

Caractérisation de la couche d'accrochage de la structure BINARY par techniques radar et intelligence artificielle

Grégory ANDREOLI, PHD
Université Gustave Eiffel

Sommaire

1

ANR BINARY

2

Présentation de la zone d'expérimentation

3

Etude préliminaire

4

Méthodologie

5

Protocole de collecte des données

6

Résultats

7

Conclusions

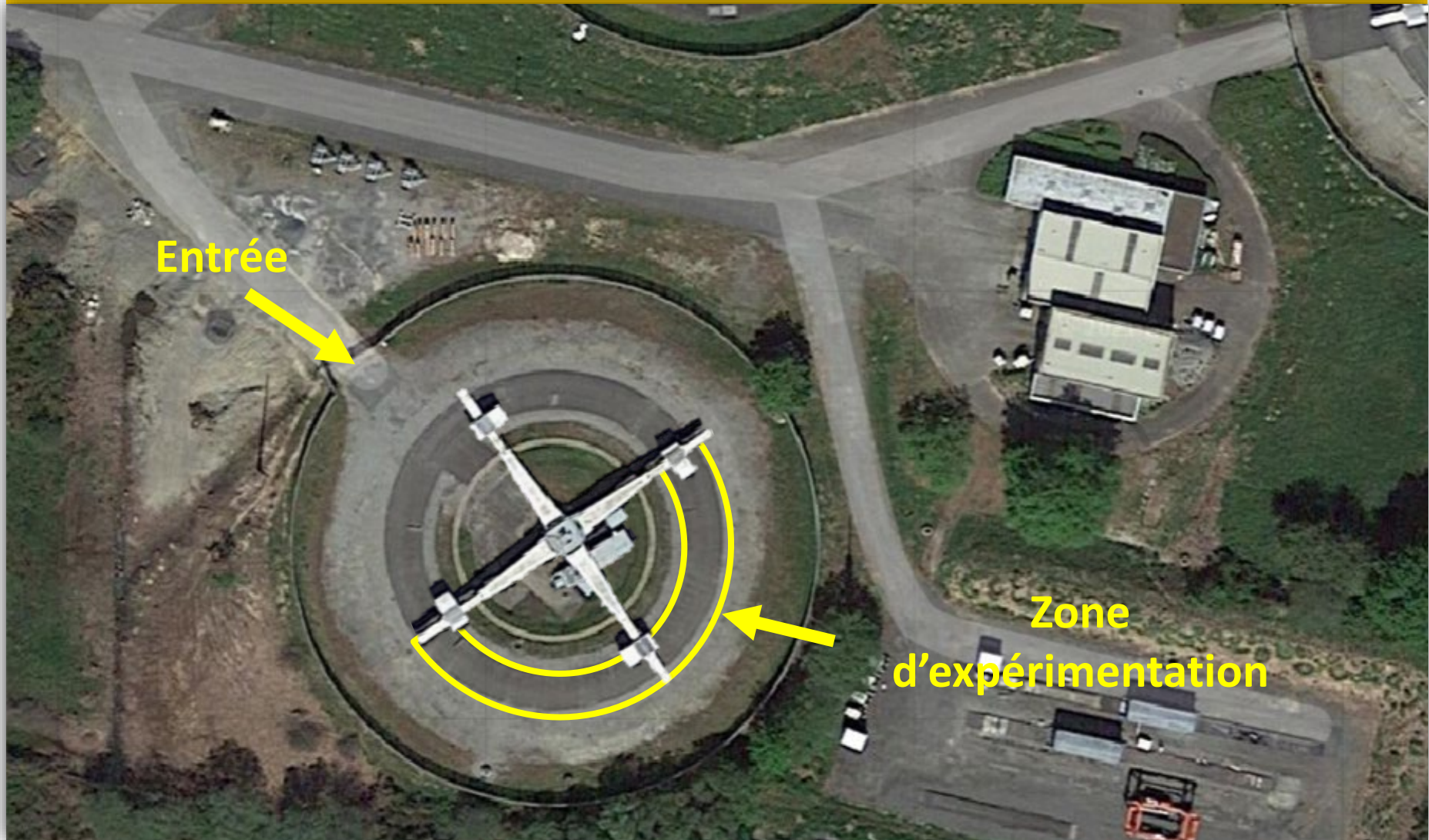
ANR BINARY

anr[®] BINARY

**Pour une meilleure prise en compte de l'agressivité des
chargements routiers sur les couches de roulement des chaussées**



Présentation de la zone d'expérimentation



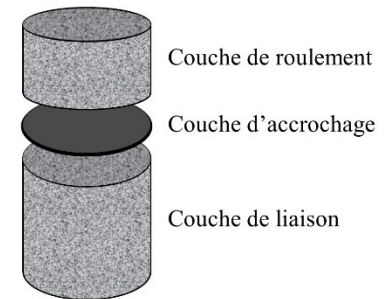
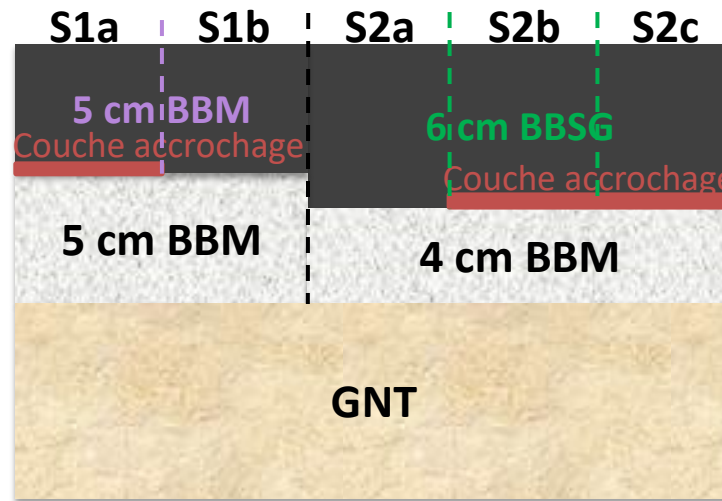
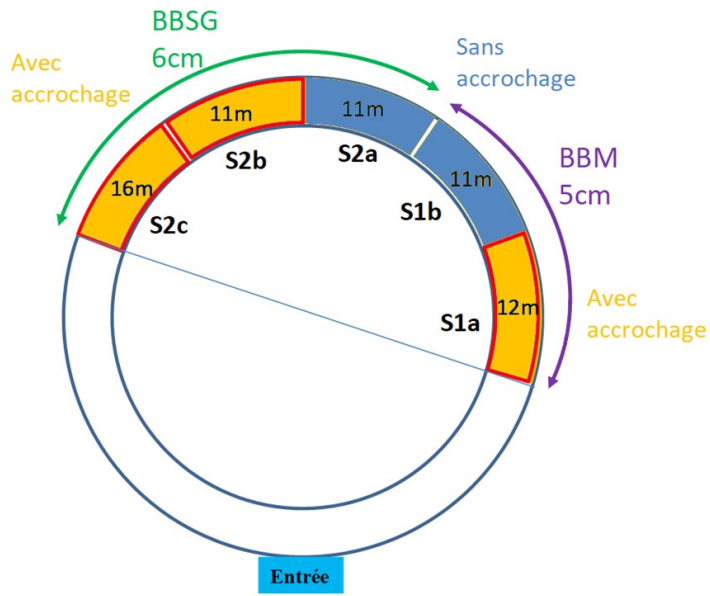
Présentation de la zone d'expérimentation



Présentation de la zone d'expérimentation



Présentation de la zone d'expérimentation

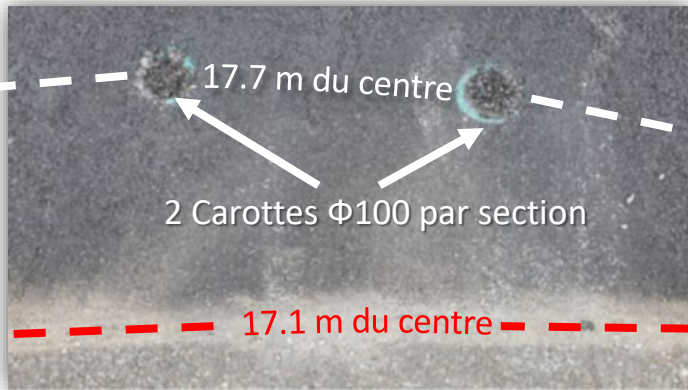


Emulsion dosée à 300g/m² de bitume résiduel et mise en œuvre de l'émulsion

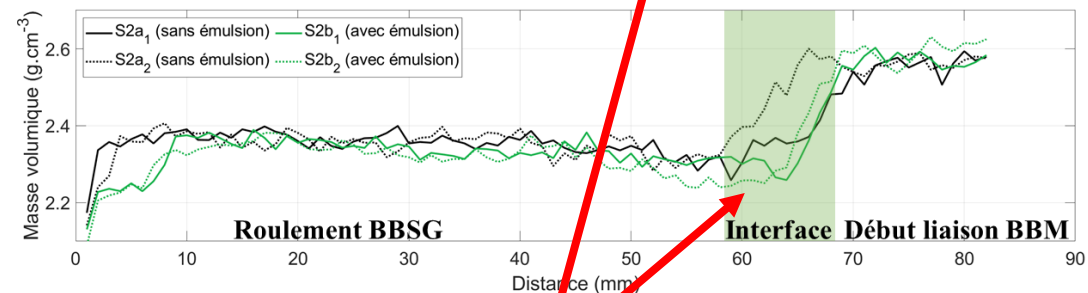
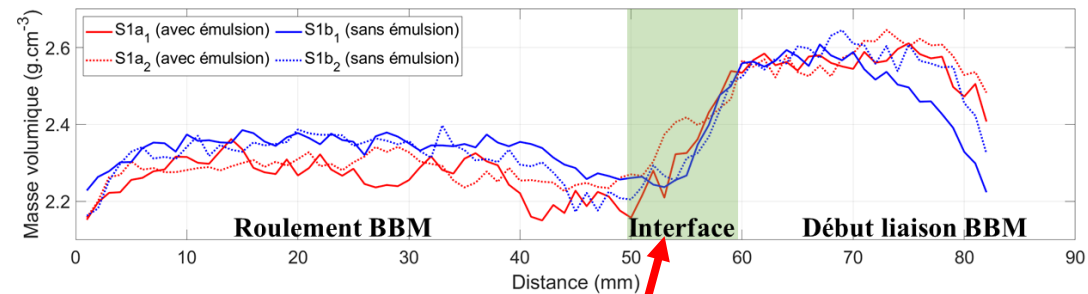


Etude préliminaire

► Méthode Destructive : Carottage



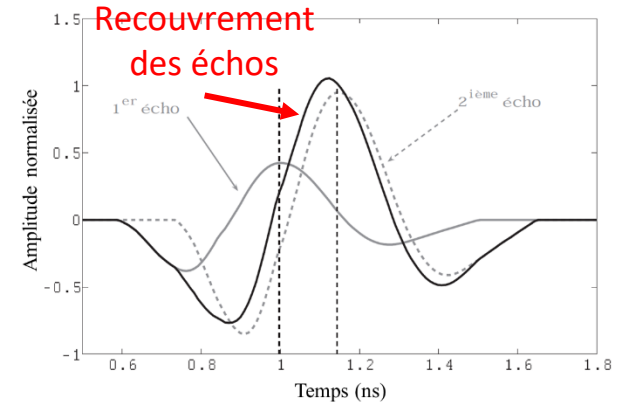
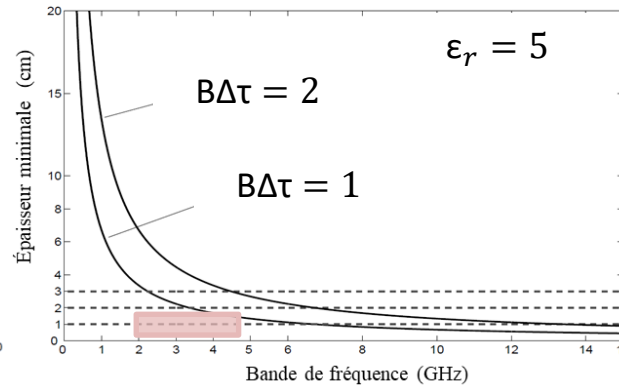
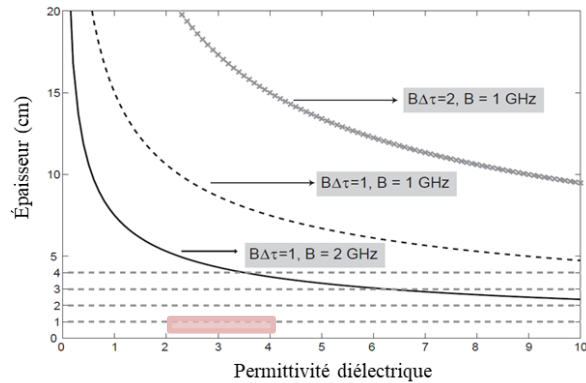
Identification de l'interface par gammadensimétrie



**Impossible de discriminer les échantillons
en termes de collage à l'interface**

Etude préliminaire

► Evaluation Non destructive : Limite de résolution du GPR impulsif



► Limite de B (physique des milieux bitumineux)

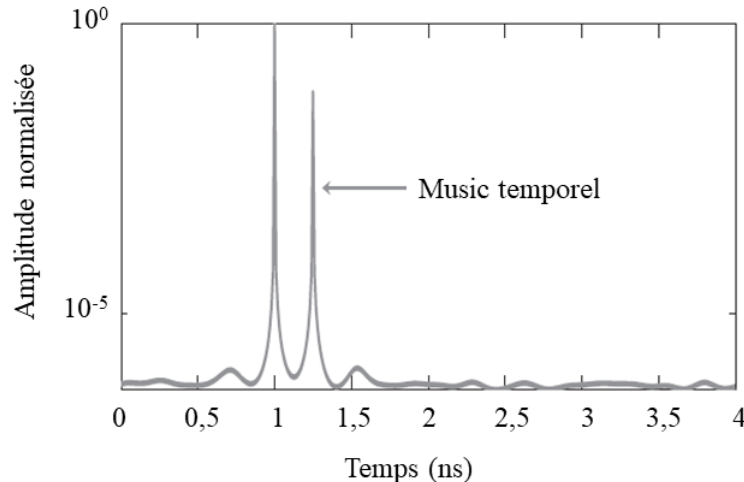
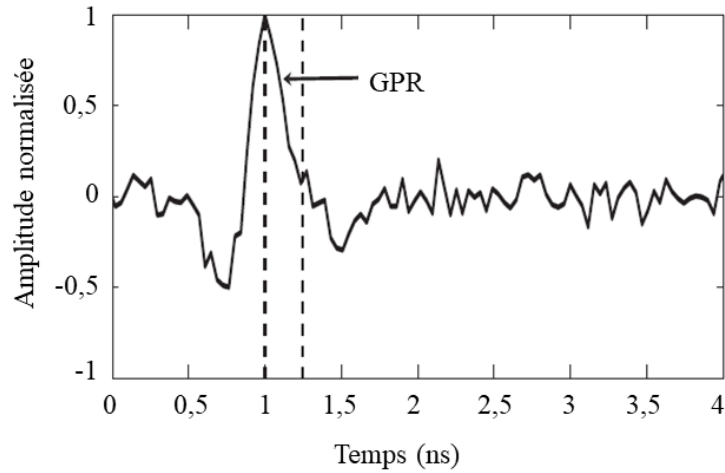
► Limite de résolution temporelle pour des couches de l'ordre du millimètre ($B\Delta\tau \ll 1$)

► Limite de l'épaisseur minimale estimable : $h_{min} \geq \frac{c}{2B\sqrt{\epsilon_r'}}$

Résolution GPR insuffisante pour les couches minces en subsurface

Etude préliminaire

► Evaluation Non destructive : Limites de la méthode des sous-ensembles



- Applicable en champ lointain (onde plane)
- Connaissance de la source requise
- Couche = 10 à 15 mm : $\text{Err}_{\text{MSSP } B\Delta\tau = 0,4} (2\text{GHz}) = 5 \%$
- Epaisseur limite = 5 – 10 mm en simulation sur une bande large [0,7 – 3,7 GHz] pour mesure de décollements (PUMA)

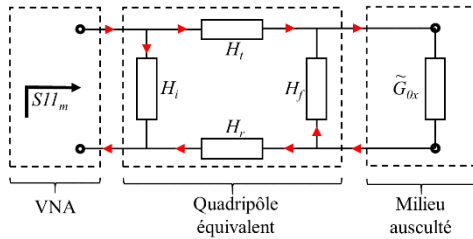
**Ne permet pas une estimation
suffisamment précise**

[LeBastard, 2007 ; Tchana-Tankeu et al., 2023]

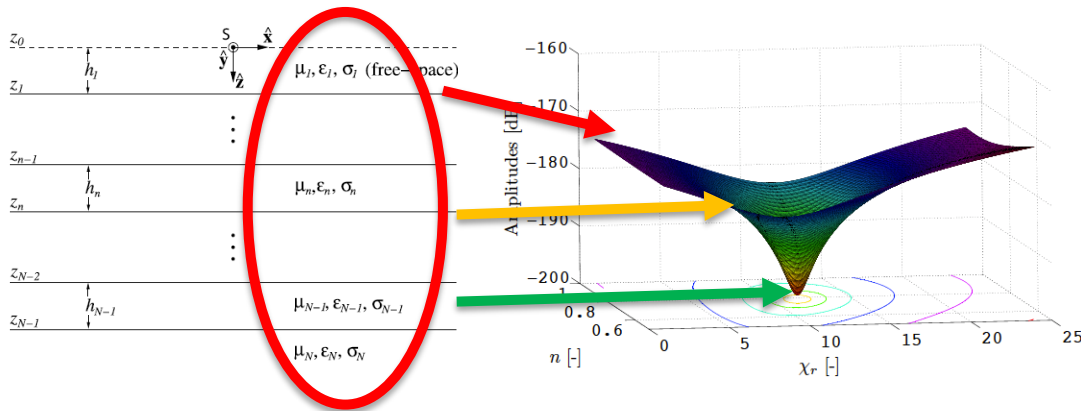
Etude préliminaire

► Evaluation Non destructive : Limites de l'inversion de forme d'onde complète (FWI) seule

► Comportement quadripolaire:



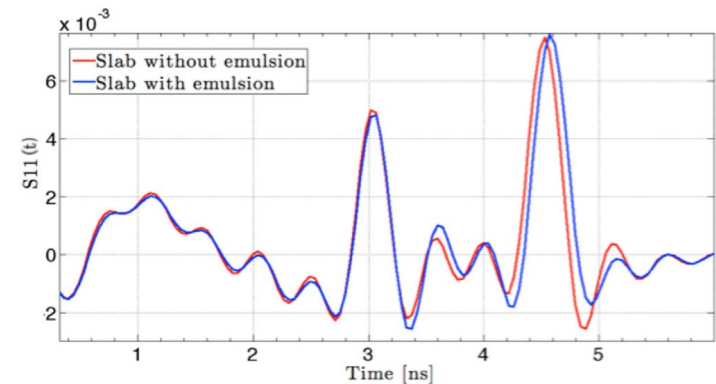
$$S_{11m} = H_i + \frac{H_t H_r \tilde{G}_{0x}}{1 - H_f \tilde{G}_{0x}}$$



Estimation imprécise pour les couches minces en subsurface

► Fonction de Green (cas onde plane sur multi-couches) :

$$G(k) = \frac{1}{8\pi} \left(\frac{\gamma_1 R_1^{TM}}{j\omega \epsilon_{e1}} - \frac{j\omega \mu_1 R_1^{TE}}{\gamma_1} \right) e^{-2\gamma_1 h_1}$$

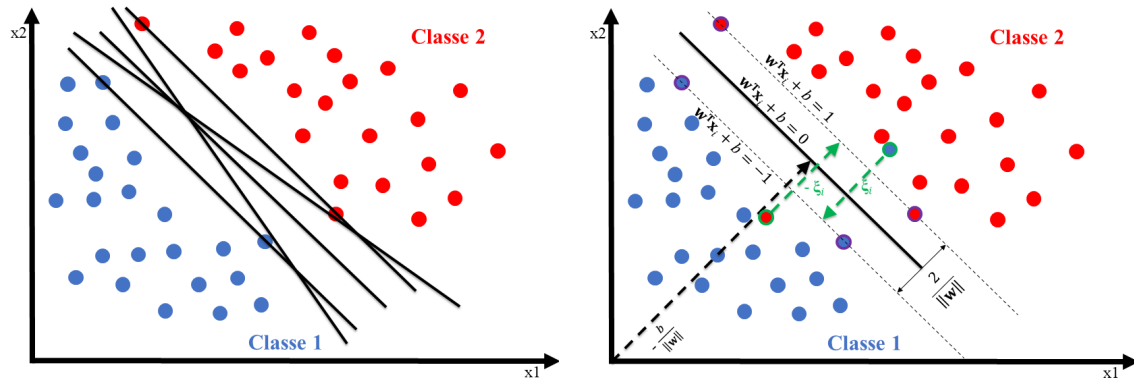


Forte hypothèse du comportement diélectrique de la couche d'accrochage

[Lambot et al., 2004 ; Ihamouten et al., 2017]

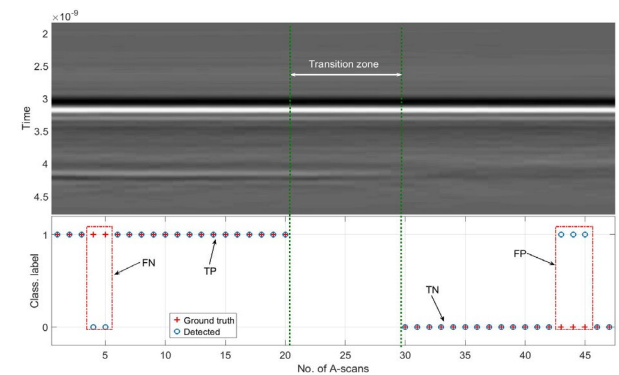
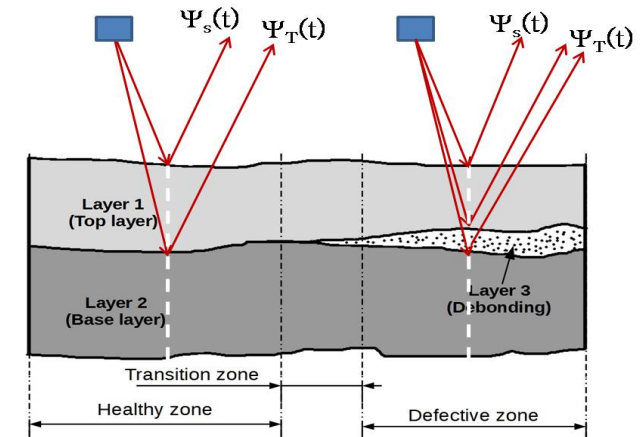
Etude préliminaire

► Evaluation Non destructive : Support Vector Machine



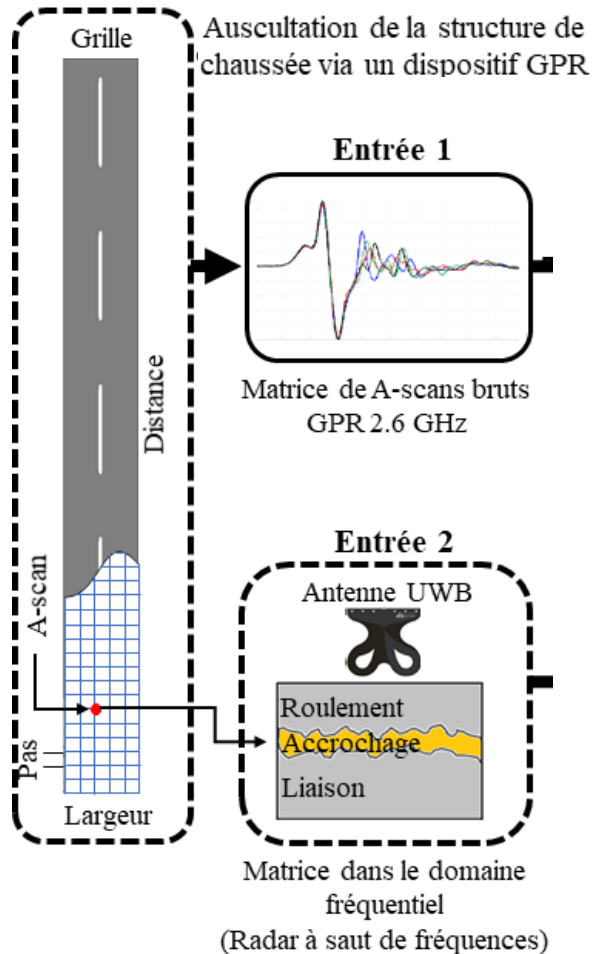
$$\left\{ \begin{array}{l} \min_{\omega, b} = \frac{1}{2} \|\mathbf{w}\|^2 + C \sum_{i=1}^n \xi_i \quad \text{avec } C \geq 0 \\ \text{Avec } y_i(\mathbf{w}^T \mathbf{x}_i + b) \geq 1 - \xi_i \quad \forall 1 \leq i \leq n \end{array} \right.$$

Détection de décollements significatifs



[Todkar et. 2019]

Méthodologie

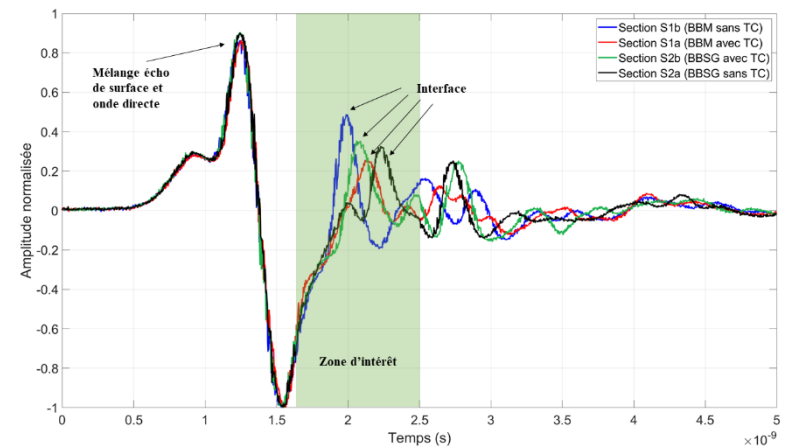


► Acquisition GPR à 2.6 GHz antennes couplées au sol

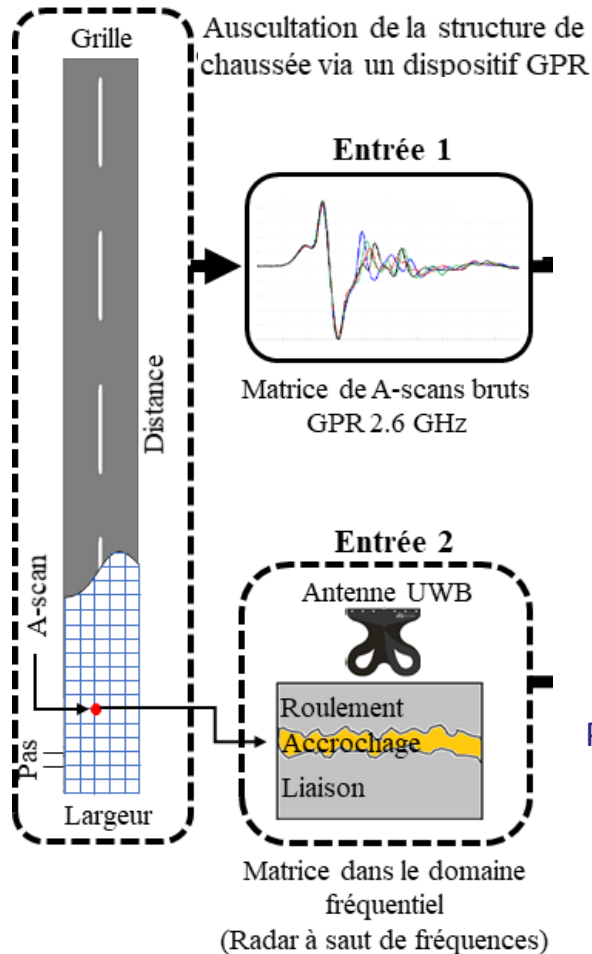
a)



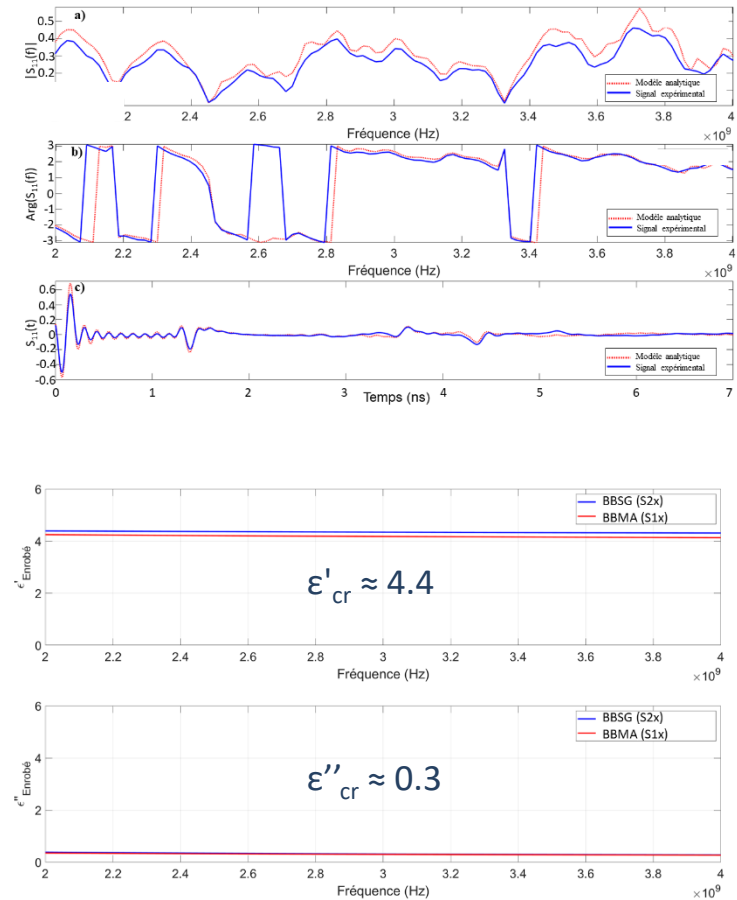
b)



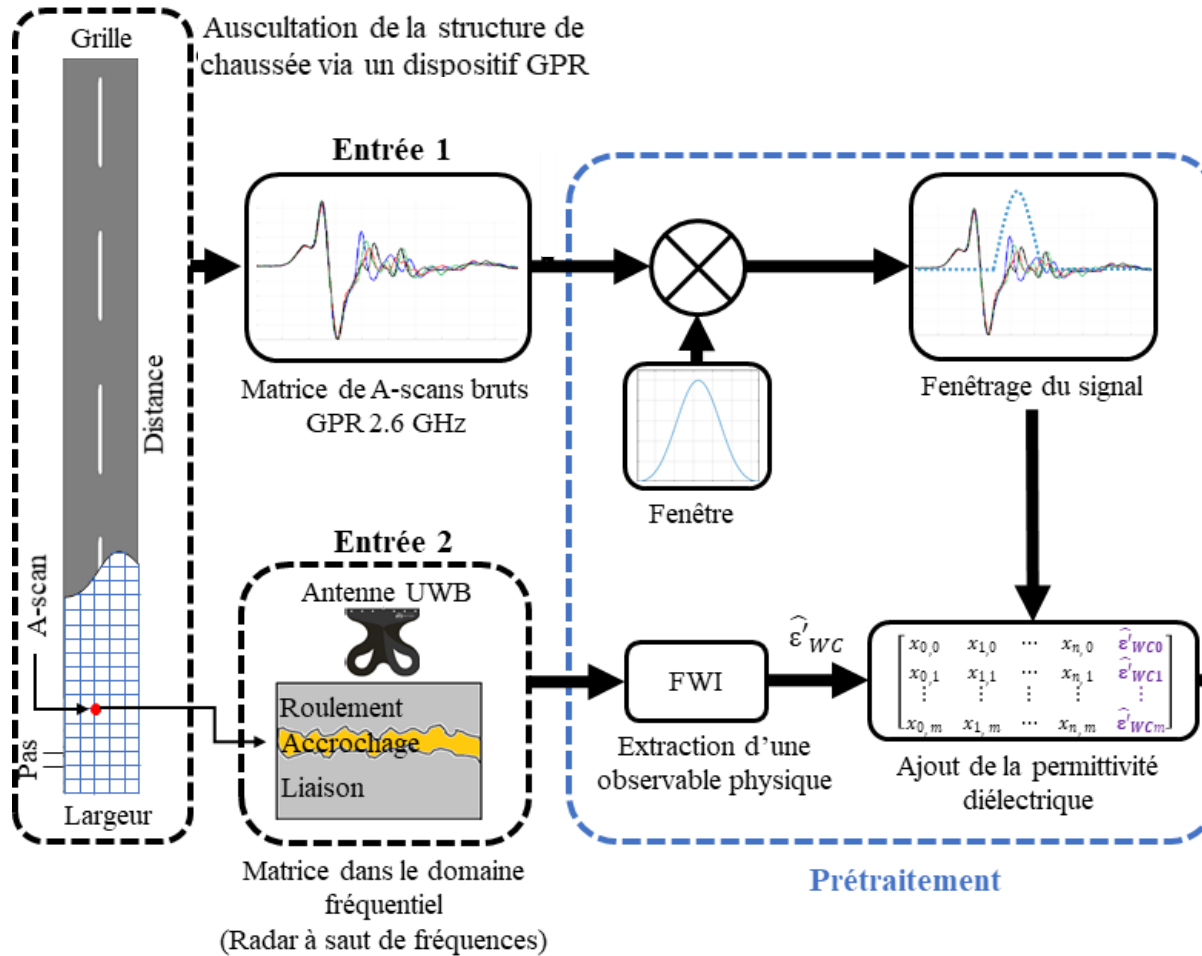
Méthodologie



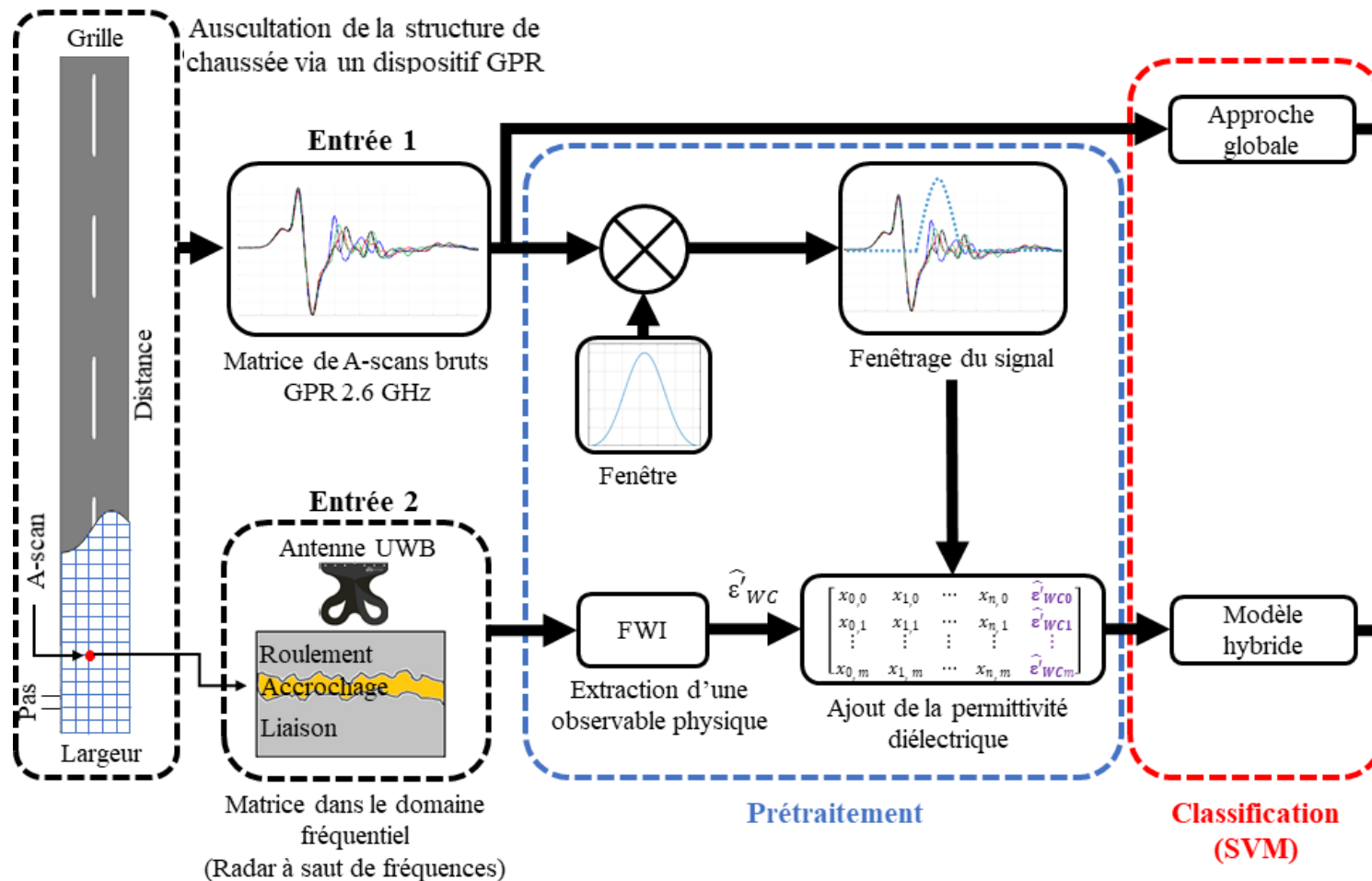
► Extraction et ajout d'un *a priori* extrait par FWI :
Permittivité diélectrique de la couche de roulement



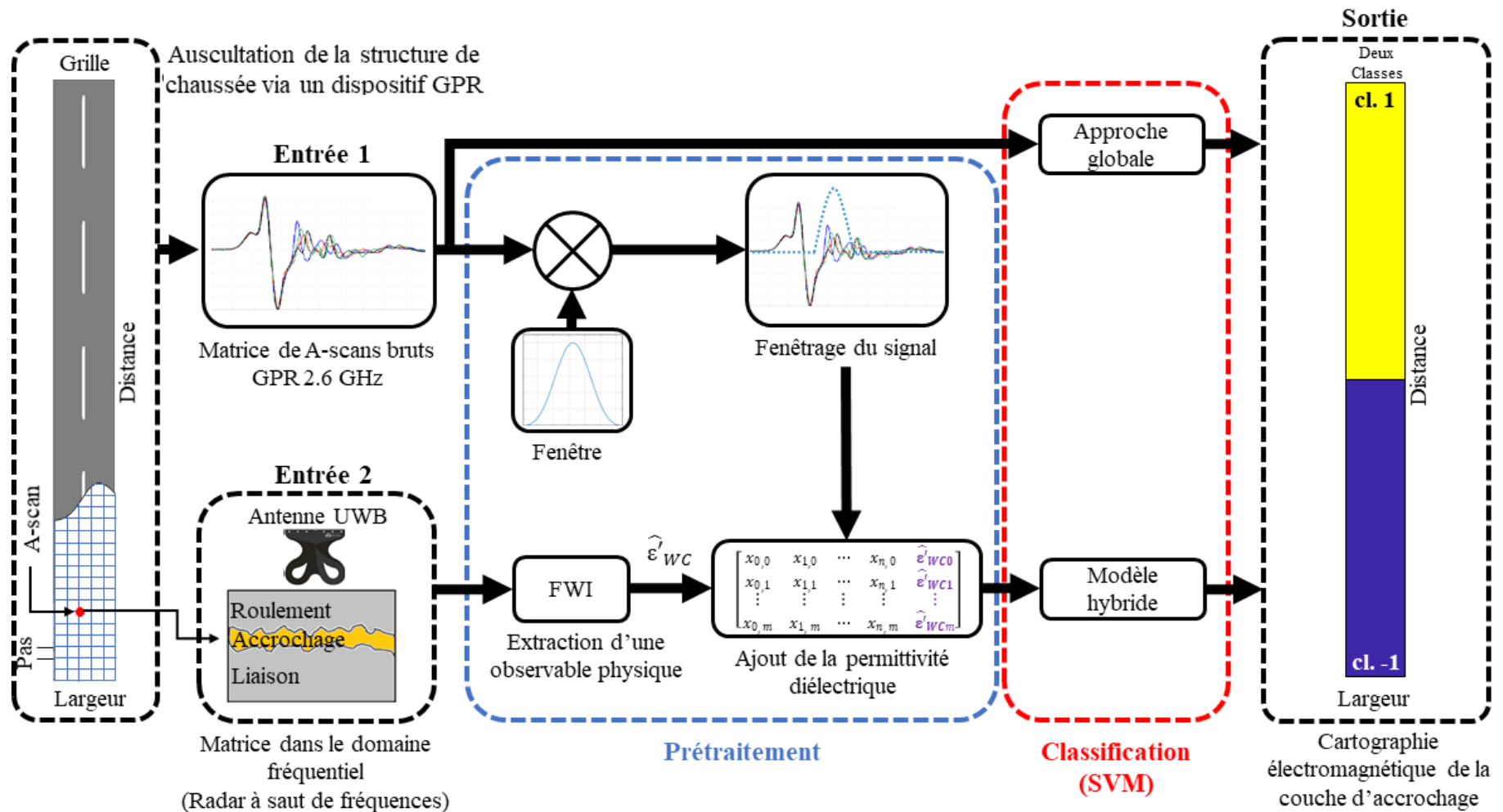
Méthodologie



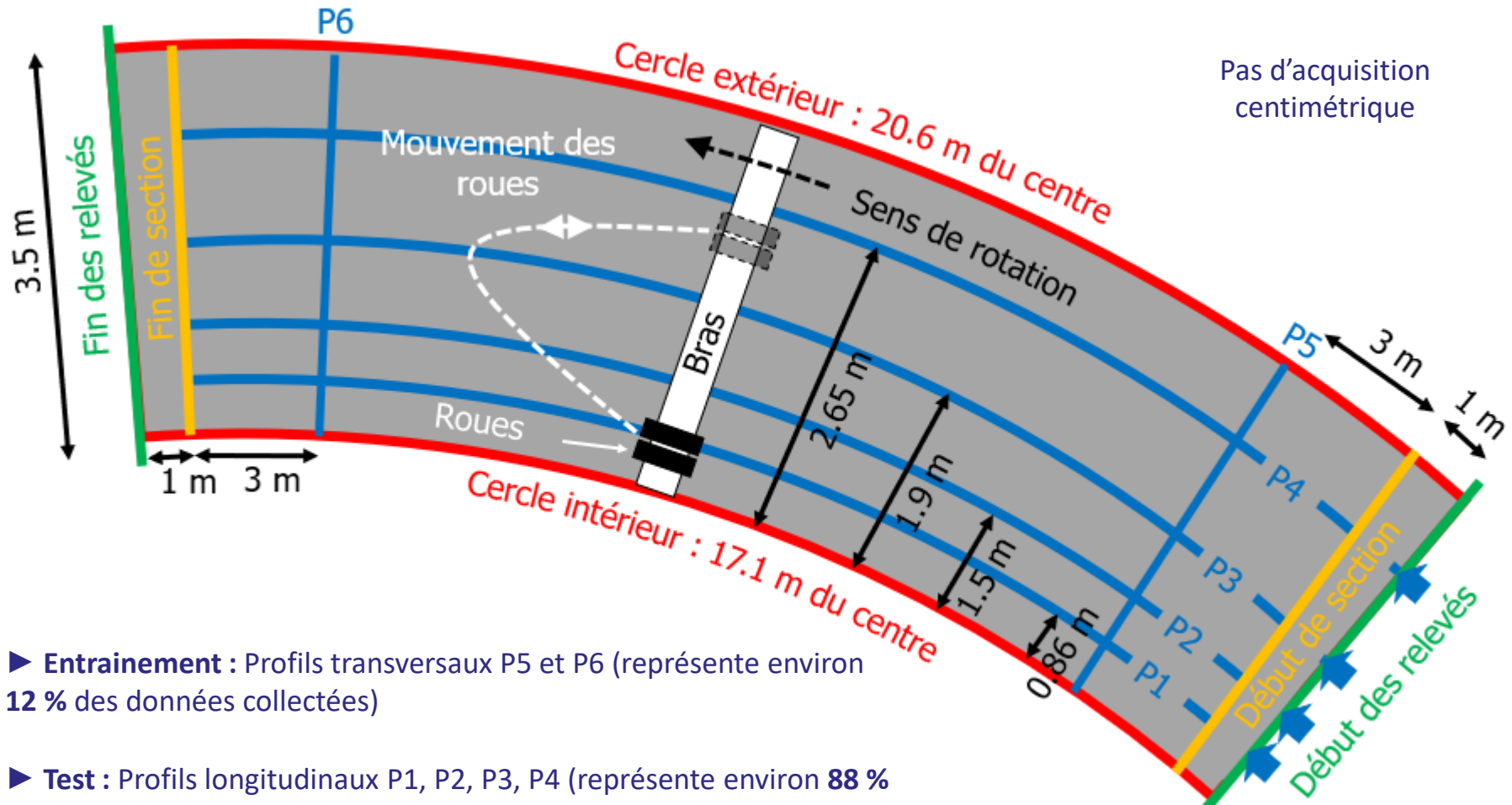
Méthodologie



Méthodologie



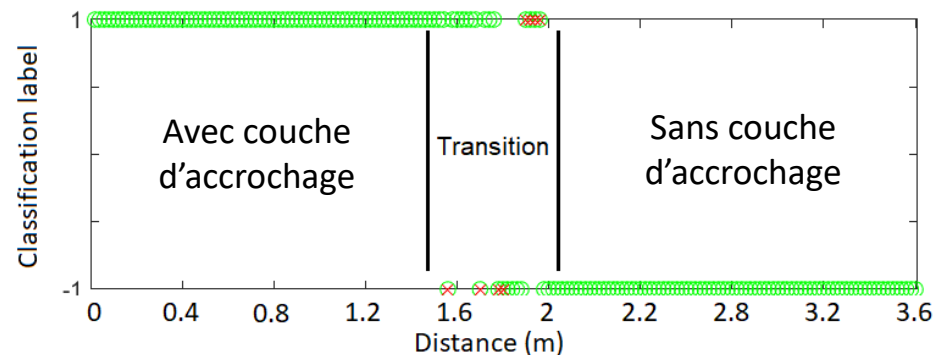
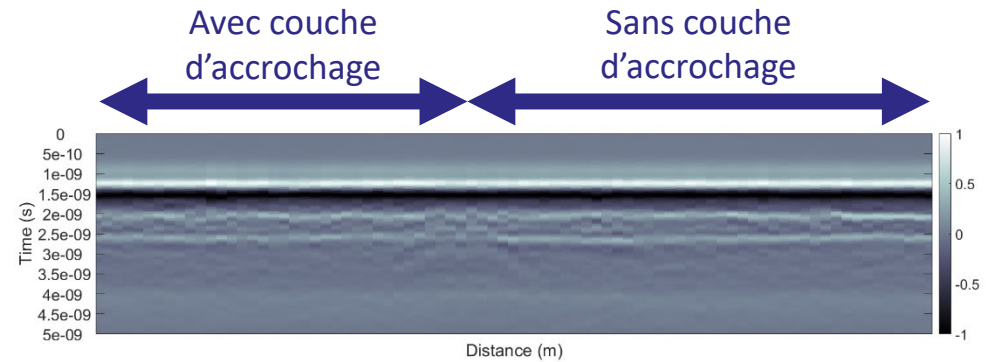
Protocole de collecte des données



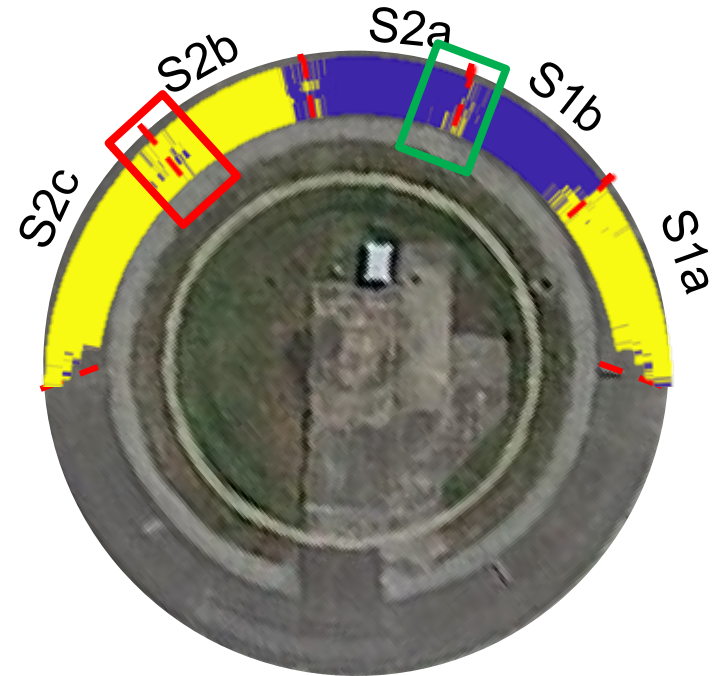
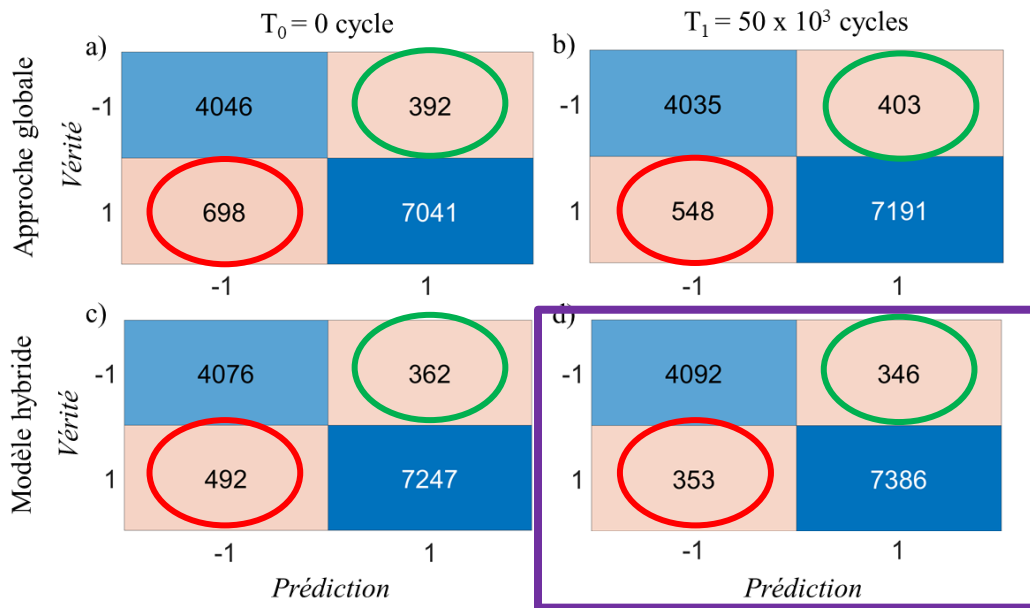
► **Entrainement :** Profils transversaux P5 et P6 (représente environ 12 % des données collectées)

► **Test :** Profils longitudinaux P1, P2, P3, P4 (représente environ 88 % des données collectées)

-
- A blue and black remote control car with a large screen on the back. The screen is black with a green power button icon in the top left corner. The car has a camera mounted on top and is shown from a side-rear perspective.



Résultats



Nombre de cycle	Approche	Performances DSC (en %)	Temps d'exécution (en s)
0	Globale	91	169,62
	Hybride	93	71,58
50 000	Globale	92	149,14
	Hybride	94	73,06

Conclusions

Conclusions



Merci de votre attention

Grégory ANDREOLI, PHD
Université Gustave Eiffel MAST/EMGCU
Campus Méditerranée
304 Chemin de la Croix Blanche
13300 Salon de Provence
gregory.andreoli@univ-eiffel.fr
+33 (0)4 94 90 57 79 81