

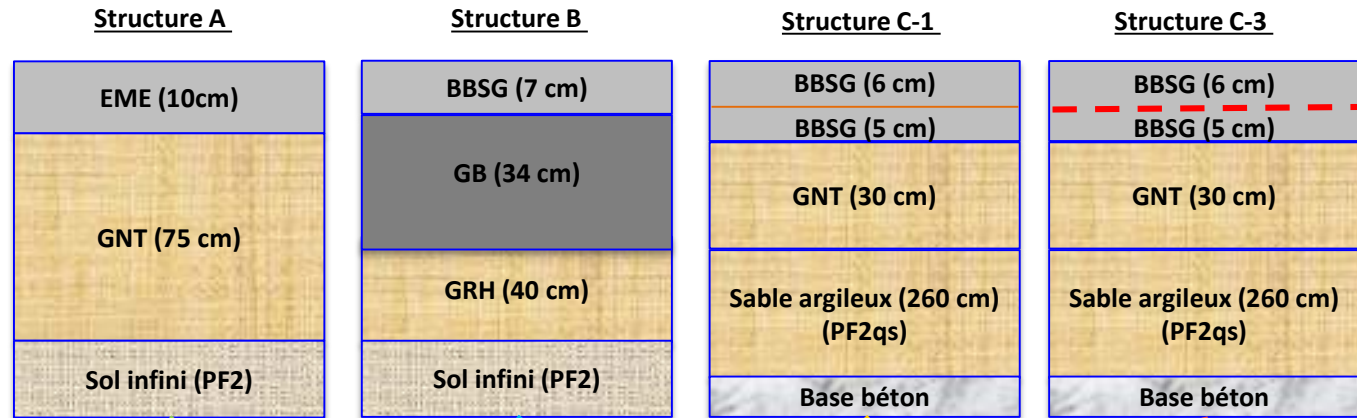
Campagne de mesures FWD sur structures de chaussées du Manège de fatigue

M.L. Nguyen, J. Blanc : LAMES, Université Gustave Eiffel, Campus de Nantes
L. Odie, P-Y. Jegou : CEREMA Ouest / Département Laboratoire de Saint Briec
B. Picoux, R. Tautou : GC2D, Université de Limoges
B. Bouveret, C. Lévêque : Colas SA
T. Noble, L. Grin : Eurovia Île de France

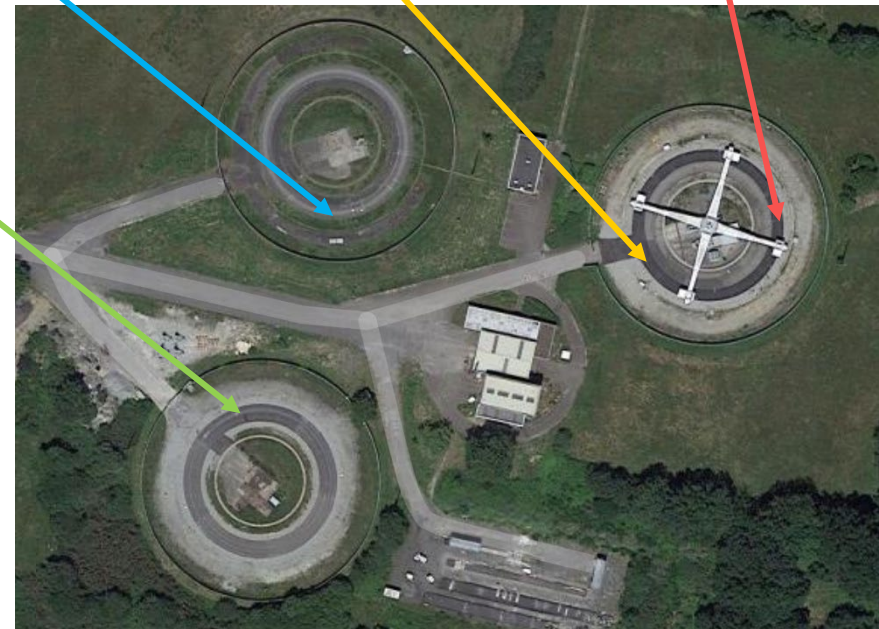
Objectifs

- **Evaluer la cohérence des mesures par différents appareils F-HWD en configuration route sur différentes structures de chaussée du Manège de fatigue.**
- **Effectuer des analyses spécifiques pour mieux connaître le comportement des structures de chaussées étudiées et apporter des informations complémentaires pour l'évaluation de leur durée de vie résiduelle.**

Structures de chaussées testées sur le Manège de fatigue



- Anneau A : structure «intermédiaire»
- Anneau B: structure bitumineuse épaisse.
- Anneau C: 2 structures souples
 - C-1: interface bien collée.
 - C-2: interface moins bien collée.



BDD disponible des matériaux, structures, températures

Appareils F-HWD accueillis sur le site



Même configuration: diamètre de plaque, distances des géophones

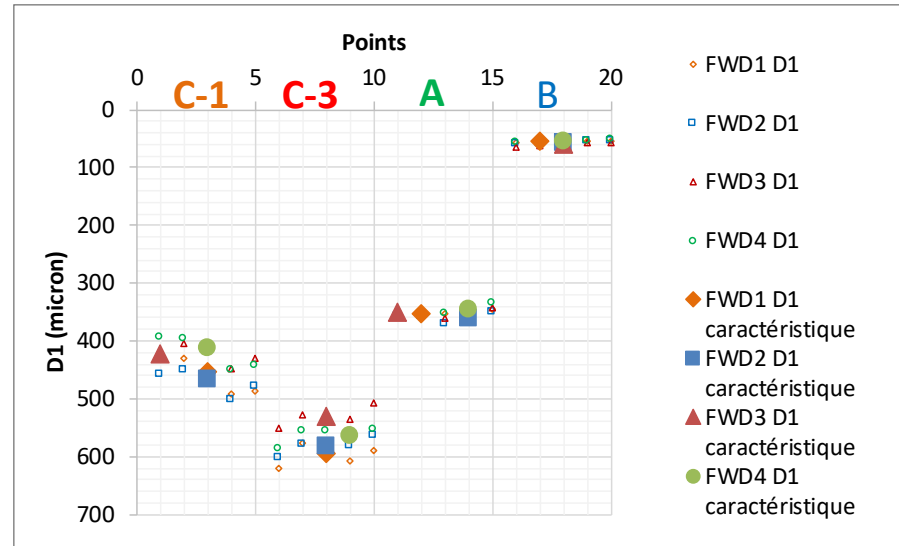
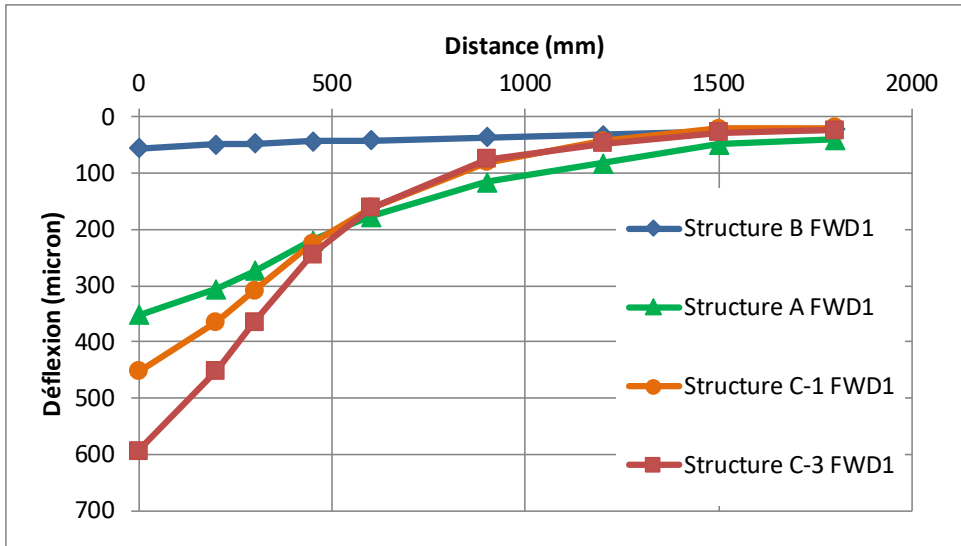
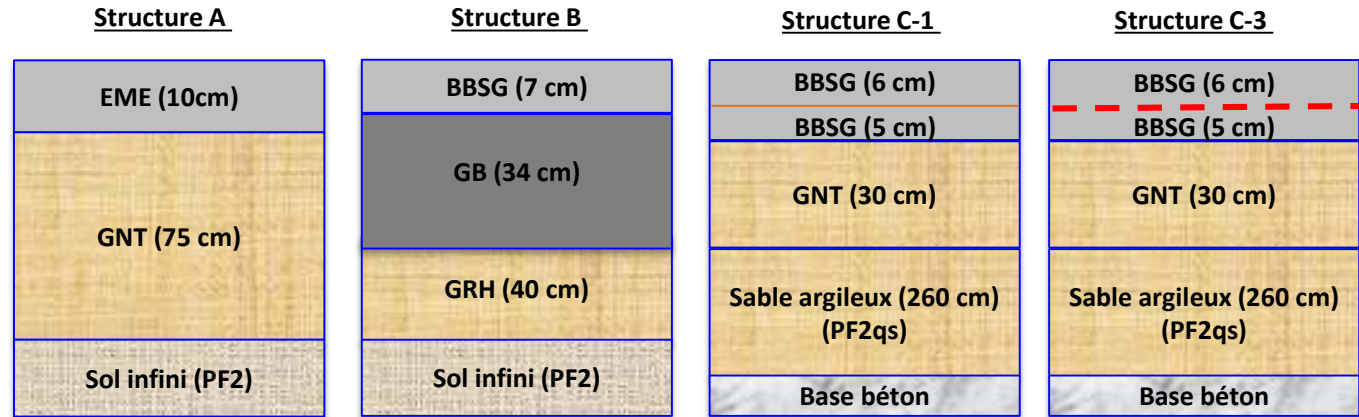
Le programme des mesures

- **Test des 4 appareils sur chacune des 4 structures dans la 1ère journée.**
 - Sur chaque structure, 5 stations de mesure espacées d'un mètre
 - Sur chaque station de mesure, 4 niveaux de charge : 40, 50, 65 et 75kN.
 - Pour chaque niveau de charge, 3 répétitions.
 - **1 répétition (avec 1 seul appareil) sur 2 structures dans la 2ème journée.**
- **1080 mesures**

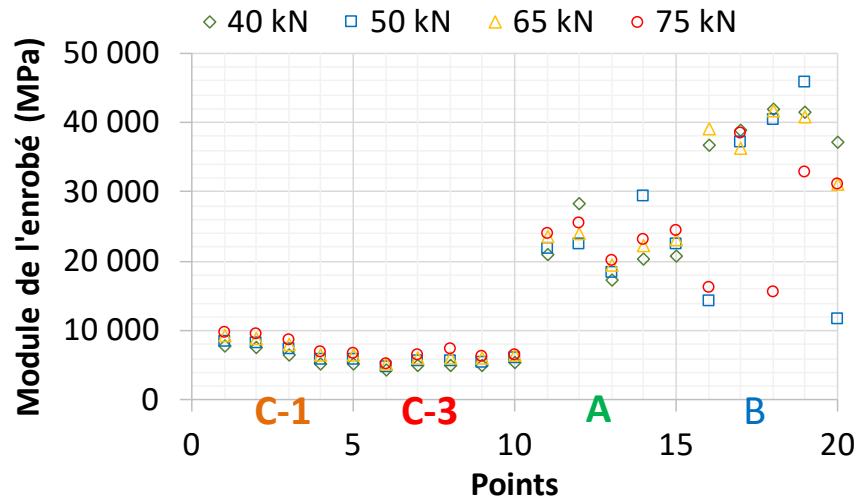
Programme des mesures (entrées de la base de données)

Section-Anneau	Points	Distance (m)	Appareil / Date et heure				
			FWD1	FWD2	FWD3	FWD4	
			19/11/2018				
Structure C-1			1	2	3	4	
	1	14	11:25	11:57	14:13	14:40	13:37
	2	15	11:29	11:57	14:17	14:43	13:42
	3	16	11:32	11:58	14:19	14:46	13:46
	4	17	11:33	11:59	14:22	14:50	13:50
	5	18	11:35	12:00	14:25	14:54	13:55
Structure C-3			1	2	3	4	
	6	56	11:42	12:08	14:46	15:11	
	7	57	11:44	12:09	14:49	15:15	
	8	58	11:46	12:10	14:51	15:18	
	9	59	11:48	12:11	14:54	15:22	
	10	60	11:50	12:12	14:57	15:26	
Structure A			1	3	2	4	
	11	97	12:10	12:44	12:26	12:49	
	12	98	12:12	12:45	12:29	12:53	
	13	99	12:14	12:46	12:32	12:57	
	14	100	12:17	12:47	12:35	13:00	
	15	101	12:19	12:48	12:38	13:03	
Structure B			1	3	2	4	
	16	20	12:25	12:55	12:42	14:07	14:14
	17	21	12:27	12:56	12:45	14:16	14:17
	18	22	12:29	12:57	12:48	14:20	14:21
	19	23	12:31	12:58	12:51	14:24	14:25
	20	24	12:33	12:59	12:53	14:27	14:28

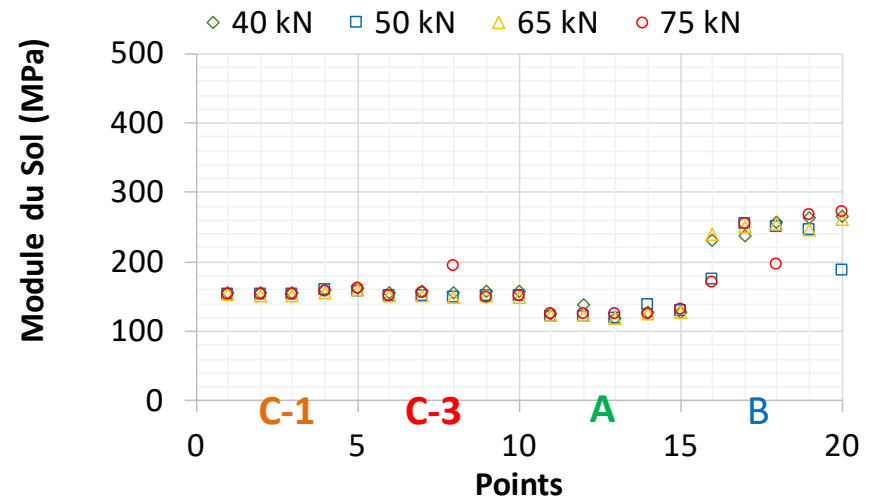
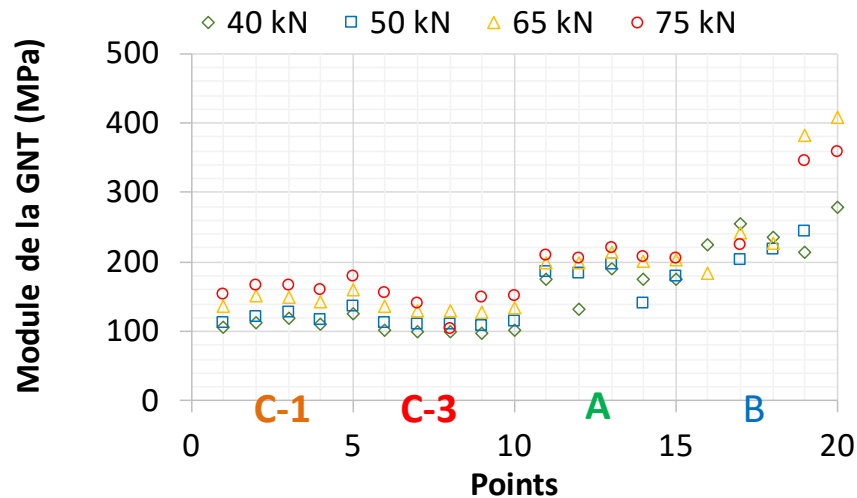
Comparaison des (pseudo-) bassins caractéristiques de déflexions



Exemple de résultat de rétrocalcul ALIZE (pour un FWD)



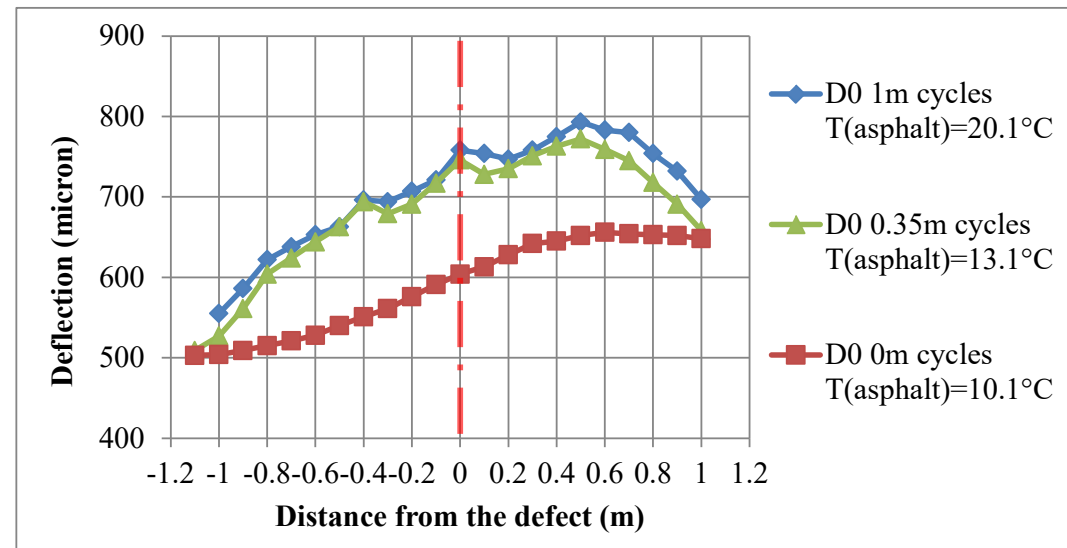
- **E(Enrobé) : variabilité moindre sur structures C que A et B**
- **E(GNT): non-linéarité avec F visible**
- **E(Sol): stable avec F**
 - **Module apparent (sous charge FWD)!**
 - E_{dim} ou E_{dyn} plaque = $\beta \times E(Sol)$
 - Coefficient d'abattement $\beta = 0,35$ à $0,6$*



Exemple d'analyses spécifiques à partir des mesures FWD

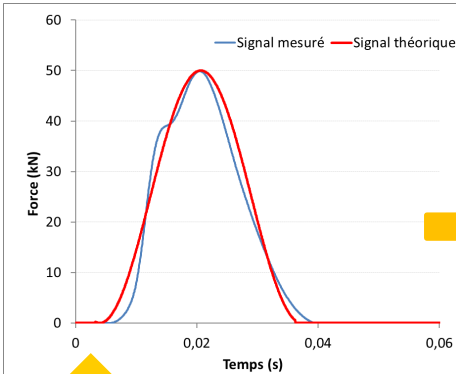
- Evaluation du coefficient d'abattement de E(sol) rétrocalculé
- Détection des fissures (même si non déjà visibles en surface de chaussée)
- Evaluation du niveau de collage à l'interface
- Rétrocalcul dynamique des propriétés VEL des couches bitumineuses

M.L. Nguyen, O. Chupin, J. Blanc, J. Piau, P. Horny, & Y. Lefevre, "Investigation of Crack Propagation in Asphalt Pavement Based on APT Result and LEM Analysis," *Journal of Testing and Evaluation* (2020).

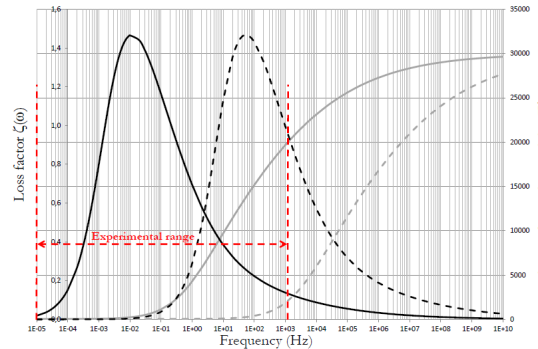


Analyse inverse par MEF visco-dynamique

Objet de l'étude (projet DVC – thème 2) :
 Etablir un programme d'analyse des données FWD basé sur la dynamique du signal et intégrant le comportement viscoélastique des matériaux (ω, T)



FFT



AC	$E^*, \nu = 2S2PID \text{ model} ; \rho = 2480 \text{ kg/m}^3$		
GB	$E^*, \nu = 2S2PID \text{ model} ; \rho = 2560 \text{ kg/m}^3$		
UGM	$E = 110 \text{ MPa}$ $\nu = 0,35$	$\rho = 2200 \text{ kg/m}^3$ $\xi = 15 \%$	
SOIL	$E = 74 \text{ MPa}$ $\nu = 0,35$	$\rho = 1900 \text{ kg/m}^3$ $\xi = 15 \%$	

Courbes maîtresses $E=f(T/ \omega)$
 pour les couches bitumineuses
 + Modèle thermique

Analyse inverse dynamique
 Méthode du simplexe

IFFT

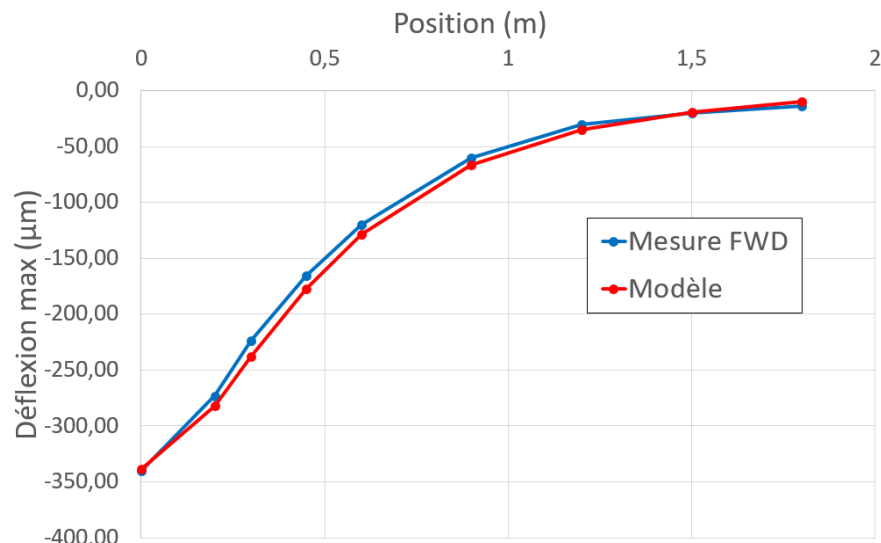
**MODELE
 NUMERIQUE
 EF - CASTEM**

$$\{Y(\omega)\} = [A]^{-1} \{F(\omega)\}$$

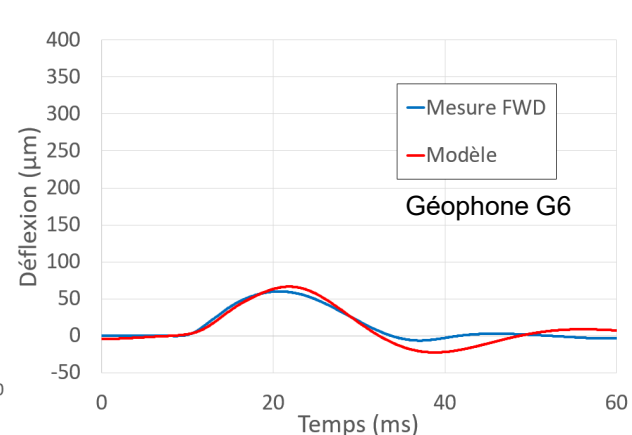
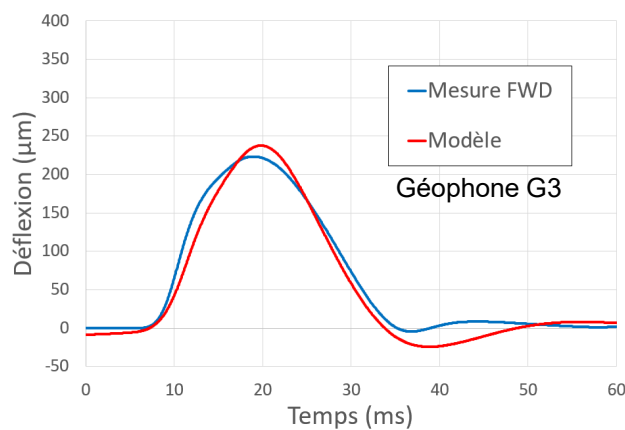
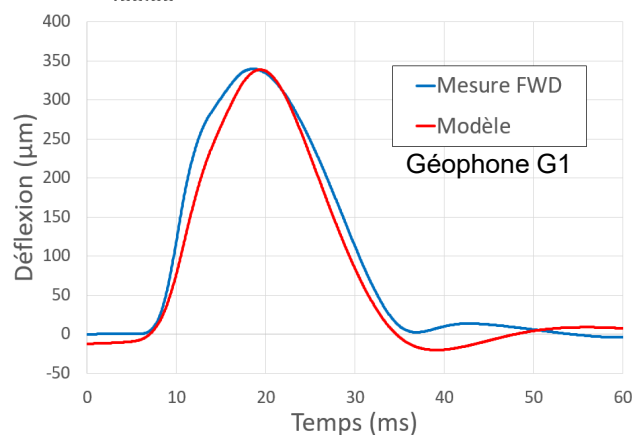
Solution adaptée
 Fréquence / température

Confrontation aux essais sur site (Manège de fatigue)

Résultats sur la Structure C-1



- Calage Module sur courbe maîtresse
 - Calcul direct de la réponse de la structure avec jeux de données choisies
 - Analyse inverse par méthode du simplexe
- Résultat : RMS = 12%



Conclusions et perspectives

- **Bonne cohérence des déflexions mesurées pour chacun des appareils**
- **Bonne concordance entre les appareils**
- **Mesures FWD :**
 - **riches en information pour l'analyse et l'évaluation de chaussées existantes**
 - **ouvertures pour des sujets de recherche ou des études spécifiques**
- **Nécessité de l'établissement d'un processus de mesures et d'analyses des essais FWD en cohérence avec la méthode française de dimensionnement.**

Grand remerciement aux participants présents et non présents à cette campagne d'essais

Merci de votre attention

Mai Lan NGUYEN
MAST-LAMES, Université Gustave Eiffel, Campus Nantes
Allée des Ponts et Chaussées, CS 5004
F-44344, Bouguenais cedex
Tel: 02 40 84 57 15 / Mail: mai-lan.nguyen@univ-eiffel.fr



apt 2020
Accelerated Pavement Testing
6th international conference
September 21-23, 2020
Nantes, FRANCE

