

anses

agence nationale de sécurité sanitaire
alimentation, environnement, travail



4^{ème} journée de l'Institut Santé- Travail Paris-Est

**Synthèse des travaux d'expertise scientifique
relatifs à la pollution chimique de l'air des
enceintes ferroviaires souterraines et risques
associés chez les travailleurs**

Valérie PERNELET-JOLY

Saisine conjointe DGS, DGPR, DGT

- **Un état des connaissances sur :**
 - ↪ la pollution chimique de l'air des EFS,
 - ↪ la toxicité associée aux polluants majeurs en présence (ex : particules),
 - ↪ l'exposition des travailleurs,
 - ↪ les effets associés à l'exposition des travailleurs,
 - ↪ les politiques de gestion, et leur efficacité.
- **Un jugement d'experts sur :**
 - ↪ une première qualification des risques sanitaires encourus par les travailleurs,
 - ↪ la pertinence et faisabilité d'une évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS).
- **Le cas échéant, une EQRS chez les travailleurs :**
 - ↪ si une relation « exposition-risque » (ou « dose-réponse ») pour les particules des EFS est retrouvée ou peut être élaborée,
 - ↪ et à partir de scénarios d'exposition pour différentes activités professionnelles (ex : conducteurs de rame, personnel de maintenance, ...).
- **Des propositions d'axes de recherches et de pistes de gestion.**

La Problématique

Évaluation de l'exposition de la population générale / qualité de l'air ambiant

- PM10
- PM2.5

Évaluation exposition professionnelle

- Fraction inhalable
- Fraction alvéolaire
- Fraction thoracique



Environnement fréquentés par population générale et population professionnelle : intérieur ou extérieur

- Caractérisation de la pollution atmosphérique particulaire et des risques sanitaires ?
- Quels référentiels considérer ?
- Interprétation de données ?
- Communication vers l'extérieur ?



FGTE
TRANSPORTS
ENVIRONNEMENT

LA QUALITÉ DE L'AIR

**RESPIRER DANS LES TUNNELS DU MÉTRO
ET DU RER NUIT GRAVEMENT À LA SANTÉ !**

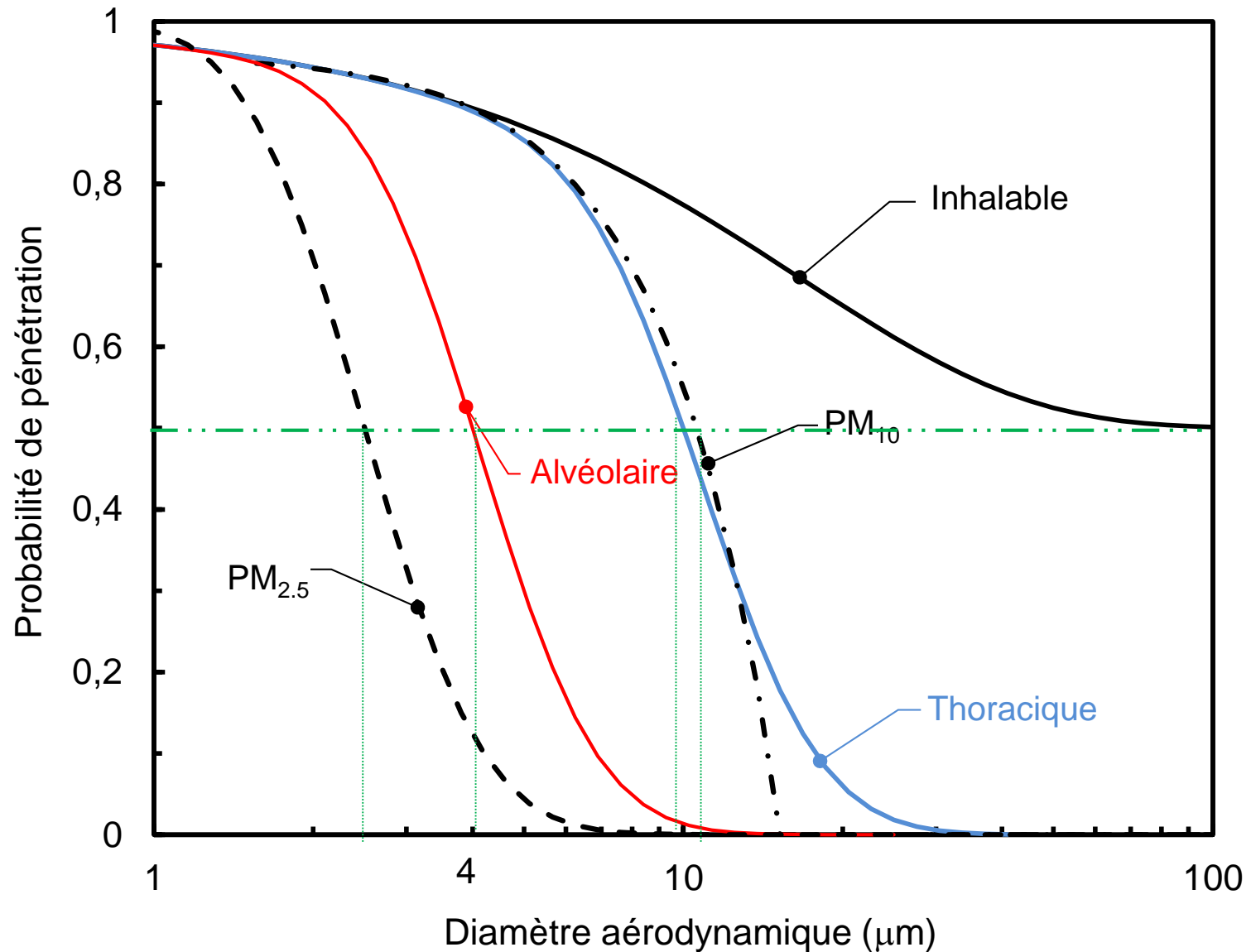
**LA POLLUTION AUX PARTICULES
FINES PM 10 ET PM 2,5¹ EST RESPONSABLE
DE 46 000 DÉCÈS PAR AN, DONT
4 800 SALARIÉS²**

La CFDT est la seule organisation syndicale à dire stop à ce scandale sanitaire, car la qualité de l'air ne doit pas être traitée dans l'indifférence comme cela a été fait pour l'amiante ! Le 28 juin dernier, entre 17 h 00 et 18 h 00, vous avez respiré $380 \mu\text{g} / \text{m}^3$ de PM 10 à la station Les Halles (ligne 4 du métro) et $99 \mu\text{g} / \text{m}^3$ à Auber (ligne A du RER), soit une pollution supérieure à l'air extérieur. ☹☹☹

¹ Les PM 10 et les PM 2,5 sont des particules en suspension dans l'air. ² Selon une étude menée par la Caisse nationale de l'assurance maladie (CNAM) sur la période 2004-2013.

**Des
professionnels
informés**

Santé- Environnement vs Santé au travail



Santé- Environnement vs Santé au travail

Code de l'environnement

Livre II : Milieux physiques Titre II : Air et atmosphère / Chapitre Ier : Surveillance de la qualité de l'air et information du public / **Section 1 : Surveillance de la qualité de l'air ambiant**

Article R221-1 :

PM10 : particules passant dans un orifice d'entrée calibré dans les conditions prévues par arrêté du ministre chargé de l'environnement, avec un rendement de séparation de 50 % pour un diamètre aérodynamique de 10 µm

PM2,5 : particules passant dans un orifice d'entrée calibré dans les conditions prévues par arrêté du ministre chargé de l'environnement, avec un rendement de séparation de 50 % pour un diamètre aérodynamique de 2,5 µm

Différentes valeurs/seuils définis :

	VL (MA)	VL (MJ)	Objectif qualité (MA)	Seuil de reco. et d'info. (MJ)	Seuils d'alerte (MJ)	Obligation en matière de concentration relative à l'exposition	V cible (MA)
PM10	40	50*	30	50	80		
PM2,5	25	-	10			20	20

* à ne pas dépasser plus de 35 J/an

MA : moyenne annuelle civile en µg.m⁻³

MJ : moyenne journalière en µg.m⁻³

Code du travail

Quatrième partie : Santé et sécurité au travail / Livre II : Dispositions applicables aux lieux de travail / Titre Ier : Obligations du maître d'ouvrage pour la conception des lieux de travail / **Chapitre II : Aération et assainissement**

Article R4222-3 :

- Définitions locaux pollution spécifique / non spécifique
- **Poussière totale**, toute particule solide dont le diamètre aérodynamique est au plus égal à 100 micromètres ou dont la vitesse limite de chute, dans les conditions normales de température, est au plus égale à 0,25 mètre par seconde ;
- **Poussière alvéolaire**, toute poussière susceptible d'atteindre les alvéoles pulmonaires ;

Précision : « Ces poussières ne sont pas en mesure de provoquer seules sur les poumons ou sur tout autre organe ou système du corps humain d'autre effet que celui de surcharge » (circulaire DGT du 9 mai 1985)

Article R4222-10 :

Dans les locaux à pollution spécifique, les concentrations moyennes en **poussières totales et alvéolaires** de l'atmosphère **inhalée** par un travailleur, évaluées sur une **période de huit heures**, ne doivent pas dépasser respectivement **10 et 5 milligrammes par mètre cube d'air**.

NB : ces valeurs limites n'apparaissent pas Article R4412-149 ni Article R4412-150 listant les VLEP contraignantes ou indicatives.

Niveaux de pollution relevés

Données françaises :

1) SQUALES : seul réseau de surveillance permanent de QA en EFS composé de 3 stations sur quai à Paris → historique de 2003 à 2013 pour PM, NO_x et CO₂

- Station Châtelet L4 / PM10, NO_x, CO₂ (depuis 2003)

ligne fortement fréquentée, traversant Paris suivant axe Nord-Sud

- Station F.D. Roosevelt L1 / PM10, NO_x, CO₂ (depuis 2003)

ligne fortement fréquentée, traversant Paris suivant axe Est-Ouest

- Station Auber RER A / PM10, NO_x, CO₂ (depuis 2005) et PM2.5 (depuis 2008)

ligne RER la plus fréquentée

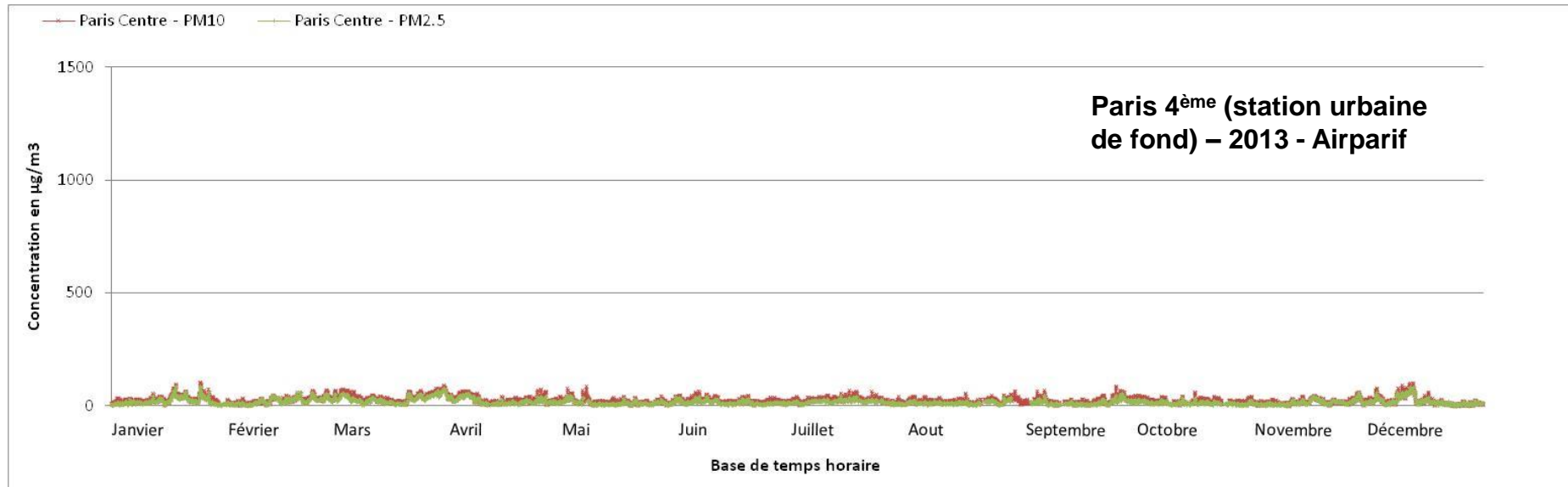
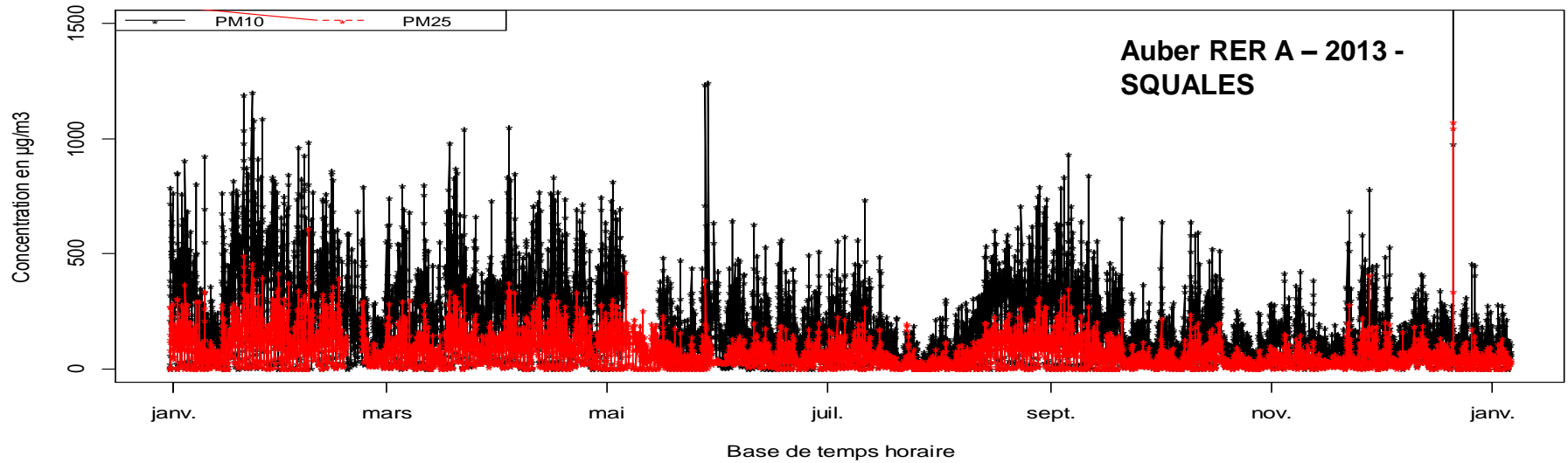
2) Des campagnes ponctuelles sur chacun des réseaux EFS existants en France : franciliens, toulousain, marseillais, lillois , lyonnais et rennais

Concentrations moyennes journalières de PM - réseau SQUALES (2003-2013)

Station (quai)	Période des mesures 24h	PM10 en µg/m3		PM2.5 en µg/m3	
		moy 24h (IQR ; max)	max 1h en 2013	moy 24h (IQR ; max)	max 1h en 2013
Châtelet L4	2003-2013	93 (69-112 ; 291)	1542	nd	nd
FD Roosevelt L1	2003-2013	99 (50-141 ; 1578*)	1047	nd	nd
Auber RER A	fin 2005-2013 (PM10) fin 2008-2013 (PM2.5)	227 (122-306 ; 832)	2380	74 (42-99 ; 272) PM2.5 / PM10 = 0,4	1080

* Max 24h L1 pendant travaux de rénovation en 2011

Niveaux de pollution relevés

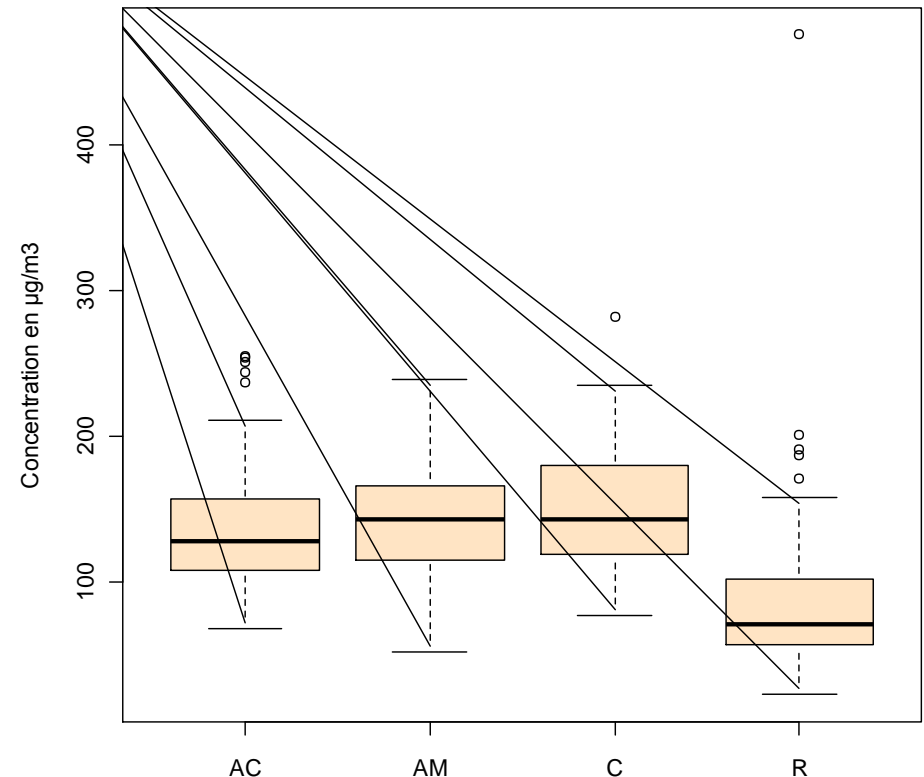


Données d'exposition individuelle de travailleurs en EFS

↳ Etude RATP 2003-2005 sur tout le réseau RATP

- Objectifs :
 - Etude de la qualité de l'air inhalé par les salariés de quatre métiers (représentant le plus grand nombre d'agents en souterrain et pratiquant des activités non-génératrices de poussières)
- Analyses :
 - PM10 et PM2,5 : gravimétrie
 - Métaux : PIXE
 - EC, OC : Spectro IR
 - HAP : Chromato liquide hp
 - HAM : Chromato gaz
 - Fibres : Microscopie optique
- Les lieux :
 - Toutes les lignes du métro
 - RER A
 - RER B
- 297 prélèvements au total

PM10 - Toutes lignes confondues



• Personnels concernés :

AC : agents de contrôle
AM : agents de manœuvre
C : Conducteurs
R : Agents de recette

Données épidémiologiques

- Les particules de l'air ambiant extérieur responsables d'effets délétères sur la santé chez l'Homme, notamment au niveau respiratoire et cardiovasculaire
- **Les particules de l'air des EFS, sur le plan épidémiologique :**
 - études peu informatives pour évaluer les effets à long terme de l'exposition à la pollution de l'air des EFS
 - quelques études transversales et cas-croisés ne mettent pas en évidence d'effets importants à très court terme sur la fonction ventilatoire, la santé respiratoire et cardiovasculaire
 - aucun excès de risque de cancer broncho-pulmonaire ni d'infarctus du myocarde mis en évidence sur la base d'une seule étude pour chacun de ces deux effets (mais risques de biais de confusion et de classement de l'exposition)

Données toxicologiques

- Les particules de l'air des EFS, sur le plan toxicologique :
 - 11 études *in vitro* et seulement 2 études *in vivo* (dont 1 française).
 - Données limitées, uniquement sur des effets à court terme
 - Données *in vitro* :
 - **stress oxydant, cytotoxicité, génotoxicité** > particules air extérieur ou Diesel
 - réponse pro-inflammatoire < particules air extérieur ou Diesel
 - Données *in vivo* chez l'animal (rongeur) :
 - une **inflammation systémique et respiratoire** > particules de l'air extérieur ou Diesel (sans potentiel fibrosant démontré)

Effets reliés par les auteurs à la forte teneur en métaux avec une contribution plus ou moins partielle du fer, rôle parfois suggéré de la fraction carbonée

Evaluation des risques sanitaires

Etape 1 : Quelles catégories de population professionnelle considérer ?

→ EQRS conduite à partir des données d'exposition de qualité satisfaisante pour 4 métiers (étude RATP 2003-2005) : C, AM, AC, R

Etape 2 : Quels sont les polluants les plus pertinents à considérer ?

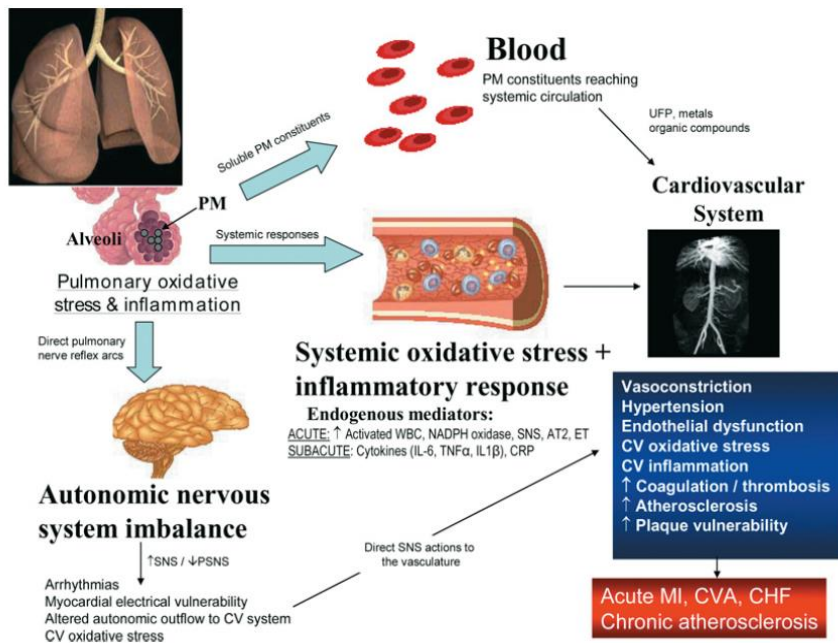
→ Sélection des substances pour lesquelles un différentiel positif d'exposition est observé par rapport à l'exposition de fond urbain (surexposition des travailleurs des EFS)

Etape 3 : Quels sont les risques associés à l'exposition aux substances pour lesquelles une surexposition a été identifiée ?

→ Pour les PM10 et PM2,5, conduite en parallèle :

- d'une caractérisation qualitative du risque par analogie avec les particules de l'air ambiant extérieur,
- et d'une caractérisation quantitative du risque par calcul d'une marge entre l'exposition et un indicateur de toxicité propre aux particules de l'air des EFS .

Evaluation des risques sanitaires



Vue d'ensemble des mécanismes biologiques imputables aux pathologies cardiovasculaires associées aux particules de l'air ambiant extérieur (Brook, 2008)

→ Des effets délétères sont attendus sur la santé cardiovasculaire et respiratoire.

Etude clé :

Bachoual R, Boczkowski J, Goven D, Amara N, Tabet L, On D, Leçon-Malas V, Aubier M, Lanone S (2007) Biological effects of particles from the paris subway system. *Chemical Research in Toxicology* 20(10), 1426-1433

	MOEref	MOE
AC	12,5	3,3
AM		3
C		3
R		5,9

→ MOE < MOEref → Une inflammation des voies respiratoires et des effets consécutifs sont estimés probables en lien avec une exposition chronique des travailleurs aux particules des EFS.

Recommandations

- Mesures de prévention doivent concerner en priorité les travailleurs **chargés de la maintenance dans les EFS**
- Recommandations de suppression ou à défaut de réduction de l'exposition des travailleurs aux particules de l'air des EFS :
 - remplacement des moteurs thermiques,
 - réduction du freinage mécanique,
 - amélioration de la ventilation,
 - réduction de la vitesse des rames en approche des stations,
 - transfert en surface des ateliers de maintenance,
 - etc.
- Recommandations d'amélioration des connaissances pour mieux évaluer les risques des travailleurs exposés à la pollution de l'air des EFS :
 - poursuite des études épidémiologiques en cours (ex : cohorte EDGAR) en intégrant de nouvelles analyses
 - réalisation d'études expérimentales *in vivo* d'exposition chronique, ou à défaut subchronique ou subaiguë,
 - production de données d'exposition (ex : maintenance) et de pollution (fraction organique, solubilité, spéciation, PUF...)

Suggestions complémentaires de l'Anses

- Elaborer une valeur limite de gestion et renforcer le dispositif de surveillance de la qualité de l'air de l'ensemble des réseaux
→ finalité : évaluer l'efficacité des mesures d'amélioration de la qualité de l'air et de réduction des expositions des travailleurs.
- Envisager une révision des VLEP pour les poussières réputées sans effet spécifique

VLEP-8h = 10 mg.m⁻³ (fraction inhalable) et 5 mg.m⁻³ (fraction alvéolaire)¹



¹ Circulaire du ministère du Travail du 9 mai 1985 ; Article R-4222-10 du code du travail.

Travaux d'expertise collective en cours

- ❑ Quelles sont les origines et justifications qui permettent d'expliquer l'établissement de référentiels distincts entre le domaine de la santé environnementale et celui de l'hygiène industrielle ?
- ❑ En parallèle, une réflexion sera initiée sur l'intérêt et la faisabilité d'une éventuelle concordance entre les référentiels existants et l'élaboration de recommandations de construction et d'utilisation le cas échéant ;
- ❑ Quelle évaluation des référentiels existants peut-on faire quant à leur pertinence vis-à-vis des effets des particules sur la santé, en discutant notamment les autres indicateurs proposés dans la littérature (nombre de particules, surface, potentiel oxydant, etc) ?

Pollution chimique
de l'air des enceintes
de transports
ferroviaires
souterrains
et risques sanitaires
associés chez
les travailleurs

Avis de l'Anses
Rapport d'expertise collective

Septembre 2015 Édition scientifique



Avis et rapport d'expertise collective disponibles en ligne sur le site internet de l'Anses

<https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2011sa0265Ra.pdf>

Merci de votre attention