

Étude de l'endommagement des enrobés bitumineux soumis à des cycles de gel-dégel

www.dvdc.fr

*TRAN Duc Thang (doctorant en thèse 2017-2020),
SAUZEAT Cédric, DI BENEDETTO Hervé, **POUTEAU Bertrand***



LTDS
Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systèmes



UNIVERSITÉ
DE LYON

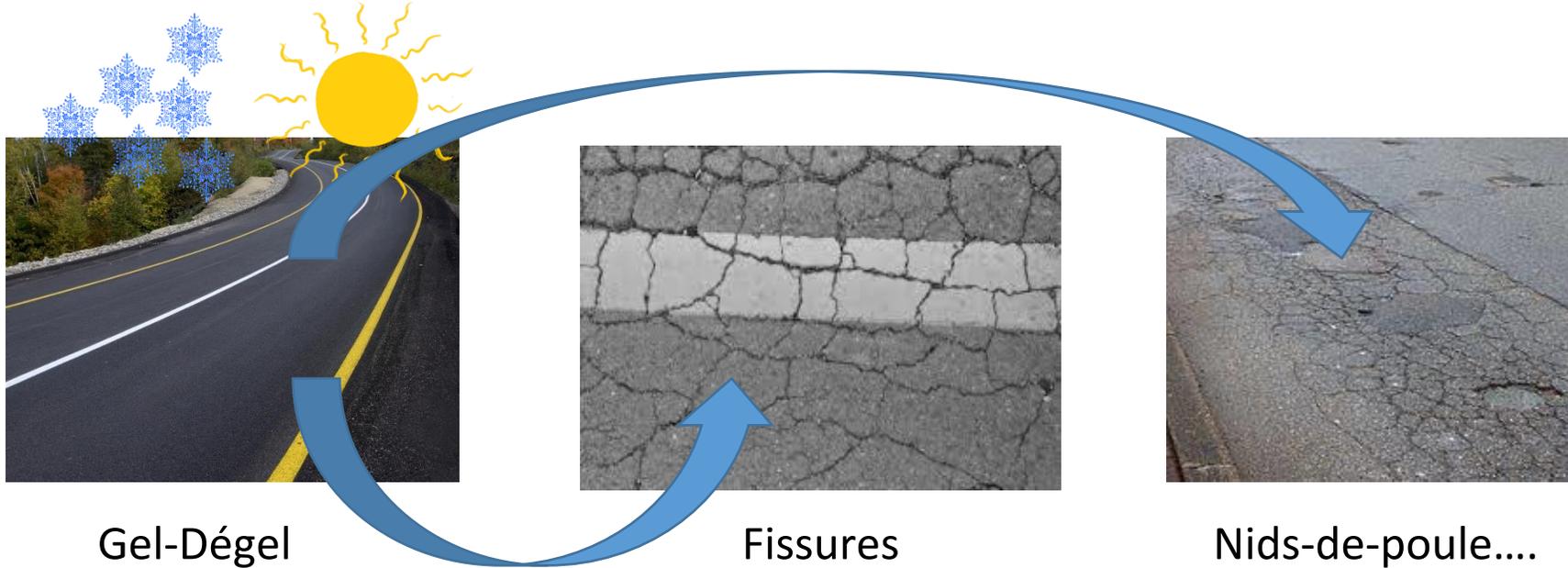


23 janvier 2020, FNTP

Journée d'information sur les techniques d'auscultation
et la durée de vie des chaussées

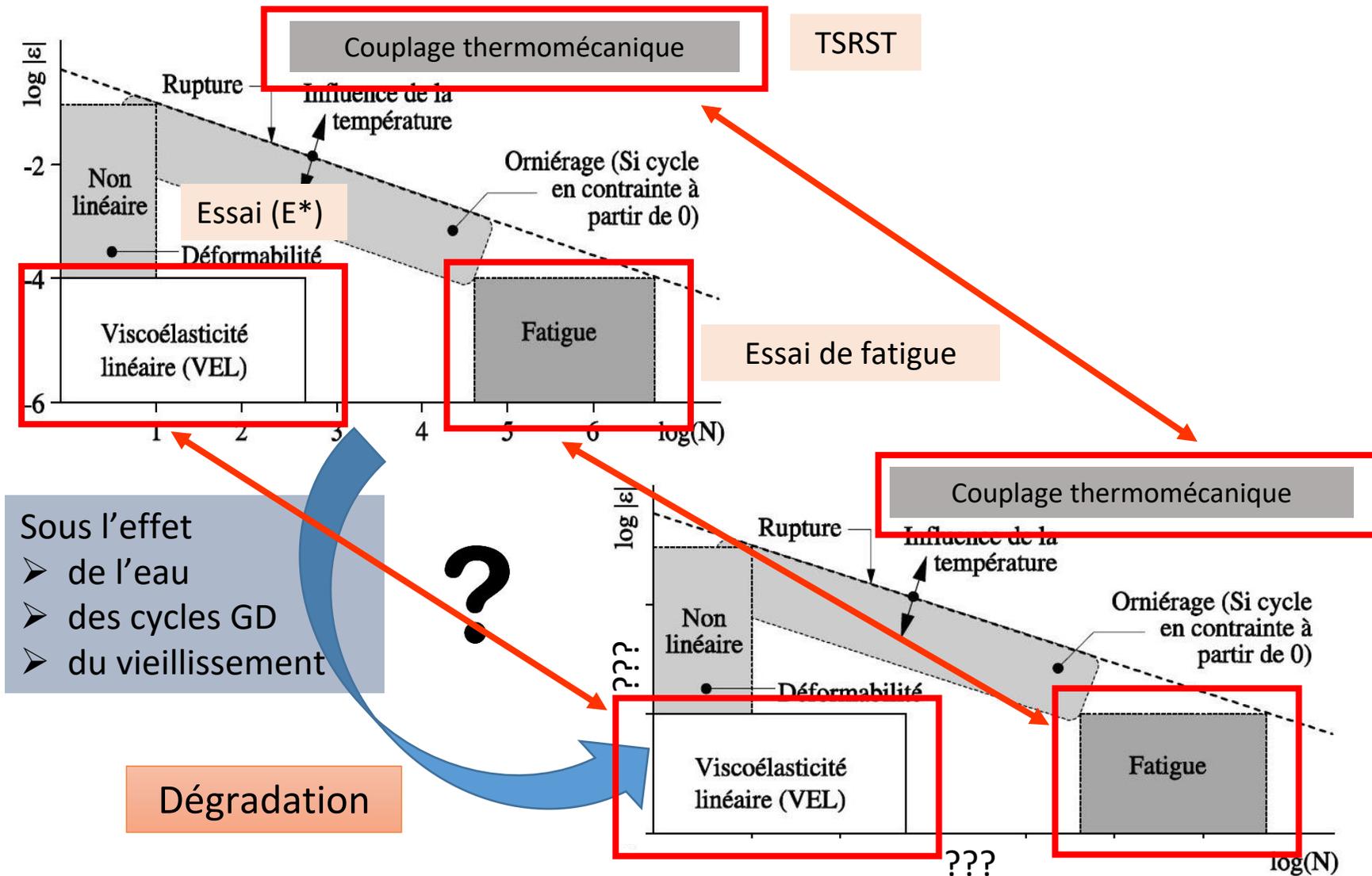
- ▶ Introduction : objectifs de la thèse
- ▶ Des constituants à l'essai
- ▶ Conditionnement des éprouvettes
- ▶ Essais réalisés
- ▶ Quelques résultats
- ▶ Conclusion





Etude de l'impact des cycles gel-dégel sur le comportement des enrobés bitumineux





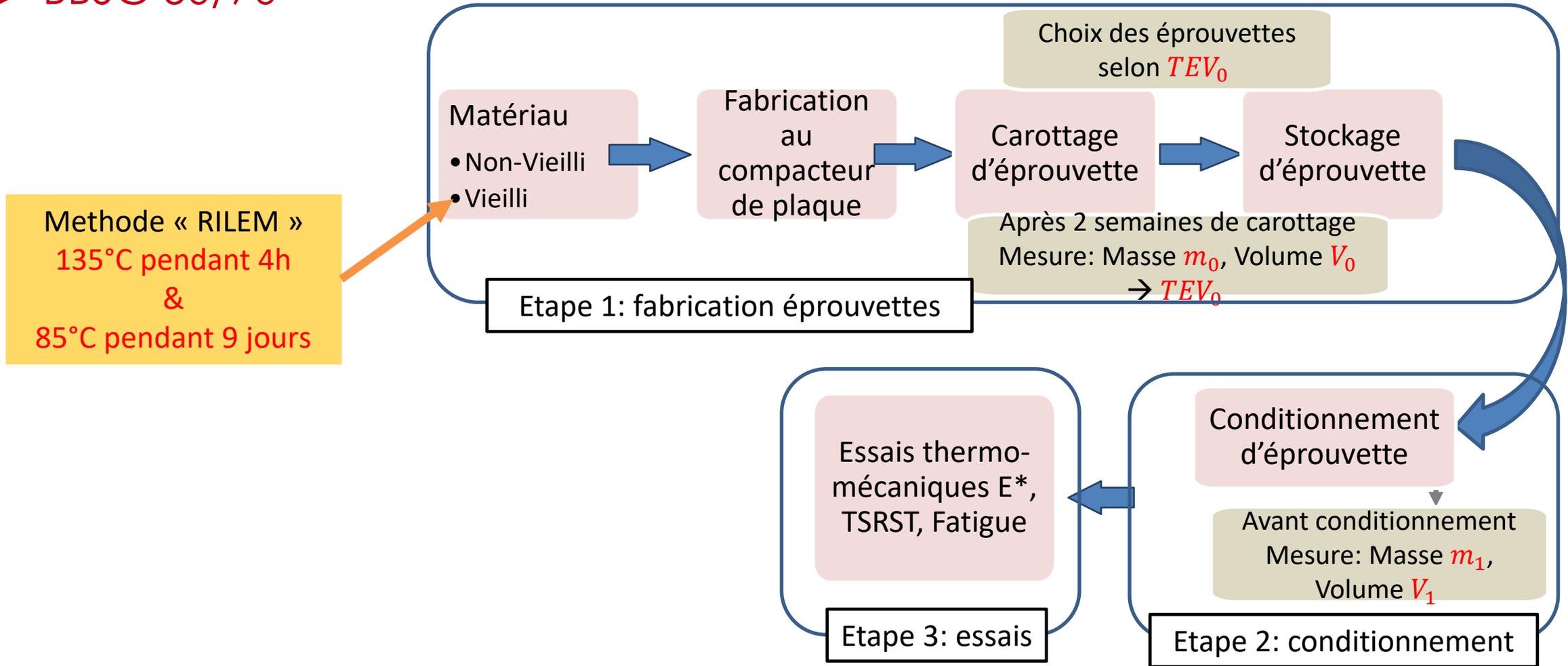
Sous l'effet

- de l'eau
- des cycles GD
- du vieillissement

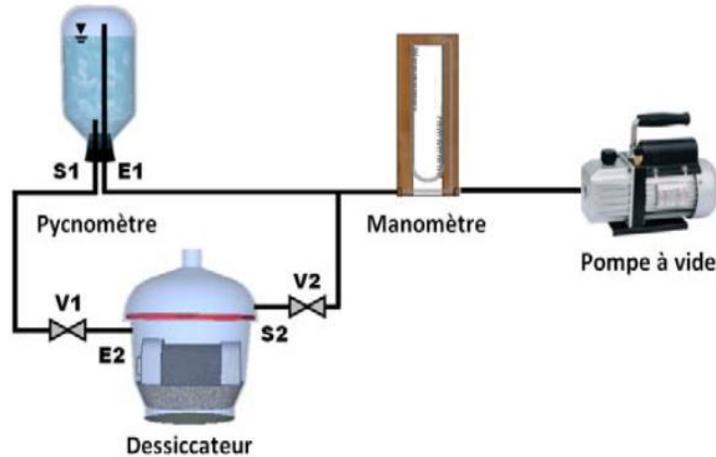
Dégradation



► BBSG 50/70



► Saturation sous vide

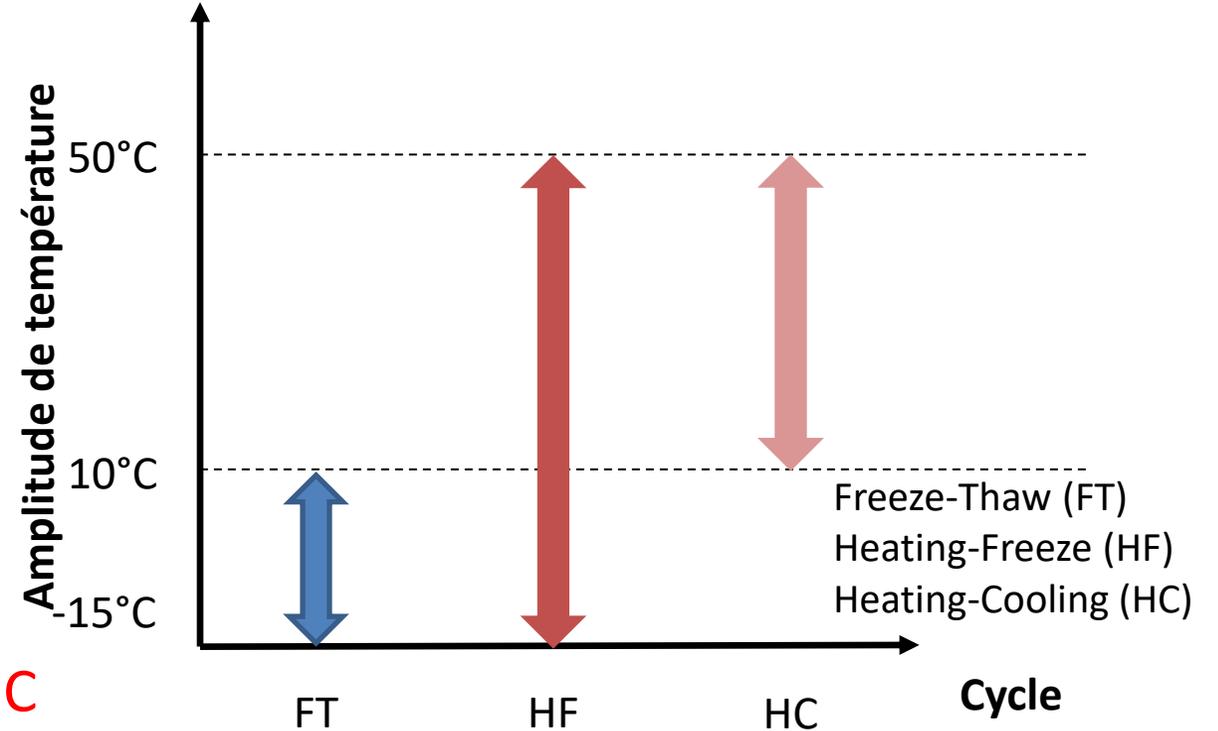


► Cycles de gel-dégel (12heures)

- Nombre: **10** ou **50**
- Amplitude - Cycles (FT): de **-15°C** à **10°C**
- Amplitude - Cycles (HF): de **-15°C** à **50°C**

► Cycles de chauffe sans gel (12heures)

- Nombre: **10**
- Amplitude - Cycles (HC): de **+10°C** à **50°C**

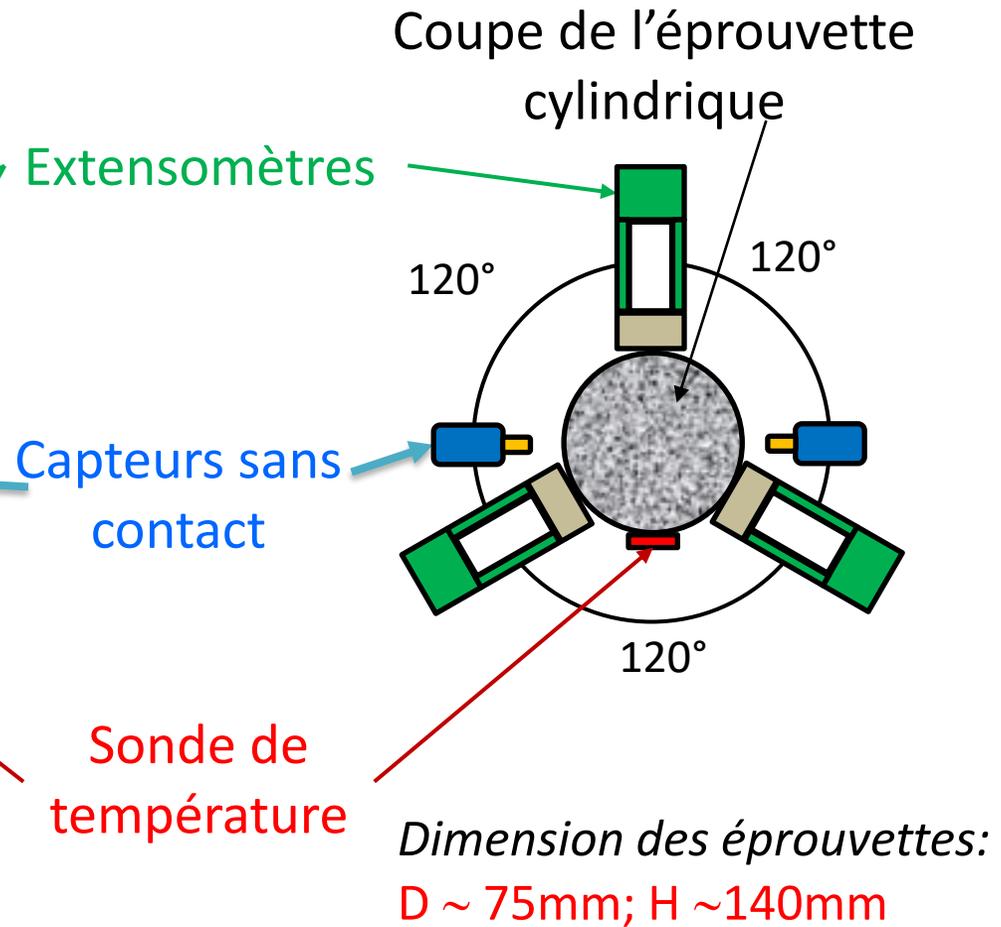


Eprouvette dans sac avec 10cl d'eau

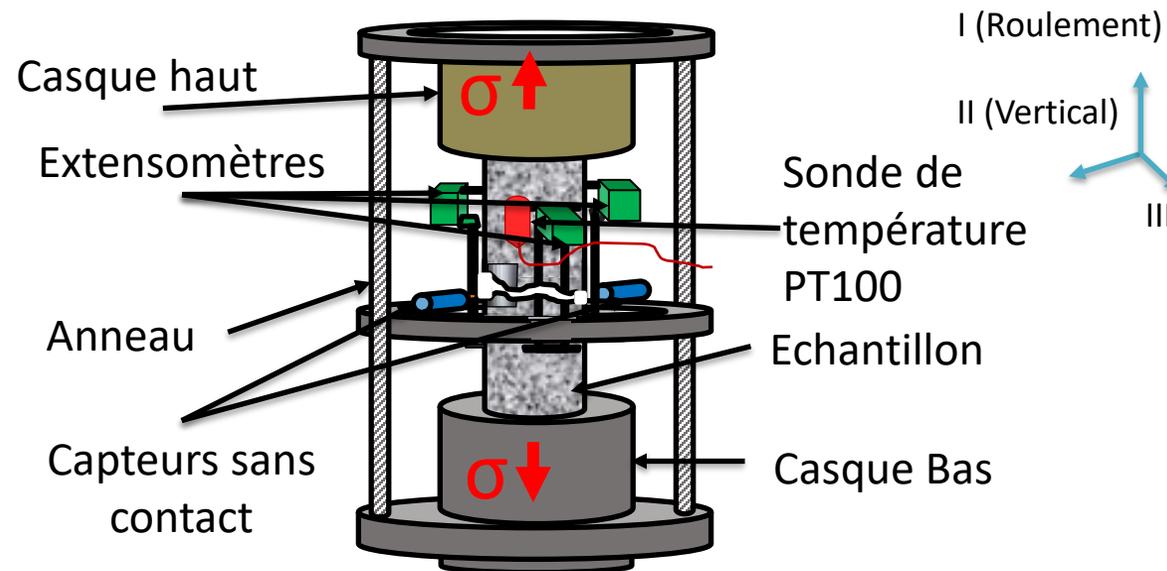


➤ Essais de module complexe en traction – compression

- Chargement cyclique de 0,003Hz à 10Hz pour $-25^{\circ}\text{C} < T < 45^{\circ}\text{C}$



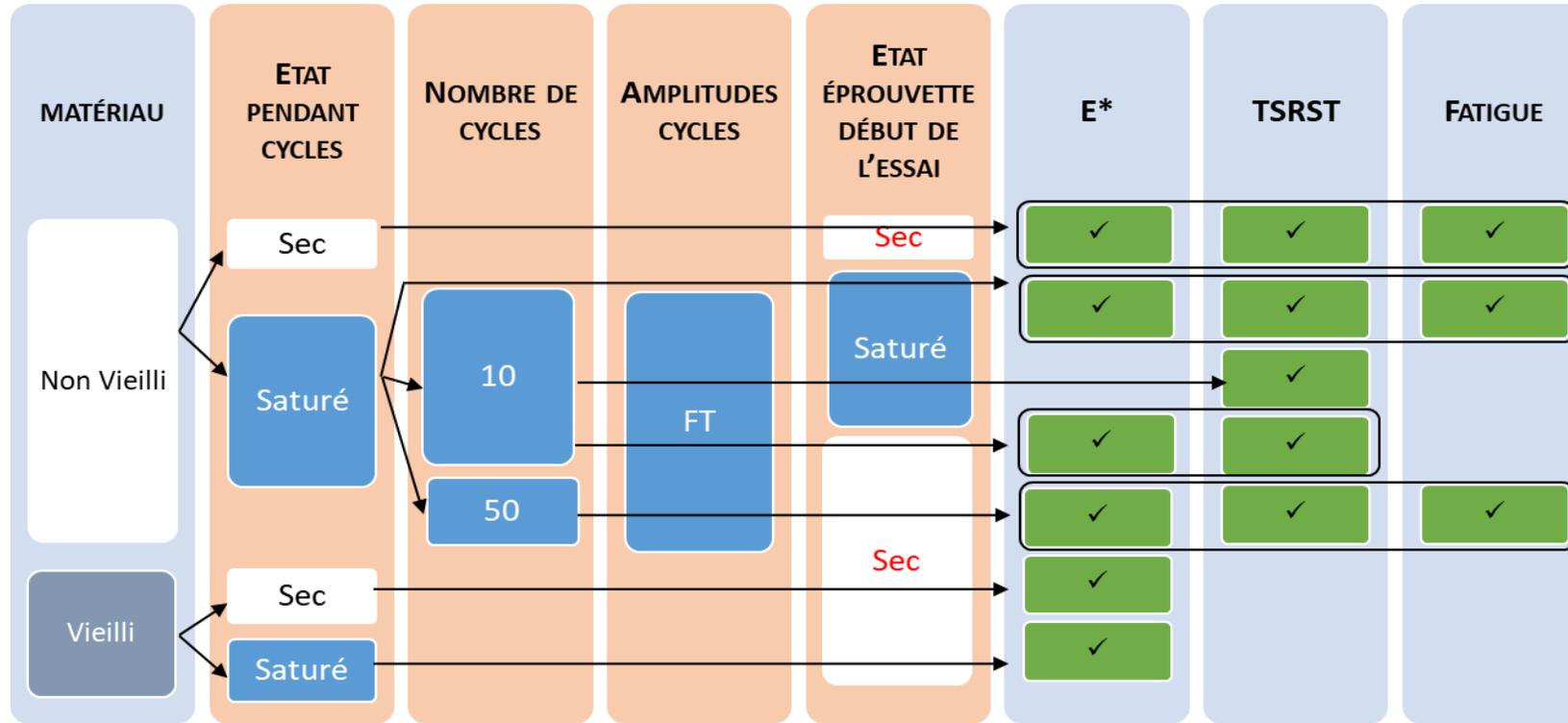
- Même dispositif que l'essai de module complexe
- Condition de l'essai
 - Dimension des éprouvettes: $D \sim 60\text{mm}$; $H \sim 225\text{mm}$.
 - Température de début d'essai: 5°C
 - Taux de variation thermique: -10°C/h



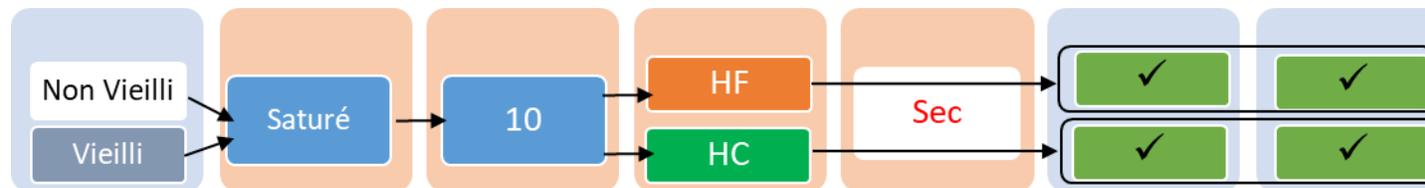
- Même montage que l'essai de module complexe
 - Dimension des éprouvettes: $D \sim 75\text{mm}$; $H \sim 140\text{mm}$.
 - Température d'essai: 10°C
 - Amplitude de sollicitation en déformation : ε_0 constante
 - Fréquence de sollicitation: 10 Hz



Campagne avec conditionnement cycles FT



Campagne avec conditionnements cycles HF et HC



Freeze – Thaw (FT): -15°C ↔ 10°C
 Heating - Freeze (HF): -15°C ↔ 50°C
 Heating - Cooling (HC): 10°C ↔ 50°C

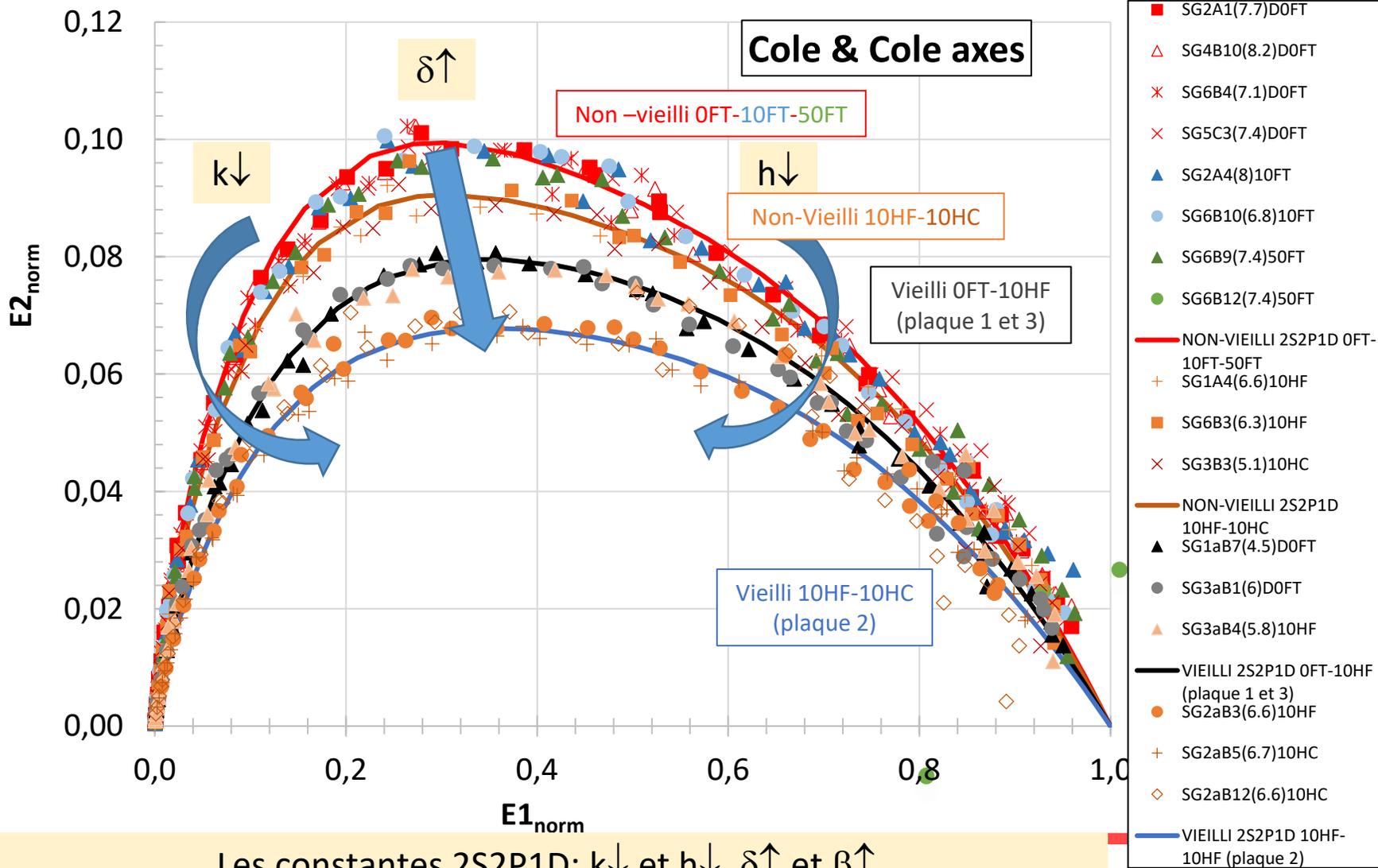


23 janvier 2020, FNTF

Journée d'information sur les techniques d'auscultation et la durée de vie des chaussées

► Module complexe E^* & ν^* : courbe E^* normalisé

$$\frac{E^* - E_{00}}{E_0 - E_{00}}$$



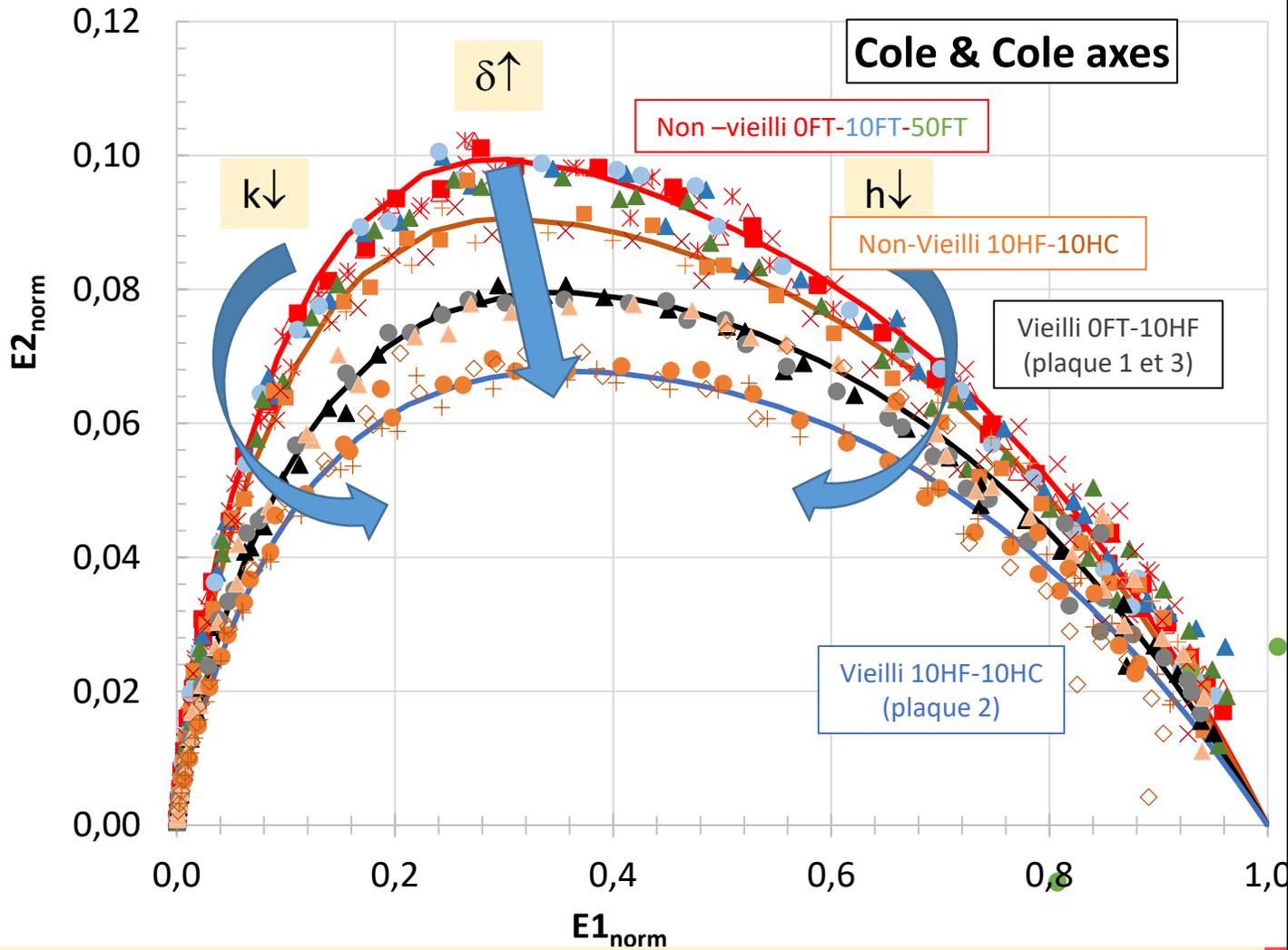
Les constantes 2S2P1D: $k \downarrow$ et $h \downarrow$, $\delta \uparrow$ et $\beta \uparrow$

→ Explication possible: le matériau vieillit lors des cycles HF et HC?

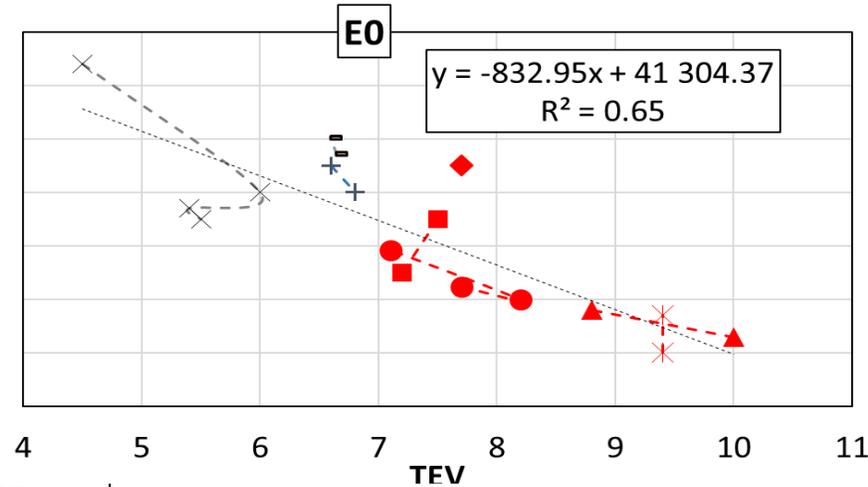
des chaussées

► Module complexe E^* & ν^* : courbe E^* normalisé

$$\frac{E^* - E_{00}}{E_0 - E_{00}}$$



- SG2A1(7.7)D0FT
- △ SG4B10(8.2)D0FT
- × SG6B4(7.1)D0FT
- × SG5C3(7.4)D0FT
- ▲ SG2A4(8)10FT
- SG6B10(6.8)10FT
- ▲ 39000
- 38000
- 37000
- + 36000
- 35000
- > 34000
- 33000
- ▲ 32000
- ▲ SG3aB4(5.8)10HF
- VIEILLI 2S2P1D 0FT-10HF (plaque 1 et 3)
- SG2aB3(6.6)10HF
- + SG2aB5(6.7)10HC
- ◇ SG2aB12(6.6)10HC
- VIEILLI 2S2P1D 10HF-10HF (plaque 2)

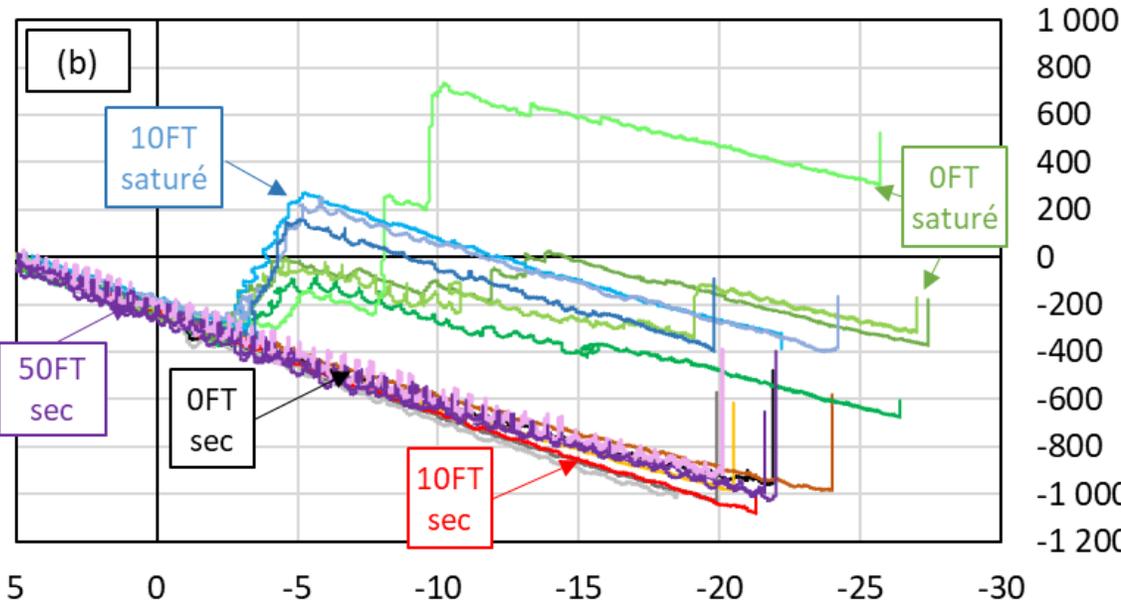
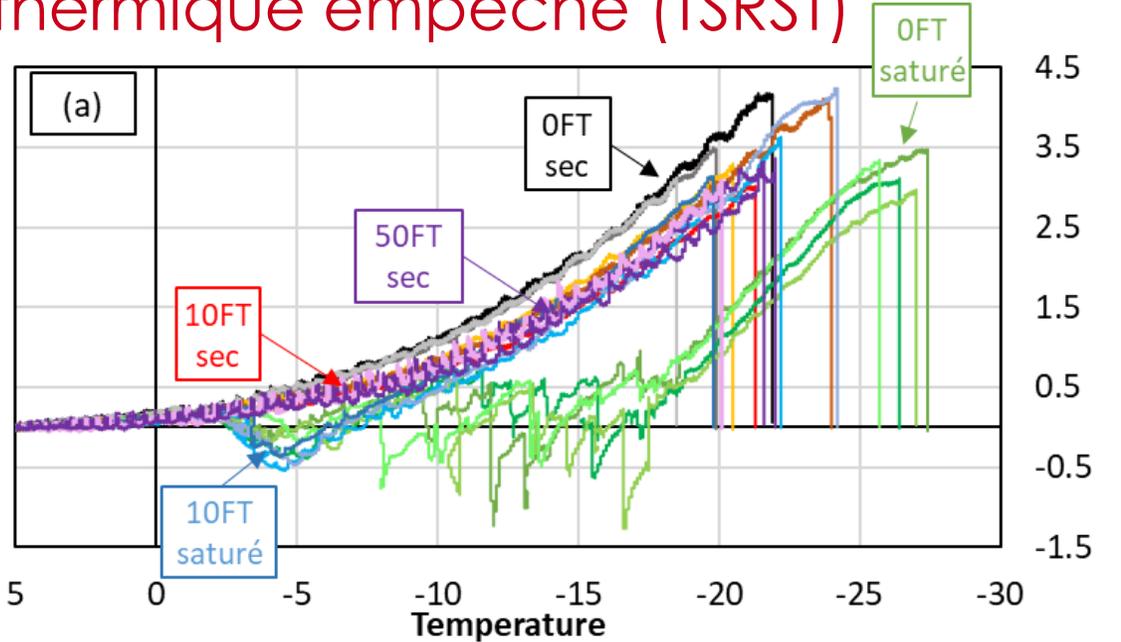


Les constantes 2S2P1D: $k \downarrow$ et $h \downarrow$, $\delta \uparrow$ et $\beta \uparrow$

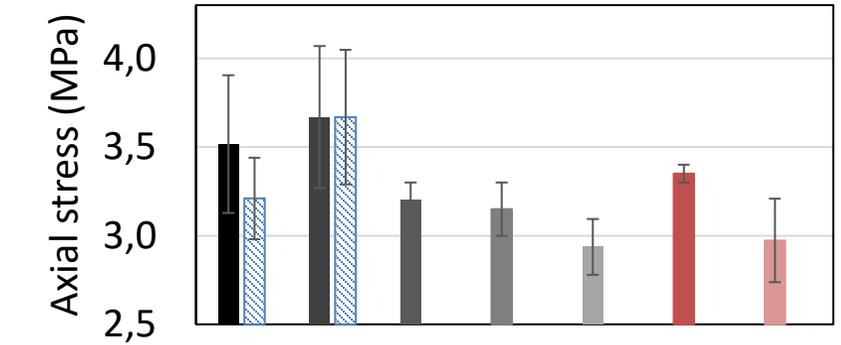
→ Explication possible: le matériau vieillit lors des cycles HF et HC?

des chaussées

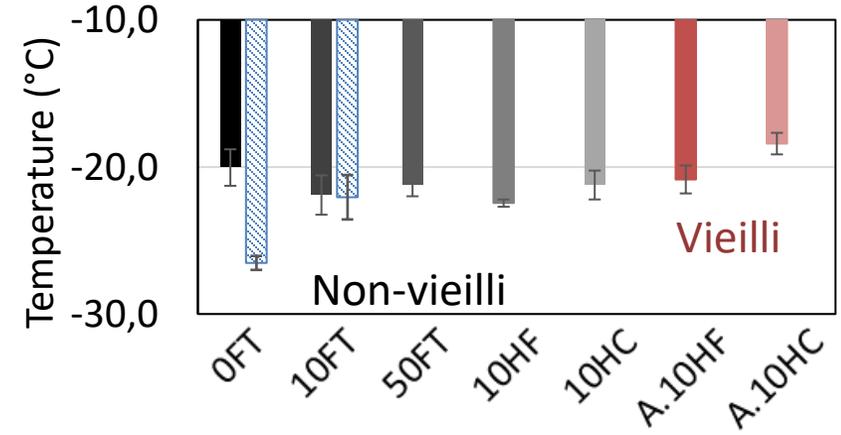
► Retrait thermique empêché (TSRST)



Failure axial stress



Failure temperature

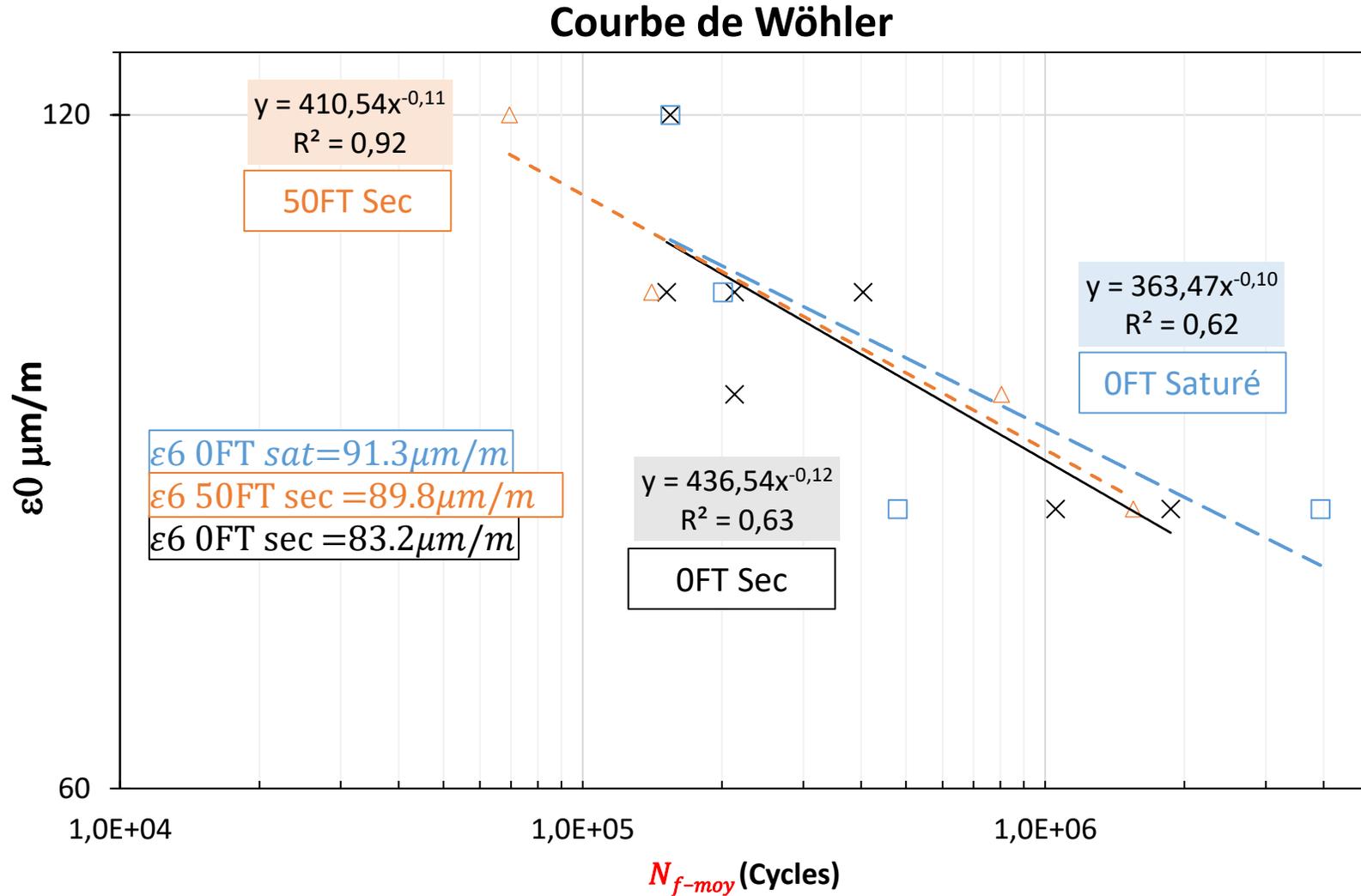


- Non-veilli testé sec
- Non-veilli testé saturé
- Vieilli testé sec



23 jan
 Jour

► Fatigue



► Effets de la saturation et de 50 cycles GD négligeables

23 janvier 2020, FNTF

Journée d'information sur les techniques d'auscultation et la durée de vie des chaussées



➤ E*

• Testé saturé avec $N_{FT}=0$:

- + Pas d'effet sur φ_E et $aT\varphi$
- + Effet sur $|E^*|$ et aT_E si $T < 0^\circ\text{C}$
- + $aT_E \neq aT\varphi$ pour $T < 0^\circ\text{C}$

• Testé sec:

- + Pas d'effet significatif des cycles FT ($N_{FT} \leq 50$)
- + Effets significatifs des cycles HF et HC (non-vieilli) sur les courbes E* normalisé

➤ Essai TSRST

- Testé saturé: Effet sur l'évolution σ -T, T_{rup} et ε_{rup}
- Testé sec: Pas d'effet significatif des cycles FT, HF

➤ Essai de Fatigue

- Testé saturé ou sec:
 - + Pas d'effet significatif des cycles FT ($N_{FT} \leq 50$)
 - + Pas d'effet de la saturation



➤ E^*

- Testé saturé avec $N_{FT}=0$:
 - + Pas d'effet sur φ_E et $aT\varphi$
 - + Effet sur $|E^*|$ et aT_E si $T < 0^\circ\text{C}$
 - + $aT_E \neq aT\varphi$ pour $T < 0^\circ\text{C}$

• Testé sec:

- + Pas
- + Effet

➔ Invitation à la soutenance de la thèse pour
 une présentation plus détaillée des travaux

formalisé

➤ Essai TSRST

- Testé saturé: Effet sur l'évolution σ -T, T_{rup} et ε_{rup}
- Testé sec: Pas d'effet significatif des cycles FT, HF

➤ Essai de Fatigue

- Testé saturé ou sec:
 - + Pas d'effet significatif des cycles FT ($N_{FT} \leq 50$)
 - + Pas d'effet de la saturation





MERCI DE VOTRE ATTENTION



23 janvier 2020, FNTF

Journée d'information sur les techniques d'auscultation et la durée de vie des chaussées