
Méthode d'essai

LR-N/Gr-VHG n°6
Version 1 mars 1994

Service Hivernal

Essai d'un capteur de température de rosée de l'air (Td)

Analyse : Cet essai est destiné à déterminer la classe d'exactitude d'un capteur de température de rosée de l'air ambiant en tenant compte du mode de conditionnement du capteur. Cet essai est réalisé en caisson climatique.

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

Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées
71, rue de la Grande Haie
Boite Postale 8
54510 TOMBLAINE

Unité Viabilité Hivernale, Gel

1) Principe de la méthode

Déterminer la classe d'exactitude d'un capteur de température de rosée/gelée atmosphérique en régime permanent et transitoire.

2) Moyens d'essai

2.1 Dispositifs d'essai (annexes A1 et A2)

2.2 Dispositifs de mesure (annexes C1, C3 et C5)

3) Conditions d'installation du matériel

- le capteur à tester et son conditionnement sont disposés dans le volume utile du caisson climatique à une distance comprise entre 0.5 m et 1 m des deux abris météorologiques de référence équipés :
 - * pour le BMO 1161 A d'une première sonde de température et du capteur de température du point de rosée,
 - * pour le BMO 1167 A d'une deuxième sonde de température.
- Les chaînes de mesure (horloge et séquençement) du référentiel et du capteur à tester sont mises en concordance.

4) Epreuves

4.1 Régime permanent

4.1.1 - Régimes thermiques

Le capteur est testé aux 5 températures suivantes :

+ 5°C ± 1°C
0°C ± 1°C
- 5°C ± 1°C
-10°C ± 1°C
-15°C ± 1°C

4.1.2 - Conventions

- Le régime est dit permanent dès lors que la valeur moyenne des mesures de températures prises 30 minutes avant et après la période d'essai ne diffère de plus de 0,2°C.
- La température de référence T_a est égale à la valeur moyenne des deux mesures prises dans les deux abris météorologiques définis en annexe C1.

4.1.3 - Mode opératoire

- Réglage de la température du caisson climatique à la valeur de consigne choisie.
- Préconditionnement thermique et hygrométrique associé durant 12 heures
- Enregistrement de la température ambiante durant deux heures avec une cadence de saisie du référentiel de 6 minutes :
 - * 2 x 30 minutes pour contrôle du régime permanent
 - * 1 x 1 heure pour essai comparatif.
- L'enregistrement de la température de rosée/gelée avec une cadence de saisie du référentiel de 6 minutes.
- L'enregistrement de la température de rosée/gelée du capteur testé est effectué durant 1 heure à une cadence de 6 minutes.
- Ce mode opératoire est répété pour les cinq niveaux de température.

4.2 Régime transitoire

4.2.1 - Cycles thermiques

Le capteur est testé suivant les trois cycles thermiques décrits en annexe A2, qui génèrent une variation d'humidité relative minimale de 30 points , comprise entre 60% et 90% .

4.2.2 - Convention

La température de référence T_a est égale à la valeur moyenne des deux mesures prises dans les deux abris météorologiques définis en annexe C1.

4.2.3 - Mode opératoire

- Les installations sont stabilisées durant 12 heures à + 5°C.
- Lancement du cycle thermique et hygrométrique associé,
- Enregistrement de la température ambiante et la température de rosée/gelée à une cadence de saisie de 12 minutes pour le référentiel et le capteur testé.
- Ce mode opératoire est répété pour les trois cycles thermiques définis en 4.2.1.

5) Expression des résultats

- On détermine l'erreur absolue de mesure.

$$\begin{array}{rcl} \Delta Td & = & Td \text{ capteur} - Td \text{ référence} \\ \text{erreur absolue} = & & \text{résultat de mesurage} - \text{valeur de comparaison} \\ & & \text{(conventionnellement vraie).} \end{array}$$

- On distingue les cinq procédures en régime permanent et les trois procédures en régime transitoire.

- On vérifie que sur l'ensemble des huit procédures, le capteur testé a été soumis à une variation minimale de 30 points d'humidité relative .

NOTA : Cette collection comporte

50 valeurs (individus) pour les essais en régime permanent
720 valeurs pour les essais en régime transitoire.

6) 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 permanent,
 - * l'ensemble des valeurs de température de rosée/gelée relevées,
- les incidents susceptibles d'avoir agi sur les résultats.

Exemple de feuille de mesure

LE CAPTEUR DE TEMPERATURE DE ROSEE DE L'AIR (Td)

ESSAI 1: TEMPERATURE DE ROSEE DE L'AIR EN REGIME PERMANENT A +5°C

Date	Heure	Td dispositif	Ta ref1	Ta ref2	Moy Ta ref	Td ref	Erreur abs		
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur	NBVAL	10
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur	MOYENNE	valeur
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur	MAXI	valeur
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur	MINI	valeur
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur	ECARTYPE	valeur
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur		
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur		
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur		
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur		
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur		
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur		
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur		

Exemple de feuille de mesure.

LE CAPTEUR DE TEMPERATURE DE ROSEE DE L'AIR (Td)

ESSAI 3: TEMPERATURE DE ROSEE DE L'AIR EN REGIME PERMANENT A-5°C

Date	Heure	Td dispositif	Ta ref1	Ta ref2	Moy Ta ref	Td ref	Erreur abs		
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur	NBVAL	10
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur	MOYENNE	valeur
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur	MAXI	valeur
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur	MINI	valeur
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur	ECARTYPE	valeur
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur		
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur		
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur		
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur		

Exemple de feuille de mesure.

LE CAPTEUR DE TEMPERATURE DE ROSEE DE L'AIR (Td)

ESSAI 4: TEMPERATURE DE ROSEE DE L'AIR EN REGIME PERMANENT A -10°C

Date	Heure	Td dispositif	Ta ref1	Ta ref2	Moy Ta ref	Td ref	Erreur abs		
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur	NBVAL	10
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur	MOYENNE	valeur
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur	MAXI	valeur
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur	MINI	valeur
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur	ECARTYPE	valeur
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur		
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur		
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur		
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur		
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur		
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur		
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur		

Exemple de feuille de mesure.

LE CAPTEUR DE TEMPERATURE DE ROSEE DE L'AIR (Td)

ESSAI 5: TEMPERATURE DE ROSEE DE L'AIR EN REGIME PERMANENT A -15°C

Date	Heure	Td dispositif	Ta ref1	Ta ref2	Moy Ta ref	Td ref	Erreur abs		
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur	NBVAL	10
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur	MOYENNE	valeur
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur	MAXI	valeur
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur	MINI	valeur
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur	ECARTYPE	valeur
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur		
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur		
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur		
jj.mm.aaaa	hh:mm	valeur			valeur	valeur	valeur		

Exemple de feuille de résultats

Régime permanent

Température d'essai	Erreur absolue moyenne sur Td

Régime transitoire

Cycle thermique	Erreur absolue moyenne sur Td
A1	
A2	
A3	

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)

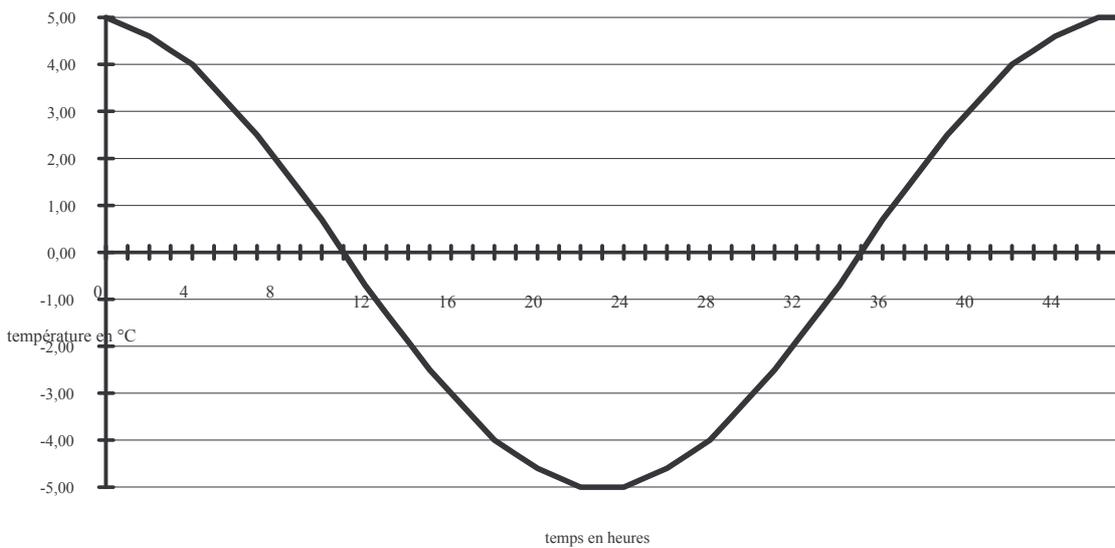
A1-2.2 Régulation des températures en régime transitoire

Asservie par micro-ordinateur via RS 232 des Eurotherm.

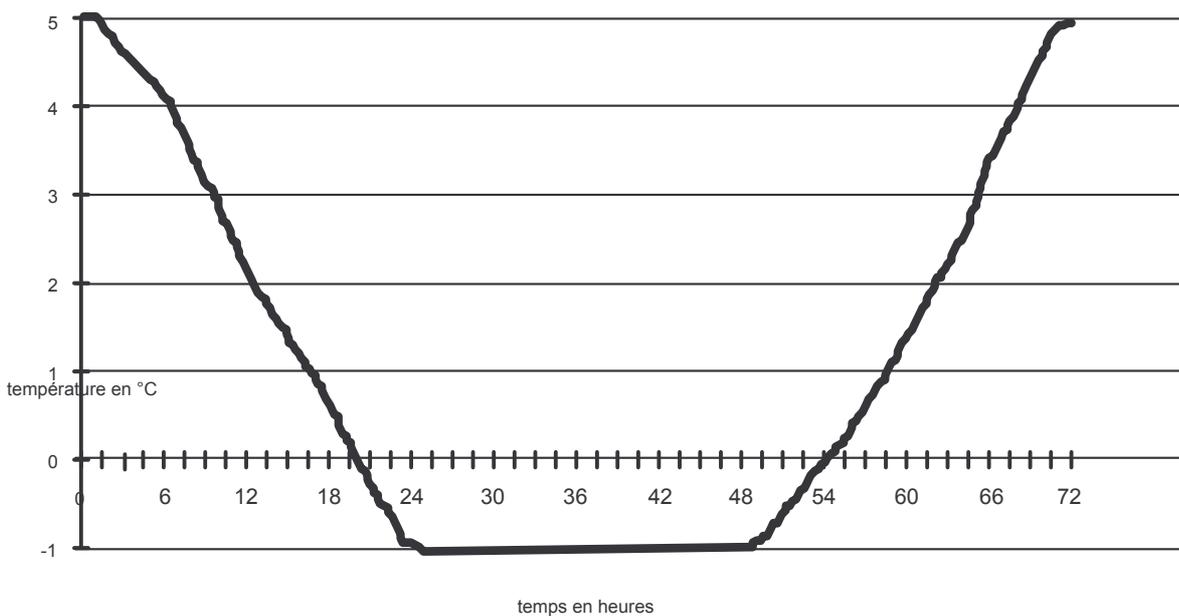
A1-3) Stabilité thermique de la température de l'air dans les caissons climatiques : ± 0.3 °C

A2 CYCLES THERMIQUES ATMOSPHERIQUES

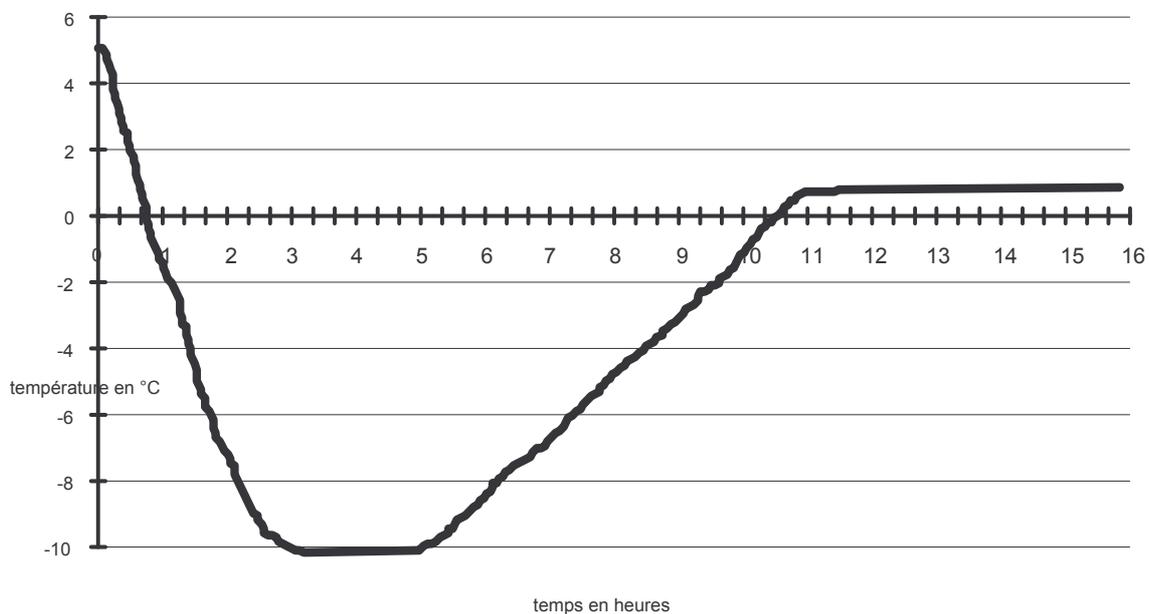
1) Cycles réguliers de forme sinusoïdale de la température ambiante sur 48 heures. La température maximale est fixée à + 5°C, la température minimale est fixée à - 5°C.



2) A partir de + 5°C abaissement régulier de la température ambiante (0,5°C/h) avec stabilisation de cette température à - 1°C. Après 24 heures, remontée de la température à + 5°C.



- 3) La température de départ est ajustée à + 5°C, une descente rapide de la température ambiante à - 10°C en 3 heures avec stabilisation pendant 2 heures est suivie d'une remontée à + 1°C en six heures et régulation à + 1°C.



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 à ventilation naturelle.

C.1.2 - Abri météo :

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

C3 TEMPERATURE DE ROSEE (Td) OU DE GELEE (Tf)

C.3.1 - Hygromètre à condensation :

- * gamme de mesure - 50 à + 100°C
- * classe de précision $\pm 0,3^\circ\text{C}$
- * sensibilité $\pm 0,06^\circ\text{C}$.

C.3.2 - Incertitude sur la mesure de Td :

$\pm 0,5^\circ\text{C}$

C.3.3 - L'humidité relative de l'air U est déduite par calcul de Ta et Td à l'aide de l'expression mathématique suivante :

$$U(\%) = 100 \left[\frac{1 + \sqrt{2} \sin \frac{Td}{3}}{1 + \sqrt{2} \sin \frac{Ta}{3}} \right]^{8,827}$$

où Ta : température de l'air
Td : température du point de rosée

(Référence : Note Technique MÉTÉO FRANCE)

C.3 .4 - Incertitude sur l'humidité relative :
± 2%

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 calculateur.

Les caractéristiques essentielles sont :

- cadence de mesure : 7, 20, 100 mesures/s
- étendue des mesures : - 220°C à + 250°C
- précision à 7 mesures : ± (0,4 % + 5UR1)
- coefficient de température : (0,002 % + 0,01°C)°C
- reproductibilité entre 2 voies : < (0,05°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 calculateur avec 512 KO de RAM et 40 Mo de mémoire disque.