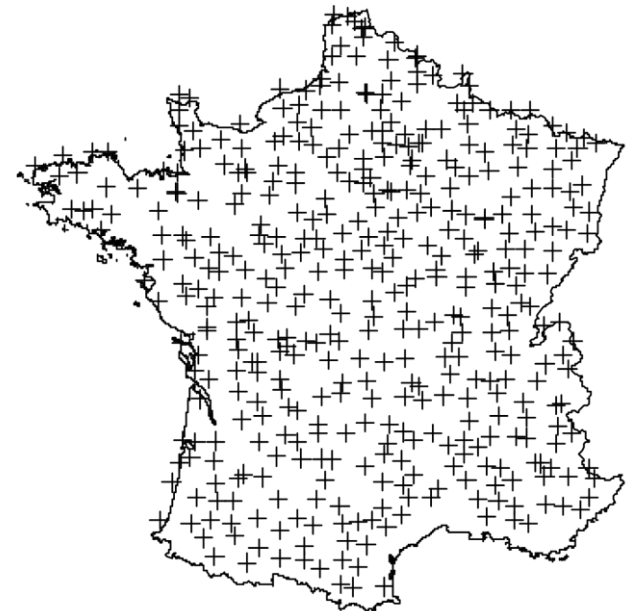
# La biosurveillance : pourquoi les mousses ?

- Théoriquement : tous les organismes vivants
  - MAIS il faut connaître leur écologie. Pour la pollution atmosphérique, distinguer ce qui vient de l'atmosphère du reste (ex : le sol)
- Caractéristiques des mousses
  - Très bonne capacité d'**absorption** de l'eau atmosphérique et de son contenu dont les **métaux lourds**
  - Bonne **tolérance** à des teneurs élevées en métaux lourds
  - Se trouvent **partout** et vivent plusieurs années
  - Facilité de **collecte** sur tout un territoire pour un coût relativement modique

# Le dispositif BRAMM

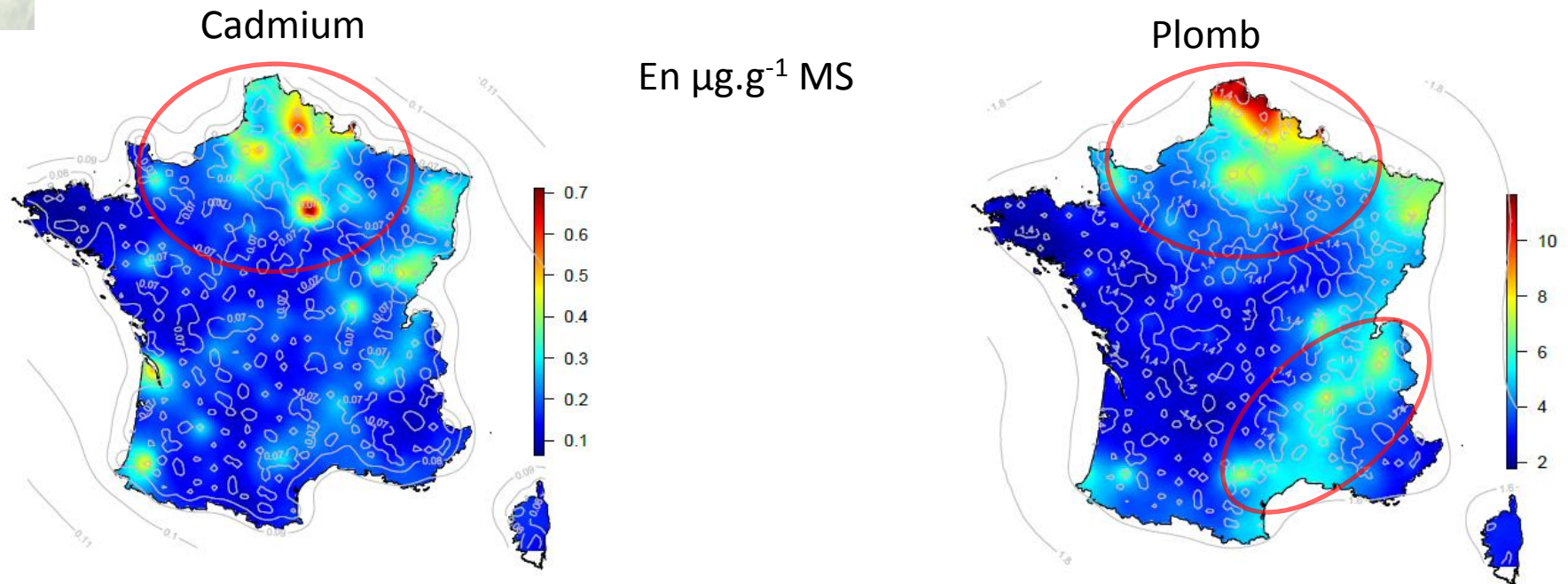
- Biosurveillance des Retombées Atmosphériques Métalliques par les Mousses
  - Coordination par le **Muséum National d'Histoire Naturelle**
  - Depuis 1996, campagnes tous les 4-5 ans :
    - 1996, 2000, 2006, 2011
    - 2016 en cours de traitement
- Données
  - Entre **449 et 559 sites** par campagne
  - 13 métaux dont
    - Cd, Hg, Ni, Pb, toxiques reconnus
    - Al, Fe, V, Zn... toxiques potentiels

*Répartition des sites BRAMM en 2011*



# Le dispositif BRAMM

- Exploitation des données
  - Interpolation sur une grille fine (2km) par modèle géostatistique
  - Visualisation : distribution des métaux lourds en 2011



# Mortalité et métaux dans Gazel

→ Quel effet de l'exposition aux métaux atmosphériques sur la mortalité des participants de la cohorte Gazel ?



# Mortalité et métaux dans Gazel

- Matériel et méthodes
  - Données épidémiologiques
    - Cohorte GAZEL : 20 625 participants suivis depuis 1989 avec géo-référencement
      - Historique résidentiel
      - Données : style de vie, facteurs socio-économiques et professionnels
  - Valeurs d'exposition :
    - Données BRAMM interpolées sur toute la France extraites à l'adresse de chaque participant
    - Focus sur Cd et Pb

# Mortalité et métaux dans Gazel

- Stratégie d'analyse
  - Problème traité : la mortalité toutes causes
  - Population sélectionnée : 11382 participants
    - Ayant majoritairement vécu en France et en milieu rural ou périurbain
    - Exclusion des décès brutaux et accidentels
  - Variables d'expositions
    - Concentrations dans les mousses en 1996 (première exposition disponible)
    - Cd et Pb

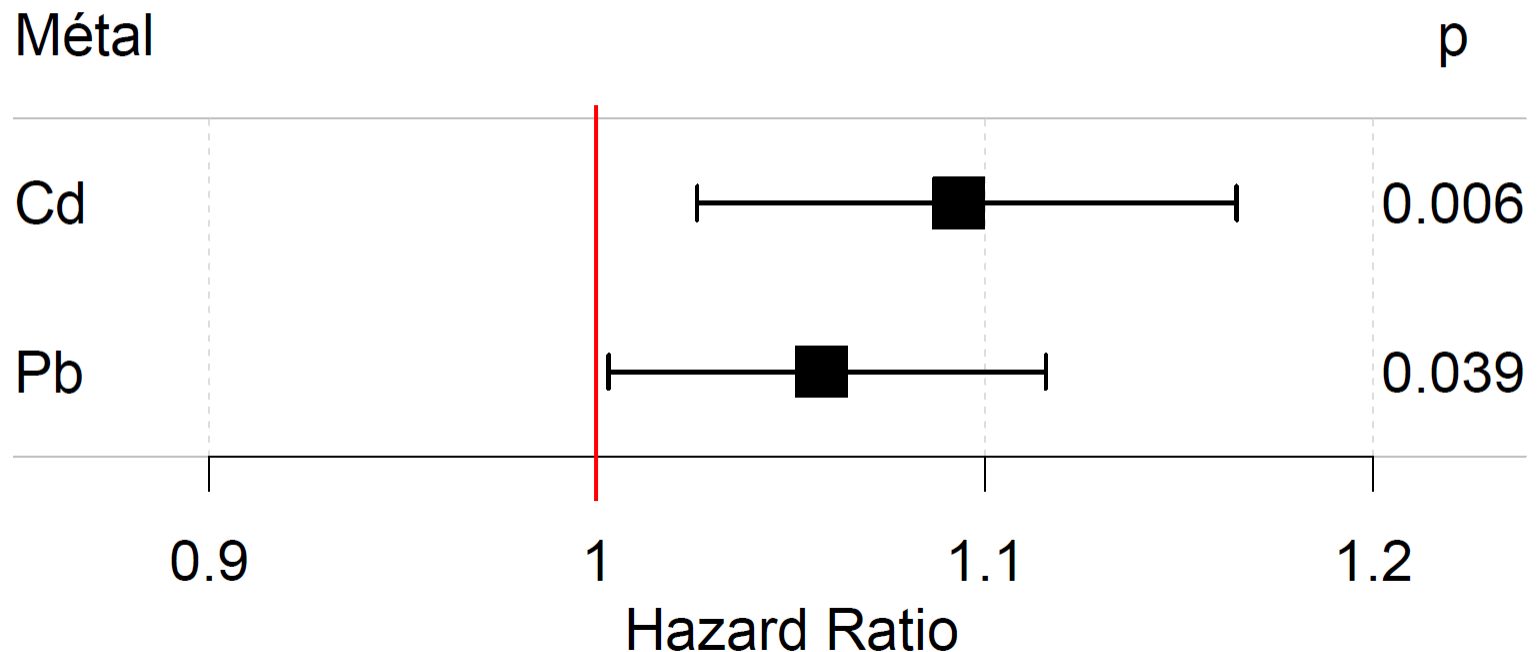
# Mortalité et métaux dans Gazel

- Méthode d'analyse
  - Modèle de Cox :
    - Etude du temps écoulé avant un événement (→ décès)
      - Résultats : « Hazard ratios »
      - Rapport des risques de décès pour deux individus exposés à des facteurs de risque différents (ex : plus fortes pollutions vs moindre pollution)
      - $HR > 1$  → risque de décès supérieur que pour le facteur de référence (ex : moindre pollution)
    - Variables utilisées
      - Model Non Ajusté: Survie  $\sim$  exposition métal atmosphérique
      - Model Ajusté : Brut + sexe, tabac, alcool, profession, situation familiale

# Mortalité et métaux dans Gazel

- Résultats préliminaires
  - Cd et Pb, en milieu rural et périurbain, exposition en 1996, modèle ajusté

## Exposition aux métaux lourds – augmentation d'1 IQR



# Mortalité et métaux dans Gazel

- Méthodes prometteuses
  - Fortes expositions à Cd et Pb atmosphériques associées à un plus grand risque de mortalité dans les modèles ajustés
  - Résultats originaux et cohérents
- Limites de l'étude
  - Exposition à Cd et Pb des participants Gazel
    - Résolution fine (2km) mais récolte des mousses en forêt
    - Modèle ne prend en compte que l'exposition en 1996

# Conclusions

- Biosurveillance par les mousses est une méthode reconnue de proxy de la qualité de l'air en métaux
- Première utilisation dans une étude de cohorte
  - Mise en évidence d'une association mais pas de causalité entre exposition atmosphérique et mortalité
- Perspectives dans cette étude
  - Utiliser un modèle de Cox dépendant du temps
  - Grouper des métaux d'origine similaire
  - Prendre en compte l'exposition professionnelle, analyser dans des sous populations (ex: fumeurs, hommes, femmes...)
- Ouverture
  - Utilisation de Gazel et Constances : risque de cancer, cognition...
  - Possibilité de réaliser ce type d'étude dans d'autres pays Européens ayant des données de biosurveillance

Merci pour votre attention