

Opération de Recherche TERRANOVA

Terrassements Novateurs

Nantes, 28 mai 2018

DURABILITÉ EN TERRASSEMENT

ECONOMIE D'EAU

ET

RÉDUCTION DES POUSSIÈRES SUR CHANTIER

Ouardia Sediki & Andry Razakamanantsoa

Economie en eau (2012-2018): les actions du SPTF

■ Mise en place d'un outil de suivi

■ Economies sur les consommations d'eau d'arrosage des pistes : objectif de l'arrosage = limiter l'envol de poussières pour des raisons de sécurité

- Lancement d'une étude bibliographie en 2012/2013
- Création de la chambre aéraulique (et brevet)
- **Lancement d'une thèse :**
 - « Etude des mécanismes d'instabilités et d'envol des particules en lien avec l'hydratation des sols fins »

TERRASSEMENT					
NOM DU CHAUFFEUR : <u>J.MARTIN</u> Date / Piste : <u>08/04/2009</u>			CHANTIER : <u>DEVIATION RN1</u>		
Engin : <u>Enfouisseuse</u> N° Parc : <u>DH.134</u> Capacité : <u>15 m³</u>			Compteur → Début : <u>320</u> Fin : <u>327</u> Litrage Fuel : <u>80 L</u>		
Panne : → Début : <u>14h30</u> Fin : <u>16h</u>					
Origine de l'eau		Utilisation de l'eau			
Prise et Réservoir	Origine de l'eau (Nombre de reprise/capacité)	Localisation de la prise d'eau		Usage de l'eau Volume (m ³) (Nombre de reprise/capacité)	Observations
Réservoir	Etang/Reservoir	Eaux de surface		Prise et Réservoir	Emplacement
		Eau de surface			Réservoir (Rue Michel), Bois incendié, Etang Ferme, Mer Méditerranée, Débâcle trouée pont PS 224, bassin de rétention PK3...
2	30	Etang ferme Henry		30	
1	15	Réseau rue Michel		10	
3	45	Bassin PK 42		45	
15 30 45		Total par origine et utilisation (m ³)		10 45 35	
		Total (m ³)		90	
OBSERVATIONS:					

Contexte et problématiques

- Objectif: **Economie d'eau**
 - Engagement volontaire de réduction d'eau de 50% à l'horizon 2020
 - Utilisation de quantités non optimisées d'eau, notamment pour le rabattement des poussières
- Poussière
 - Ensemble des éléments fins < 70 à 80 µm sujets à l'envol, issus de la dégradation de la surface d'un sol non revêtu
- Nuisances sécuritaires (manque de visibilité) sur chantier
- Réglementation ambiguë sur les chantiers mobiles
 - Chantier fixe: loi N° 76-663 du 19 jui. 1976, abrogé par l'Ordonnance n° 2000-914 du 18 sep. 2000 – art. 5 (V) au JORF 21 sep. 2000
 - Nuisance : NF-ISO 7708, 2008, pollution atmosphérique, nocivité PM2.5 et PM10, traficabilité

Contexte et problématiques

- **Historique et état des lieux**

Arrosage non maîtrisé

- 1l d'eau d'arrosage pour 1m³ de sol à déplacer.
- Pour une queue de carpe standard, l'arrosage nécessite en moyenne 1 l/m², soit 6 passages de citernes de 15 m³ par jour pour un chantier de 1 km de long.

Nuisances non évaluées

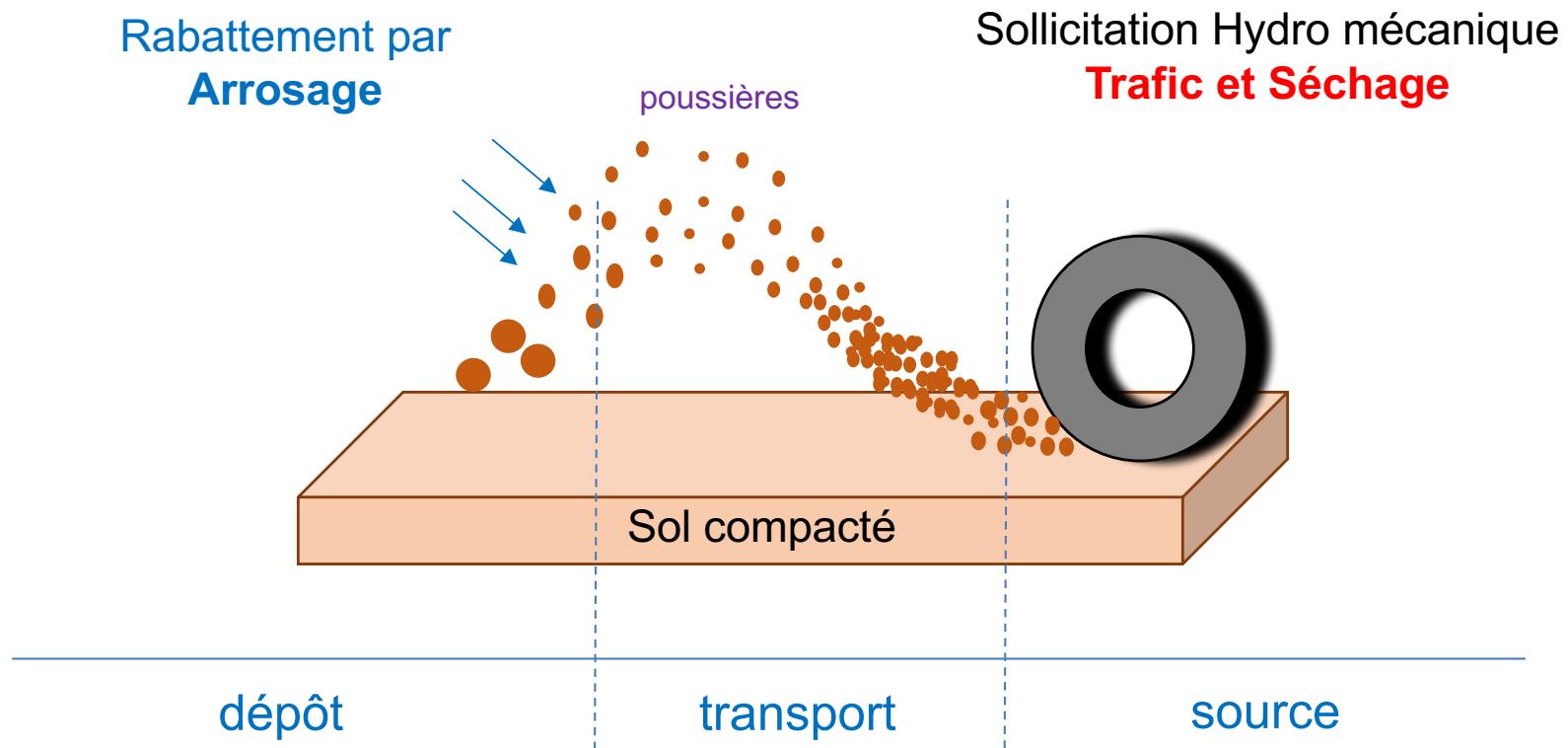
- Emissions de poussières source de nuisances:
 - **Nuisances sécuritaires** (perte de visibilité des conducteurs d'engins, et risque d'accidents).
 - **Nuisances environnementales** aux abords immédiats du site (dégradation des cultures et élevages, dégradation des habitations riveraines, dépôts divers des poussières...).

Etat des connaissances à consolider

- Techniques utilisées de traitement et de rabattement des poussières
- Inventaire sur les produits de traitement respectant l'environnement (mélange eau/huile végétale, argile,...).

Contexte et problématiques

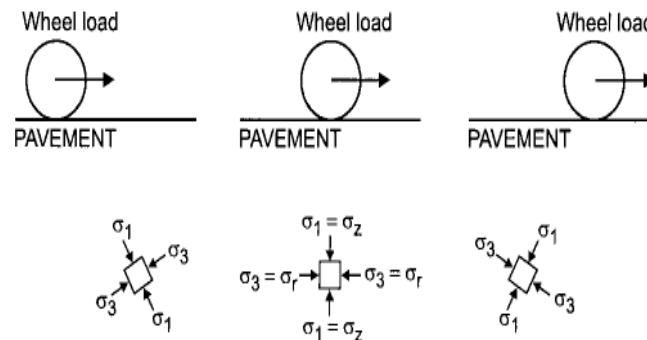
- Mécanisme régissant la génération et l'envols ?



→ Corrélation entre l'Envols et les caractéristiques géotechniques des sols?

Objectifs

- Etude des mécanismes d'instabilité de surface de sols compactées
 - Reproduire les sollicitations de compactage en laboratoire similaires à celles du terrain



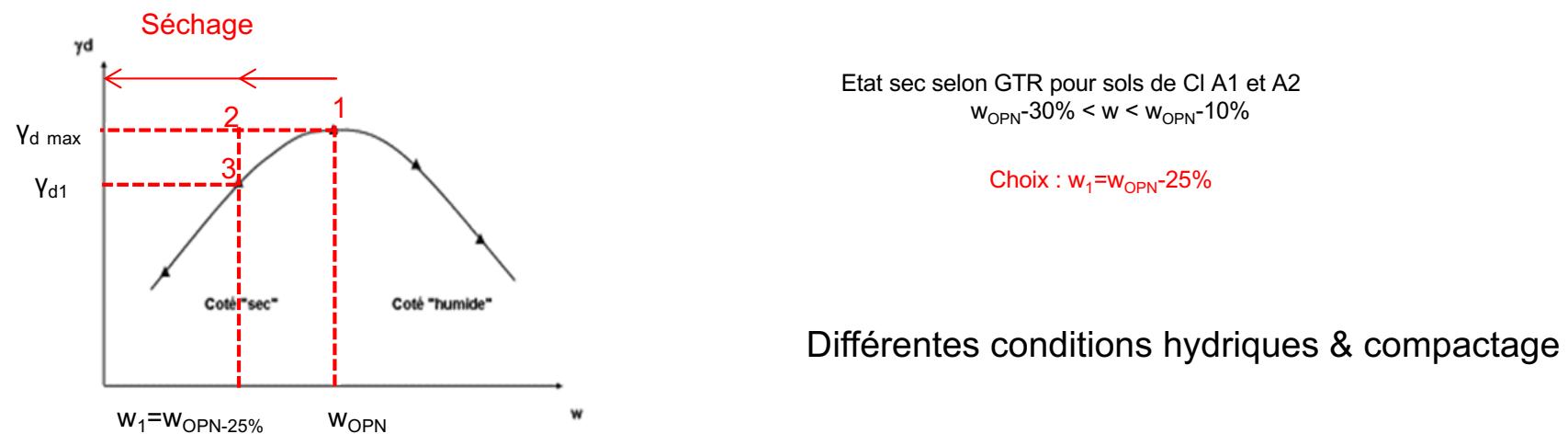
Lekarp et al. (2000)

- Etude du mécanisme de dégradation des surfaces de sols compactées sous sollicitations de trafic et environnementales (source de l'envol)

Programme expérimental

- Au laboratoire

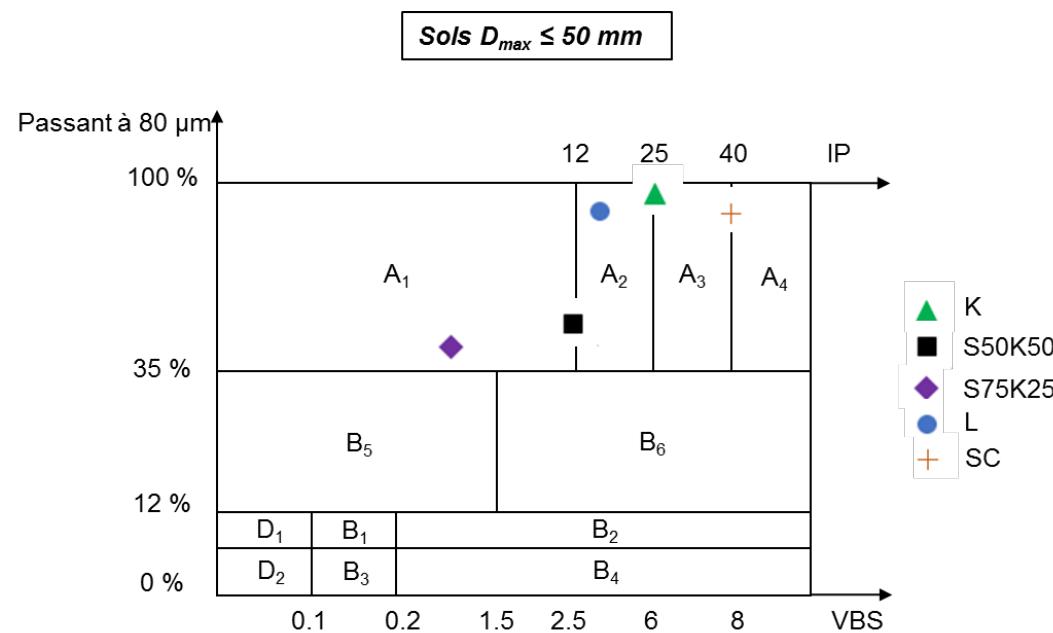
- Analyse de l'effet de la rotation des tenseurs de contraintes sur la structure des sols compactés
- Etude des mécanismes de dégradation de surface sous sollicitations de trafic et de l'environnement (En lien avec la mise en œuvre)



Matériaux

Sols de laboratoire	K	Argile kaolin speswhite
	S50K50	50% de kaolin speswhite + 50% de sable d'Hostun HN38
	S75K25	75% de sable d'Hostun HN38 + 25% de kaolin speswhite
Sols de terrain	L	Limon du Val d'Europe, Magny le Hongre (77)
	SC	Argile à Silex de St-Calais, Conflans Sur Anille (72)

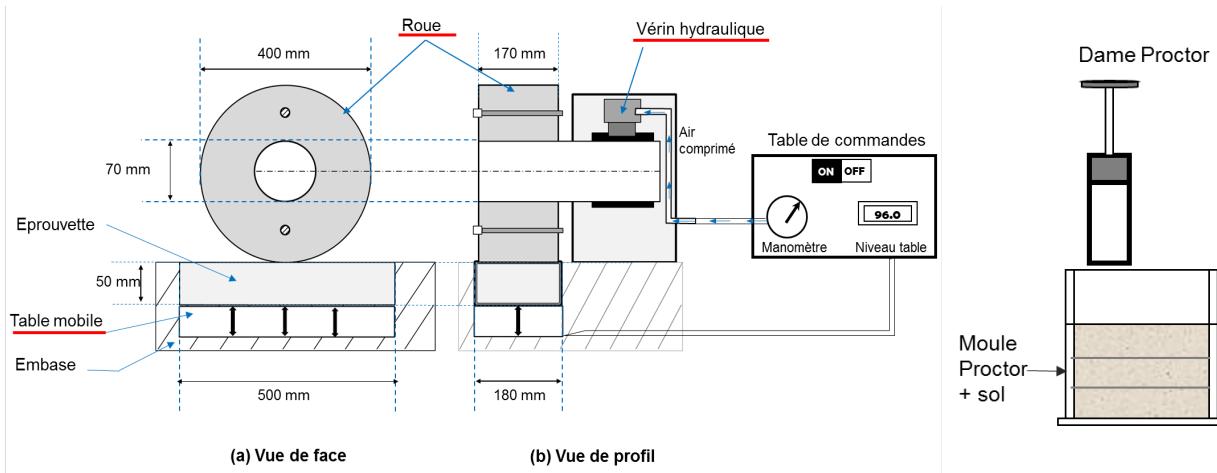
Guide Technique Routes



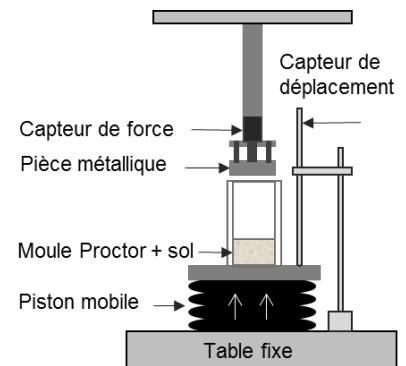
Dispositifs expérimentaux

- **Dispositif de compactage**

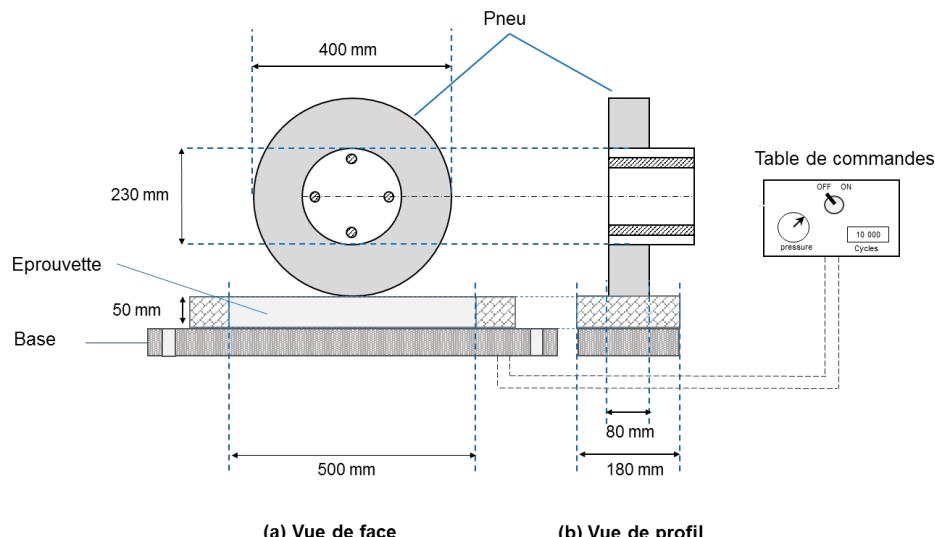
LRC - roulement



Conventionnelle

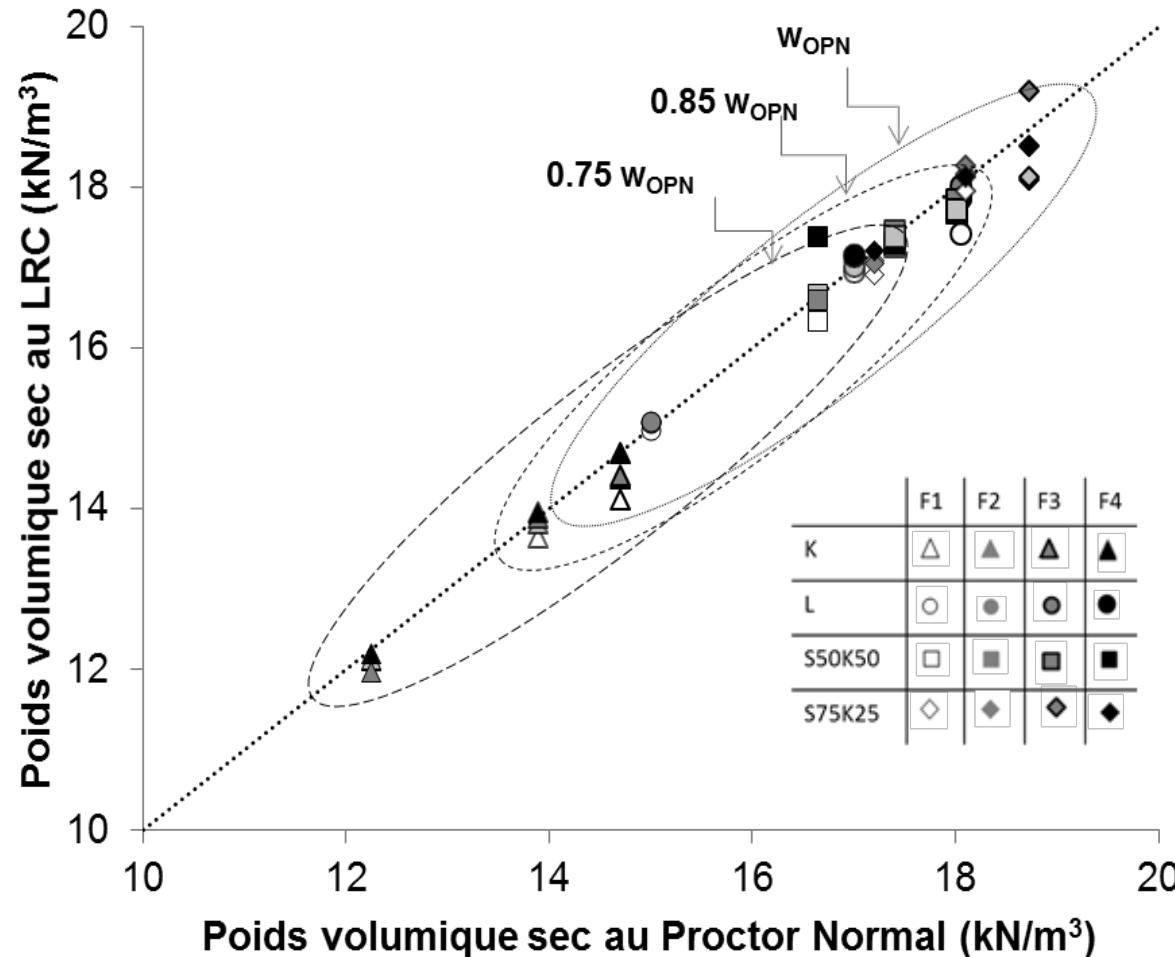


- **Simulation de trafic et mesure d'émission**



Résultats : Compactage

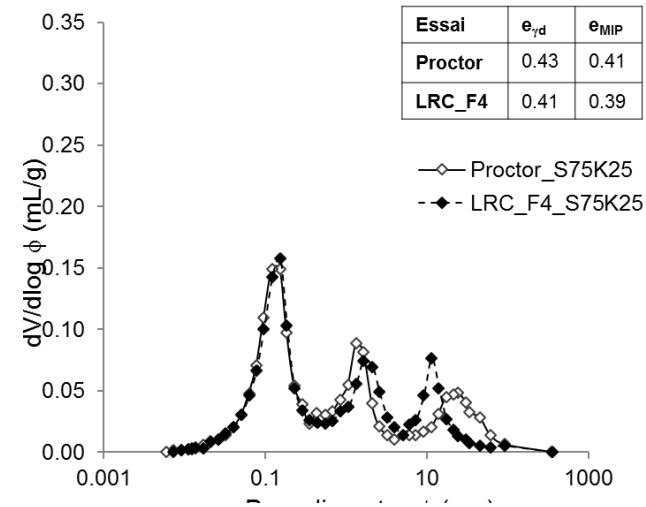
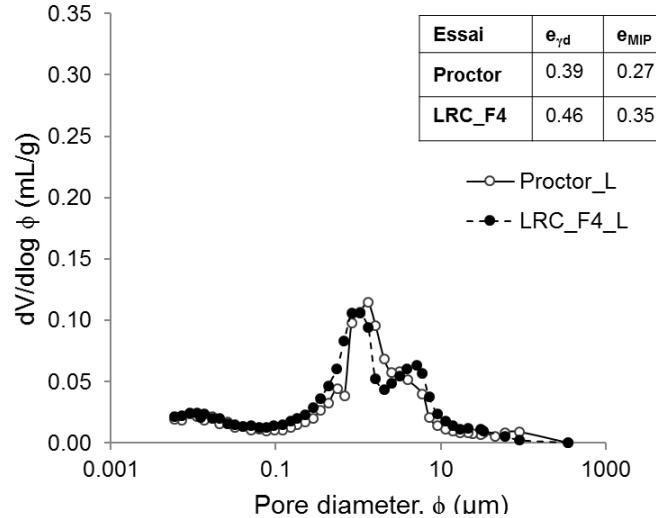
- Echelle Macrostructure



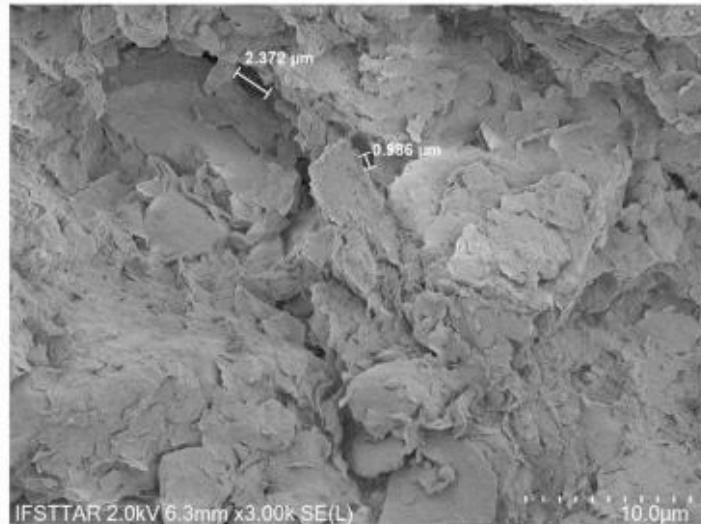
➡ Obtention d'une même gamme de valeur de densité

Résultats: Compactage

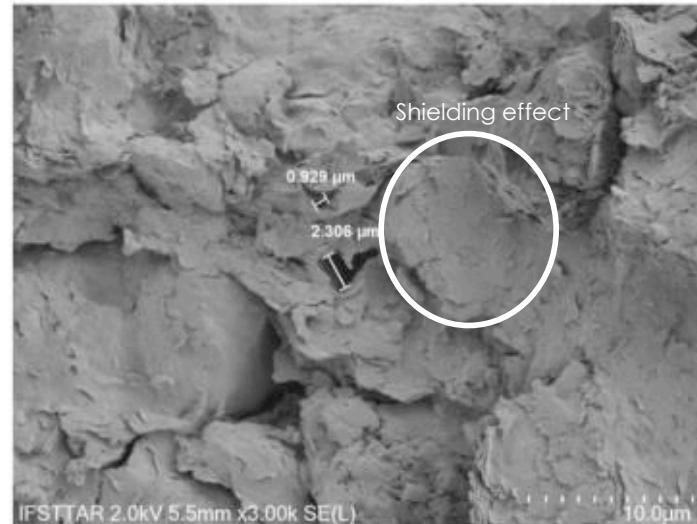
- Echelle Microstructure



Compactage par roulement au LRC



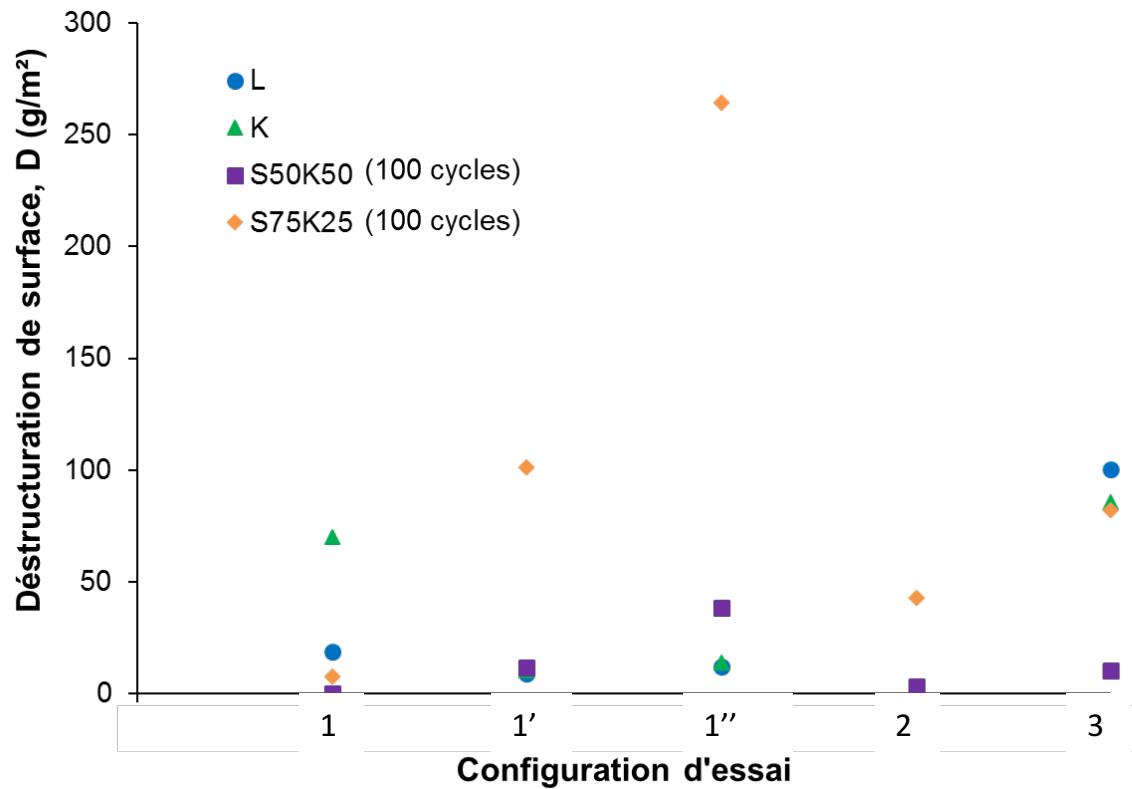
Compactage Proctor Normal



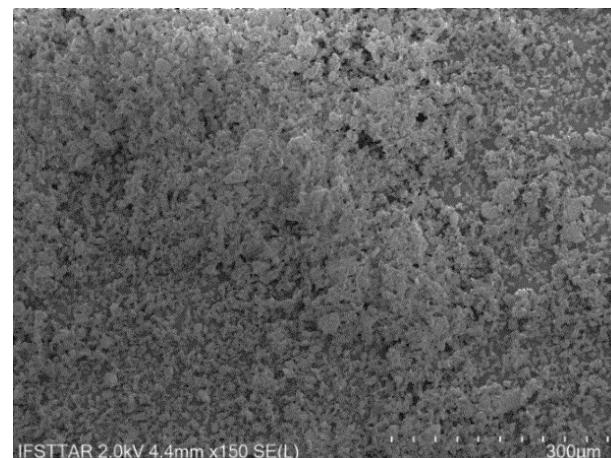
➡ Influence significative du mode de compactage sur la structure du sol

Résultats: Mécanismes de dégradation de surfaces sous sollicitations de trafic

- Déstructuration de surface



K- Sol non consolidé



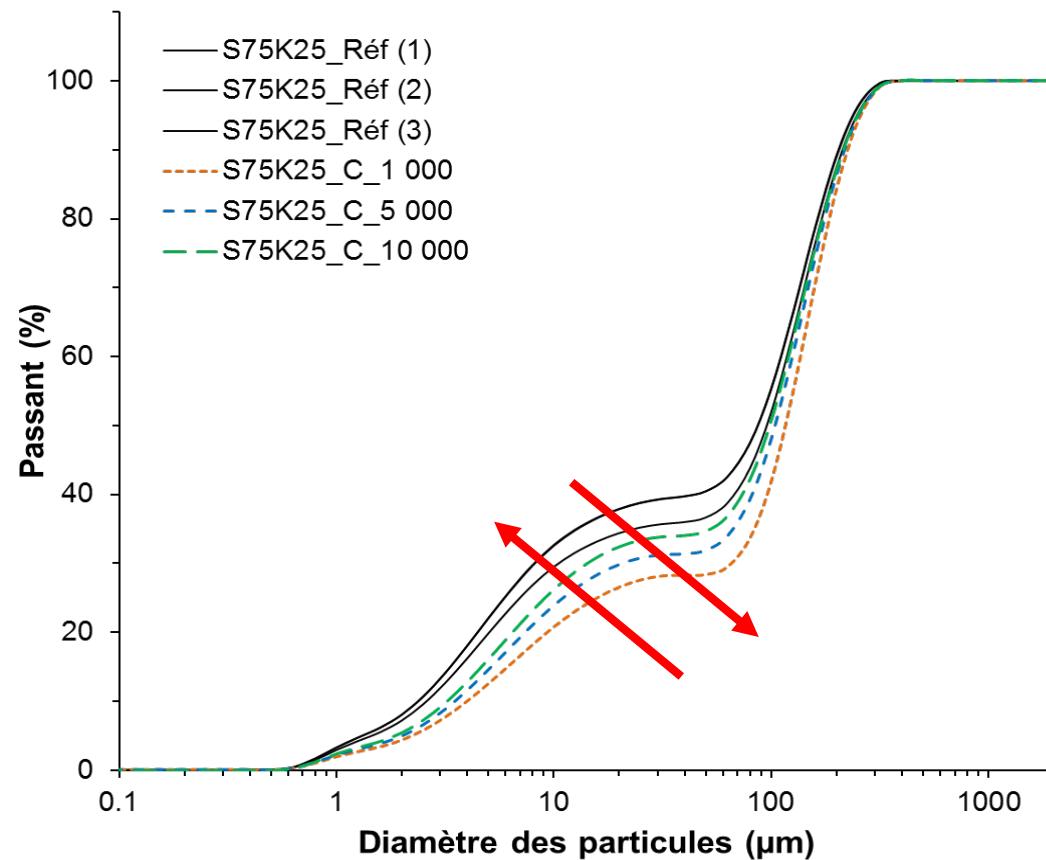
K- Sol dégradé



→ Arrachement des agrégats de sol par le trafic

Résultats: Mécanismes de dégradation de surfaces sous sollicitations de trafic

- Distributions granulométriques de la fraction dégradée



→ Réduction de la taille des agrégats de sol arrachés par le **cycle de trafic**

Bilan

Au laboratoire

- Développement du protocole de mesure d'absorption d'eau par le sol (Q/S eau du sol).
- Maîtrise de la configuration de compactage permettant d'économiser la quantité d'eau de mise en œuvre et de limiter l'envol des poussières.
- Proposition de solutions permettant la protection de la surface afin de limiter la dégradation du sol.

Intermédiaire

- Développement d'un dispositif efficace permettant de quantifier les propriétés de la poussière, en lien avec l'atténuation de la visibilité et l'environnement immédiat du site:
Concentrations – Visibilité – Humidité – Vent – Luminance – Température.

In-situ

- Développement du protocole de mesure du Q/S eau du dispositif d'arrosage.
- Développement d'un dispositif de mesure en continu et en temps réel des concentrations de poussières en vol, de l'atténuation de la visibilité, de l'humidité, du vent, de la luminance, et de la température.
- Abaque Q/S eau des dispositifs d'arrosage.

Aspects fondamentaux

- Meilleure compréhension du mécanisme de dégradation, génératrice des poussières.
- Transfert de connaissances scientifiques et techniques des actions menées avec le soutien de la région Pays de la Loire (<http://www.gislrgec.fr/pages/71/interaction-sol-atmosphere>).



Livrables

- **1 publication** scientifique soumise et **1 en préparation**
- **1 brevet** finalisé
- **1 brevet** en cours de dépôt)
- **2 conférences internationales** (EMI2016 et GEE2016)
- **1 conférence nationale** (JNGG 2016)
- **Les Journées du Terrassement 2016**
- Journées Techniques Routes 2015
- 2 Rapports d'avancement ANRT/Ifsttar /SPTF/FNTP

En perspective

- Rédiger et élaborer un guide de bonne pratique pour la profession
- Compléter et optimiser l'abaque (Q/S eau) et corrélation entre « concentrations des poussières en vol » et « atténuation de la visibilité »
- Réaliser des planches d'essais de validation: configuration de compactage du côté sec de l'OPN, réalisation de couche de protection de surface.
- Etudier la durabilité de l'effet de l'arrosage pour différentes rampes d'arrosage, permettant ainsi de l'optimiser.
- Etudier le mécanisme d'envol des poussières dans la couche limite proche de la surface.



Merci pour votre attention!

**DURABILITÉ EN TERRASSEMENT
ÉCONOMIE D'EAU
ET
RÉDUCTION DES POUSSIÈRES SUR CHANTIER**

Ouardia Sediki & Andry Razakamanantsoa