
Méthode d'essai

LR-N/Gr-VHG n°13
Version 1 juin 1993

Service Hivernal

Les stations automatiques de recueil de données atmosphériques et routières

Essai d'un capteur d'état de surface de chaussée : état mouillé

Analyse : Cet essai est destiné à qualifier l'information "chaussée mouillée" délivrée par un capteur de chaussée implanté dans un revêtement routier.

Référence : Cahier des charges d'homologation des stations routières des systèmes d'aide à la décision pour le service hivernal. Projet de note technique provisoire. Direction de la Sécurité et de la Circulation Routières SETRA/CSTR.

Modifications

Corrections

1) Principe de la méthode

Qualifier l'information "chaussée mouillée" fournie par un capteur de chaussée.

2) Moyens d'essai

2.1) Dispositifs d'essai

Annexes A1
A3

2.2) Dispositifs de mesure

Annexes C1
C2
C5

3) Conditions d'installation du matériel

3.1) Montage des capteurs dans les planches de bétons bitumineux, à la charge de l'entreprise

3.2) Implantation de sondes de température de référence

Le dispositif de mesure suivant est mis en place :

- un ensemble de trois sondes Pt 100 ohms étalonnées

* noyées et collées à mi-épaisseur, en surface du revêtement,

* disposées sur la planche de béton bitumineux recevant le capteur de chaussée à tester à une distance comprise entre 40 mm et 120 mm de ce dernier, et à plus de 50 mm des bords de la planche de béton bitumineux.

- les chaînes de mesure (horloge et séquençement) du référentiel et du capteur à tester, sont mises en concordance.

4) Épreuve

4.1) Régime thermique

Le capteur de chaussée est testé aux deux niveaux de température suivantes :

+ 5°C ± 1°C
- 5°C. ± 1°C

4.2) Etats hydriques des chaussées

L'état «surface de chaussée mouillée» est répété 10 fois pour chacune des températures.

4.3) Convention

la température de référence est égale à la valeur moyenne des trois sondes de surface)cf 3.2)

5) Mode opératoire

5.1) Essai à +5°C

- le caisson climatique et la table de conditionnement thermique de la structure de chaussée sont portés à la température de consigne durant 12 heures avant essai.
- enregistrer les températures de surface de référence à une cadence de 12 minutes durant les essais.
- nettoyer lors du premier essai la surface active du capteur de chaussée à l'eau déminéralisée, puis sécher à l'air comprimé deshydraté ($T_d = -45^{\circ}\text{C}$).
- L'état mouillé est provoqué artificiellement en déposant sur la surface active du capteur un volume d'eau¹ suffisant pour provoquer la saturation de la macrotecture de la surface et le ruissellement naturel de l'eau suivant la pente de la surface (2,5 %). Cet état est maintenu durant environ 12 minutes.
- A l'issue de cette période de 12 minutes , la dernière indication du capteur sera seule prise en compte.
- L'état sec est provoqué artificiellement après ce délai, par séchage à l'air comprimé. Ce nouvel état est maintenu durant environ 12 minutes.

5.2) Essai à -5°C

- le caisson climatique et la table de conditionnement thermique de la structure de chaussée sont portés à la température de consigne durant 12 heures avant essai.
- enregistrer les températures de surface de référence à une cadence de 12 minutes durant les essais.
- nettoyer lors du premier essai la surface active du capteur de chaussée à l'eau déminéralisée, puis sécher à l'air comprimé deshydraté ($T_d = - 45^{\circ}\text{C}$).
- L'état mouillé est provoqué artificiellement en déposant sur la surface active du capteur un volume de saumure de NaCl ayant un titre massique de 23% suffisante pour provoquer la saturation de la macrotecture de la surface et le ruissellement naturel de la saumure suivant la pente de la surface (2,5 %). Cet état est maintenu durant environ 12 minutes.

¹ Eau minérale dont la teneur en matières sèches est comprise entre 80 mg/l et 120 mg/l.

- A l'issue de cette période de 12 minutes , la dernière indication du capteur sera seule prise en compte.
- L'état sec est provoqué artificiellement après ce délai, par séchage à l'air comprimé. Ce nouvel état est maintenu durant environ 12 minutes.
- relever à chaque état provoqué, le temps (heure et minute) qui constituera la série temporelle de référence.

6) Expression des résultats

- Chaque situation «chaussée mouillée» provoquée et stabilisée durant 12 minutes sert de référentiel qui, mis en correspondance avec l'état détecté par le dispositif testé constitue la collection de données.
- Cette collection comporte 20 valeurs (individus).

7) Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit faire référence à la présente méthode d'essai et comporter :

- la référence du capteur (n°, type, série)
- les tableaux de résultats sur lesquels figurent :
 - * les éléments de contrôle du régime thermique permanent,
 - * les séries chronologiques des divers états.
- les incidents susceptibles d'avoir agi sur les résultats.

Exemple de feuille de mesure
LE CAPTEUR D'ETAT DE LA SURFACE DE CHAUSSEE : ETAT MOUILLE

ESSAI 1: ETAT DE SURFACE MOUILLE EN REGIME PERMANENT A +5°C

Date	Heure	Ts dispo	Ts ref1	Ts ref2	Ts ref3	Moy Ts ref	Pulv. Sechage	Etat Dispo	Etat Ref
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur =	valeur =	valeur =	valeur =	valeur =	sechage		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	pulv H2O		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	sechage		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	pulv H2O		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	sechage		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	pulv H2O		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	sechage		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	pulv H2O		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	sechage		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	pulv H2O		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			

Exemple de feuille de mesure

ESSAI 1: ETAT DE SURFACE MOUILLE EN REGIME PERMANENT A +5°C (SUITE)

Date	Heure	Ts dispo	Ts ref1	Ts ref2	Ts ref3	Moy Ts ref	Pulv. Sechage	Etat Dispo	Etat Ref
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur =	valeur =	valeur =	valeur =	valeur =	sechage		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	pulv H2O		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	sechage		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	pulv H2O		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	sechage		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	pulv H2O		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			

<p>NB MOUILLES PROVOQUEES D'ETATS</p> <p>NB MOUILLES CONFORMES D'ETATS</p>	<p>10</p>
--	-----------

Exemple de feuille de mesures

LE CAPTEUR D'ETAT DE LA SURFACE DE CHAUSSEE : ETAT MOUILLE

ESSAI 2: ETAT DE SURFACE MOUILLE EN REGIME PERMANENT A -5°C

Date	Heure	Ts dispo	Ts ref1	Ts ref2	Ts ref3	Moy Ts ref	Pulv. Sechage	Etat Dispo	Etat Ref
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur =	valeur =	valeur =	valeur =	valeur =	sechage		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	pulv NaCl		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	sechage		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	pulv NaCl		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	sechage		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	pulv NaCl		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	sechage		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	pulv NaCl		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	sechage		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	pulv NaCl		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			

Exemple de feuille de mesures

ESSAI 2: ETAT DE SURFACE MOUILLE EN REGIME PERMANENT A -5°C (SUITE)

Date	Heure	Ts dispo	Ts ref1	Ts ref2	Ts ref3	Moy Ts ref	Pulv. Sechage	Etat Dispo	Etat Ref
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur =	valeur =	valeur =	valeur =	valeur =	sechage		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	pulv NaCl		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	sechage		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	pulv NaCl		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	sechage		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=	pulv NaCl		
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			
jj.mm.aaaa	hh:mm	=	=	=	=	=			

NB MOUILLES PROVOQUEES D'ETATS	10
NB MOUILLES CONFORMES D'ETATS	

Exemple de feuille de mesures

Température en °C	Nombre d'états chaussée mouillée provoqués	Nombre d'états chaussée mouillée conformes
+5°C	10	
-5°C	10	

ANNEXE A

Dispositifs d'essai

A1 CAISSONS CLIMATIQUES ET ASSERVISSEMENT

A1-1) Caractéristiques générales :

Le dispositif d'essai comporte deux caissons climatiques précédés d'un sas d'entrée réfrigérés et régulés de façon indépendante.

A1-1.1 Volume

- caisson d'essai 48 m³
- sas 36 m³

A1-1.2 Volume utile

Volume interne défini par une enveloppe fictive écartée des parois de :

- 0,50 m des murs et du sol,
- 0,90 m du plafond.

A1-1.3 Etendue de fonctionnement en température

- 35°C à + 35°C

A1-1.4 Classe de précision

Classe C suivant X 15-016 de mai 1975.

A1-2) Régulation - asservissement

A1-2.1 Régulation des températures en régime permanent

Assurée par les régulateurs "double PID" (Eurotherm "818.S" et sondes Pt 100 ohms)

A1-2.2 Régulation des températures en régime transitoire

Asservie par micro-ordinateur via RS 232 des Eurotherm.

A1-3) Stabilité thermique de la température de l'air dans les caissons climatiques : ± 0.3 °C

A3 TABLE DE CONDITIONNEMENT THERMIQUE DE LA STRUCTURE DE CHAUSSEES TYPE

1) Caractéristiques générales : (cf. figure x)

Le dispositif d'essai comporte :

1.1) Une table métallique régulée en température par un fluide caloporteur.

- dimension : 1,5 x 1,5 m
- étendue des températures : - 30 à + 30°C avec $T_a - T_{table} \leq 10^\circ\text{C}$
- classe de précision : 0,5°C

1.2) Un massif de béton constituant la couche de base de la structure routière, posée sur la table

- dimension 1,3 x 1,3 x 0,30 m,
- caractéristiques du béton :
 - * Gravier 5/15 89 kg
 - * Sable 0/5 44 kg
 - * Ciment CPA 55 29 kg
 - * Eau 14,1 litres

1.3) Six planches de béton bitumineux, disposées sur le massif de béton avec une pente transversale de 2,5 % (norme ICTARN).

- dimension 0,40 x 0,60 x 0,15 m
- caractéristiques du béton bitumineux:
 - * 10/14 Trapp 41 %
 - * 4/6 Trapp 28 %
 - * 0/2 Trapp 28 %
 - * fines MEAC 3 %
 - * bitume 40/60 5,4 ppc

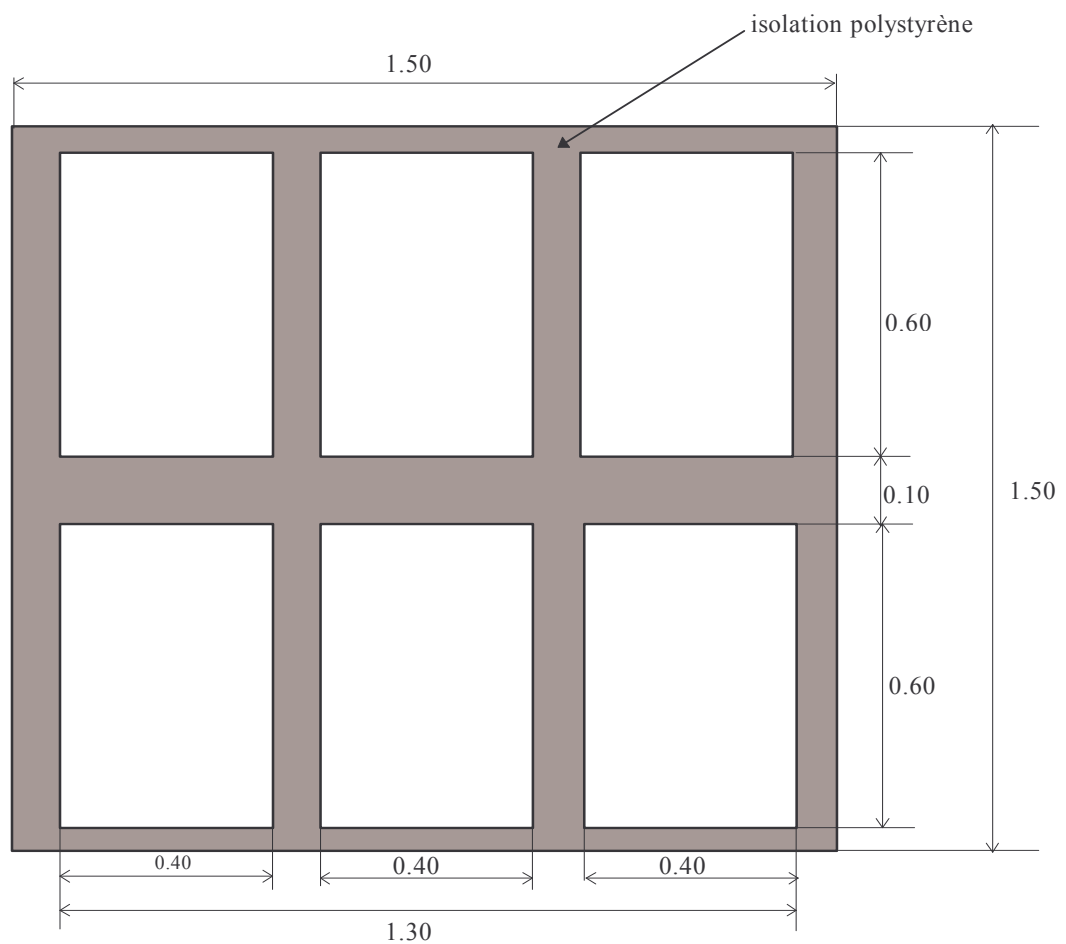
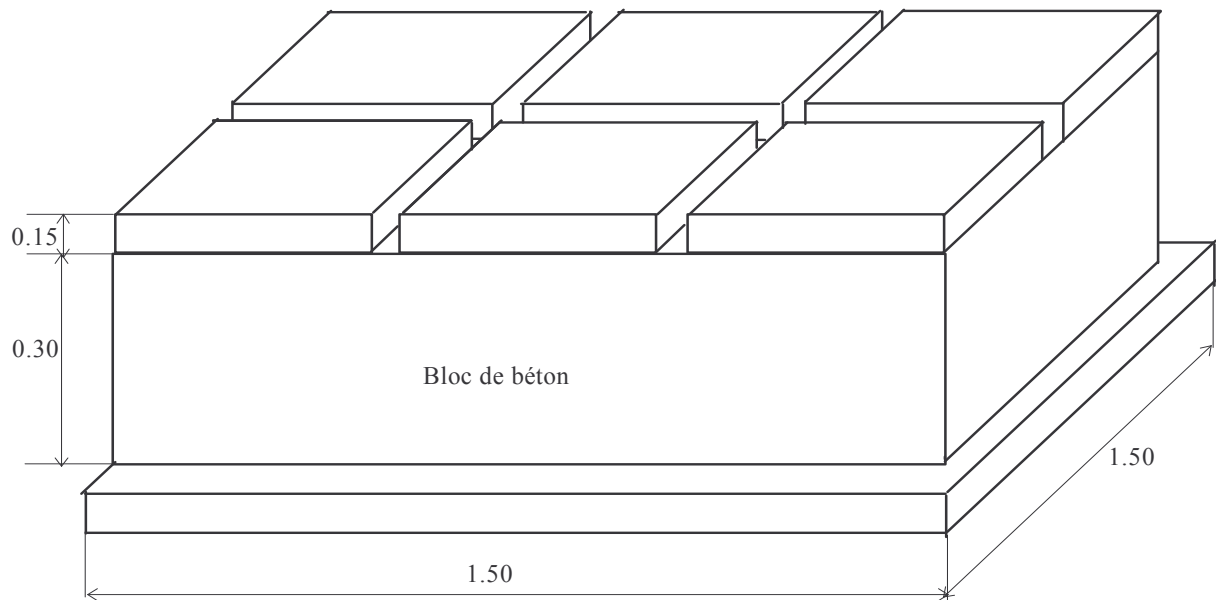
1.4) Une isolation thermique en polystyrène extrudé de :

- 10 cm d'épaisseur sur les parois latérales,
- 5 cm d'épaisseur entre les diverses planches en béton bitumineux.

2) Régulation

En régime permanent assuré par un régulateur "double PID" (Eurotherm "818 S" et sonde Pt 100 Ω).

POSITIONNEMENT DES PLANCHES DE BETON BITUMINEUX SUR LA TABLE DU CAISSON CLIMATIQUE



ANNEXE C

Dispositifs de mesure

C1 TEMPERATURE ATMOSPHERIQUE (Ta)

C.1.1 - Sondes thermométriques à résistance de platine :

Pt 100 Ω à 0°C

- * montage 4 fils, chemisée acier inox,
- * classe de tolérance suivant CEI - 751 classe A

C.1.2 - Abri météo :

- * abri réduit à ventilation naturelle.
type : BMO 1161 A
- * abri miniature
type : BMO 1167 A.

C2 TEMPERATURE DE SURFACE DE REVÊTEMENT

C.2-1 - Sondes thermométriques à résistance de platine :

Pt 100 Ω à 0°C

- * montage 4 fils, chemisée acier inox,
- * montage 4 fils type "timbre"
- * classe de précision : étalonnage RNE/LRPC.

C2-2 - Incertitude sur la mesure de la température de surface effectuée par le référentiel décrit : $\pm 0.2^\circ\text{C}$

C5 CHAINE DE MESURE ET D'ACQUISITION

C.5.1. - La valeur des divers paramètres est acquise séquentiellement par une centrale de mesure permettant un traitement simultané et différé sur ordinateur.

Les caractéristiques essentielles sont :

- cadence de mesure : 7, 20, 100 mesures/s
- étendue des mesures : - 220°C à + 250°C
- précision à 7 mesures : $\pm (0,4 \% + 5UR1)$
- coefficient de température : $(0,002 \% + 0,01^\circ\text{C})^\circ\text{C}$
- reproductibilité entre 2 voies : $< (0,05^\circ\text{C} + 1UR)^*$

* 1 UR : unité de représentation selon la publication CEI 485, soit écart minimum entre deux valeurs affichées.

C.5.2. - Cette centrale est jumelée à un ordinateur avec 512 KO de RAM et 40 Mo de mémoire disque.