

Qualité de l'air dans les enceintes ferroviaires souterraines

Etat des connaissances et solutions d'amélioration

Projet RECORD

Sylvie TRAVERSE (BURGEAP), Alain GINESTET (CETIAT),
Cora CREMEZI- CHARLET (SNCF), Bénédicte COUFFIGNAL (RECORD)

1- Contexte et objectifs

L'enjeu de la qualité de l'air en France

Plus spécifiquement sur les enceintes ferroviaires souterraines (EFS) : enceintes d'intérêt pour RECORD

Objectifs de l'étude

- ✓ Etablir un état des lieux
- ✓ Préciser les outils pour les constructeurs et exploitants
- ✓ Analyser les axes d'amélioration



Projet RECORD (2014-2016)

BURGEAP – CETIAT

Livrable confidentiel (mai 2016)

2- Qualité de l'air dans les EFS (1)

Préconisations : circulaire DGS n°2003-314 du 30 juin 2003

- Surveillance de la qualité de l'air en PM_{10} , en HAM et en NO_2 .
- Avec pour les PM_{10} une caractérisation des teneurs en métaux (fer, nickel, chrome, manganèse, plomb, cadmium), en silice cristalline, en fibres et en HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques).

Nombreuses campagnes et suivis en France

- Paris, Lille, Lyon, Marseille, Toulouse, Rennes,sur les PM_{10} a minima
- Un réseau mis en place par la RATP (SQUALE : suivis PM_{10} et sur Auber $PM_{2,5}$, NO, NO_2 et CO_2).

Publication ANSES et programme de recherche

- projet européen IMPROVE LIFE 13/ENV/ES/000263 (2014-2018)
- rapport d'expertise collective (ANSES, 2015) traitant de la pollution chimique de ces enceintes et des risques sanitaires pour les travailleurs



2- Qualité de l'air dans les EFS (2)

- Source principale de dégradation de la qualité de l'air: **les particules**
- Provenance: **le transport ferroviaire**
- Données d'émissions : **très peu (voire pas)**



Usure des caténaires et pantographe

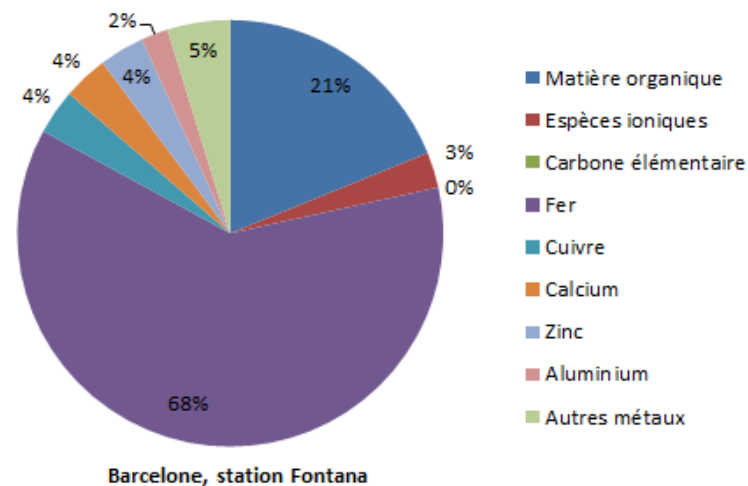
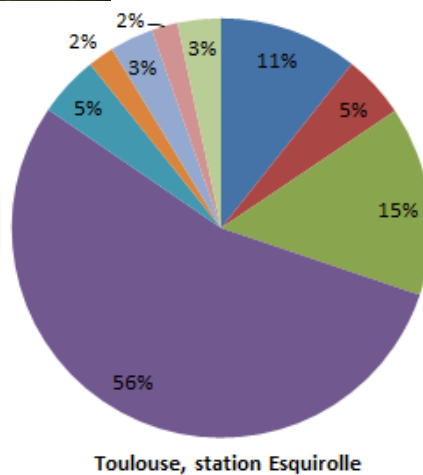
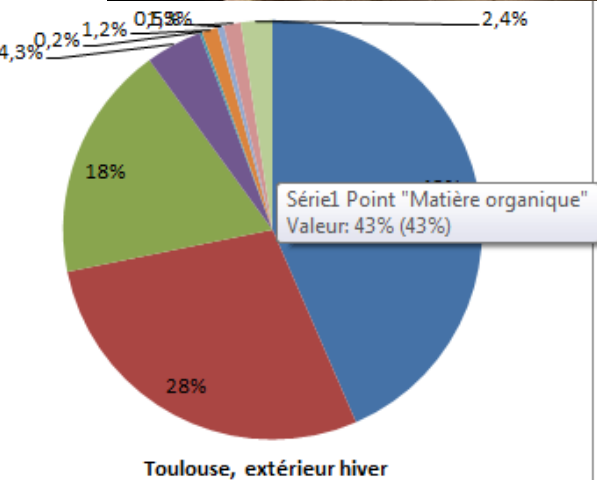
Cuivre, zinc, carbone

Frein, rail et matériel roulant

Fer, manganèse, chrome, cuivre, arsenic,...
et matières carbonées (pneu)

Ballast

Grosses particules terrigènes



Composition des PM10, à partir de ORAMIP, 2012

2- Qualité de l'air dans les EFS (3)

Les concentrations

✓ Littérature internationale

PM₁₀ & PM_{2,5} : nombreuse

PM₁ : parcellaire

✓ Grande variabilité en plateforme

PM₁₀ de 50 à 1500 µg/m³

PM_{2,5}/PM₁₀ de 30 à 80%

Valeurs repères & objectif

Valeurs réglementaires et guides (moyenne annuelle)

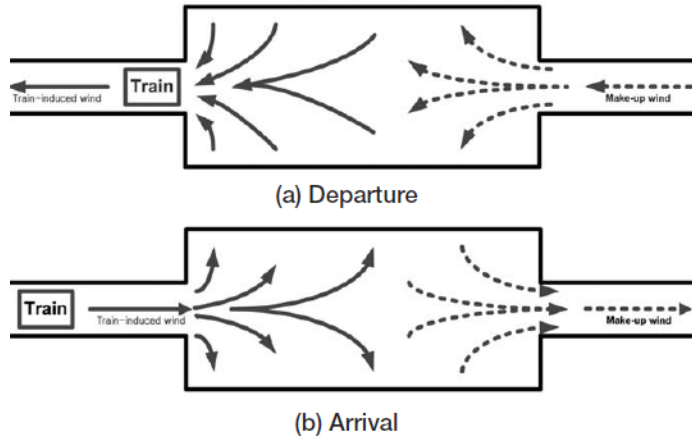
		PM ₁₀	PM _{2,5}
Valeur limite	Décret n°2002-213	40 µg/m ³	-
	HCSP	50 µg/m ³	30 µg/m ³
Objectif	Décret n°2002-213	30 µg/m ³	-
	HCSP	25 µg/m ³	15 µg/m ³

● On platforms	PM10 (µg/m ³)	PM2.5 (µg/m ³)	Reference
Barcelona	87-325	21-96	Querol et al. 2012
Barcelona	133	104 (PM ₃)	Moreno et al. 2014
Budapest	155	51	Salma et al. 2007
London	1000-1500	270-480	Seaton et al. 2005
Los Angeles	78	57	Kam et al. 2011
Paris	200	61	Raut et al. 2009
Seoul	359	129	Kim et al. 2008
Stockholm	357	199	Johansson & Johansson 2003
Taipei	51	35	Cheng et al. 2008
● Inside train	PM10	PM2.5	Reference
Barcelona	36-100	11-32	Querol et al. 2012
Los Angeles	31	24	Kam et al. 2011
Taipei	41	32	Cheng et al. 2008

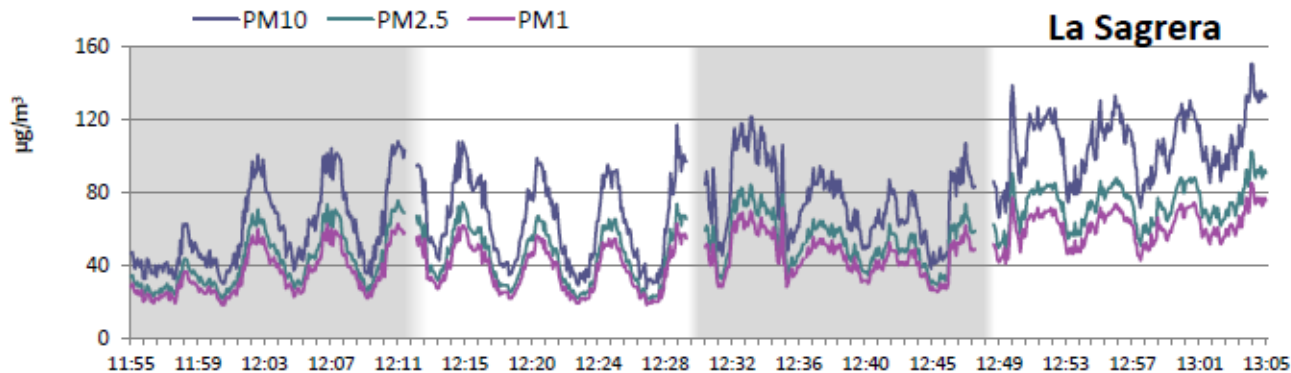
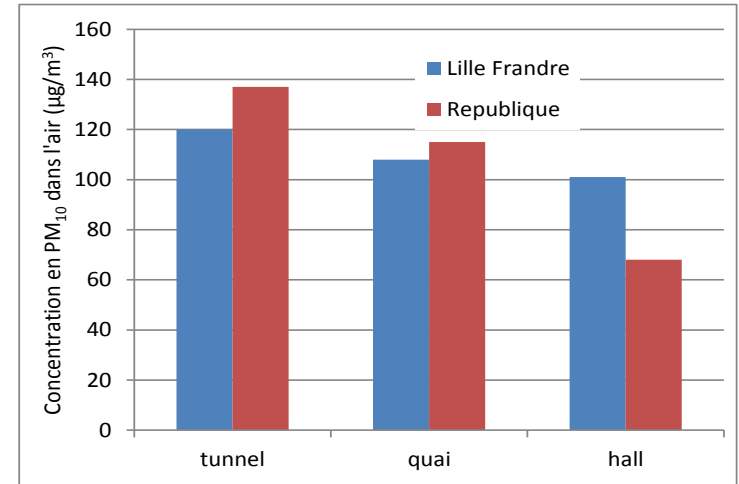
Source : Improve Life, 2015

2- Qualité de l'air dans les EFS (4)

Une dynamique associée à l'effet piston et fréquence des trains



Source : Song, 2014

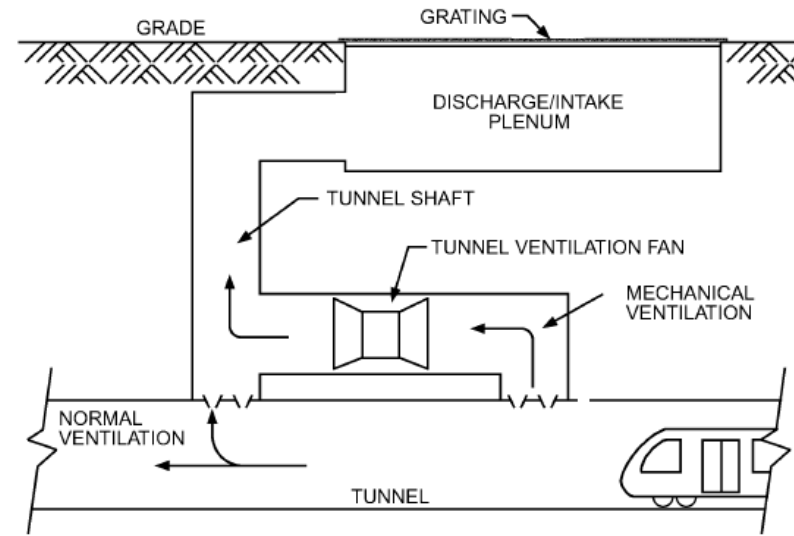


Source : Improve Life, 2015

3- Ventilation

La ventilation des EFS

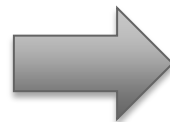
- ✓ Règlement Sanitaire Départemental Type (1978) : enceintes sans pollution spécifique : $0,36 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$
- ✓ Confort des usagers
Vitesse de l'air, HR, CO₂, T(°C)
- ✓ Réglementation pour le désenfumage
Présence de puits d'extractions en tunnel (15 vol/h)



Source :ASHRAE, 2011

Qu'en est il?

- ✓ Aujourd'hui en France : extraction en tunnel
- ✓ Complexité d'évaluation des flux d'air et du renouvellement
- ✓ Informations lacunaires dans les études conduites et les publications



Hétérogénéités et
difficultés d'interprétation

3- outils de diagnostic et prospection (1)

Outils de diagnostic

- ✓ Dépendant de l'**objectif** : Vision spatiale (cartographie) versus Vision temporelle (par ex. : compréhension d'une dynamique de transfert)...
- ✓ **Interprétation** délicate car dans la majorité des cas, diagnostics déconnectés des aspects aérauliques
- ✓ Recours à la **modélisation** comme aide à l'interprétation peu fréquent

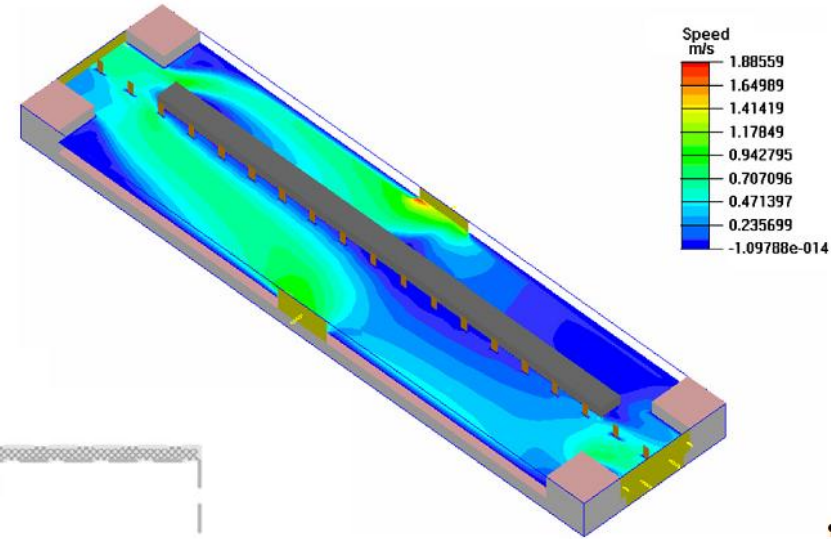
En cours :
Groupe de travail autour de l'INERIS pour
le MEEM pour l'établissement de
protocoles de mesures harmonisés

Plan d'action SNCF
(2016-18)
Diagnostics et
hiérarchisation de 25 EFS

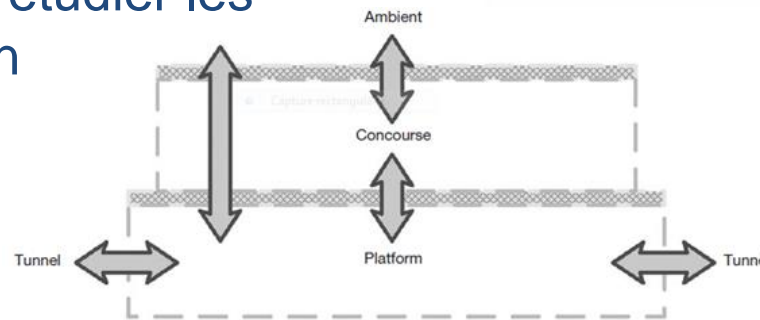
3- outils de diagnostic et prospection (2)

Outils prospectifs

- ✓ En **conception**, recours fréquents à la modélisation (Etude des différentes options : géométrie, ventilation...)
- ✓ En **exploitation**, peu de REX sur le dimensionnement des mesures, et l'interprétation en vue d'étudier les solutions de remédiation



Source :Yuan, 2007



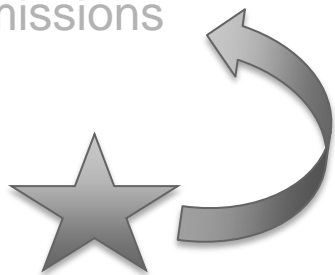
Source :Song, 2014

Plan d'action SNCF (2016- 2018)
Modélisation -> Etude de faisabilité et de
l'efficacité de la mise en place d'une ventilation
mécanique de confort dans les gares non
équipées

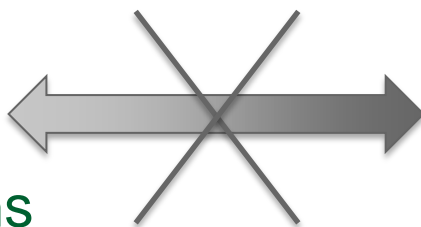
4- Axes d'amélioration (1)

Axes prioritaires en conception et en exploitation

Source
Emissions



Vecteur
Transferts aérauliques



Cible
Lieux d'exposition des populations



1. Réduire les émissions
2. Les capter au plus près

3. Limiter les transferts vers les populations

4. Diluer et Traiter l'air



**Champ du possible distinct
en construction / en réhabilitation**

4- Axes d'amélioration (2)

1-Réduction des émissions

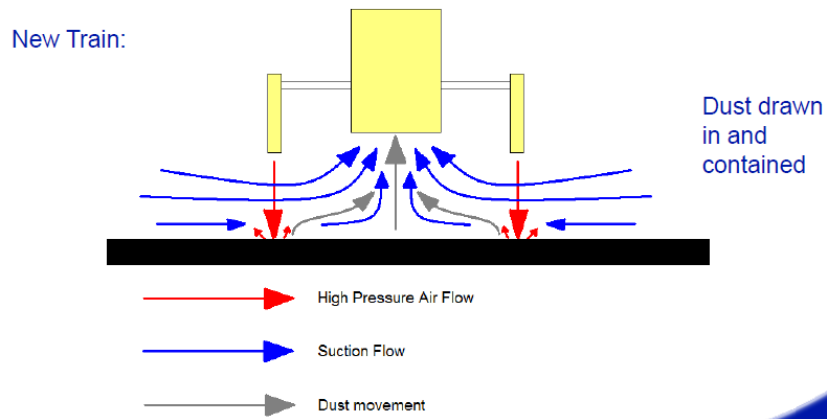
- Choix des matériaux des freins et du type de freinage (% électrique)
- Poids et conduite du train
- Nettoyage des voies et quais



Source Atmo PACA – ateliers techniques de la Ros

2- Captation à la source

- Au niveau des disques de frein
- Aspiration sous les trains
- Ventilation par aspiration sous les quais



Source London Underground



Source Tallano technologies

4- Axes d'amélioration (3)

3- Limitation des transferts

- Utilisation de PSD, séparations physiques (portes automatiques) entre les voies et les quais
- Ecoulements d'air des stations vers les tunnels

4- Diluer et traiter l'air

- Augmentation du débit d'air neuf
- Filtration de l'air



PSD : Gauche métro de Toronto, droite : métro de Dubaï

Plan d'action SNCF (2016- 2018)
Faisabilité technique et efficacité de la mise
en place d'une ventilation mécanique de
confort dans les gares non équipées

5- Perspectives

Veille internationale

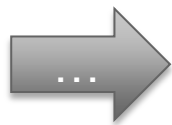
- ✓ Intérêt pour le projet européen IMPROVE LIFE (2014-2018)

Besoin de connaissances spécifiques

- ✓ Les émissions
- ✓ La dynamique de transport des polluants spécifique aux lignes / stations

Axes R&D : construction & réhabilitation

- ✓ Matériel roulant et techniques de freinage
- ✓ Captation proche de la source
- ✓ Conception des stations et tunnels afin de limiter les transferts et réduire les expositions (PSD, rideaux d'air, schémas de ventilation)



Révision des bonnes pratiques

