



**Etude du Contact pneumatique chaussée pour des propriétés Optimales et durables des SURFaces routières**

Période: 2010 -2013

Fabienne Anfosso-Lédée, IFSTTAR, Dept MAST

Smail Hamlat, CEREMA / Dter Ouest / DLRD d'Angers / ERA36

**Clôture de l'opération ECOSURF**

Ifsttar (centre de Nantes) – Lundi 2 juin 2014



IFSTTAR



Cerema

# PLAN DE LA PRÉSENTATION



- Enjeux & objectifs de l'opération
- Équipes & moyens engagés
- Structure de l'opération en 4 sujets



# Enjeux de l'opération

- ❑ Diminuer les risques : sécurité routière
  - Adhérence et son maintien dans le temps (polissage et arrachement des granulats en surface...)
  
- ❑ Economiser l'énergie et les ressources naturelles et réduire la gêne aux usagers
  - Durabilité des revêtements
  - résistance au roulement ↔ consommation d'énergie
  
- ❑ Limiter l'impact de la mobilité sur l'environnement
  - Bruit routier
  - résistance au roulement ↔ émission CO2



# Objectifs de l'opération

- ❑ Prévoir les performances d'usage des couches de chaussée de l'état initial → fin de vie
  - adhérence, bruit, résistance au roulement, résistance à l'arrachement
  - Modèles prévisionnels : modélisation du contact pneu / chaussée
  
- ❑ Optimiser les performances des revêtements routiers
  - Optimisation multi-critères : adhérence, bruit, résistance au roulement et arrachement état initial et état final
  - Matériaux innovants : « blancs » et « noirs »
  
- ❑ S'appuyer sur des outils et des méthodes de caractérisation pertinents et fiables



- **Ifsttar** (*environ 14,5 ETP/an pendant 4 ans*)
  - AME (EASE, LAE), MAST (MIT), UR Navier
- **Cerema** (*environ 5,8 ETP/an pendant 4 ans*)
  - ERA36 (Angers), ERA 12 (Lyon), ERA32 (Strasbourg) CECP d'Angers, LR de Blois, LR Clermont-Ferrand, LROP, Laboratoire Eco-matériaux IF
- **Thèses**
  - 9 thèses (*3 sur l'adhérence , 3 sur le bruit, 1 sur RR et 2 sur l'optimisation des matériaux vis-à-vis de l'adhérence*)
- **Collaborations**
  - Universités de Poitiers, Université d'Evry, INSA Lyon, ESTP, ENS Cachan, ENTPE, GdR « Visible » (bruit), Universités de Delft (NL) et de Pennstate (USA)
  - Entreprises routières, automobile, Maîtres d'ouvrage
  - partenaires UE (*projets PCRD*)



- *Sujet 1* : **Modélisation** des propriétés d'usage issues du contact pneumatique-chaussée
  - *1a* : Adhérence
  - *1b* : Bruit
  - *1c* : Résistance au roulement
  
- *Sujet 2* : Prévion de l'**évolution** des propriétés d'usage et de la **durabilité** des couches de roulement
  
- *Sujet 3* : **Optimisation** des matériaux et des formulations des couches de roulement
  - *3a* : matériaux aux liants bitumineux
  - *3b* : matériaux aux liants hydrauliques
  
- *Sujet 4* : **Outils et méthodes** de caractérisation des propriétés d'usage



# *Sujet 1 : Modélisation des propriétés d'usage issues du contact pneumatique – chaussée (M. Kane, J. Cesbron)*



## **1a : Modélisation de l'adhérence** (EASE, ERA12)

- Calcul en temps réel de l'adhérence
- prise en compte plus réaliste du mouillage

*Thèses Y. Beautru, D. Prévost (2009-2013)*

## **1b : Modélisation du bruit de roulement** (LAE, UR Navier)

- Calcul des efforts dynamiques de contact, mise en vibration d'un pneumatique
- Relation entre les paramètres de texture et le bruit

*Thèses R. Meftah et G. Dubois (2008-2012)*

## **1c : Modélisation de la résistance au roulement** (UR Navier, MAST, LAE, ERA36)

- compréhension des phénomènes (modélisation, mesure)  
*Thèse Q.H. Bui (2010-2013)    Projet international « MIRIAM » (2010-2015)*



## *Sujet 2 : Evolution et durabilité des revêtements routiers (P. Marsac)*



### **2a : Simulation des phénomènes en laboratoire** (EASE, ERA12, ERA36)

→ évolution de l'adhérence : compréhension et prévision des phénomènes de décapage, de polissage et de vieillissement

*Thèse D. Zhao (2008-2011) (IFSTTAR) \* Projet EU « SKIDSAFE » (2010-2013)*

*Thèse C. Hervouet (2011-2014)*

### **2b : Validation des lois d'évolution sur site** (MIT, ERA32, ERA36, ERA12)

- poursuite du suivi expérimental de planches pour l'étude de **pérennité acoustique**
- Actualisation et modernisation des bases de données (**base CARAT, base bruit**).





## *Sujet 3 : Optimisation des matériaux et des formulations des couches de roulement (S. Hamlat)*



### **3a : Matériaux bitumineux** (ERA36, EASE, LAE, ERA 12, DTer IF)

- ➔ Optimisation expérimentale adhérence et bruit en fonction de la nature des granulats et de la formulation
- ➔ Innovation en techniques routières
- Revêtements **poro-élastiques** (PERSUADE): essais W&S et mise au point de mesure sur site d'impédance mécanique. *Projet FP7 PERSUADE*
- Expérimentation **micro-enduits**: tests en laboratoire et sur manège de fatigue
- Utilisation de **basaltes** en couche de surf: étude en labo (W&S) et suivi sur site
- Utilisation d'**enrobés recyclés**: prévision en labo (W&S) et suivi d'adhérence  
*Thèse Y. Senga (2010-2013)*

### **3b : Matériaux aux liants hydrauliques** (MIT, EASE, LAE, CETE IdF)

Enduit Hydraulique Fibré : *Projet ANR « CLEAN » (2009-2012)*



## Sujet 4 : Outils et méthodes d'évaluation (V. Cerezo)



➔ Développement d'outils et de méthodes pour l'évaluation des propriétés d'usage et des caractéristiques de surface associées

### 4a. Mise au point de nouveaux outils (ERA12, LR Blois, EASE, ERA36, CECF Angers, MIT)

- Op. Dév. « TEXROAD3D » : appareil de mesure de texture 3D.
- Poursuite du développement d'une méthode de mesure d'absorption acoustique. *Thèse G. Benoit (2009-2013)*
- nouveau banc d'adhérence (SR-ITD). *Projet FP7 SKIDSAFE*
- méthode de mesure de l'impédance mécanique. *Projet FP7 PERSUADE*
- Méthode de mesure de la résistance au roulement. *Projet MIRIAM*



### 4b. Suivi et mise à jour d'outils opérationnels (ERA12, EASE, ERA32)

- Op. Dév. « Version compacte **T2R** »: dispositif d'évaluation de la **résistance aux arrachements** des granulats
- Evaluation comparative d'appareils de mesure de **texture et de frottement**
- Evaluation périodique des méthodes de mesure de **bruit de roulement** au passage (VI) et en continu (CPX)
- Mise à jour du logiciel **dBEuler** pour la mesure du bruit de roulement au passage (VI)



**MATIN**

<b>09h00-09h30</b>	<b>ACCUEIL DES PARTICIPANTS</b>
<b>09h30-10h15</b>	Mot d'ouverture. M. BOULET / IFSTTAR, S. DENECHÉAU/CEREMA Présentation de l'ORSI ECOSURF. F. ANFOSSO/IFSTTAR et S. HAMLAT / CEREMA Enjeux et attentes des donneurs d'ordres. Hervé GUIRAUD/CEREMA Enjeux et attentes de la profession. Ch. LEROY/USIRF
<b>10h15-11h30</b>	<b>Modélisation des propriétés d'usage issues du contact pneumatique-chaussée (M. KANE)</b>
10h15-10h30	Modélisation de l'adhérence. M. KANE/IFSTTAR
10h30-10h45	Modélisation du bruit de roulement. J. CESBRON/IFSTTAR et G. DUBOIS/CEREMA
10h45-11h00	Modélisation de la résistance au roulement. H.P. YIN/Ecole des Ponts-L. Navier
11h00-11h15	Séance de questions
<b>11h15-11h30</b>	<b>PAUSE</b>
<b>11h30-12h45</b>	<b>Prévision de l'évolution des propriétés d'usage et de la durabilité des couches de roulement (P. MARSAC)</b>
11h30-11h45	Méthodes de laboratoire pour l'étude de l'évolution de l'adhérence des chaussées. M.T. DO/IFSTTAR
11h45-12h00	Optimisation de la formulation des enrobés de surface vis-à-vis de l'adhérence et sa durabilité dans le temps. C. HERVOUET/CEREMA
12h00-12h15	Suivi des planches acoustiques avec analyse de l'évolution de la texture. G. DUTILLEUX/CEREMA et M. BOUTELDJA/CEREMA
12h15-12h30	Bases de données sur les caractéristiques de surface : Base CARAT adhérence longitudinale. S. HAMLAT et D. CHAUVET/CEREMA Base Bruit de roulement. G. DUTILLEUX/CEREMA Base Adhérence Transversale (CFT). T. BERTOIS/CEREMA
12h30-12h45	Séance de questions
<b>12h45-14h00</b>	<b>PAUSE DEJEUNER</b>

**APRÈS-MIDI**

<b>14h00-15h15</b>	<b>Optimisation des matériaux et des formulations pour couches de roulement (S.HAMLAT)</b>
14h00-14h15	Revêtement poro-élastique. J. CESBRON / IFSTTAR
14h15-14h30	Micro-enduit pour couche de roulement. S. HAMLAT / CEREMA
14h30-14h45	Enduit Hydraulique Fibré Gravillonné. T. SEDRAN / IFSTTAR
14h45-15h00	Optimisation des enrobés bitumineux constitués de mélanges granulaires hétérogènes. J. Colin et A. Douy / ESTP
15h00-15h15	Séance de questions
<b>15h15-15h30</b>	<b>PAUSE</b>
<b>15h30-16h45</b>	<b>Outils et méthodes de caractérisation des propriétés de surface (V. CEREZO)</b>
15h30-15h45	Caractérisation de l'évolution du colmatage d'un revêtement de type poreux via des mesures acoustiques. G. BENOIT / CEREMA
15h45-16h00	Nouveau dispositif de mesure de texture routière, TexRoad3D. F. ANFOSSO / IFSTTAR
16h00-16h15	Dispositif, version compacte, d'évaluation de la résistance aux arrachements des revêtements routiers. J-Ph TERRIER / IFSTTAR
16h15-16h30	Etude des corrélations entre appareils de mesure de l'adhérence des chaussées. V. CEREZO / IFSTTAR
16h30-16h45	Séance de questions
16h45-17h00	Conclusions du séminaire et perspectives. M-L. GALLENNE / IFSTTAR, E. HAZA-ROZIER / CEREMA
<b>17h00</b>	<b>FIN DU SEMINAIRE</b>

