

# Étude expérimentale des mécanismes et des conditions d'envol des poussières. Application aux chantiers de terrassement

Mickaël Le Vern<sup>a</sup>, Andry Razakamanantsoa<sup>a</sup>, Frédéric Murzyn<sup>b</sup>, Frédérique Larrarte<sup>c,d</sup>

<sup>a</sup> Laboratoire GMG, département GERS, Université Gustave Eiffel, 44340 Bouguenais

<sup>b</sup> ESTACA'Lab, Pôle Mécanique des Structures Composites et Environnement, ESTACA, 53000 Laval

<sup>c</sup> Laboratoire d'Hydraulique de Saint-Venant, 78400 Chatou

<sup>d</sup> Laboratoire SRO, département GERS, Université Gustave Eiffel, 77420 Marne-la-Vallée



Figure 1 : Poussières générées par la circulation d'un tombereau articulé sur un chantier de terrassement

## Problématique

Émissions de poussières :

- Nuisances sanitaires et environnementales [1, 2]
- Atténuation de la visibilité : risque pour la sécurité [3]
- Déploiement de grandes quantités d'eau pour éviter l'envol des particules [4]

Engagement des professionnels des terrassements : division par 2 de la consommation d'eau sur les chantiers

## Objectif de la thèse

Meilleure compréhension des mécanismes d'envol des poussières pour une meilleure gestion de l'eau sur les chantiers

## Axes d'étude

- Évolution de la dégradation et rugosité de surface d'un sol en fonction de sa mise en œuvre et des sollicitations qu'il subit
- Écoulements d'air proches du sol : interaction sol-atmosphère
- Envol des particules lors de la circulation d'un véhicule
- Écoulements générés dans le sillage des engins de chantier

## Méthodologie : Une double approche « mécanique des sols » / « mécanique des fluides »

### Mise en œuvre et dégradation des sols



Figure 2 : Sols compactés en laboratoire puis dégradés avec un simulateur de trafic

### Interaction sol/atmosphère

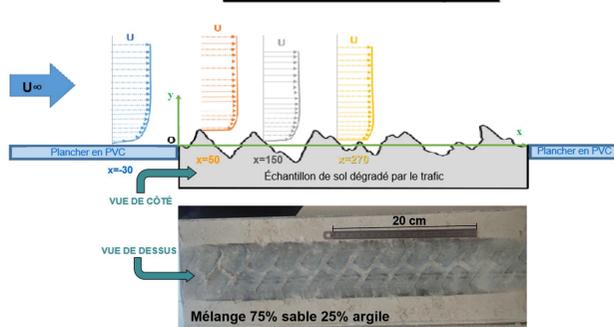


Figure 3 : Caractérisation en soufflerie des écoulements d'air au-dessus des sols dégradés

### Envol des poussières par circulation d'un véhicule

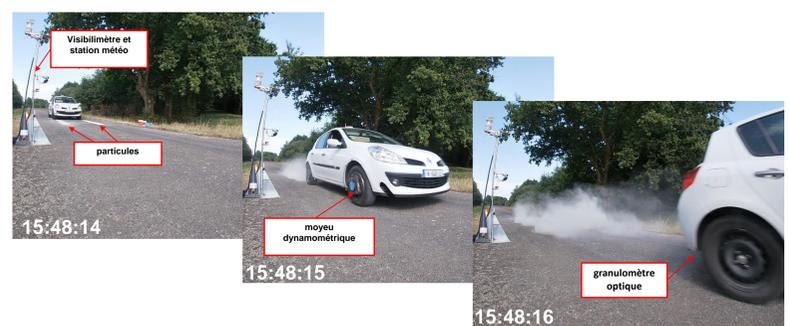


Figure 4 : Mesures embarquées d'émissions de poussières et d'atténuation de visibilité sur la piste de l'Université Gustave Eiffel (Nantes)

## Résultats

### Essais de laboratoire

- ❖ Augmentation importante de la dégradation des sols pour les 200 premiers passages de roue
- ❖ Des proportions équilibrées entre sable et argile permettent de limiter la dégradation de surface

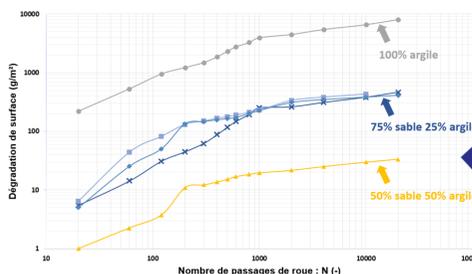


Figure 5 : Évolution de la quantité de particules détachées par la circulation d'un pneu sur trois sols compactés

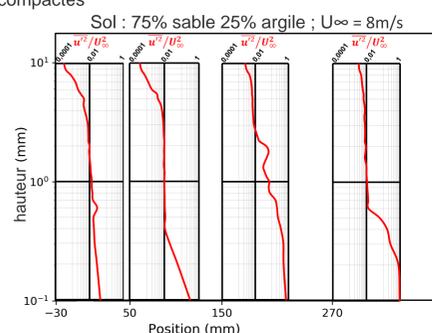


Figure 6 : Caractérisation des turbulences dans l'écoulement d'air au-dessus du sol afin de déterminer les contraintes que subissent les particules

Accumulation de particules en surface  
Bilan des efforts sur les particules

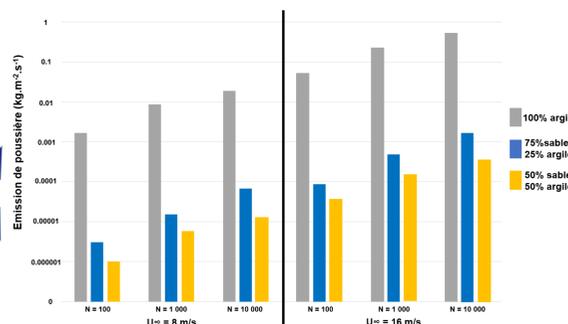


Figure 7 : Estimations à l'aide du modèle de Klose et Shao [5] des émissions de poussières des trois sols en fonction du nombre de passages de roue et de la vitesse d'écoulement de l'air

- ❖ Les émissions de poussière de l'argile sont plusieurs ordres de grandeur au-dessus de celles des sols sableux
- ❖ Un écoulement d'air de 16 m/s (≈ 60 km/h) génère un flux de poussière environ 30 fois plus important qu'un écoulement de 8 m/s (≈ 30 km/h)

### Envol de poussières sur piste

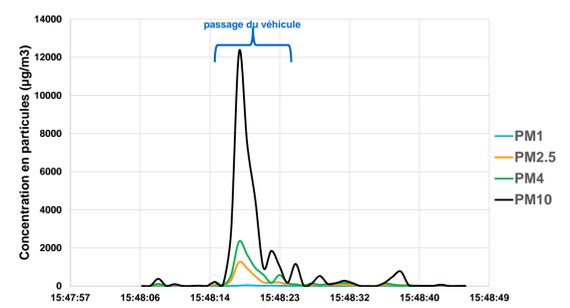


Figure 8 : Évolution temporelle de la concentration de poussières lors de la circulation d'un véhicule à 30 km/h sur des particules d'argile

- ❖ Prépondérance des PM10 (particules de diamètre inférieur à 10 µm) parmi les poussières envolées
- ❖ Dissipation du nuage de poussières en un peu moins d'une dizaine de secondes
- ❖ Instantanément lors du passage du véhicule, la concentration atmosphérique en PM10 dépasse largement le seuil journalier recommandé par l'OMS (50 µg/m³)

## Conclusions

Mise en place d'un modèle d'émission de poussières liée à la circulation des engins sur les chantiers de terrassement en tenant compte :

- De la dégradation du sol par le trafic
- Des efforts subis par les particules à travers le cisaillement des pneus et des écoulements générés par les engins en circulation (futurs travaux)

Quantification des émissions de poussières des chantiers afin d'anticiper les quantités d'eau nécessaires pour limiter l'envol

## Références

- [1] Pope, C.A., Dockery, D.W. (2006) Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect, *J. of the Air and Waste Management Association*, 56(6):709-742
- [2] Mohapatra, K., Biswal, S.K. (2014) Effect of particulate matter on plants, climate, ecosystem and human health, *Int. J. of Adv. Tech. in Eng. and Sci.*, 2(4):118-129
- [3] Baddock, M.C., Strong, C.L., Leys, J.F., Heidenreich, S.K., Tews, E.K., McTainsh, G.H. (2014) A visibility and total suspended dust relationship, *Atm. Env.*, 89:329-336
- [4] Gambatese, J.A., James, D.E. (2001) Dust suppression using truck-mounted water spray system, *J. of Construction Engineering and Management*, 127(1):53-59
- [5] Klose, M., Shao, Y. (2012) Stochastic parameterization of dust emission and application to convective atmospheric conditions, *Atm. Chemistry and Physics*, 12(12):7309-7320

## Perspectives

- Étudier les écoulements générés dans le sillage des engins de chantier à l'aide de maquettes en soufflerie : intégrer les turbulences de sillage dans le modèle d'émission de poussières
- Établir, à partir des résultats des essais sur piste, la relation entre l'envol des particules et les paramètres suivants : Type de véhicule – Vitesse véhicule – Dynamique de contact pneu/surface – Type de particules – Quantité de particules – Conditions météorologiques
- Mener en parallèle des mesures d'émission de poussières sur chantiers : calibrer les modèles établis en laboratoire

Contact : mickael.le-vern@ifstar.fr