



HAL
open science

Évaluation intelligente, à grand rendement et non destructive des caractéristiques de collage dans les chaussées

Grégory Andreoli, Amine Ihamouten, Rakeeb Jaufer, Shreedhar Todkar, Viktoriia Buliuk, Xavier Dérobert

► **To cite this version:**

Grégory Andreoli, Amine Ihamouten, Rakeeb Jaufer, Shreedhar Todkar, Viktoriia Buliuk, et al.. Évaluation intelligente, à grand rendement et non destructive des caractéristiques de collage dans les chaussées. Ferec, Dec 2021, Paris, France. hal-03767956

HAL Id: hal-03767956

<https://hal.science/hal-03767956>

Submitted on 2 Sep 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Projet FEREC – SmartTCscan

Évaluation intelligente à grand rendement et non destructive des défauts de collage dans les chaussées

Grégory Andreoli¹ Amine Ihamouten² Rakeeb Jaufer¹ Shreedhar Todkar Viktoria Buliuk³ Xavier Dérobert³

¹Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement – Ouest / Agence d'Angers – Groupe ENDSUM

²Université Gustave Eiffel – Département MAST - LAMES ³Université Gustave Eiffel – Département GERS - GeoEND

CONTEXTE

- Une faible adhésion entre les couches entraîne une dégradation prématurée de la chaussée
- Aucune technique Non Destructive pour estimer le dosage de la couche d'accrochage
- Expertise tardive des pathologies, coûts de diagnostic et de réparation élevés
- Aucune solution commercialisée

OBJECTIFS GÉNÉRAUX

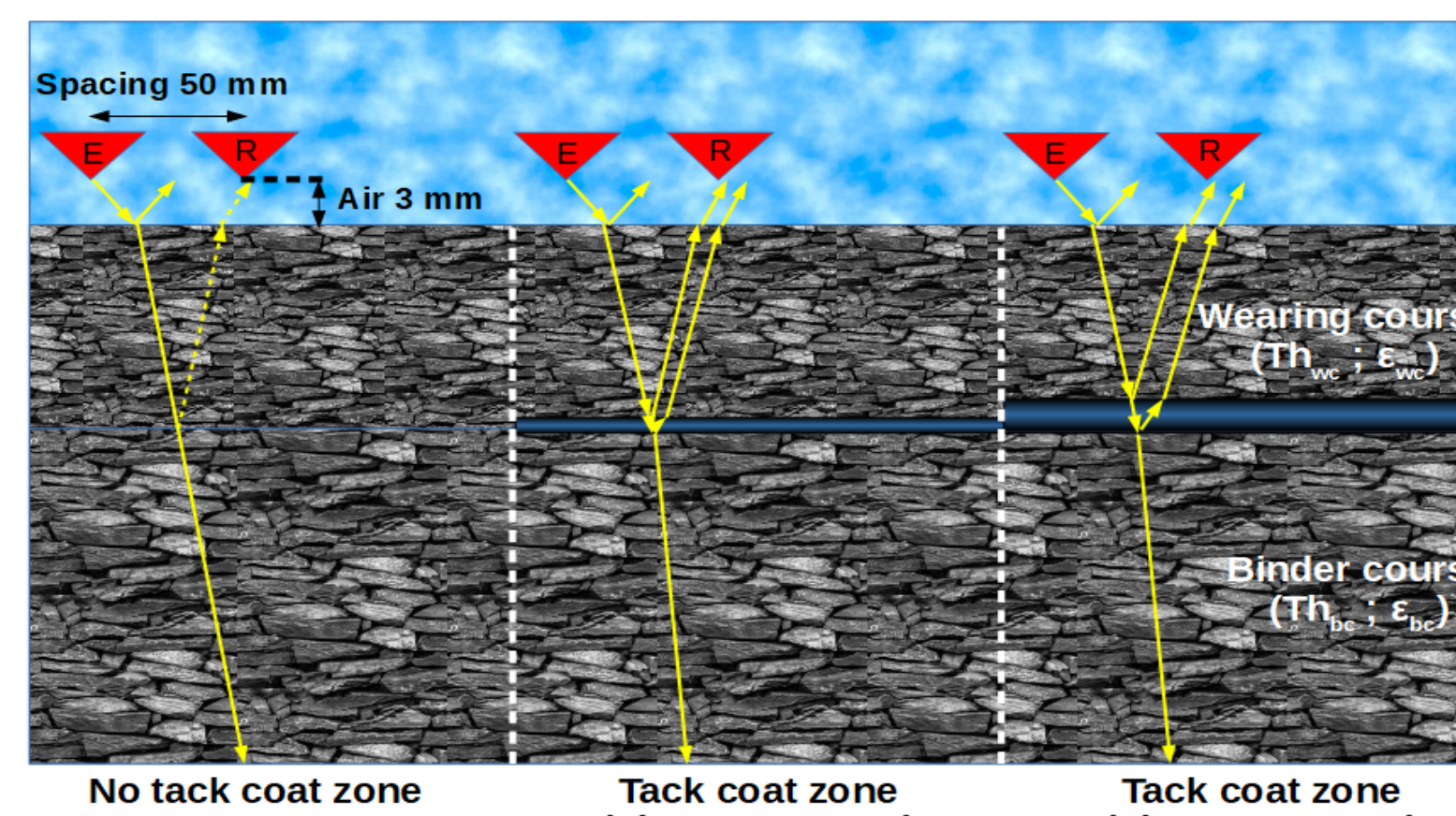
- Maintien de la qualité de service et durée de vie des infrastructures
- Suivi de l'évolution de la durée de vie des infrastructures, multi-techniques, multi-physiques, END et temps réel

OBJECTIFS DU PROJET

- Générer une base de données synthétiques par la méthode FDTD
- Estimer et classifier à l'aide des méthodes d'apprentissage supervisé (SVM/SVR) la présence et l'épaisseur de la couche d'accrochage
- Développer une IHM
- Fabriquer des dalles d'essais de formulations contrôlées

METHODOLOGIE

Modélisation directe FDTD



- Modélisation d'un tricouche (roulement/accrochage/liaison) de géométries et propriétés physiques variables

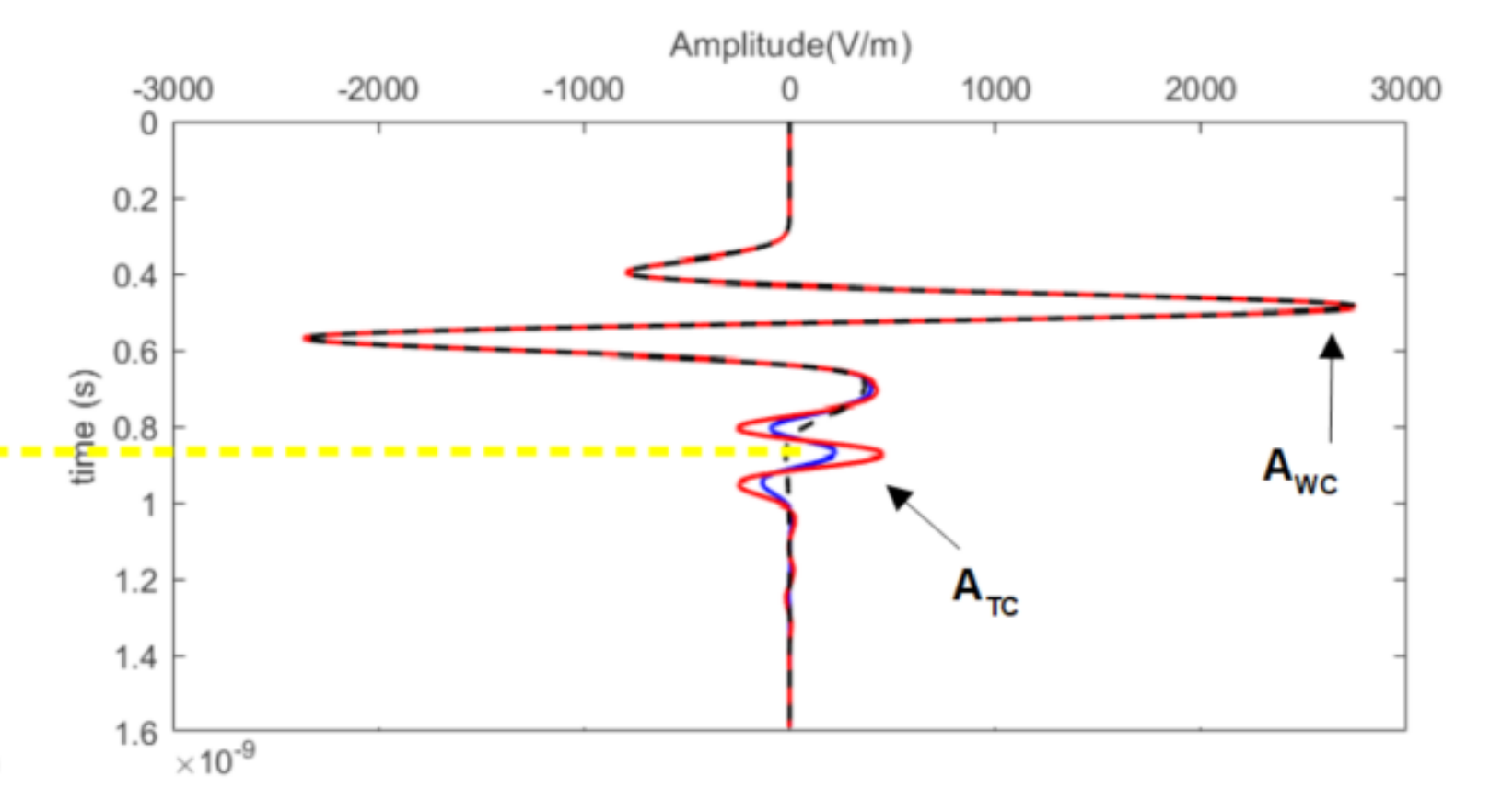
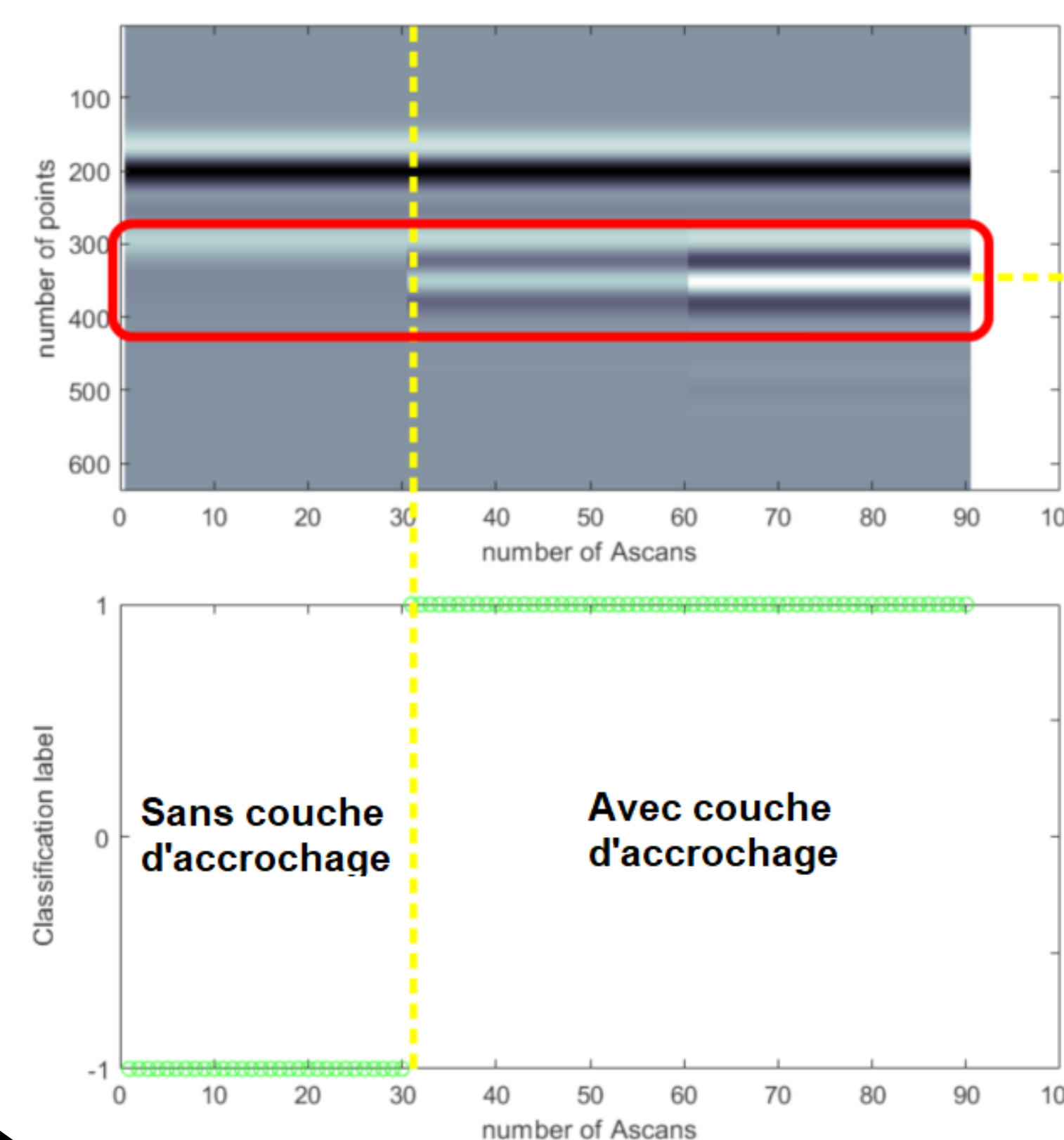
Mesure radar GSSI SIR 4000



- Identification de la variation du niveau d'amplitude → Présence d'une couche d'accrochage

Méthode d'apprentissage supervisé (SVM)

- Classification Two-Class SVM

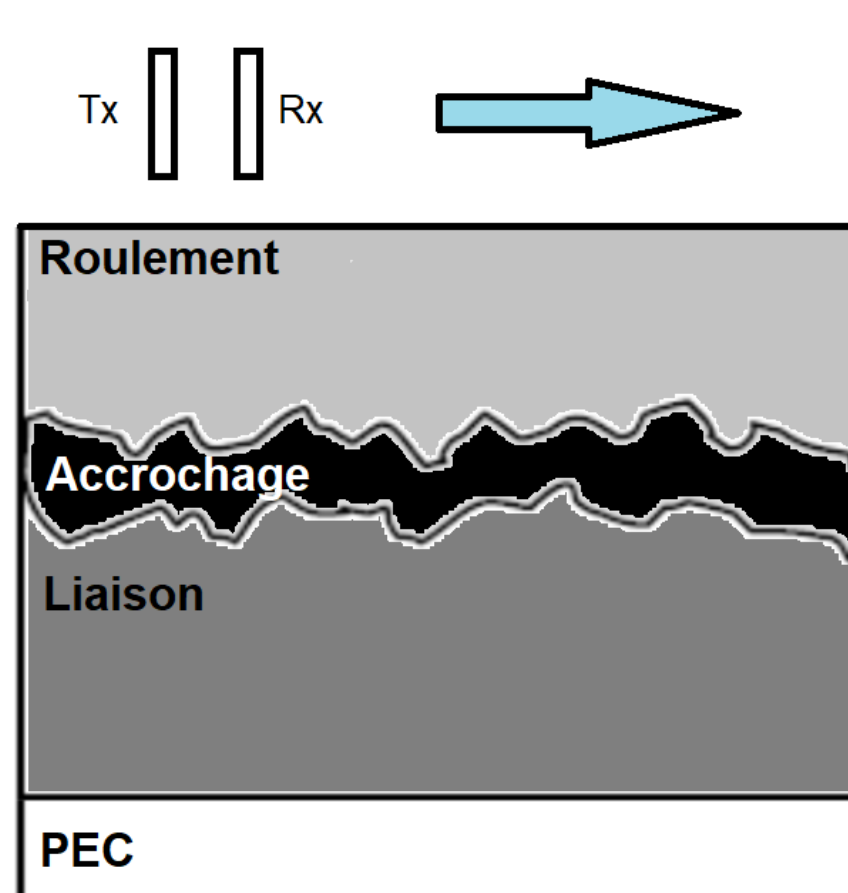


TP 99,83 %	FP 0,17 %
FN 0,31 %	TN 99,69 %

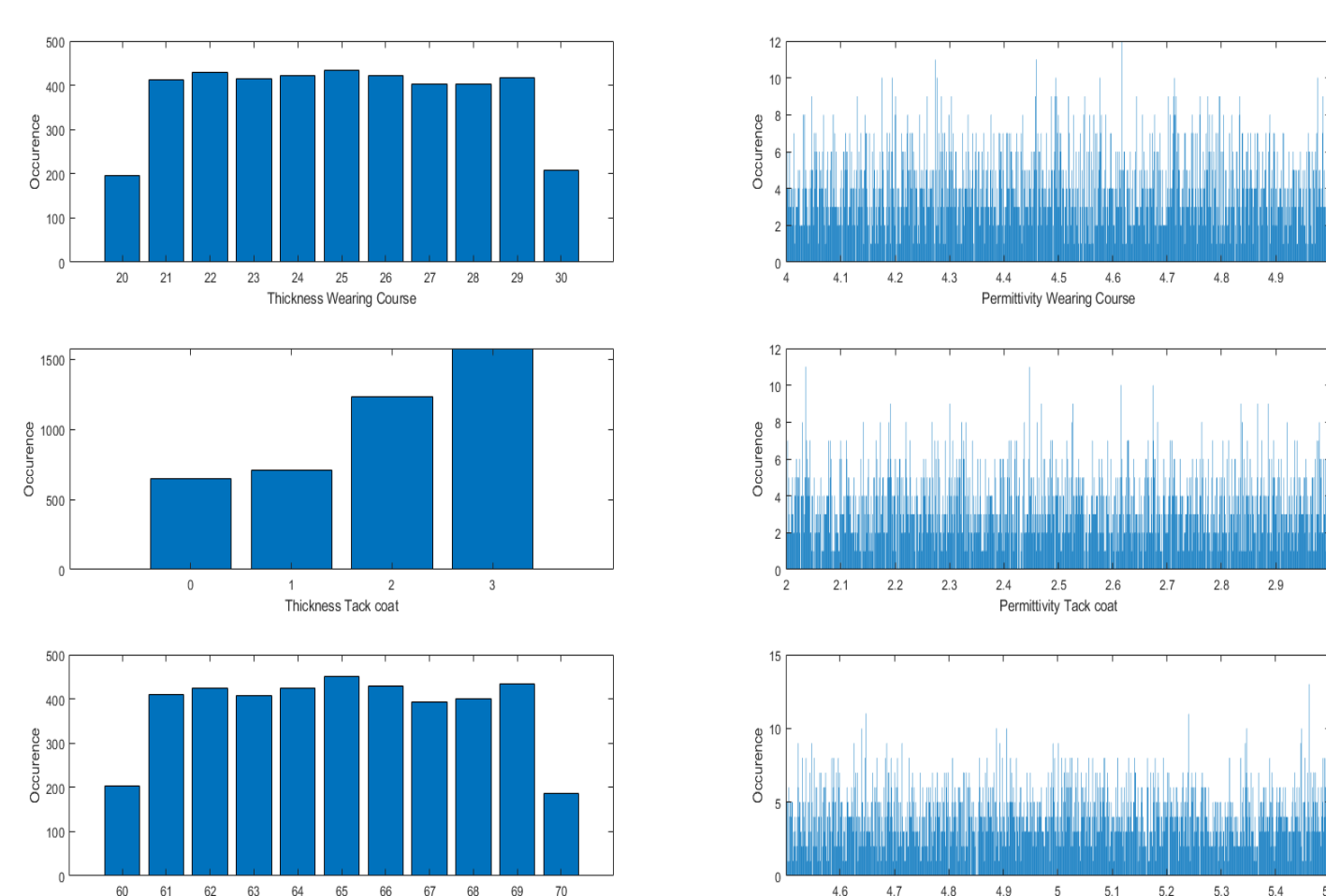
VALIDATION SUR DONNEES SYNTHETIQUES

Modelisation d'une infrastructure routière

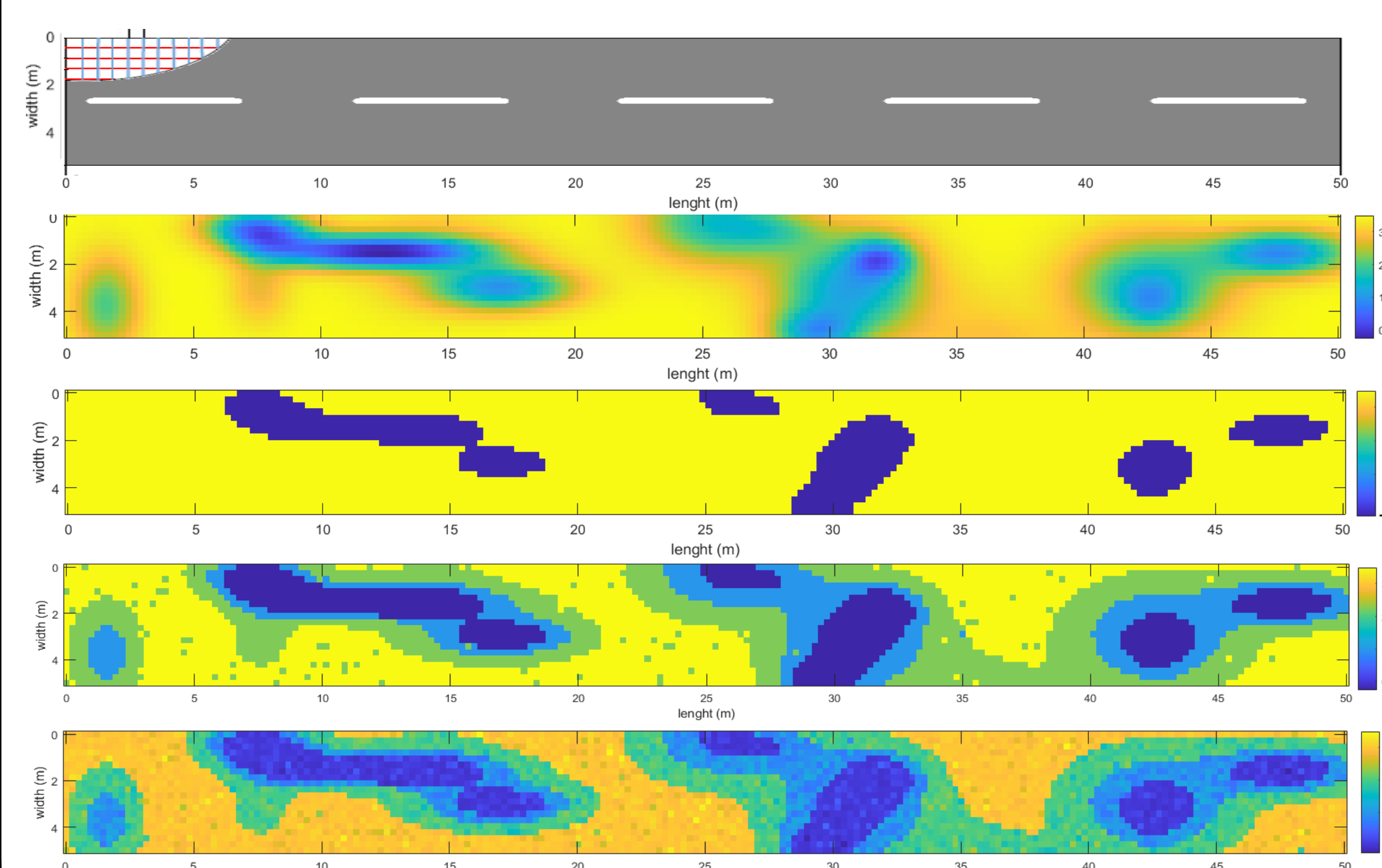
- 50 x 5 m de chaussée modélisée
- Pas : 0,25 m
- Radar impulsionnel
- Antennes couplées au sol



- Distributions de l'épaisseur et de la permittivité (h, ε)



Cartographie électromagnétique d'une couche d'accrochage subsurfacique



- Modélisation
- Vérité terrain (loi de distribution normale bivariée) de l'épaisseur de CA
- TCSVM (avec/sans CA)
- MCSVM (4 classes en fonction de l'épaisseur de la CA)
- SVR (estimation de l'épaisseur de la CA)

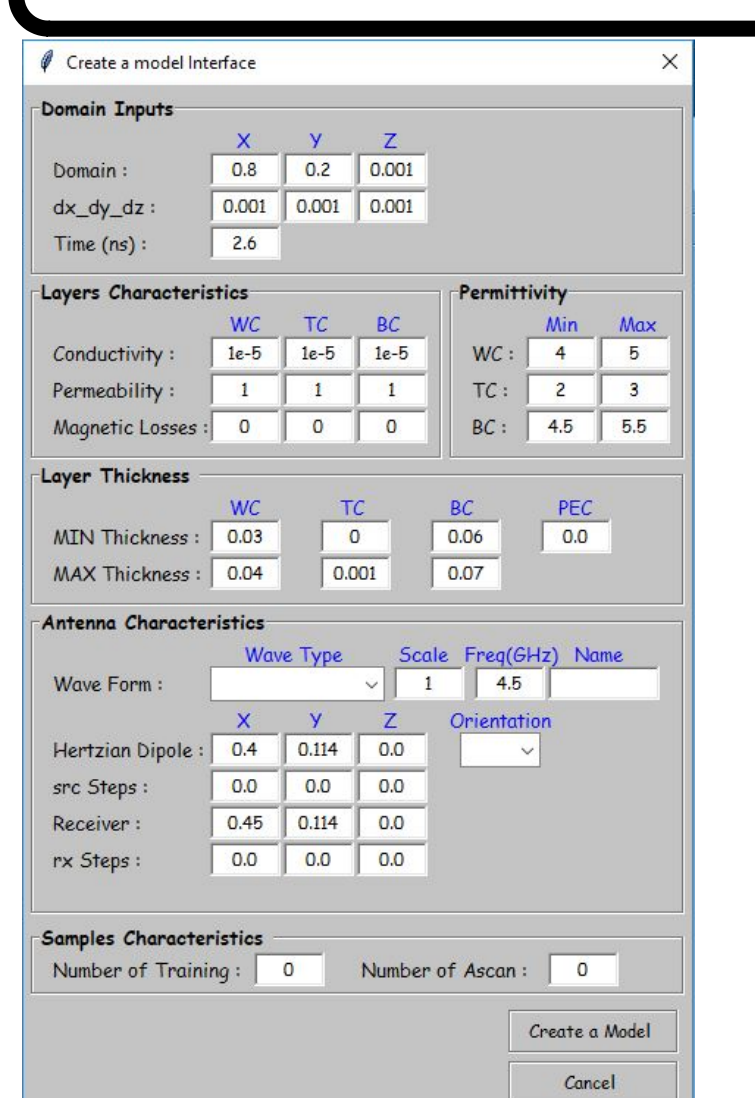
- Noyau RBF
- Optimisation par la méthode bayésienne des hyperparamètres

$$K_{RBF}(x, x') = e^{-\gamma \cdot \|x - x'\|^2} \quad \min_{\omega, b} = \frac{1}{2} \|\omega\|^2 + C \sum_{i=1}^n \xi_i$$

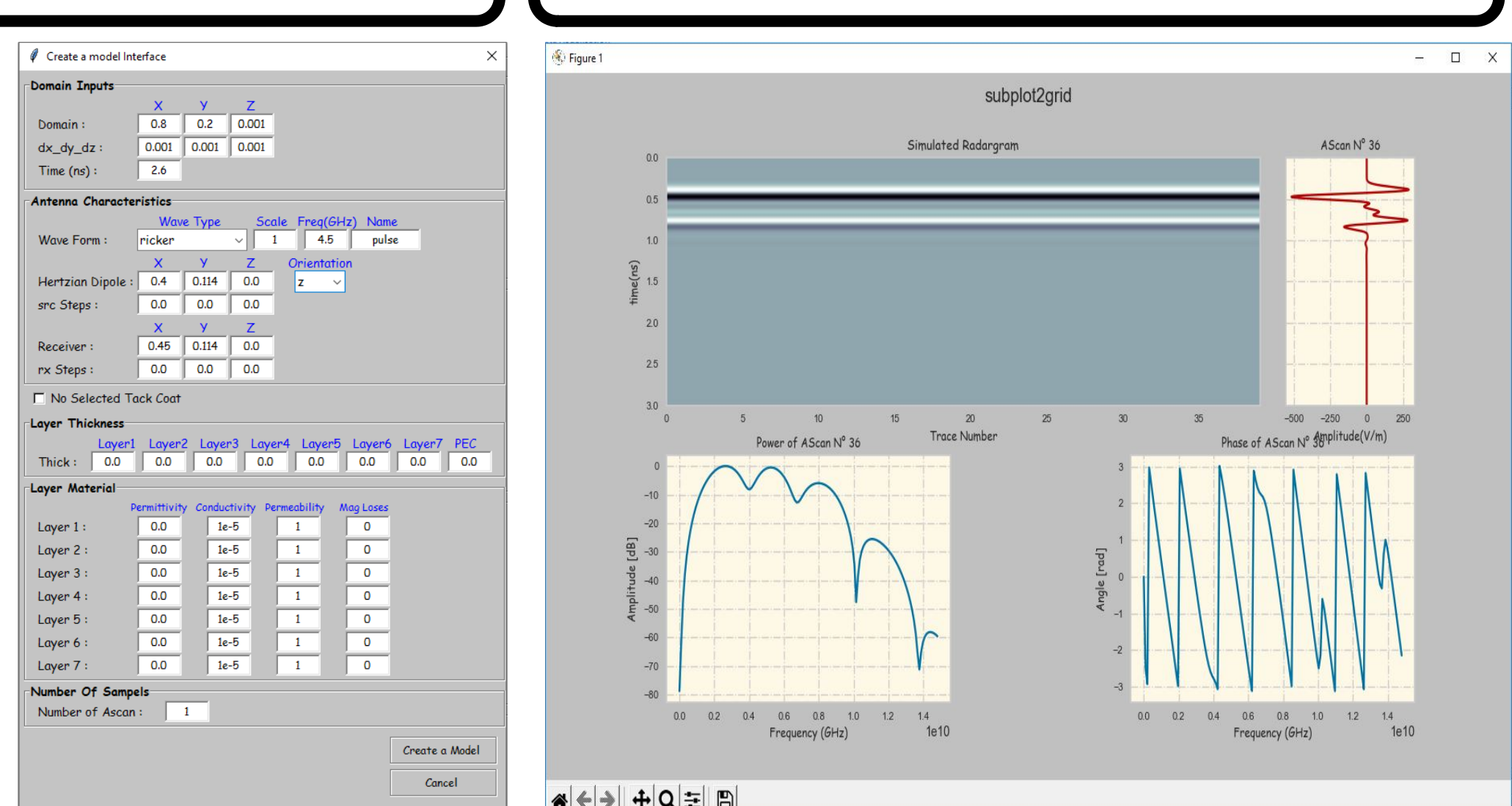
DEVELOPPEMENT

Développement d'IHM

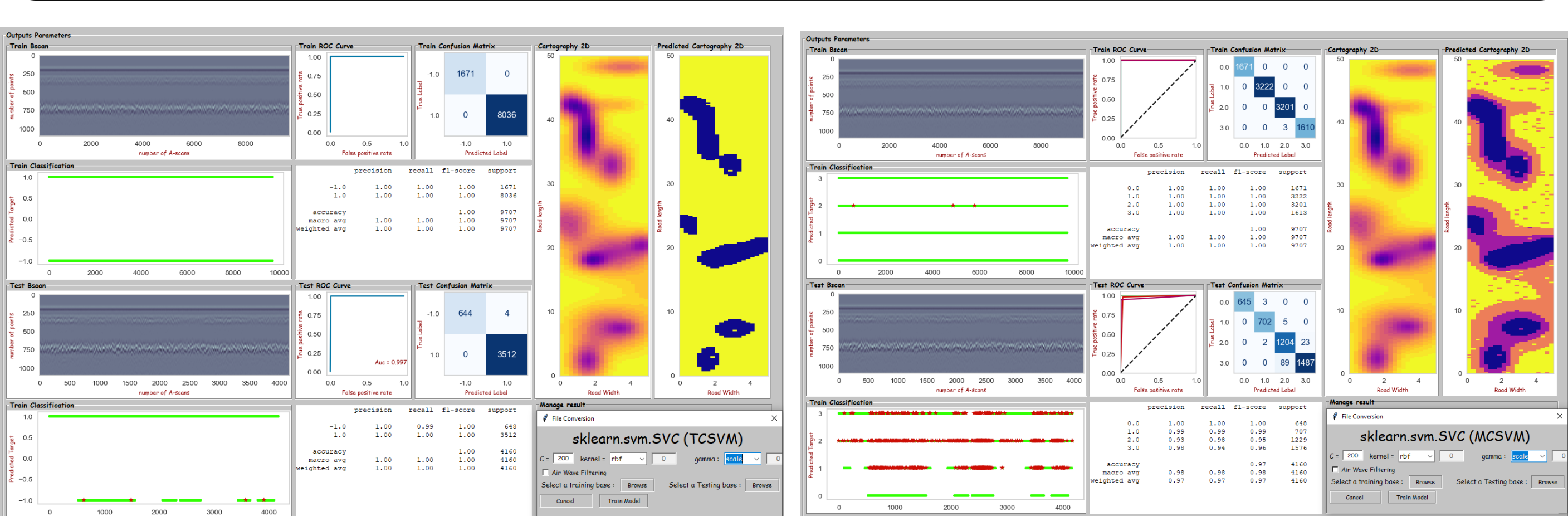
Génération de bases de données



Visualisation des signaux

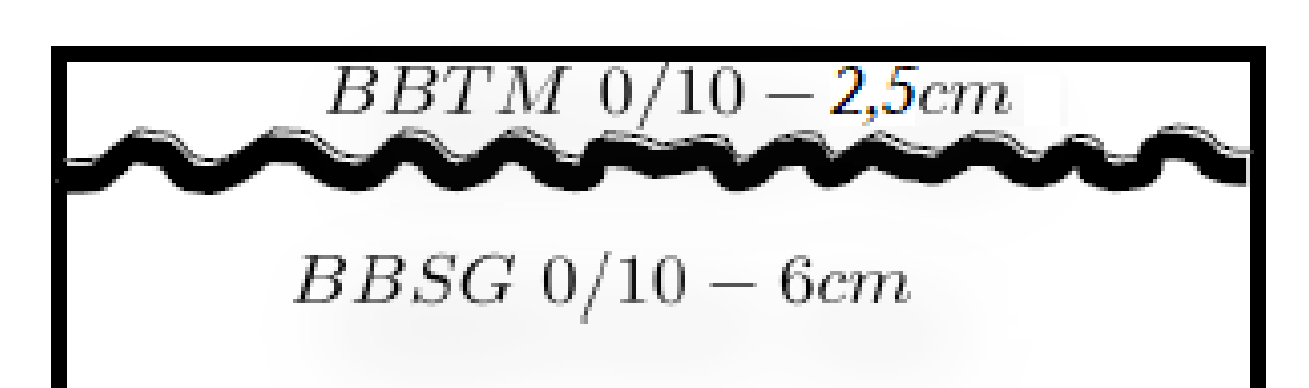


Traitement des données par les méthodes d'apprentissage supervisé



Fabrication de dalles d'essais de formulations contrôlées

- 2 niveaux de compactage (faible / forte)
- 4 dosages d'émulsion (0, 200, 400, 600 g/m²)



CONCLUSION

A travers ce projet, la fondation FEREC a permis à l'Université Gustave Eiffel et au Cerema d'initier la recherche sur l'application des méthodes d'apprentissage supervisé aux signaux radar pour évaluer et classifier l'épaisseur d'une couche d'accrochage dans les structures de chaussées. Une IHM permettant la génération de bases de données, la lecture de signaux radar et le traitement des données par des méthodes d'apprentissage supervisé a pu être développée. Enfin, un protocole d'expérimentation a permis la fabrication de dalles d'essais pour démontrer la faisabilité de la solution en laboratoire.