

Séminaire de restitution CCLEAR

Impact des conditions climatiques sur les infrastructures routières

Panorama des bassins de déflexion en tenant compte des variations saisonnières : campagnes de mesure et rétro-calculs

03 février 2015

GOYER Sarah

Direction Territoriale Ouest / Département Laboratoire de Saint-Brieuc

CEREMA

sarah.goyer@cerema.fr

Sommaire

- Contexte de l'étude / éléments bibliographiques
- Objectifs
- Démarche suivie / plan expérimental
- Premiers résultats
- Conclusions et perspectives



Contexte de l'étude

La mesure de **déflexion** est un des paramètres clés de la connaissance du comportement d'une structure de chaussée :

- peu sensible aux variations de module des matériaux du corps de chaussée
- sensible aux variations d'épaisseurs
- très sensible aux variations de portance du support
- sensible aux variations conditions hydriques pendant les deux mois précédents les mesures
- ➔ Mesures à réaliser en dehors des périodes climatiques de faible pluviométrie et/ou de fortes chaleurs.
- ➔ France métropolitaine : mesures de déflexion à 15°C (mesure directe ou par correction).

Guide Technique Renforcement des chaussées – diagnostic et conception, SETRA (v. 2013)

Contexte de l'étude

Lien entre la déflexion maximale et la température de surface

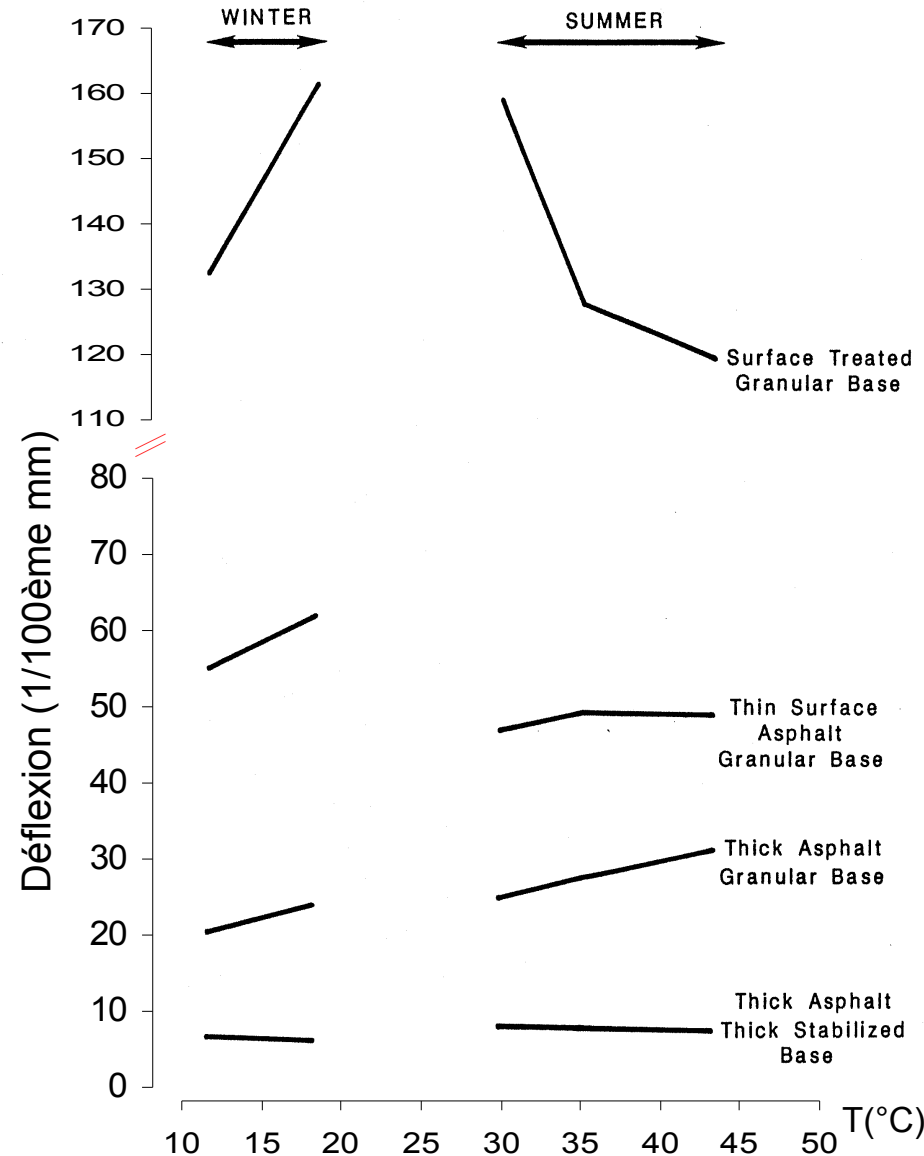
(chargement FWD : 41 kN)

D'après Scullion, T. (1988). *Incorporating a Structural Strength Index into the Texas Pavement Evaluation System*, Report No. FHWA/TX-88/409-3F, Federal Highway Administration, Washington, DC

Structures souples → Variations mensuelles des déflexions + bilan hydrique :

- Entre février et août, pour 70 à 80 % des sections :
déflexion \geq 80 % déflexion maximale
- En automne,
déflexions = $1/2$ *déflexions maximales
- Déphasage bilan hydrique max / Def max variable \approx 4 mois

Bellanger, J. (1987) Déflexion des chaussées et bilan hydrique. Bull. liaison des Lab. P. et Ch. N°149



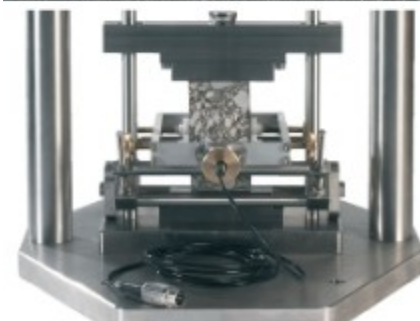
Objectifs

- Relier les variations de température et d'état hydrique (journée, saisons) aux évolutions des bassins de déflexion
 - Mesures FWD, sondes de température
 - Différents types de structure (matériaux, portance...)

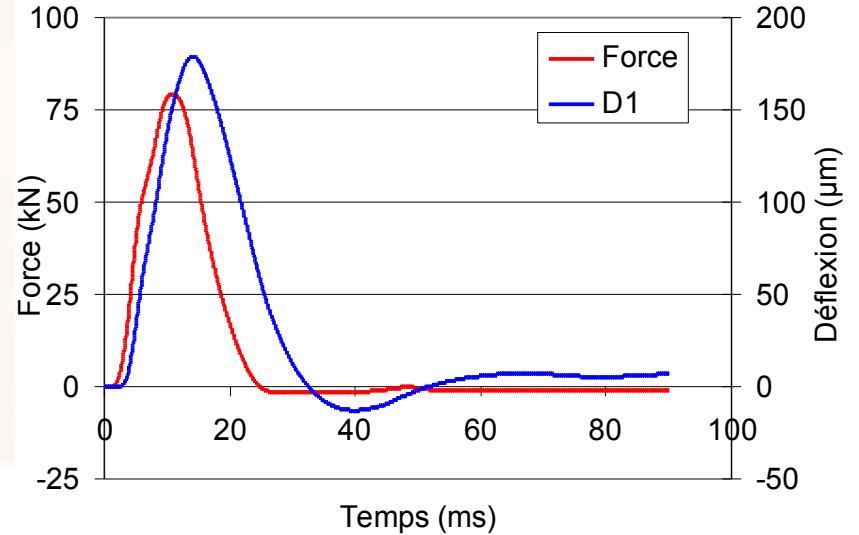
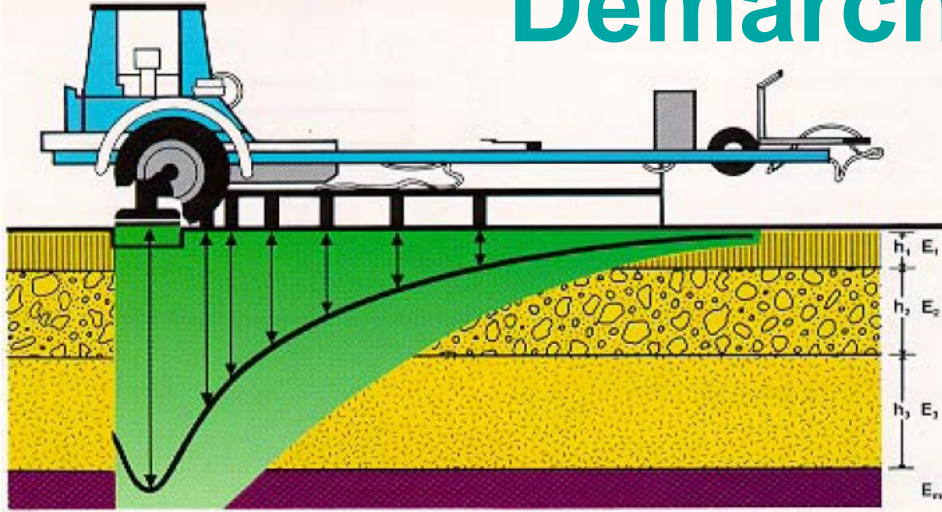


Démarche suivie

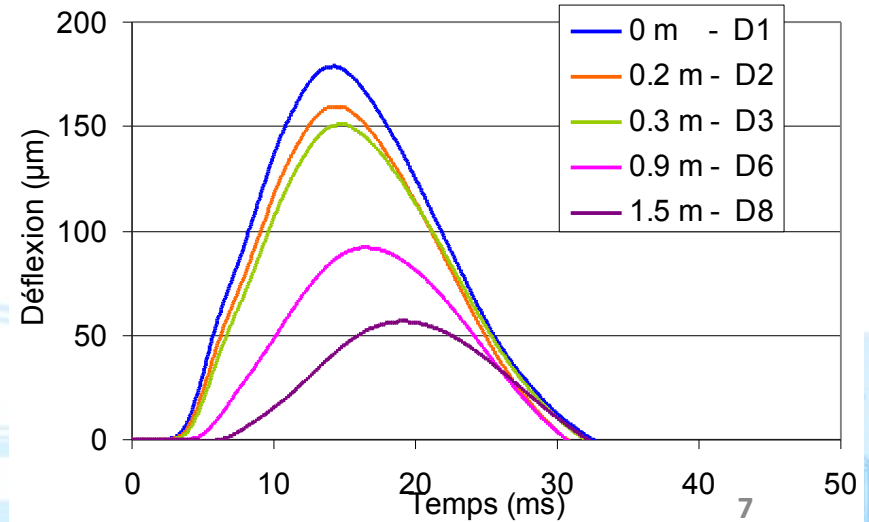
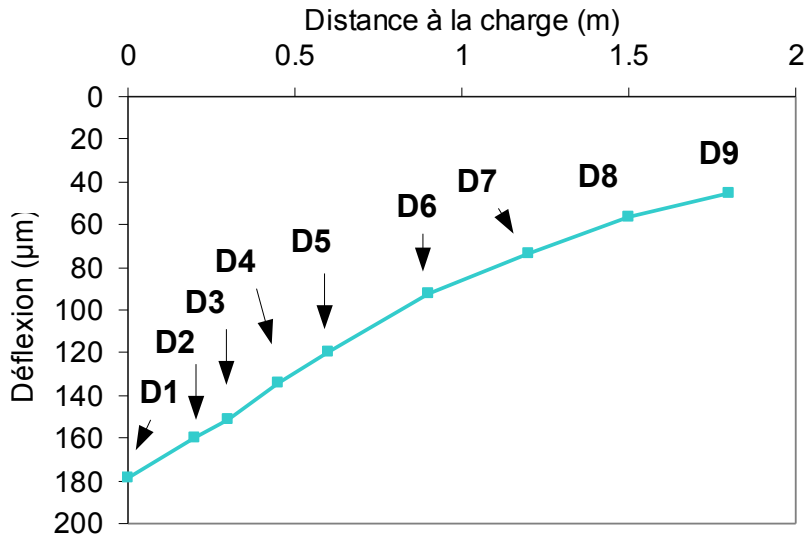
- Falling Weight Deflectometer :
 - Mesure des bassins de déflexion sous une charge impulsionnelle (9 géophones : 0 à 1,80 m de la charge)
 - Mesures au même point
 - en différent moment d'une journée
→ influence de la température
 - à différentes périodes de l'année
→ influence de la température / de la pluviométrie
- Mesures de températures (sondes) dans la structure
- Caractérisation des modules des matériaux liés
→ modules et susceptibilité thermique des enrobés



Démarche suivie



Enregistrement temporel → bassin de déflexion (déflexions maximales)



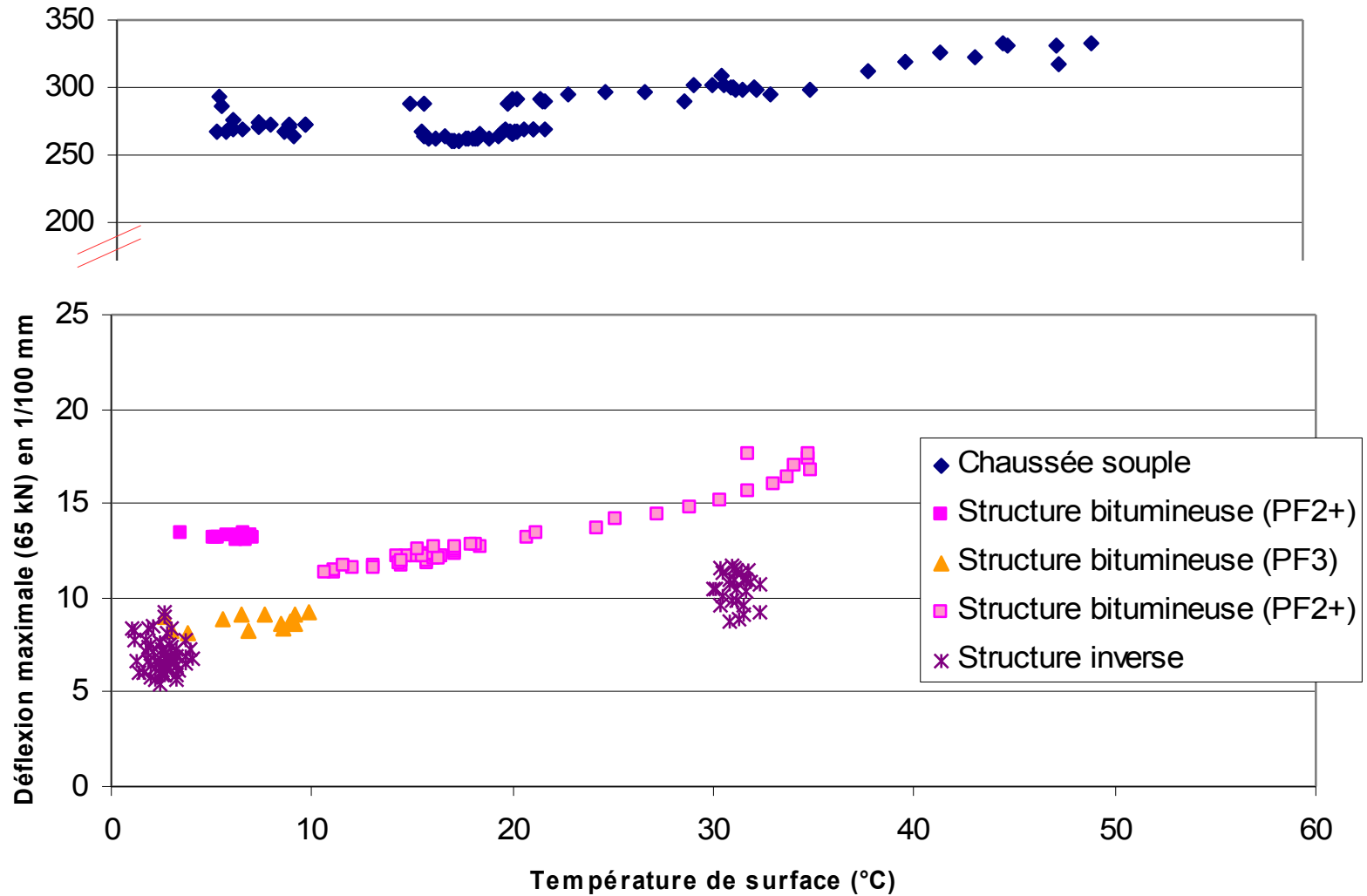
Démarche suivie

Section	1	2A	2B	3	A75
	Chaussée souple	Bitumineuse épaisse (PF2+)	Bitumineuse épaisse (PF3)	Bitumineuse épaisse (PF2+)	Structure inverse
Couche de roulement	4 cm BB	2.5 cm BBTM	2.5 cm BBTM	6 cm BBSG	4 cm BBMa
Couche de liaison	/	6 cm BBSG	6 cm BBSG	/	6 cm BBSG
Couche de base	5 cm imprégnation	10 cm GB4	8 cm GB4	12 cm GB3	7 cm BBSG
Couche de fondation	9 cm blocage	10.5 cm GB4	8.5 cm GB4	12 cm GB3	12 cm GNT + 25 cm GPz-C
Plate-forme	N/A	PF2+	PF3	PF2+	35 cm traitée
Périodes de mesure	Été / printemps	Hiver	Hiver	Automne / printemps	Été / hiver
Rétro-calcul					X

Résultats obtenus

	Chaussée souple		Bitumineuse épaisse (PF2+)				Bitumineuse épaisse (PF3)		Structure inverse	
	1 (H1)		2A (H1)		3 (H1)		2B (H1)		A75 (H4)	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
D1 (1/100 mm)	260	333	13	13	11	18	8	9	5	12
$\Delta D1$	28 % été / hiver				55 % Automne / printemps				116 % été / hiver	
T° surface	5	49	4	7	11	35	3	10	1	32
T° air	4	28	1	3	5	26	1	4	-1	23

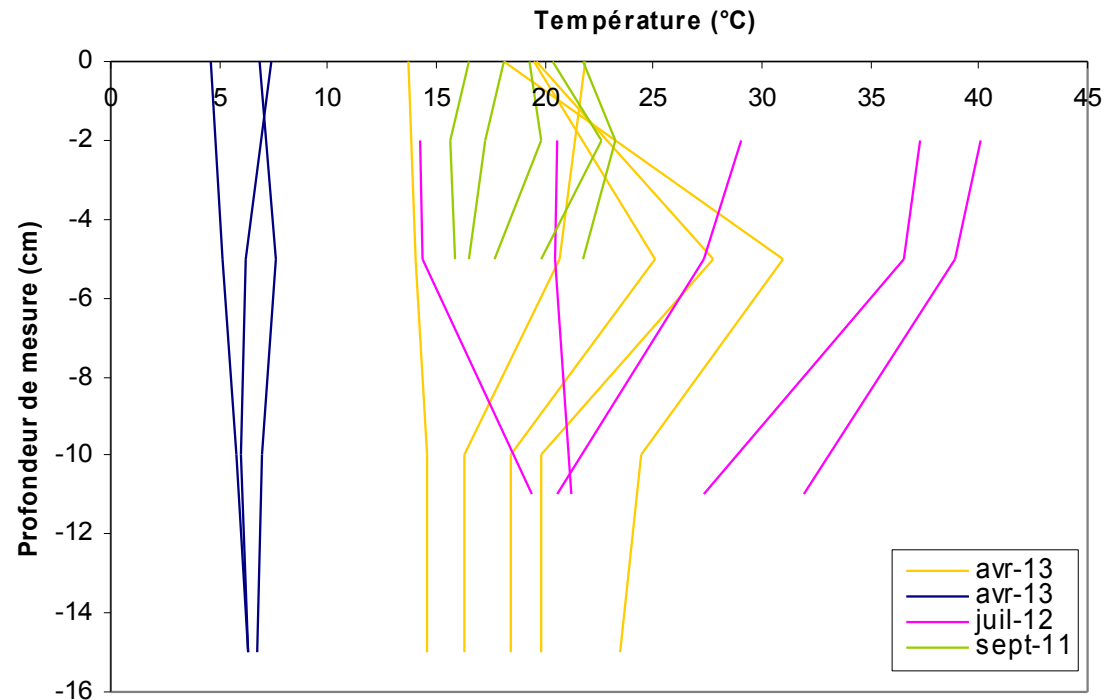
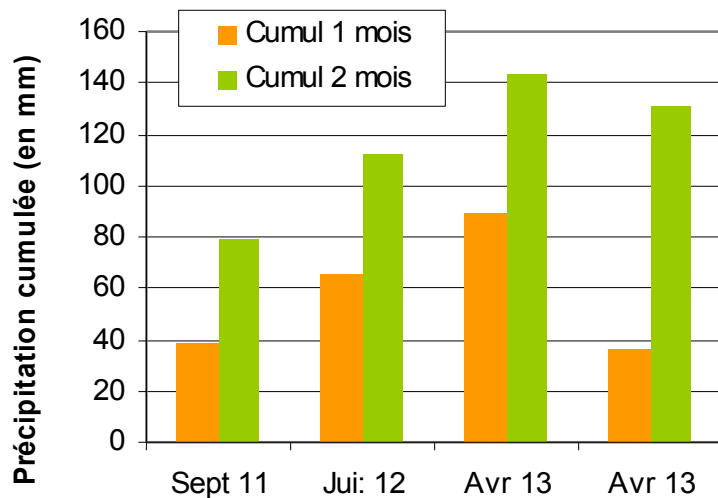
Résultats obtenus



Résultats obtenus

Structure souple :

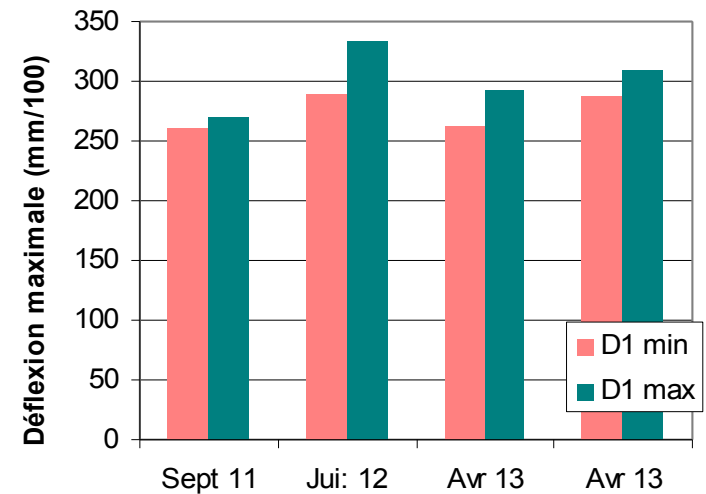
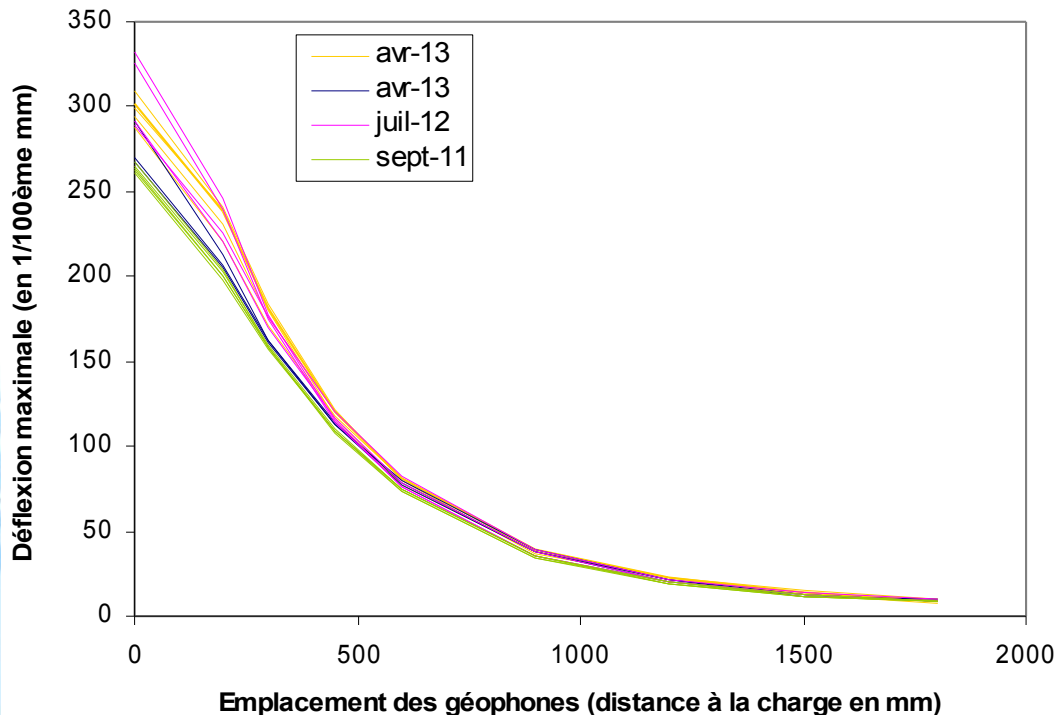
- Gradients de T°C importants au cours des sessions de mesure
- Plages de T°C très contrastée
- Cumul de précipitations (1 mois, 2 mois)



Résultats obtenus

Structure souple : effets de la température et de l'état hydrique sur les variations de déflexions

- Gradients de T°C importants au cours des sessions de mesure
- Plages de T°C très contrastée
- Pas de corrélation D1 / cumul précipitation 1 mois ou 2 mois ($r^2 < 0,1$)
- D1 / T°C surface ($r^2 = 0,13$ à $0,85$)



Chaussées souples (6 sections, 22) :
+77 % cumul précipitation 2 mois
→ +0 à 150 % Déflexion moyenne

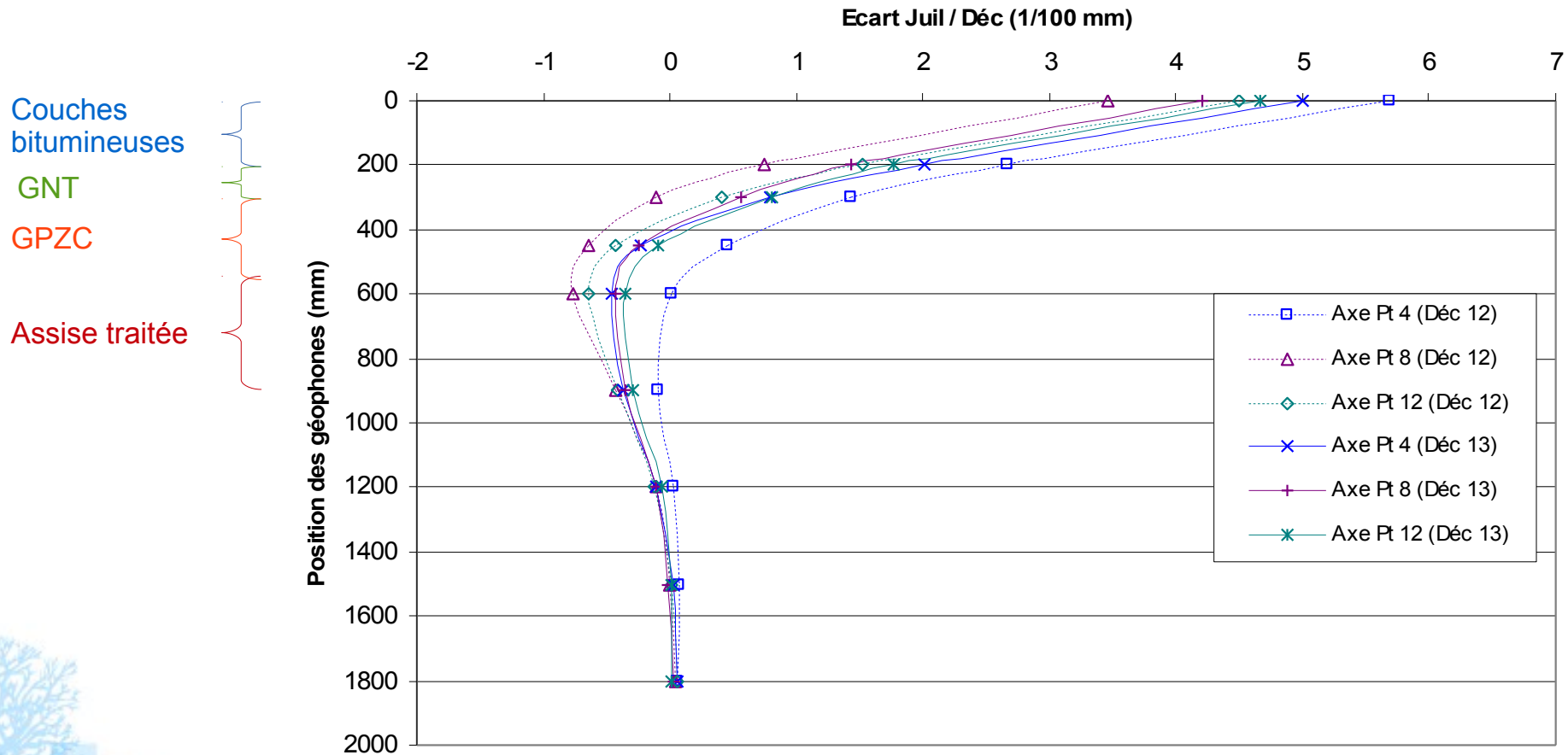
Résultats obtenus

A75 : structure inverse (1992) GPZC / GNT / BBSG / BBMa

	A75		
D1 (1/100 mm)	juil-12	déc-12	déc-13
Moyenne	11	7	7
Min	9	5	6
Max	12	9	8
Écart type	0,8	0,9	0,9
T°C surface	30 à 32°C	2 à 4°C	1 à 3°C
T°C air	21 à 23°C	1 à 2,5°C	-1 à 0°C

Résultats obtenus

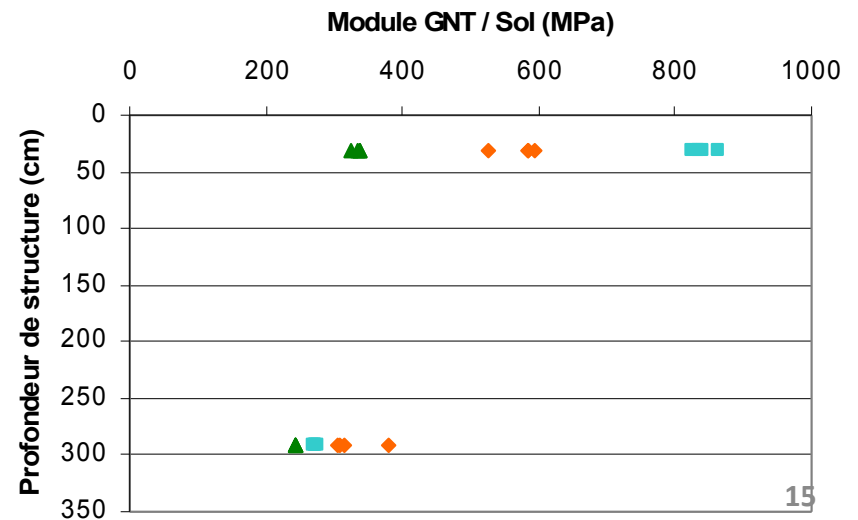
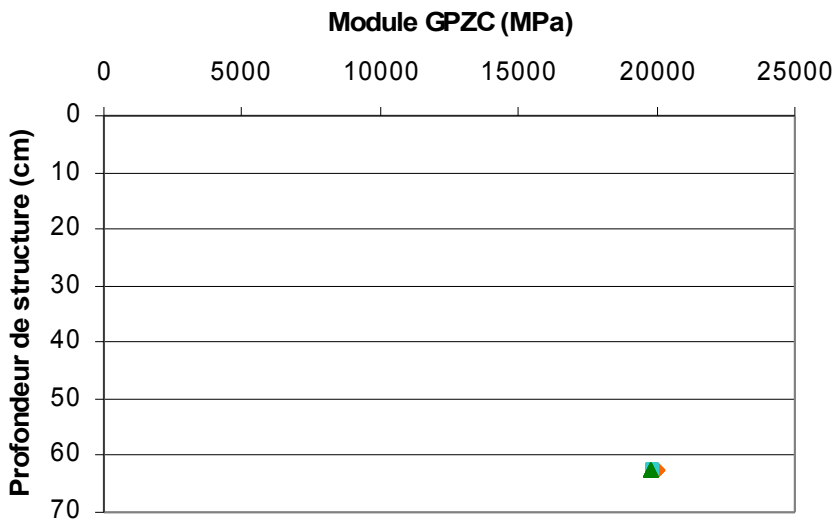
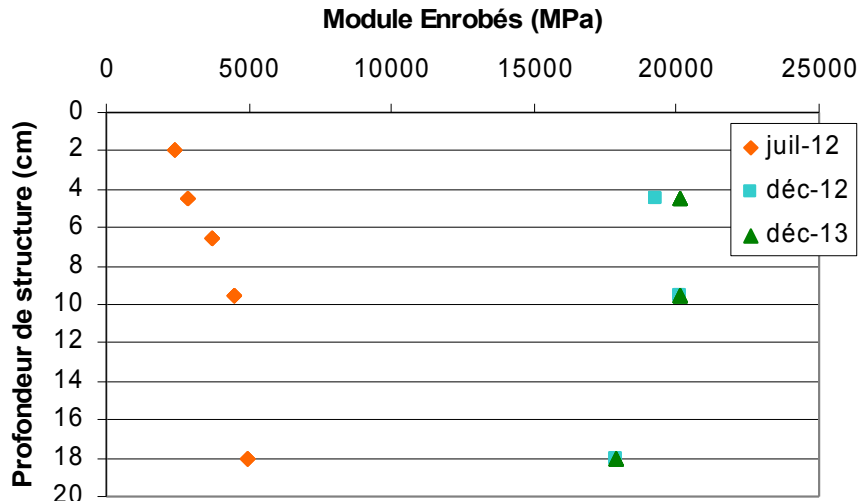
A75 : structure inverse (1992) GPZC / GNT / BBSG / BBMa



Écart déflexion été / hiver en fonction de la position du géophone
(référence : Juil 2012) → zone d'influence de la température

Résultats obtenus

A75 : structure inverse (1992) GPZC / GNT / BBSG / BBMa



- Enrobés bitumineux : module = f (T°C)
- GPZC : module = f (F)
- Matériaux non traités : rétrocalculs
→ fortes variations E (GNT)
- ✓ Collage des couches non connu
- ✓ Variation E (GNT) : pas de raison physique
 - ✓ Hiver : valeurs ≤ 10 mm/100
 - ✓ Faible épaisseur de GNT

Conclusions et perspectives

- Objectif : Relier les variations de température et d'état hydrique (journée, saisons) aux évolutions des bassins de déflexion, pour différents types de structure
- Influence prépondérante du type de structure !
- Chaussées souples : Faible corrélation déflexion / T°C ou déflexion / précipitation
- Poursuite des investigations (rôle température / état hydrique) chaussées souples ou bitumineuses épaisse
- Structure inverse A75 :
 - Poursuite des investigations : le rétro-calcul doit fonctionner à toutes les périodes de l'année !
 - Suivi de la planche (influence du vieillissement ?)

