



**Intitulé de la thèse :** Approche probabiliste des dégradations en surface des chaussées routières.

Cette thèse entre dans le cadre du projet SURCHAUPRO (Approche probabiliste des dégradations en surface des chaussées routières) financé par la région nouvelle aquitaine et l'Université de Limoges.

## Contexte

La maintenance des couches de surface de chaussée représente un budget de 15 Milliards d'Euros par an en France. La Région Nouvelle Aquitaine possède sur son territoire un réseau routier très important. Sans aucune opération de maintenance, les dégradations en surface de la couche de roulement sont généralement à l'origine de la dégradation complète de la chaussée. Le suivi de ces dégradations est donc un point essentiel dans la planification de la maintenance d'une chaussée routière. Cela nécessite l'utilisation de modèles capables de prédire l'amorçage et l'évolution de ces dégradations.

Les opérations en ingénierie quotidienne requièrent l'obtention de résultats assez rapidement. Ainsi, le constat de temps de calcul trop long des modèles dont la résolution fait appel aux éléments finis conduisent à travailler avec des modèles analytiques et/ou semi analytiques. Les projets précédents (MACADAM et CHAUSSUR) ont mis en évidence, au travers de résultats significatifs, l'efficacité du modèle semi-analytique ISAAC développé au LAMCOS INSA Lyon. Ce modèle a été appliqué au cas du contact roulant pneu – chaussée (SAM-route) entre 2015 et 2021 (Manyo et al. 2021).

Une des originalités du projet SURCHAUPRO est le fait d'aborder l'aspect opérationnel de la maintenance, c'est-à-dire d'introduire l'aléa. En effet, la variabilité des paramètres conduisant aux dégradations, tels que la localisation des chargements à la surface de la chaussée, les formes et gonflages des roues ainsi que les conditions environnementales, imposent de travailler dans un cadre probabiliste. Une telle approche est d'autant plus facilitée par l'utilisation de modèles analytiques.

Dans ce projet ambitieux, on se limitera aux dégradations en partie courante de chaussée à l'image de la méthode française de dimensionnement des structures de chaussées.

## Objectifs et démarche

Les objectifs principaux de ce projet sont de proposer au gestionnaire d'ouvrage :

- une méthodologie optimisée permettant la mise en place d'une planification d'opérations de maintenance et d'entretien des couches de surface. Cela en tenant compte des conditions réelles de service des chaussées par la prise en compte de ces variations et incertitudes ;
- un outil numérique de dimensionnement en maintenance des couches de surface des chaussées avec la rapidité d'un modèle semi-analytique.

Des opérations d'initialisations, validations du modèle et la mise œuvre type de la méthodologie développée devront être menées.

L'approche probabiliste peut intéresser plusieurs aspects :



- analyse de sensibilité afin d'identifier les paramètres les plus influents (Rakotovao Ravahatra et al. 2021) ;
- analyse de fiabilité dépendant du nombre de cycles ou par extension dépendant du temps (Hawchar, El Soueidy, et Schoefs 2017) ;
- actualisation probabiliste à partir d'observations ou de mesures réalisées à posteriori (Heitner et al. 2019).

La méthodologie optimisée proposée permettra de lever certains verrous scientifiques sur la prise en compte des incertitudes sur les aspects du contact pneu – chaussée. De plus, cela peut être utilisée par le gestionnaire d'ouvrage pour des applications en ingénierie quotidienne. Enfin, ce projet devrait permettre d'aboutir à une version exécutable du code SAM-route sur l'application contact roulant pneu - chaussée à destination des professionnels.

## Profil recherché

- Diplôme d'ingénieur ou Master 2 en Mécanique ou Génie Civil avec une bonne culture en modélisation numérique des structures.
- Des compétences sur les aspects probabilistes sont recommandées.
- Des connaissances sur les matériaux bitumineux et les structures routières sont souhaitables.

## Descriptif du poste

Le doctorant s'intégrera dans les travaux de recherche du laboratoire GC2D<sup>1</sup>. Ce laboratoire a son site principal à Egletons et une antenne située à l'IUT de TULLE. Des séjours sur les deux sites sont à prévoir.

**Début** : Automne 2022

### Envoi de candidature :

Lettre de motivation, CV détaillé, relevés des notes et classement, lettres de recommandation en **un seul fichier pdf** et autres documents que vous jugerez nécessaire, à envoyer à :

Ndriana RAKOTOVAO RAVAHATRA [ndriany.rakotovao-ravahatra@unilim.fr](mailto:ndriany.rakotovao-ravahatra@unilim.fr)

Benoît PICOUX [benoit.picoux@unilim.fr](mailto:benoit.picoux@unilim.fr)

Philippe REYNAUD [philippe.reynaud@unilim.fr](mailto:philippe.reynaud@unilim.fr)

Sylvie YOTTE [sylvie.yotte@unilim.fr](mailto:sylvie.yotte@unilim.fr)

Christophe PETIT [christophe.petit@unilim.fr](mailto:christophe.petit@unilim.fr)

---

<sup>1</sup> <https://www.unilim.fr/recherche-gc/domaines-scientifiques/durabilite-et-diagnostic-des-structures-routieres/>



## Références

- Hawchar, Lara, Charbel-Pierre El Soueidy, et Franck Schoefs. 2017. « Principal Component Analysis and Polynomial Chaos Expansion for Time-Variant Reliability Problems ». *Reliability Engineering & System Safety*, Special Section: Applications of Probabilistic Graphical Models in Dependability, Diagnosis and Prognosis, 167 (novembre): 406- 16.  
<https://doi.org/10.1016/j.ress.2017.06.024>.
- Heitner, Barbara, Eugene J. OBrien, Thierry Yalamas, Franck Schoefs, Cathal Leahy, et Rodrigue Décatoire. 2019. « Updating Probabilities of Bridge Reinforcement Corrosion Using Health Monitoring Data ». *Engineering Structures* 190 (juillet): 41- 51.  
<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.03.103>.
- Manyo, Edem Yawo, Benoit Picoux, Philippe Reynaud, Rémi Tautou, Daniel Nelias, Fatima Allou, et Christophe Petit. 2021. « Approach of Pavement Surface Layer Degradation Caused by Tire Contact Using Semi-Analytical Model ». *Materials (Basel, Switzerland)* 14 (9): 2117.  
<https://doi.org/10.3390/ma14092117>.
- Rakotovao Ravahatra, Ndriary, Emilio Bastidas-Arteaga, Franck Schoefs, Thomas de Larrard, et Frédéric Duprat. 2021. « Probabilistic and sensitivity analysis of analytical models of corrosion onset for reinforced concrete structures ». *European Journal of Environmental and Civil Engineering* 25 (9): 1665- 94. <https://doi.org/10.1080/19648189.2019.1591307>.