



HAL
open science

Analyse de données GPR (Ground Penetrating Radar) par machine learning : trois projets sur les infrastructures de transports

Grégory Andreoli, Philippe Foucher, David Guilbert, Cyrille Fauchard,
Christophe Heinkelé, Rakeeb Jaufer

► To cite this version:

Grégory Andreoli, Philippe Foucher, David Guilbert, Cyrille Fauchard, Christophe Heinkelé, et al.. Analyse de données GPR (Ground Penetrating Radar) par machine learning : trois projets sur les infrastructures de transports. Journée de la recherche du Cerema 2022 - Quelles recherches pour le climat et les territoires de demain?, Jun 2022, Paris NEWCAP Event Center, France. hal-04030014

HAL Id: hal-04030014

<https://hal.science/hal-04030014>

Submitted on 15 Mar 2023

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.

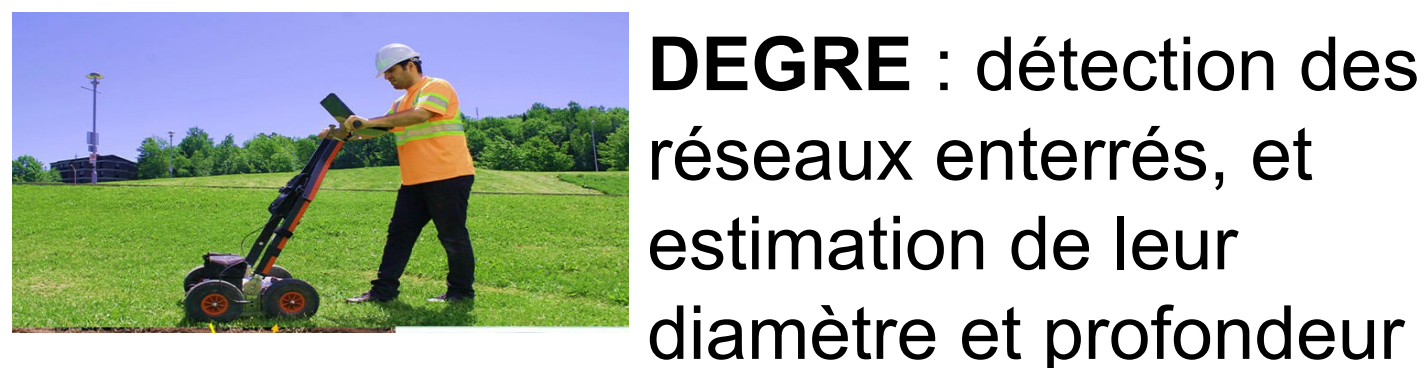
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Analyse de données GPR (Ground Penetrating Radar) par machine learning : trois projets sur les infrastructures de transports

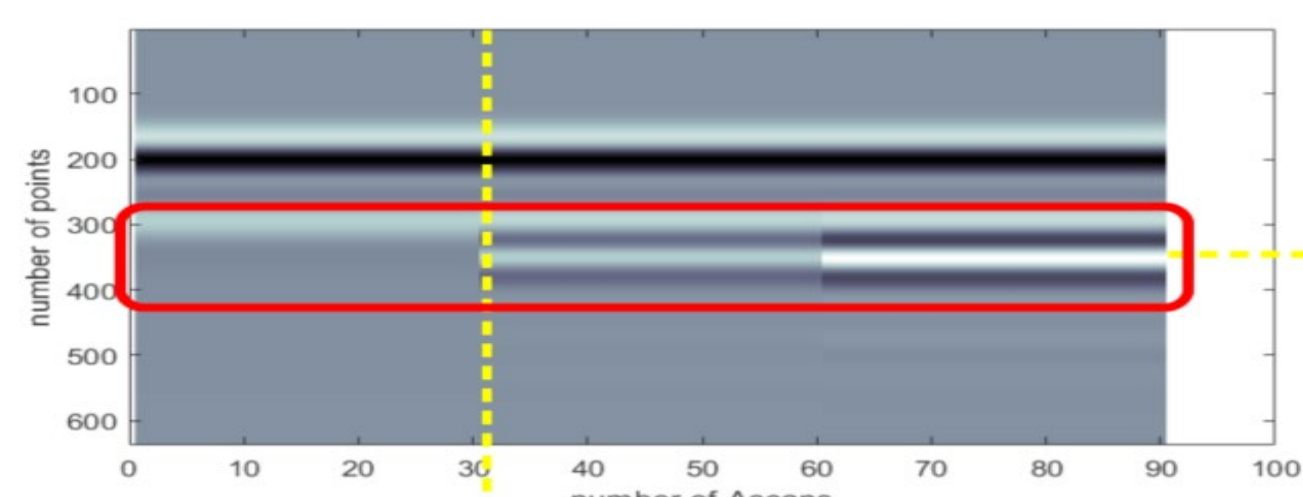
Grégory Andreoli, Philippe Foucher, David Guilbert, Cyrille Fauchard, Christophe Heinkelé, Rakeeb Jaufer
Équipe de recherche ENDSUM, Cerema

Introduction

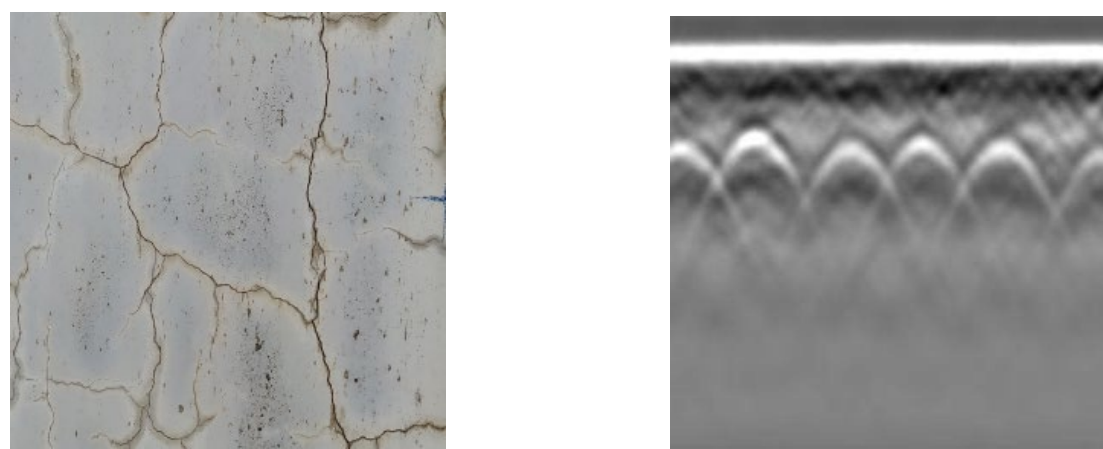
- GPR → Radar : visualisation en sub-surface d'une structure sous forme d'images (B-Scans)
- Apprentissage automatique
- Financements FEREC



DEGRE : détection des réseaux enterrés, et estimation de leur diamètre et profondeur



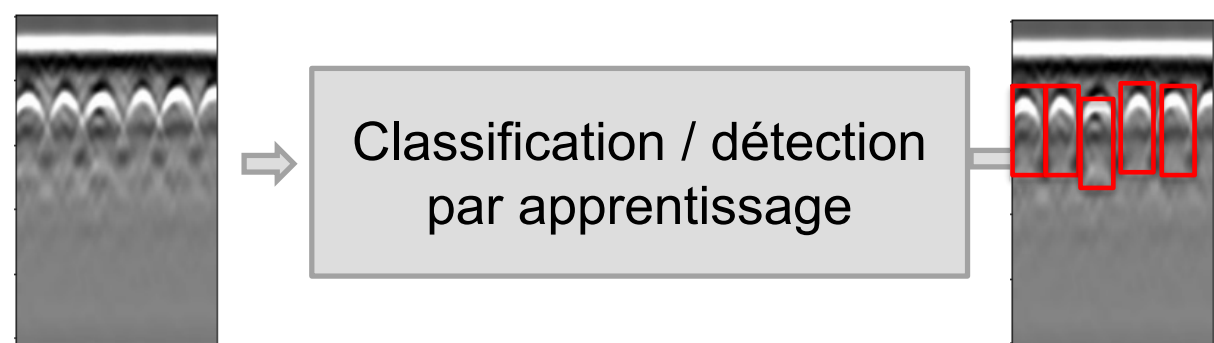
SmartTCscan : détection et estimation de l'épaisseur d'une couche d'accrochage



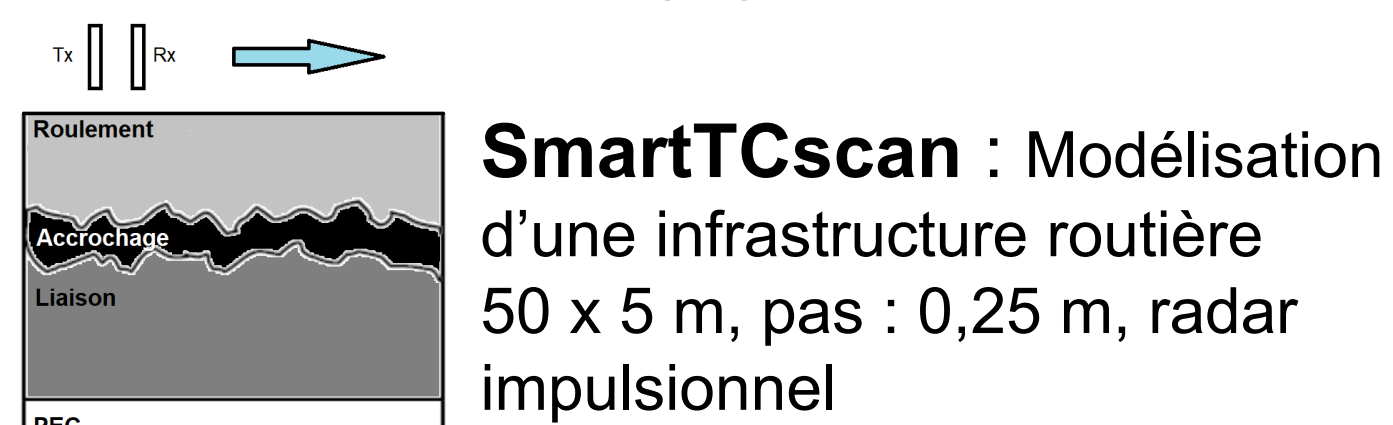
ADOUCIR : Classification binaire d'images de ponts en sain / défaut à partir d'images et GPR. Segmentation d'images GPR

Méthodologie

- SVM (SmartTCscan), deep learning (DEGRE, ADOUCIR)



- Bases de données
 - Simulation (GPRmax)
 - Vérité-terrain (VT) directe

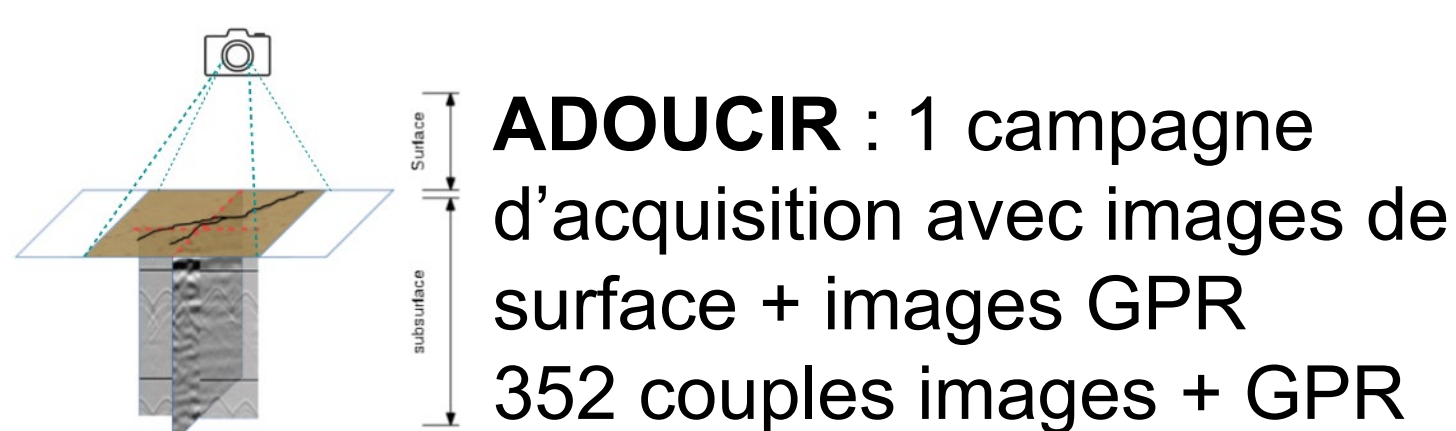


SmartTCscan : Modélisation d'une infrastructure routière 50 x 5 m, pas : 0,25 m, radar impulsif

DEGRE : 3 types de réseaux (métal, PVC avec eau ou air) 200 B-scans pour apprentissage 100 B-scans pour test

- Images réelles

Expertise métier pour VT



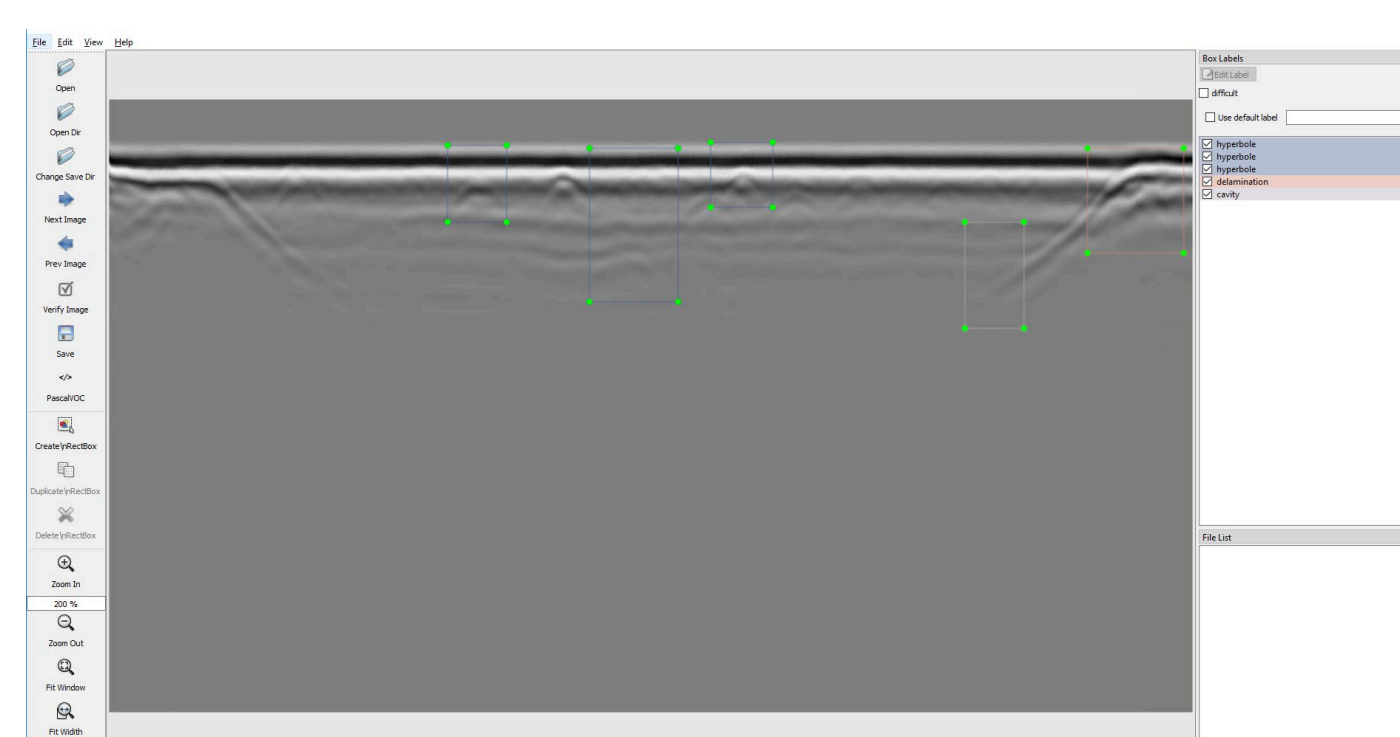
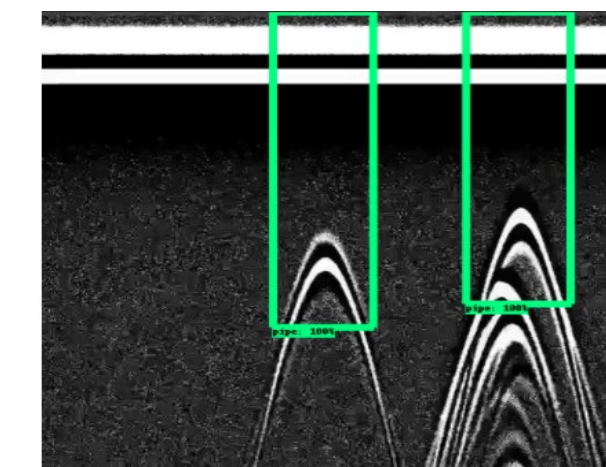
ADOUCIR : 1 campagne d'acquisition avec images de surface + images GPR 352 couples images + GPR

Résultats

DEGRE

- Très bonnes performances en simulation
- Méthodes de Classification (diamètre des réseaux) et Régression (profondeur des réseaux)

	Vrai Positifs	Faux négatifs	Faux Positifs	Précision	Rappel
Scénario 1	270	2	8	97,1 %	99,2 %
Scénario 2	262	10	3	98,1 %	95,8 %

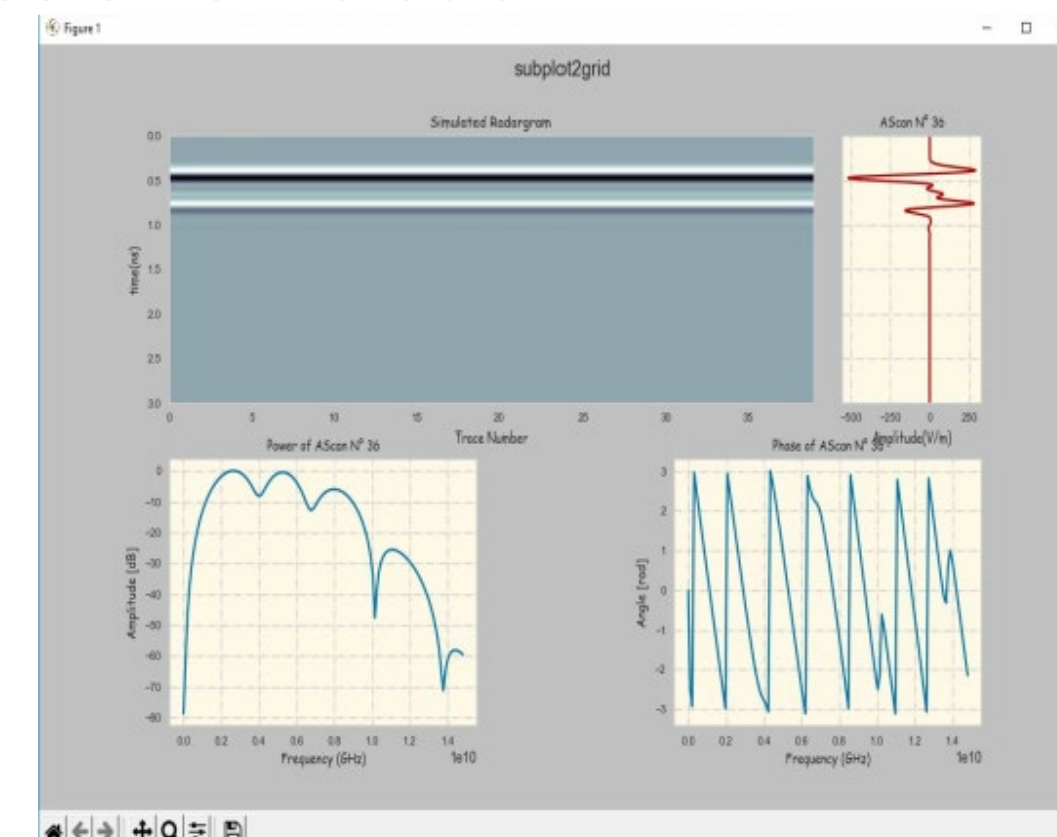


Interface de labellisation

SmartTCSCAN

- Très bonnes performances en simulation
- 4 Classes d'épaisseur

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



- Estimation de l'épaisseur
- Logiciel de visualisation et génération de données

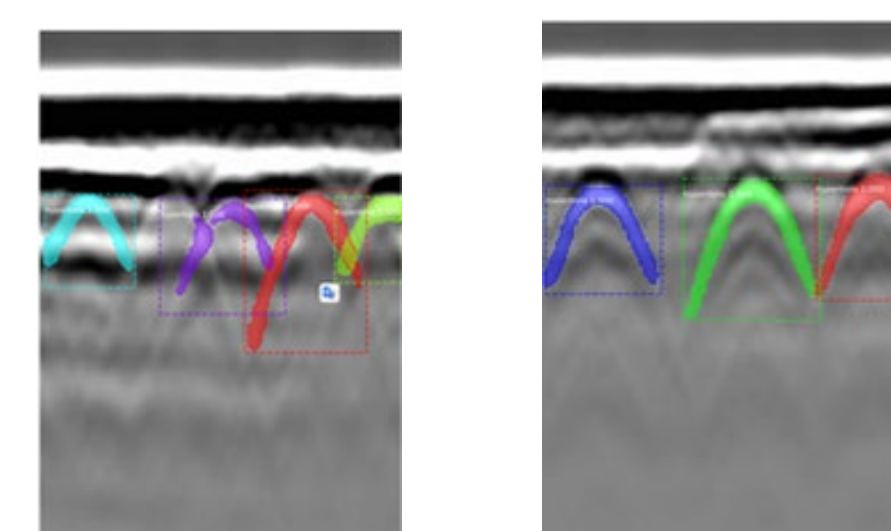
ADOUCIR

Intérêt de coupler images + GPR pour la classification binaire de zones de parois de ponts

	Mono-input (pas de fusion)		Dual-input (fusion)
	images GPR	Images visibles	Images GPR + visibles
Taux de bonnes Classifications	25/50	38/50	47/50

- Méthodes de segmentation d'instances d'hyperboles
- Mesure automatique de l'écartement entre armatures

	Résultats
VP	141
FP	1
FN	18



Conclusions

BILAN

- Bons résultats des outils de machine learning appliqués à des besoins sur les infrastructures
- Moyens de calcul pour apprendre
- Images annotées
 - Intérêt de la simulation
 - Évaluation sur images réelles

PERSPECTIVES

- Construction de bases de données = enjeu important en machine learning
 - Mesures *in situ*
 - Moyens de recueil
 - Expertise indispensable



- Lien entre data science et propriétés physiques
- Poursuite du projet SmartTCscan : thèse G. Andreoli
- Poursuite du projet DEGRE : projet ANR
- Poursuite du projet ADOUCIR : thèse proposée en 2021

Références scientifiques

Todkar, S. S., Le Bastard, C., Baltazart, V., Ihamouten, A., & Dérobert, X. (2019). Performance assessment of SVM-based classification techniques for the detection of artificial debondings within pavement structures from stepped-frequency A-scan radar data., NDT & E International, 107, 102128.

Kaiming He, Georgia Gkioxari, Piotr Dollar and Ross Girshick, Mask R-CNN, Proceedings of the IEEE international conference on computer vision, 2017, pp. 2961-2969.

Giannakis, I., Giannopoulos, A., & Warren, C., 2021. A machine learning scheme for estimating the diameter of reinforcing bars using ground penetrating radar, IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 18(3), 461-465.

Remerciements



- À la Fondation FEREC pour l'aide financière apportée pour les 3 projets
- À tous les stagiaires (Amine, Camille, Makhtar, Nasr, Tarun Teja, Youssef) pour leur travail, leur investissement et leur bonne humeur pour mener ces projets

Contacts

DEGRE :
David.Guilbert@cerema.fr
rakeeb.jaufer@cerema.fr
Christophe.Heinkele@cerema.fr

SmartTCscan :
gregory.andreoli@cerema.fr

ADOUCIR :
Philippe.Foucher@cerema.fr
Cyrille.Fauchard@cerema.fr