



Le traitement de l'air des tunnels routiers

Jean-François Burkhart
Centre d'Études des Tunnels



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



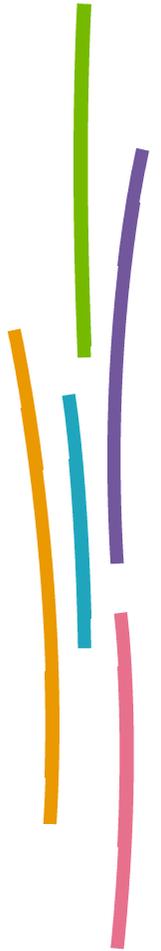
Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable
et de l'Énergie

Centre d'Études des Tunnels

www.cetu.developpement-durable.gouv.fr

Impact des tunnels sur la qualité de l'air (1/4)

- Un tunnel ne crée pas de pollution, mais il modifie sa répartition :
 - ✓ protection le long de ses parties enterrées
 - ✓ rejets plus concentrés à ses têtes (et éventuellement au niveau de cheminées d'extraction)

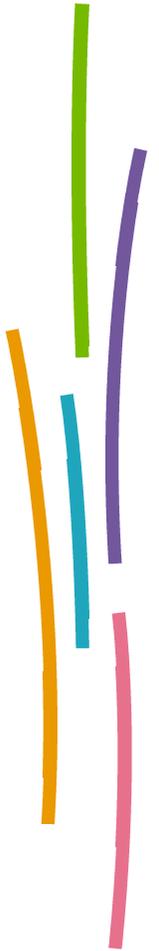


Impact des tunnels sur la qualité de l'air (2/4)

- L'impact des rejets dépend de plusieurs paramètres :
 - ✓ **concentration du rejet** (liée à la longueur du tunnel, au trafic, à la pente éventuelle)
 - ✓ **vitesse du rejet** (dépend du trafic)
 - ✓ **régime de ventilation mécanique** (effet sur la concentration et la vitesse du rejet)
 - ✓ **topographie** (milieu ouvert ou fermé)
 - ✓ **concentration en polluant préexistante** (« concentration de fond »)
 - ✓ **conditions météorologiques** (force et orientation du vent)
 - ✓ **présence de population** (habitations, bâtiments professionnels, commerces, écoles, établissements de santé)

Impact des tunnels sur la qualité de l'air (3/4)

- Il existe différents moyens de limiter les impacts dans l'environnement proche :
 - **choix de la position des points de rejets** (têtes, cheminées)
 - **géométrie** (dessin des têtes, hauteur des cheminées)
 - **limitation du trafic**
 - **ventilation mécanique, dite « sanitaire »**

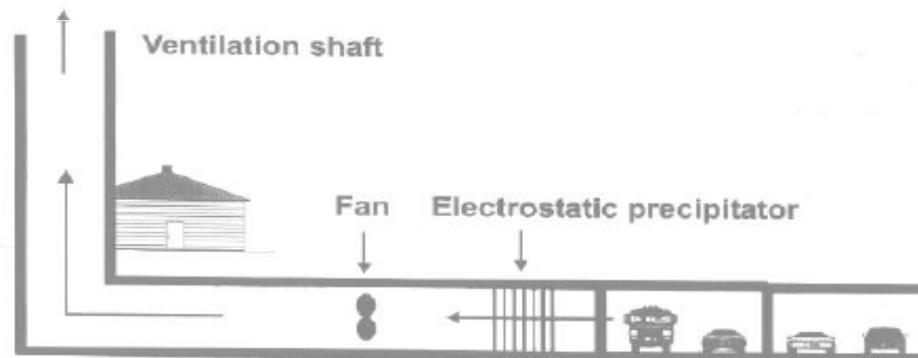
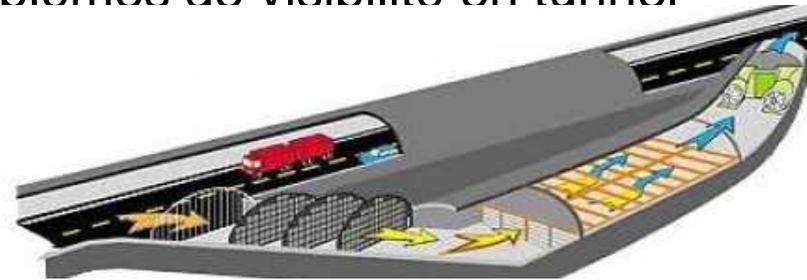


Impact des tunnels sur la qualité de l'air (4/4)

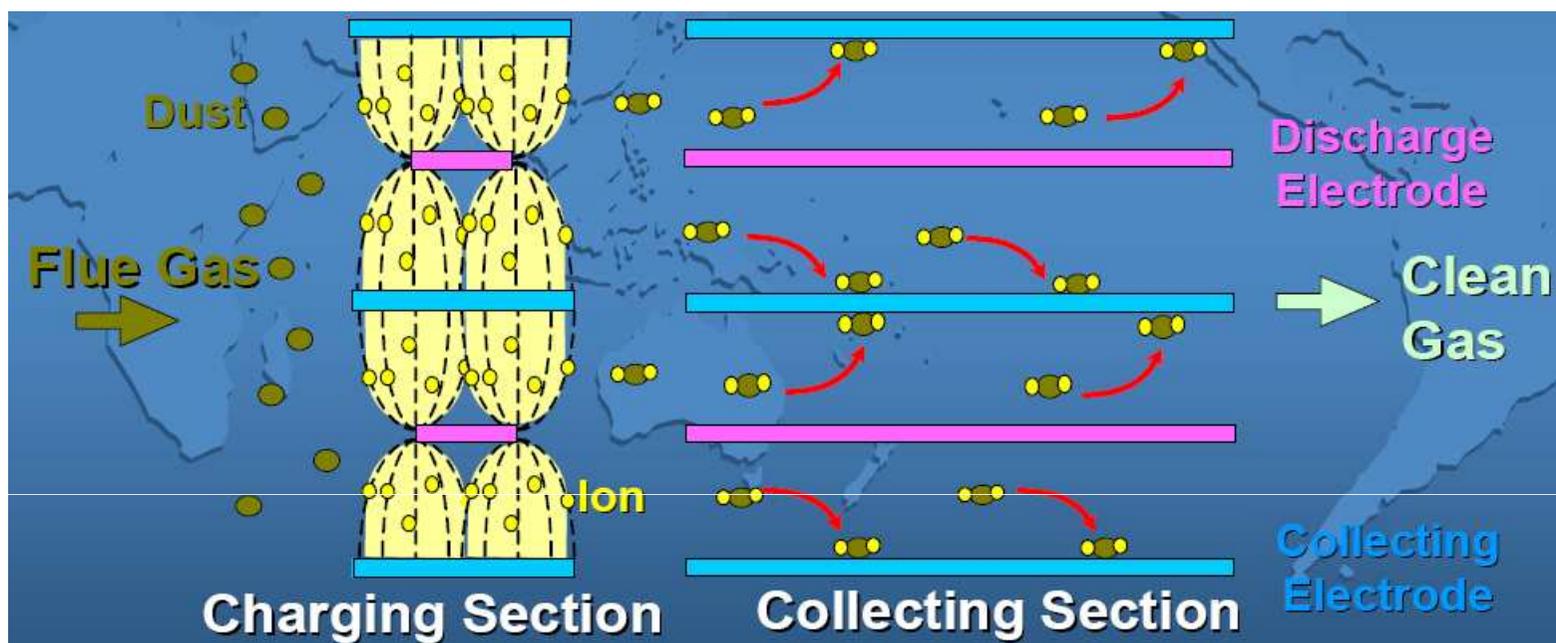
- La ventilation sanitaire consiste, le plus souvent, à apporter de grandes quantités d'air frais dans le tunnel, avec pour conséquence :
 - une baisse des niveaux de pollution à l'intérieur du tunnel, qui entraîne une baisse de la concentration des rejets
 - une augmentation de la vitesse du rejet

La ventilation sanitaire est dimensionnée pour garantir le respect des seuils fixés par le code de l'environnement dans l'air ambiant

- 1/ La filtration des particules
 - à l'origine, pour traiter des problèmes de visibilité en tunnel (dispositifs « en dérivation »)
 - au Japon à partir de 1979
 - en Norvège (utilisation généralisée des pneus cloutés)
 - aujourd'hui, pour des préoccupations environnementales : traitement avant rejet

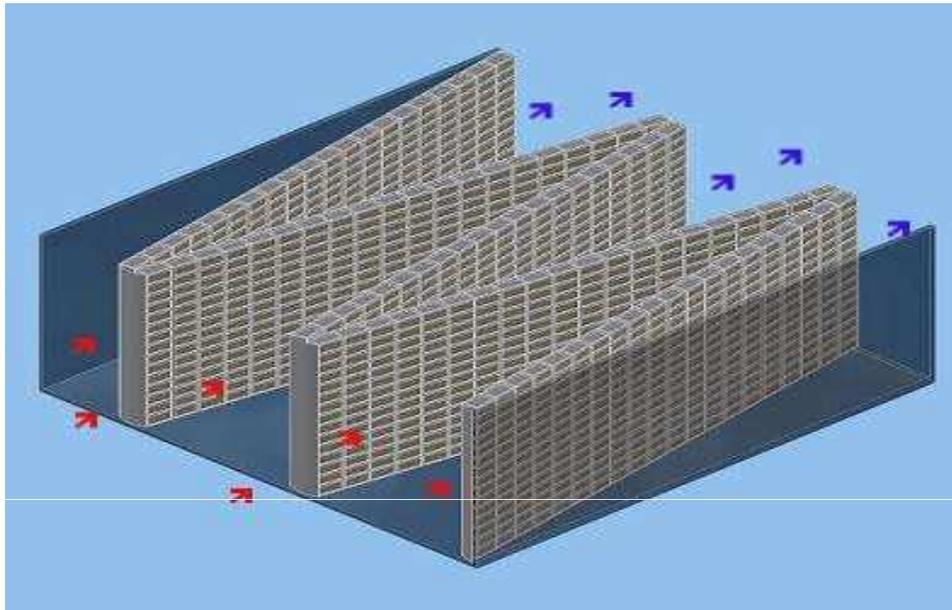


- 1/ La filtration des particules
 - il s'agit d'un principe de filtration électrostatique



- Les particules en suspension sont d'abord ionisées puis collectées à l'aide d'électrodes portant une charge électrique opposée à celles des particules ionisées.

- 2/ La dénitrification
 - absorption du dioxyde d'azote sur du charbon actif



- 3/ 1+2 : couplage filtration et dénitrification

- 4/ Traitement par photocatalyse (dioxyde de titane incorporé au béton du tunnel + éclairage ultra-violet)
 - mise en œuvre facile, procédé peu onéreux
 - mais efficacité limitée (il n'y a que l'air qui entre en contact avec les murs du tunnel qui est traité)
 - incertitude sur la pérennité

- 5/ Autres procédés (purement expérimentaux)
 - bio-filtration
 - plasma froid

Techniques conventionnelles : deux difficultés majeures et une inconnue

- Deux difficultés majeures
 - obligation de prélever l'air du tunnel, juste avant la tête, à l'aide d'un système de gaines et de ventilateurs
 - volumes d'air à traiter : de l'ordre de 300 m³/s pour un tube, soit une puissance électrique qui peut atteindre 1 MW
- Une inconnue : efficacité réelle des dispositifs ?
 - efficacité en laboratoire démontrée
 - une seule évaluation par des mesures comparatives « amont - aval », par un organisme indépendant, sur une installation réelle
 - aucune évaluation de l'effet du traitement dans l'environnement proche d'un tunnel équipé

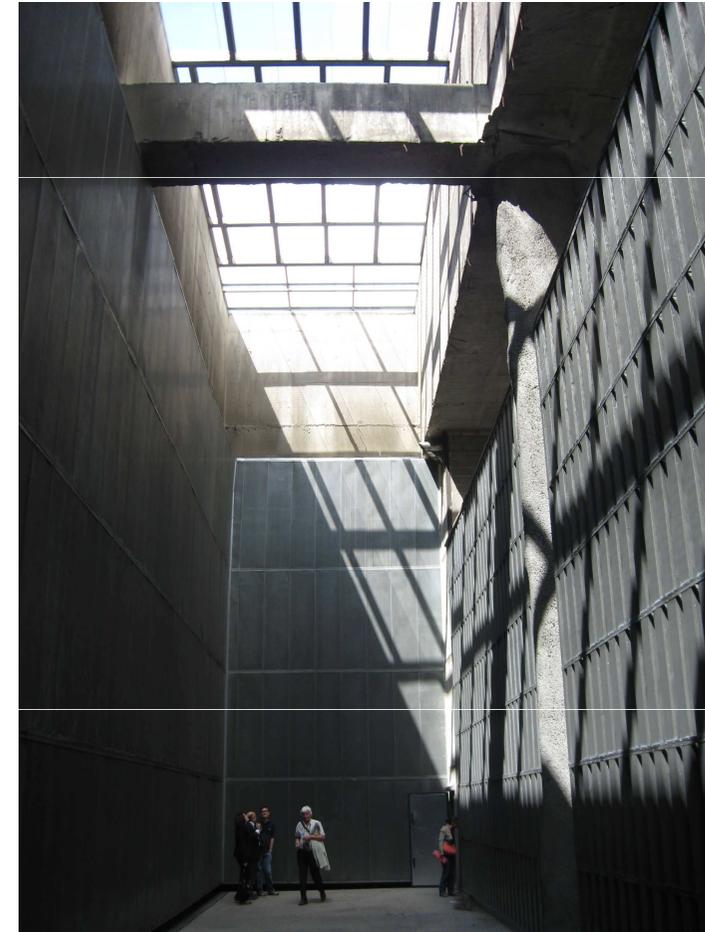
En conséquence

- Installations très volumineuses



- Coûts de fonctionnement élevés (consommation électrique)

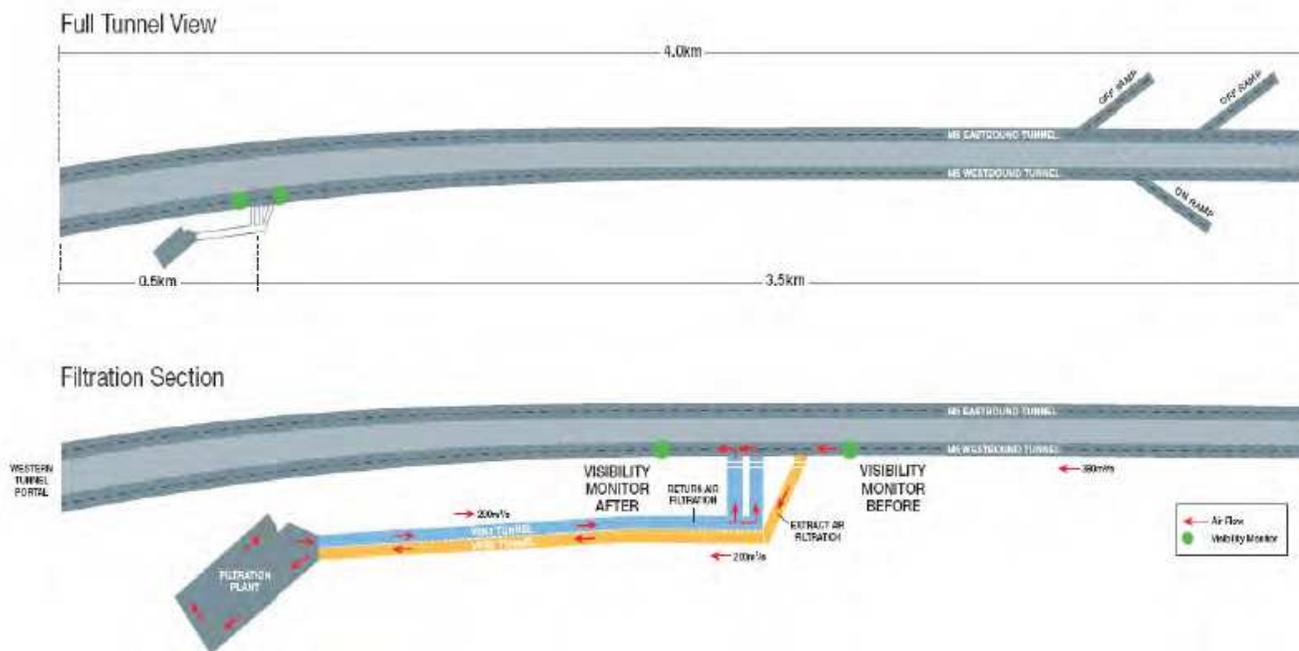
- Bilan environnemental global très incertain



Madrid - M30

Une seule évaluation complète et indépendante (1/2)

- Tunnel de la M5 East, à Sydney (Australie - NSW)
 - Installation en 2009 d'un système de traitement (filtration + charbon actif) - dans un tunnel existant, installation de type « en dérivation »
- Configuration défavorable :
 - il n'y a qu'une partie de l'air qui est traitée
 - l'air est réinjecté dans le tunnel 500 m avant la tête de sortie



Une seule évaluation complète et indépendante (2/2)

- Tunnel de la M5 East, à Sydney (Australie - NSW)
 - Mesures pendant 18 mois (6 h/j)
 - Résultats pour la pollution particulaire (200 m³/s sur 300 m³/s) :
 - « avant / après » le filtre : abattement de 60 à 70 % selon diamètre
 - au point de réinjection de l'air traité : 30 %
 - à la tête de sortie : abattement de 6 %
 - Résultats pour le dioxyde d'azote (50 m³/s sur 300 m³/s) :
 - « avant / après » le charbon actif : abattement 55 %
 - à la tête de sortie : abattement de 3 %
 - Coût d'investissement : 76 Millions de AUD (61 M€)
 - Coût d'exploitation annuel (6h/j) hors électricité : 790 000 AUD (632 000 €)
 - Coût annuel pour l'électricité (6h/j) : 35 000 AUD (28 000 €)

En conclusion

- Très peu d'installations dans le monde
 - 60 environ pour la filtration électrostatique (dont 40 au Japon, 8 en Norvège)
 - parmi elles, une quinzaine seulement prévues pour améliorer la qualité de l'air extérieur - dont la majorité des rares installations présentes en Europe (Madrid, Cesena, Mont-Blanc...)
 - moins de 10 installations de traitement du dioxyde d'azote (dont Madrid, Sydney)
 - 1 installation de traitement par photocatalyse (Rome)
- Des installations la plupart du temps à l'arrêt
- Le 24 octobre 2012, le ministère des routes de NSW a annoncé l'arrêt du système de traitement de l'air du tunnel de la M5 East à Sidney