

Direction de la Sécurité et de la Circulation Routières

SETRA / C.S.T.R.

CAHIER des CHARGES
d'HOMOLOGATION
des STATIONS ROUTIERES
des SYSTEMES d'AIDE à la DECISION
pour le SERVICE HIVERNAL

Note Technique Provisoire

P R O J E T

JUIN 1993

NOTE TECHNIQUE PROVISOIRE
CAHIER des CHARGES d'HOMOLOGATION
des STATIONS ROUTIERES des SYSTEMES d'AIDE la DECISION
pour le SERVICE HIVERNAL

S O M M A I R E

CHAPITRE I - GENERALITES

- ARTICLE 1 - Définition
- ARTICLE 2 - Conditions générales d'homologation
- ARTICLE 3 - Champ d'application
- ARTICLE 4 - Classes d'homologation
- ARTICLE 5 - Demande d'homologation
- ARTICLE 6 - Délivrance de l'homologation et suivi
- ARTICLE 7 - Marque d'homologation
- ARTICLE 8 - Laboratoires agréés
- ARTICLE 9 - Paiement des frais d'homologation

CHAPITRE II - SPECIFICATIONS TECHNIQUES

- ARTICLE 10 - Généralités
- ARTICLE 11 - Contrôle de conformité de la documentation technique destinée à l'utilisateur
- ARTICLE 12 - Contrôle de la tenue des stations routières dans un environnement routier conventionnel

ARTICLE 13 - Les procédures d'essais

CHAPITRE III - ENQUETE PREALABLE et ESSAIS d'HOMOLOGATION

ARTICLE 14 - Enquête préalable

ARTICLE 15 - Contrôles et essais de laboratoire

CHAPITRE IV - CONTROLES

ARTICLE 16 - Contrôle continu du fabricant

ARTICLE 17 - Contrôles de conformité

ANNEXES

ANNEXE I - Dossier d'homologation

ANNEXE II - Vocabulaire

ANNEXE III - Références bibliographiques

ANNEXE IV - Figures

CHAPITRE I - GENERALITES

ARTICLE 1 : DÉFINITION

Est dénommé ci-après, sous l'appellation de système d'aide à la décision pour le service hivernal (SAD - SH), tout système de recueil automatique de données comportant à la fois des capteurs implantés :

- dans l'atmosphère à proximité de la chaussée,
- en surface ou dans l'épaisseur du revêtement en zone circulée,

qui permet de mesurer, transmettre et restituer avec ou sans traitement, des paramètres tels que (liste non exhaustive) :

- * température de l'air ambiant,
- * hygrométrie ou température du point de rosée de l'air ambiant,
- * température de la surface de la chaussée,
- * précipitations : présence ou absence, quantité, nature, intensité,
- * niveau de protection cryogénique de la surface du revêtement, appelé " température de congélation" ,
- * dépôts à la surface des revêtements : nature, état, importance, appelés " état de la surface" .

ARTICLE 2 - CONDITIONS GÉNÉRALES D'HOMOLOGATION

En application des dispositions prévoyant l'obligation d'utiliser, sur les voies ouvertes à la circulation publique, des équipements routiers homologués selon une procédure d'essais et de contrôle fixée par un cahier des charges. Les modalités d'homologation spécifiques aux systèmes d'aide à la décision pour le service hivernal sont définies dans le présent document.

ARTICLE 3 - CHAMP D'APPLICATION

3.1 - Domaine

L'homologation des SAD-SH porte uniquement sur les capteurs atmosphériques et les capteurs de chaussée des stations routières, associés à leur chaîne de mesure et leur dispositif indicateur.

Les modalités de transmission des données (protocole), l'ergonomie du poste de travail, l'aide à la décision (alertes, précision, prévisions, modélisation, etc.) sont exclues du champ de la présente procédure.

Nota :

Tout capteur dans le conditionnement proposé sur les SAD-SH, ayant déjà fait l'objet d'une procédure d'homologation auprès d'organismes nationaux ou internationaux reconnus, ne seront pas assujettis aux essais décrits dans ce document. Cette clause est applicable dès lors que le procès-verbal délivré par cet organisme permet de définir l'appartenance à l'une des sous classes de précision définies ci-après.

3.2 - Sous domaine

La procédure d'homologation comporte trois étapes successives correspondant à trois sous domaines techniques distincts :

- la documentation technique pour l'utilisateur permettant l'exploitation optimale de la station,
- la tenue de la station et de ses capteurs dans un environnement routier conventionnel,
- la nature et la qualité des informations fournies par les divers capteurs.

L'homologation ne peut être délivrée qu'à l'issue de la troisième étape.

L'ensemble des essais nécessités par cette procédure sont mis en oeuvre conventionnellement en laboratoire afin d'en assurer la reproductibilité et la répétabilité.

3.2.1 - Le sous domaine " DOCUMENTATION TECHNIQUE POUR L'UTILISATEUR "

Consiste dans la vérification de la conformité des documents techniques :

- aux textes référentiels relatifs à la sécurité dans les notices d'instruction,
- à la norme NF X 60-200.

3.2.2. - Le sous domaine " TENUE LA STATION ROUTIERE ET DES CAPTEURS DANS UN ENVIRONNEMENT ROUTIER CONVENTIONNEL "

La durabilité est estimée au travers d'agressions types, pratiquées successivement sur les mêmes capteurs :

- " *thermiques* " , agissant par rayonnement et effet de serre sur le coffret électronique de la station routière,
- " *chimiques* " , provoquées par les divers fondants routiers, utilisés et hydrocarbures perdus par les véhicules,

- "mécaniques" , simulant l'effet du trafic sur les capteurs de chaussée.

3.2.3. - Le sous domaine " NATURE ET QUALITE DES INFORMATIONS FOURNIES PAR LES CAPTEURS"

Ce sous domaine est subdivisé en quatre groupes de paramètres A, B, C, D et trois niveaux de qualité i : 1, 2 et 3.

a) Les groupes de paramètres

PARAMETRES	GROUPES	A	B	C	D
Température de l'air sous abri		Ta	Ta	Ta	Ta
Humidité relative ou température de rosée sous abri		HR et/ou Td	HR et/ou Td	HR et/ou Td	HR et/ou Td
température de surface de la chaussée		Ts -	Ts sec/non sec	Ts sec/non sec	Ts _____
Surface chaussée sec/non sec ¹		verglacée /	Verglacée /	Verglacée /	
Surface chaussée verglacée / givrée		givrée Tc	givrée Tc	givrée _____	
Température de congélation de la solution aqueuse sur le revêtement		P	P		
Précipitation Présence / Absence		humide mouillée	_____		
Surface chaussée : humide		humide et salée			
Surface chaussée : mouillée					
Surface chaussée : humide et salée					

(1) le terme non sec est pris au sens d'un dépôt liquide.

b) La qualité des résultats de mesures

L'appréciation des divers résultats de mesures ou diverses informations d'état fournies, repose sur des conditions de réception définies par un ensemble de plans de contrôles

statistiques répondant aux normes NFX 06-021, NFX 06-022 et NFX 06-026.

Le plan d'échantillonnage simple retenu ci-après s'appuie sur un risque α (alpha) du fournisseur fixé à 5 % et un risque β (bêta) du client fixé à 10 %.

PARAMETRES	Ctrl statistique NFX 06-021 NFX 06-022 NFX 06-026	Sous classe i d'exactitude			domaine de contrôle
	Plan d'échantillonnage simple	i = 1	i = 2	i = 3	
Température de l'air sous abri	n = 770	±0,2°C A = 21	±0,5°C A = 21	±1,0°C A = 21	+ 5 à -15°C
Humidité relative ou température de rosée sous abri	n = 770	±5% ± 0,5°C A = 21	±10% ± 1,0°C A = 21	±20% ± 1,5°C A = 21	60 à 95% + 5°C
Température de surface de la chaussée	n = 830	±0,2°C A = 21	±0,5°C A = 21	±1,0°C A = 21	+5 à -15°C
Surface chaussée : sec/non sec	n = 40		A = 2	A = 3	+5 à -15°C
Surface chaussée : verglacée/givrée	n = 70	n = 1	A = 2	A = 3	-5°C
Température de congélation de la solution aqueuse sur le revêtement	n = 40	±0,5°C A = 1	±1,0°C A = 2	±1,5°C A = 3	+2 à -10°C
Précipitation : Présence/Absence	n = 80	A = 4	A = 11	A = 15	+ 10°C
Surface chaussée : humide	n = 20	A = 1	A = 2	A = 3	+5 à -5°C
Surface chaussée : mouillée	n = 20	A = 1	A = 2	A = 3	+5 à -5°C
Surface chaussée : humide et salée	n = 20	A = 1	A = 2	A = 3	+2 à -20°C

n = nombre d'individus,
A = critère d'acceptation.

ARTICLE 4 - CLASSES D'HOMOLOGATION

Son expression caractérise le matériel par :

- le groupe de paramètres fournis,
- la qualité minimale des résultats de mesures du groupe de paramètres,

Sa représentation symbolique est faite à l'aide :

- d'une lettre A, B, C, D désignant le groupe de paramètres,
- d'un indice de qualité i noté de 1 à 3, représentant la sous classe de précision pour le groupe de paramètres,

Exemple : Matériel de la société xxx

Type YYY
Année de fabrication : 1992,
Classe d'homologation : C2.

Cette homologation est assujettie :

- au respect de la norme relative à la documentation technique pour l'utilisateur,
- à la conformité aux essais de tenue en environnement (cf. article 12).

ARTICLE 5 - DEMANDE D'HOMOLOGATION

La demande d'homologation est adressée par le fabricant ou l'importateur en trois exemplaires au :

**MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DU LOGEMENT
ET DES TRANSPORTS
S.E.T.R.A./ C.S.T.R.
46, avenue Aristide Briand
Boîte Postale 100
92223 BAGNEUX CEDEX**

Pour un fabricant étranger non établi dans la CEE, la demande d'homologation n'est admise que si le fabricant peut faire la preuve qu'il dispose d'un représentant établi dans un Etat membre de la CEE. Dans ce cas, la demande d'homologation peut être présentée par ce représentant.

Le dossier doit comporter :

- une demande d'homologation (1)
- l'acte d'engagement (1)
- un dossier technique du fabricant (1)
- le procès-verbal des résultats des essais définis au chapitre II
- pour un fabricant étranger non établi dans la CEE, les éléments prouvant qu'il dispose d'un représentant établi dans un état membre de la CEE.

NB. les personnes ayant à connaître du dossier pour les besoins de l'instruction sont tenues à la stricte confidentialité. Aucune information ne peut être communiquée sans l'accord écrit du fabricant.

(1) voir modèles en Annexes

ARTICLE 6 - DÉLIVRANCE DE L'HOMOLOGATION ET SUIVI

6.2 - Essais d'homologation et enquête préalable

6.1.1. - Toute demande d'homologation est précédée d'essais en laboratoire et de vérifications réalisées par un laboratoire agréé (voir article 8) à l'initiative du candidat. Ces essais et vérifications sont réalisés conformément à la procédure définie au chapitre III. Ils doivent faire l'objet d'un procès-verbal de résultats.

Toutefois, le demandeur peut être amené à fournir à l'Administration un échantillon pour essais complémentaires.

Dans le cas de fabricants non agréés, toute demande d'homologation donne lieu à une visite d'enquête préalable sur les moyens de fabrication et de contrôle (voir article 14) par un organisme offrant les garanties définies à l'article 8.

L'homologation est délivrée sur la base d'essais de laboratoire.

6.1.2. - Lorsque les mêmes essais et vérifications ont été effectués dans un Etat membre de la CEE par un laboratoire présentant les garanties définies ci-dessous à l'article 8, le candidat fournit les procès-verbaux des essais et vérifications effectués.

Les essais effectués par ces laboratoires peuvent être réalisés selon les modes opératoires du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (L.C.P.C.), ou définis par des normes NF ou CEN le cas échéant, ou selon d'autres modes opératoires reconnus équivalents aux modes opératoires français. A cet effet, les résultats sont mis à la disposition de l'Administration française.

6.1.3. - Dans le cadre de la procédure dite de " reconnaissance mutuelle" , un candidat établi dans un autre état membre de la CEE peut également soumettre à l'homologation un matériel répondant aux définitions des articles 3 et 4 du cahier des charges, dont les caractéristiques et les essais de qualification peuvent différer de ceux fixés au chapitre II.

Le candidat fournira à cet effet un dossier composé comme suit :

- le dossier technique complet du fabricant et du matériel s'inspirant des annexes 1.2 et 1.3 du cahier des charges avec schémas détaillés,
- les règlements et/ou normes selon lesquels le matériel est conçu,
- les procès-verbaux des essais de qualification effectués en laboratoire et/ou sur site et du contrôle de fabrication opéré dans les usines de fabrication, ainsi que les modes opératoires d'essais et les règles d'appréciation du contrôle qualité correspondants,
- éventuellement, l'attestation de certification obtenue pour le matériel présenté,
- toute autre information utile à l'établissement de l'équivalence de leur matériel que le candidat juge utile à l'instruction de son dossier.

Sur la base de ce dossier et éventuellement d'essais complémentaires, l'Administration française pourra établir si le matériel présenté offre un niveau de sécurité et d'aptitude à la fonction reconnu équivalent à celui spécifié par le présent cahier des charges et s'il peut, en conséquence, être homologué sur cette base (cf. art.6.2).

Si cette procédure ne permet pas d'établir les équivalences sus-indiquées et/ou si le candidat choisit de respecter les dispositions du présent cahier des charges, la procédure définie notamment à l'article 6.1.1. sera utilisée.

Les candidats bénéficiant de l'homologation sur la base d'une reconnaissance d'équivalence définie ci-dessus seront soumis, comme les détenteurs d'homologation délivrée selon les spécifications du présent cahier, aux dispositions et contrôles à posteriori définis aux articles 6.3 à 6.6 et 7, étant entendu que ces contrôles pourront être effectués dans le pays d'établissement du bénéficiaire selon des modalités reconnues équivalentes, le cas échéant par les autorités françaises.

6.2 - Modalités de délivrance de l'homologation

Au vu des résultats conformes des essais et de l'enquête préalable indiquée ci-dessus, l'Administration délivre, une homologation qui comprend :

- l'agrément du produit sanctionné par la délivrance d'une ou de plusieurs fiches techniques valables 6 ans.

- l'agrément du fabricant sanctionné par un certificat d'homologation qui est renouvelable annuellement en fonction des résultats des contrôles effectués (voir article 6.3).

L'homologation est délivrée pour le produit ou la gamme de produits définis dans la fiche technique. Elle est valable pour ce seul produit ou pour cette seule gamme de produits dans une catégorie donnée.

6.3 - Renouvellement annuel des homologations

Au 31 janvier de chaque année, tout fabricant agréé devra faire parvenir une demande de renouvellement de tout ou partie de ses homologations.

Le renouvellement sera accordé sur résultats conformes des contrôles définis ci-dessous à l'article 6.5.

6.4 - Contrôles effectués par le fabricant

Le fabricant s'engage à fournir des produits conformes aux spécifications définies au chapitre II et à contrôler ses fabrications conformément aux prescriptions du chapitre IV.

6.5 - Contrôles de conformité

Le L.C.P.C. ou tout autre organisme offrant les garanties définies à l'article 8 procède à des vérifications du contrôle en usine exercé par le fabricant et peut effectuer des contrôles non systématiques pour s'assurer de la conformité des produits homologués aux spécifications des chapitres II et III par des prélèvements d'échantillons effectués en usine, en stock, en cours de livraison ou sur chantier. En cas de non conformité, seuls le ou les essais rendus nécessaires par les éléments non conformes, sont effectués.

6.6 - Modification du matériel

Toute modification d'un matériel homologué devra faire l'objet d'une demande préalable du titulaire.

Si la modification ne remet pas en cause les caractéristiques du produit homologué, l'Administration délivrera un nouvel agrément d'après les pièces fournies dans la demande.

Sinon, le produit devra subir tout ou partie des essais avant délivrance d'un nouvel agrément, ces essais pouvant être réalisés préalablement à la demande et le procès-verbal de ces essais porté à l'appui de celle-ci.

ARTICLE 7 - MARQUE D'HOMOLOGATION

Tous les produits fabriqués conformément au produit homologué doivent être identifiés par inscription visible de l'extérieur, des informations suivantes :

- le numéro d'homologation (qui inclut la classe),
- le numéro de série ou de fabrication,
- l'année de fabrication,

La marque d'homologation est définie en annexe.

ARTICLE 8 - LABORATOIRES AGRÉÉS

Les essais et contrôles doivent être effectués par le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (L.C.P.C.) ou tout autre laboratoire d'un pays membre de la CEE reconnu comme offrant les garanties techniques, professionnelles et d'indépendance, convenables et satisfaisantes dans le domaine des équipements routiers.

ARTICLE 9 - PAIEMENT DES FRAIS D'HOMOLOGATION

Les frais à la charge des sociétés sont définis par décision annuelle fournie aux candidats.

CHAPITRE II

SPECIFICATIONS TECHNIQUES

ARTICLE 10 - GÉNÉRALITÉS

10.1 L'homologation est prononcée au vu des résultats obtenus dans une succession de mesurages (regroupés par essais et par épreuves) effectués sur les matériels de série. Ces résultats, obtenus exclusivement à partir d'essais conventionnels de laboratoire, sont comparés à des seuils établis.

Chaque classe et sous classe d'homologation comporte ses essais propres.

La terminologie utilisée est conforme à la norme NF X 07-001 " *Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie* " .

10.2 - Prélèvement des échantillons à tester

Les procédures d'essais ci-après sont appliquées à un échantillon prélevé au hasard dans un lot de trois stations routières (chaîne de mesurage + capteur) désignées par le fournisseur.

10.3 - Procédures de laboratoire

10.3.1 - Les essais en caissons climatiques portent sur :

- les capteurs atmosphériques,
- les capteurs de chaussée,

ils sont effectués :

- en régime permanent,
- en régime transitoire.

Les systèmes à homologuer sont testés dans un caisson climatique à l'aide de dispositifs spécifiques d'essai. L'ensemble est décrit à l'article 13.1.3.

Essais en régime permanent

Les capteurs sont testés entre - 15°C et + 10 °C par paliers successifs. Toutefois, ils doivent être susceptibles de fournir une indication sur la température jusqu'à + 50°C. (conditions estivales). Ces essais sont décrits à l'article 13.2.

Des écarts de température de $\pm 30^{\circ}\text{C}$ entre capteurs et boîtier électronique sont imposés à la station routière ; cet essai est décrit à l'article 12.1.

Essais en régime transitoire :

En régime transitoire, les capteurs sont testés pour des conditions de température ambiante variable dans le temps (article 13.2) simulant quelques situations hivernales.

10.3.2 - Les essais de durabilité portent essentiellement sur la tenue des capteurs routiers aux agressions mécaniques et chimiques d'un environnement routier.

Ces essais sont décrits aux articles 12.2 et 12.3.

ARTICLE 11 - CONTRÔLE DE CONFORMITÉ DE LA DOCUMENTATION TECHNIQUE DESTINÉE À L'UTILISATEUR

11.1 - Il est procédé à la vérification de l'existence de la documentation UTILISATEUR conformément aux exigences de la norme NF X 60-200, à savoir :

la fiche signalétique,
la fiche technique,
le schéma général de principe,
les plans d'ensemble,
les schémas fonctionnels et autres schémas,
les instructions d'installation,
les instructions d'utilisation,
les instructions de maintenance,
le catalogue des pièces détachées,
les instructions pour les modifications.

Une attention particulière est portée sur les documents et schémas suivants :

- implantation des capteurs de chaussée (méthode, indication, niveaux, masques, etc.),
- implantation des capteurs atmosphériques (idem),
- guide de maintenance (préventive, etc.).
- description de l'interactivité entre les divers capteurs dans la détermination des états de surface (il en sera tenu compte dans les procédures d'essais d'homologation).

11 - 2 - L'absence de tout ou partie de ces documents techniques (parfaitement identifiés) conduit au rejet de la demande d'homologation.

ARTICLE 12 - CONTRÔLE DE LA TENUE DES STATIONS ROUTIÈRES DANS UN ENVIRONNEMENT ROUTIER CONVENTIONNEL

12.1 MÉTHODE D'ESSAI POUR APPRÉCIER LA TENUE DE LA STATION AUX CONTRAINTES THERMIQUES D'UN ENVIRONNEMENT ROUTIER	1
--	---

Cette méthode d'essai est destinée à apprécier l'effet d'une variation de température (rayonnement diurne et nocturne) du coffret électronique sur la précision des mesures faites.

Étalon de référence :

- une sonde timbre Pt 100 ohm à 0°C, étalonnée, collée sur la partie active (zone de mesures) du capteur,
- une sonde Pt 100 ohm à 0°C, étalonnée, pour contrôle de la température ambiante + 30°C à - 30°C.

Épreuve :

- le coffret électronique est exposé successivement dans un caisson climatique à une température de + 30°C et - 30°C durant 12 heures, la phase transitoire étant de 6 heures,
- le capteur de température de surface de chaussée est maintenu dans un deuxième caisson climatique à une température constante voisine de 0 °C ± 2°C,

Mode opératoire :

- les températures de surface de chaussée données par le référentiel et le système testé sont enregistrées toutes les 12 minutes durant le cycle de température (+ 30 °C à - 30°C) imposé au coffret électronique,
- Ces mesures constituent deux séries appariées de n valeurs (n = 120).

Interprétation :

la comparaison des moyennes des deux variables appariées est faite à l'aide du test employant la loi de Student.

12.1 MÉTHODE D'ESSAI POUR APPRÉCIER LA TENUE DE LA STATION AUX CONTRAINTES THERMIQUES D'UN ENVIRONNEMENT ROUTIER	2
--	---

DECISION	Ho refusé	Ho accepté
le risque α de première espèce est partagé et pris à 5%	$t < -1,658$	$-1,658 < t < 1,658$
Hypothèse Ho est $\mu_1 = \mu_2$	$t > 1,658$	

La fonction discriminatoire est :

$$t = \frac{\sum y_i}{n} - \frac{\sum y_i^2}{n \sum y_i}$$

où $y_i = x_{1i} - x_{2i}$

12.2 MÉTHODE D'ESSAI POUR APPRÉCIER LA TENUE DES CAPTEURS ROUTIERS SOUMIS À DES CONTRAINTES CHIMIQUES	1
---	---

Cette méthode d'essai est destinée à apprécier la tenue des capteurs de chaussée soumis à des agressions chimiques liées principalement à l'emploi de fondants routiers.

Épreuve

Le capteur nu est exposé successivement à un hydrocarbure type gazole du commerce et deux fondants types en solution aqueuse à la concentration utilisée :

- chlorure de calcium CaCl_2
- chlorure de sodium NaCl

Cette exposition consiste à immerger cycliquement le ou les capteurs de chaussée, dans un bac contenant successivement les divers produits. Cette immersion est réalisée :

- * à + 25°C en atmosphère saturante,
- * durant 15 jours à raison d'un cycle toutes les 30 minutes,
- * sous une colonne de liquide de 150 mm.

Interprétation

A l'issue de cette période de test

12.2 MÉTHODE D'ESSAI POUR APPRÉCIER LA TENUE DES CAPTEURS ROUTIERS SOUMIS À DES CONTRAINTES CHIMIQUES	2
---	---

- le capteur doit fonctionner normalement et être en mesure de fournir les informations pour lesquelles il a été conçu. Cette vérification s'appuie sur :
 - * un contrôle de présence et cohérence de l'information état sec/non sec qui doit être obtenu après trois tentatives successives à + 5°C suivant la méthode d'essai décrite en 13.2.5,
 - * un contrôle de température de surface qui doit être obtenu à $\pm 2^{\circ}\text{C}$, la sonde étant disposée dans un caisson climatique à + 5°C,
- les parties métalliques du capteur ne doivent présenter aucune présence de corrosion,
- les parties en résine ou produits de synthèse et câbles électriques de liaison ne doivent présenter aucune altération de surface (écaillage, craquelure, éraflure, etc.).

12.3 MÉTHODE D'ESSAI POUR APPRÉCIER LA TENUE DES CAPTEURS ROUTIERS SOUMIS À DES CONTRAINTES MÉCANIQUES	1
--	---

Ces essais sont destinés à apprécier en laboratoire et de façon accélérée la tenue mécanique des capteurs de chaussée soumis à des conditions comparables aux sollicitations sur chaussée.

Épreuve

Le capteur est scellé à la résine dans un massif en béton prémoulé de dimension extérieure $L = 500$ mm, $l = 180$ mm et $h = 140$ mm, puis disposé dans le matériel MLPC "ornièreur A77", décrit par la norme NF P 98-253-1.

L'échantillon capteur subit :

- 10^3 passages d'une roue équipée d'un pneu avec crampons distribués de manière aléatoire,
- 10^7 passages d'une roue équipée d'un pneu normal.

Les caractéristiques des composants du dispositif de maintien des capteurs :

- résine de scellement : PRODOFIX FC1, fabrication TIB Chemie (l'épaisseur du scellement est inférieure à 1,5 cm),
- béton ayant une résistance minimale à la compression de 30 MPa à 28 jours.

Les caractéristiques principales de l'essai sont :

- une roue équipée de pneumatiques 400 x 8, de largeur de trace de $(8 \pm 0,5)$ cm,
- une course du pneumatique de $(410 \pm 0,5)$ mm,
- une fréquence de mouvement relatif de $(1 \pm 0,1)$ Hz,
- une pression de pneumatique de $(0,6 \pm 0,01)$ MPa en début d'essai,
- une charge roulante appliquée de (5.000 ± 50) N relevée statiquement au centre de l'éprouvette,
- un écart entre l'axe de la trace et l'axe théorique de l'éprouvette inférieur à 5mm,

12.3 MÉTHODE D'ESSAI POUR APPRÉCIER LA TENUE DES CAPTEURS ROUTIERS SOUMIS À DES CONTRAINTES MÉCANIQUES	2
--	---

- une absence d'angle d'envirage,
- une température de 60 °C.

Interprétation

A l'issue de cet essai :

- le capteur doit fonctionner normalement et être en mesure de fournir les informations pour lesquelles il a été conçu. Cette vérification s'appuie sur :
 - * un contrôle de présence et cohérence de l'information état sec/non sec qui doit être obtenu après trois tentatives successives à + 5°C suivant la méthode d'essai décrite en 13.2.5,
 - * un contrôle de la température en surface qui doit être obtenue à $\pm 2^{\circ}\text{C}$, la sonde étant disposée dans un caisson climatique à + 5°C.
- le capteur ne doit pas présenter de fissure en surface d'une longueur supérieure à 10 mm.

ARTICLE 13 - LES PROCEDURES D'ESSAI

13.1 - MÉTHODES GÉNÉRALES ET CONDITIONS D'ESSAI

13.1.1 Régimes thermiques

Les essais en caisson climatique sont effectués en régime permanent et transitoire.

- Niveaux de température du régime permanent

En régime permanent les capteurs sont testés pour cinq niveaux de température ambiante :

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

- Variations de température en régime transitoire

Quatre cycles de température type permettent de simuler des conditions hivernales rencontrées dans l'atmosphère et en surface de chaussée.

13.1.2 Mise en oeuvre des stations de mesure en caisson climatique

13.1.2.1 Capteurs atmosphériques

Les capteurs atmosphériques ainsi que le boîtier électronique sont disposés sur leur propre mât dans le caisson climatique.

13.1.2.2 Capteurs de chaussée

Afin de tester tous les capteurs dans les mêmes conditions, ceux-ci sont scellés dans un revêtement de chaussée reposant sur un massif de béton de dimensions 1,30 m x 1,30 m x 0,30 m d'épaisseur. Le revêtement est divisé en six planches de béton bitumineux parfaitement identiques de 0,60 m x 0,40 m x 0,15 m d'épaisseur. Elles sont séparées par une barrière isolante en polystyrène.

L'ensemble du massif de béton et des planches de béton bitumineux est isolé latéralement par une couche de 10 cm de polystyrène. L'ensemble est disposé sur la table réfrigérante du caisson climatique (voir Annexe IV - figure 1).

Fabriquées en laboratoire, les surfaces de ces planches de béton bitumineux sont vieillies artificiellement par sablage (élimination du liant sur les granulats de surface).

Les planches de béton bitumineux sont placées sur un support fixe (voir figure 2) et mises à la disposition des constructeurs afin qu'ils procèdent ou fassent procéder à l'implantation des capteurs suivant les règles de l'art.

Ces capteurs sont ceux ayant subi les épreuves de tenue mécanique.

13.1.3 Dispositifs d'essai et de mesurage

13.1.3.1 Caissons climatiques

Volume : 48 m³

Plage de température : - 35°C à + 35°C

Classe : C

13.1.3.2 Capteurs de température (Norme NF C 42-330)

- Pour la température de surface
sonde Pt 100 ohm à 0°C de classe A
sortie 4 fils
- Pour la température de l'air sous abri
sonde Pt 100 ohm à 0°C de classe A
sortie 4 fils

13.1.3.3 Détermination de la température du point de rosée

Hygromètre à point de rosée. L'humidité relative de l'air est déduite par calcul.

Caractéristiques :

- Hygromètre HGG modèle 660
- Gamme de mesure : - 50°C à + 100°C
- Précision : ± 0,3°C
- Sensibilité : ± 0,06°C

13.1.3.4 Mesurage de la pluviométrie

Pluviomètre transducteur à impulsions

Caractéristiques :

- Bague de 400 cm²
- Basculement de l'auget à 8 g, ce qui correspond à 0,2 mm d'eau sur la surface de captation. Référence Météorologie Nationale R 01-3030..
- Basculement de l'auget à 4 g, ce qui correspond à 0,1 mm d'eau sur la surface de captation. Référence Météorologie Nationale R 01-3031.

13.1.3.5 Mesurage de la température de surface sans contact

Spectroradiomètre portable type bolomètre possédant les caractéristiques minimales suivantes :

- Gamme de température : - 15°C à + 30°C
- Précision : 0,5°C
- Sensibilité : < 0,1°C
- Bande spectrale : 9,5 à 11,5 micromètres
- Ouverture : 20°

13.1.3.6 Chaîne de mesure et d'acquisition

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 : $\pm (0,4\% + 5UR1)$
- Coef. de température : $(0,002\% + 0,01^\circ\text{C})^\circ\text{C}$
- Reproductibilité entre 2 voies : $< (0,05^\circ\text{C} + 1UR)$

Cette centrale est jumelée à un ordinateur avec 512 Ko de RAM et 40 Mo de mémoire disque.

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

13.1.3.7 Chaîne de mesure portable

Calibreur simulateur de thermocouples et sondes platine de précision.

Caractéristiques :

- Pt100 / résolution 0,05°C
- linéarité 0,05
- précision mesure 0,02% lecture $\pm 0,04$ ohm

13.2 - MÉTHODES D'ESSAI

- 13.2.1 LA TEMPÉRATURE DE L'AIR
- 13.2.2 L'HUMIDITÉ RELATIVE DE L'AIR
- 13.2.3 LA TEMPÉRATURE DE ROSÉE DE L'AIR
- 13.2.4 LA TEMPÉRATURE DE SURFACE
- 13.2.5 SURFACE DE CHAUSSÉE SÈCHE - NON SÈCHE
- 13.2.6 SURFACE DE CHAUSSÉE VERGLACÉE - GIVRÉE
- 13.2.7 LA TEMPÉRATURE DE CONGÉLATION
- 13.2.8 LES PRÉCIPITATIONS : DÉBUT / FIN
- 13.2.9 SURFACE DE CHAUSSÉE HUMIDE
- 13.2.10 SURFACE DE CHAUSSÉE MOUILLÉE
- 13.2.11 SURFACE DE CHAUSSÉE HUMIDE ET SALÉE

Cette méthode d'essai est destinée à déterminer la sous classe i d'exactitude de la température ambiante en tenant compte du mode de conditionnement du capteur. Cet essai est réalisé en caisson climatique en régime permanent et transitoire.

Étalon de référence

La température ambiante prise pour référence est la valeur moyenne des mesures faites à l'aide de deux sondes Pt 100 ohm à 0°C disposées :

- l'une dans un abri météorologique réduit BMO 1161 A
- l'autre à proximité immédiate des capteurs testés.

1. RÉGIME PERMANENT

Épreuve

Les capteurs sont testés aux 5 niveaux de température suivants :

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

Mode opératoire

Les capteurs testés et les capteurs de référence associés sont disposés dans le volume utile du caisson d'essai.

- Réglage de la température à la valeur de consigne choisie.
- Stabilisation à la valeur de consigne pendant deux heures.
- Enregistrement de la température ambiante durant une heure avec une cadence de saisie du référentiel de 6 minutes.

Ce mode opératoire est répété pour les cinq niveaux de température ambiante.

2. RÉGIME TRANSITOIRE

Épreuve

Les capteurs sont testés suivant les trois cycles thermiques a, b et c définis ci-après.

Mode opératoire

- Les installations sont stabilisées durant 12 heures à + 5°C
 - Lancement du cycle thermique étudié
 - Enregistrement de la température ambiante à une cadence de saisie de 12 minutes pour le référentiel
 - Ce mode opératoire est répété pour les trois cycles thermiques a, b et c définis ci-après.
- a) Programmation de cycles réguliers de forme sinusoïdale de la température ambiante sur 72 heures. La température maximale est fixée à + 5°C, la température minimale est fixée à - 5°C.

13.2.1 MÉTHODE D'ESSAI " LA TEMPÉRATURE ATMOSPHÉRIQUE"	3
--	---

b) En partant de + 5°C programmation d'un abaissement régulier de la température ambiante (1°C/2h) avec stabilisation de cette température à - 1°C. Après 24 heures, remontée de la température à + 5°C.

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

Interprétation

- La différence entre les valeurs des températures données par le référentiel et le dispositif testé, constitue la collection des écarts observés.
- Cette collection comporte 770 valeurs (individus) pour la série des essais en régime permanent et transitoire.

Conditions de réception

- la détermination de la sous classe i ($i = 1, 2$ ou 3) d'exactitude est réalisée par comptage de la proportion d'individus, non conformes.
- Le plan d'échantillonnage :
 - * échantillonnage simple
 - * nombre d'individus $n = 770$
 - * critère d'acceptation $A = 21$

13.2.2 MÉTHODE D'ESSAI " L'HUMIDITÉ RELATIVE DE L'AIR"	1
--	---

Cette méthode d'essai est destinée à déterminer la sous classe i d'exactitude de l'humidité relative de l'air ambiant en tenant compte du mode de conditionnement du capteur. Cet essai est réalisé en caisson climatique et couvre la plage d'humidité relative 60 - 95%.

Étalon de référence

La température du point de rosée (Td) est relevée à l'aide de l'hygromètre à point de rosée EGG 660.

Le couple Ta et Td (étalon), permet de déterminer l'humidité relative de l'air par calcul à partir de l'expression mathématique suivante :

$$HR (\%) = 100 \frac{1 + \sqrt{2} \sin \frac{T_d}{8,827}}{1 + \sqrt{2} \sin \frac{T_a}{3}}$$

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

(Référence : Note Technique MÉTÉO FRANCE)

1. - RÉGIME PSEUDO - PERMANENT

Épreuve

Les capteurs sont testés aux cinq niveaux de température suivants :

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

Durant ces tests, l'humidité relative maximale admise est de 98 %.

13.2.2 MÉTHODE D'ESSAI " L'HUMIDITÉ RELATIVE DE L'AIR"	2
--	---

Mode opératoire

Les capteurs testés et les capteurs de référence associés sont disposés dans le volume utile du caisson d'essai.

- Réglage de la température à la valeur de consigne choisie.
- Stabilisation à la valeur de consigne pendant deux heures.
- Enregistrement de la température ambiante durant une heure avec une cadence de saisie du référentiel de 6 minutes.

Ce mode opérationnel est répété pour les cinq niveaux de température ambiante.

- enregistrement de la température du point de rosée durant une heure avec une cadence de saisie du référentiel de 6 minutes.

2. - RÉGIME TRANSITOIRE

Épreuve

Les capteurs sont testés suivant les trois cycles thermiques a, b et c définis ci-après.

Mode opératoire

Les installations sont stabilisées durant 12 heures à + 5°C.

13.2.2 MÉTHODE D'ESSAI " L'HUMIDITÉ RELATIVE DE L'AIR"	3
--	---

- Lancement du cycle thermique,
 - Enregistrement de la température ambiante à une cadence de saisie de 12 minutes pour le référentiel,
 - Ce mode opératoire est répété pour les trois cycles thermiques a, b et c définis ci-après.
- a) Programmation de cycles réguliers de forme sinusoïdale de la température ambiante sur 72 heures. La température maximale est fixée à + 5°C, la température minimale est fixée à - 5°C.
- b) En partant de + 5°C, programmation d'un abaissement régulier de la température ambiante (1°C/2 heures) avec stabilisation de cette température à - 1°C. Après 24 heures, remontée de la température à + 5°C.

- c) La température de départ ajustée à + 5°C, programmation d'une descente rapide de la température ambiante à - 10°C en 3 heures avec stabilisation pendant 2 heures, suivie d'une remontée à + 1°C en 6 heures et régulation à + 1°C.

Interprétation

- La différence entre les valeurs des humidités relatives données par le référentiel et le dispositif testé, constitue la collection des écarts observés.
- Cette collection comporte 770 valeurs (individus) pour la série des essais en régime pseudo permanent et transitoire.

Conditions de réception

- La détermination de la sous classe i ($i = 1, 2$ ou 3) d'exactitude est réalisée par comptage de la proportion d'individus non conformes.
- Le taux d'échantillonnage :
 - * échantillonnage simple,
 - * nombre d'individus n ($n = 770$),
 - * critère d'acceptation $A = 21$.

13.2.3 MÉTHODE D'ESSAI " LA TEMPÉRATURE DE ROSÉE DE L'AIR"
--

Idem l'humidité relative, la comparaison portant alors uniquement sur Td.

13.2.4 MÉTHODE D'ESSAI " LA TEMPÉRATURE DE SURFACE DU REVÊTEMENT"	1
---	---

Cette méthode d'essai est destinée à déterminer la sous classe i d'exactitude de la température de surface d'un revêtement appréciée par un capteur de chaussée noyé dans le revêtement.

Étalon de référence

Trois dispositifs de mesure sont mis en oeuvre :

- a) un ensemble de trois sondes Pt 100 ohm étalonnées, équipant chacune des six planches d'essai,
 - noyées et collées à mi-épaisseur, en surface du revêtement,
 - réparties sur chaque planche de béton bitumineux recevant le capteur de chaussée à tester.
- b) une sonde timbre Pt 100 ohm à 0°C étalonnée, collée sur la partie active (zone de mesure) du capteur,
- c) un dispositif de mesure spectroradiomètre portable visant une partie de la surface du revêtement non instrumentée de chacune des six planches d'essai.

La valeur de référence de la température du revêtement de chaussée est prise égale à la moyenne arithmétique des 18 relevés effectués en surface du béton bitumineux et des n relevés effectués sur les parties actives des capteurs (n = 1 à 6).

Les mesures IR ne constitueront qu'un moyen de contrôle sans contact de l'hétérogénéité spatiale des températures.

1. - RÉGIME PERMANENT

Épreuve

Les valeurs sont testées aux cinq niveaux de température suivants :

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

Mode opératoire

- Réglage des températures (caisson et table de réfrigération à la valeur de la consigne).
- Stabilisation à la valeur de consigne pendant deux heures.
- Enregistrement des températures de surface durant une heure avec une cadence de saisie du référentiel de 6 minutes.
- Ce mode opératoire est répété pour les cinq niveaux de température.

2. - RÉGIME TRANSITOIRE

Épreuve

Les capteurs sont testés suivant les quatre types de cycles thermiques a, b, c et d définis ci-après. La température de surface est imposée par la température d'air du caisson. La température initiale de la structure béton/revêtement est fixée à + 5°C ± 1°C. La table de réfrigération est maintenue pendant la durée des essais à + 5°C.

Mode opératoire

- Les installations sont stabilisées durant 12 heures à + 5° C.
- Lancement du cycle thermique.
- Enregistrement de la température ambiante à une cadence de 12 minutes pour le référentiel.
- Ce mode opératoire est répété pour les quatre cycles thermiques types.

a) Programmation de cycles réguliers de forme sinusoïdale de la température ambiante sur 72 heures. La température maximale est fixée à + 5°C, la température minimale est fixée à - 5°C.

b) En partant de + 5°C, programmation d'un abaissement régulier de la température ambiante (1°C /2 heures) avec stabilisation de cette température à - 1°C. Après 24 heures, remontée de la température à + 5°C.

c) La température de départ ajustée à + 5°C, programmation d'une descente rapide de la température ambiante à -10°C en trois heures avec stabilisation pendant 2 heures suivie d'une remontée à + 1°C en 6 heures et régulation à + 1°C.

d) La température initiale de la surface de chaussée est de + 9°C, elle est brutalement abaissée à - 3°C à une vitesse de 3°C/heure.

Interprétation

- La différence entre les valeurs des températures de surface données par le référentiel et le dispositif testé, constitue la collection des écarts observés.
- Cette collection comporte 830 valeurs (individus) pour la série des essais en régime permanent et transitoire.

Conditions de réception

- La détermination de la sous classe i ($i = 1, 2$ ou 3) d'exactitude est réalisée par un comptage de la proportion d'individus non conformes.
- Le plan d'échantillonnage :
 - * échantillonnage simple,
 - * nombre d'individus $n = 830$,
 - * critère d'acceptation $A = 21$.

Cette méthode d'essai est destinée à déterminer la sous classe i d'exactitude de l'information :

- surface sèche,
- surface non sèche,

données par le ou les capteurs.

Épreuve

Le capteur de chaussée est testé à deux niveaux de température de + 5°C et - 5°C. Les états " surface de chaussée sèche / non sèche" sont répétés successivement 20 fois pour chacune des températures.

Mode opératoire

Essais à + 5°C

- Après nettoyage à l'eau déminéralisée, la surface active du capteur est séchée à l'air comprimé (Td = - 45°C).
- L'état humide est provoqué artificiellement par pulvérisation d'une quantité d'eau correspondant à une pellicule d'eau (de pluie) d'environ 0,1 mm d'épaisseur. Cet état est maintenu durant environ 12 minutes.
- L'état sec est provoqué artificiellement après ce délai par séchage à l'air comprimé. Ce nouvel état est maintenu durant environ 12 minutes.

Essais à - 5°C

- La surface est séchée à l'air comprimé (Td = 45 °C).
- L'état humide est provoqué artificiellement par la pulvérisation d'une quantité de saumure de NaCl concentrée à 23% correspondant à une pellicule de solution d'environ 0,1 mm d'épaisseur. Cet état est maintenu durant environ 12 minutes.
- L'état sec est provoqué artificiellement après ce délai par séchage à l'air comprimé. Ce nouvel état est maintenu durant environ 12 minutes.

13.2.5 MÉTHODE D'ESSAI " SURFACE DE CHAUSSÉE SÈCHE/NON SÈCHE"	2
---	---

Interprétation

- Chaque situation sèche et non sèche provoquée et stabilisée durant 12 minutes, sert de référentiel qui, mis en correspondance avec l'état détecté pour le dispositif testé, constitue la collection des données.
- Cette collection comporte 40 valeurs (individus).

Conditions de réception

- La détermination de la sous classe i ($i = 1, 2$ ou 3) d'exactitude est effectuée par comptage de la proportion d'individus non conformes.
- Le plan d'échantillonnage :
 - * échantillonnage simple,
 - * nombre d'individus $n = 40$,
 - * critères d'acceptation
 - $i = 2, A = 2$
 - $i = 3, A = 3$

Cette méthode d'essai est destinée à déterminer la sous classe i d'exactitude de l'information :

- surface verglacée,
- surface givrée,

donnée par le ou les capteurs de chaussée.

Épreuve

L'état verglacé à la surface du capteur de chaussée est provoqué par pulvérisation d'un film d'eau pour une température de - 5°C.

L'état givré est obtenu par condensation de la vapeur d'eau de l'air ambiant sur la surface des capteurs maintenue à environ - 5°C.

Les états " surface de chaussée verglacée" et " surface de chaussée givrée" sont répétés trente cinq fois chacun.

Mode opératoire

- Après nettoyage à l'eau déminéralisée, la surface active du capteur est séchée à l'air comprimé ($T_d = - 45^\circ\text{C}$).

CAS VERGLAS

- Mise à température à - 5°C, (T_s et T_a).
- Établissement du régime permanent.
- L'état verglacé est obtenu par pulvérisation d'un film d'eau d'une épaisseur d'environ 0,1 mm. (La température initiale de l'eau pulvérisée est d'environ + 2°C).

- la détection de l'état verglacé doit être obtenu dans les 12 minutes suivant la pulvérisation,
- le retour à l'état initial sec est obtenu par fusion de la glace et séchage à l'air comprimé.

CAS GIVRE

- Établissement du régime permanent à - 5°C (Ts et Ta).
- Remontée de la température de l'air ambiant du caisson à + 3°C pour provoquer la condensation solide (givrage) sur la surface du revêtement.
- La détection de l'état givré doit être obtenue dans l'heure suivant l'apparition des premiers cristaux, observés sur le revêtement à la loupe binoculaire.
- Le retour à l'état initial sec est obtenu par fusion du givre et séchage à l'air comprimé.

Interprétation

- Chaque situation verglacée et givrée provoquée sert de référentiel qui, mis en correspondance avec l'état détecté pour le dispositif testé, constitue la collection des données.
- Cette collection comporte 70 valeurs (individus).

Conditions de réception

- La détermination de la sous classe i (i = 1, 2 ou 3) d'exactitude est effectuée par comptage de la proportion d'individus non conformes.

Le plan d'échantillonnage :

- * échantillonnage simple,
- * nombre d'individus n = 70,
- * critères d'acceptation
 - i = 1 ; A = 1
 - i = 2 ; A = 2
 - i = 3 ; A = 3

Cette méthode d'essai est destinée à déterminer la sous classe d'exactitude i de la température de congélation de solutions aqueuses présentes sur le ou les capteurs de chaussée.

Cette détermination est réalisée en régime permanent, pour des solutions aqueuses types à diverses concentrations.

Étalon de référence

Les solutions aqueuses suivantes constituent le référentiel :

- chlorure de sodium NaCl,
- chlorure de calcium CaCl₂,
- chlorure de magnésium MgCl₂,

pour des concentrations de 4%, 8%, 12%, 16% et 20%.

Les températures de congélation de ces solutions, dans ces diverses concentrations sont les suivantes (réf. Handbook of Chemistry and Physics 47ème édition, à l'exception des valeurs avec astérisque) :

concentration	solution	NaCl	CaCl ₂	MgCl ₂
4 %		-2,41°C	-1,82	-2,26
8 %		-5,05	-4,28	-5,65
12 %		-8,16	-7,69	-10,62
16 %		-11,88	-12,28	-17,60
20 %		-16,45	-20,2*	-27,4*

Épreuve

Les solutions sont étendues sur les capteurs de chaussée à l'aide d'une micropipette permettant de déposer des volumes de solution de manière reproductible.

Les capteurs sont testés à trois niveaux de température (pour $T_a = T_s$) :

- + 2°C
- - 5°C
- - 10°C

Mode opératoire

- Réglage des températures de consigne.
- Stabilisation des températures pendant deux heures.
- Dépôt sur le capteur d'une quantité de solution permettant d'obtenir un film d'épaisseur comprise entre 0,2 et 0,5 mm.
- Après stabilisation des solutions durant 12 minutes, recherche de trois valeurs successives de la température de congélation dans un délai maximum de 45 minutes.
- Lavage du capteur à l'eau déminéralisée et séchage à l'air comprimé ($T_d = - 45^\circ\text{C}$).

NOTA :

- * Les différentes solutions sont portées à la température de consigne de chaque essai avant épandage.
- * Pour la température de consigne de - 5°C, seules les solutions concentrées à 12, 16 et 20 % sont testées.
- * Pour la température de consigne de - 10°C, seules les solutions concentrées à 16 et 20 % sont testées.
- * Quand les systèmes prévoient, par construction, un recalibrage pour chaque type de fondant, il sera procédé à cette opération au cours des essais.

Interprétation

- La température de congélation prise en compte est la moyenne des trois premières valeurs successives déterminées par le système durant les 45 minutes d'essai,
- La différence entre les valeurs des températures de congélation données par le référentiel et le dispositif testé, constitue la collection des écarts observés,
- Cette collection comporte 40 valeurs (individus) pour la série des essais en régime permanent.

Conditions de réception

- La détermination de la sous classe d'exactitude i ($i = 1, 2$ ou 3) est réalisée par comptage de la proportion d'individus non conformes.
- Le plan d'échantillonnage :
 - * échantillonnage simple,
 - * nombre d'individus $n = 40$,
 - * critères d'acceptation
 - $i = 1 ; A = 1$
 - $i = 2 ; A = 2$
 - $i = 3 ; A = 3$

13.2.8 MÉTHODE D'ESSAI " LES PRÉCIPITATIONS DÉBUT / FIN"	1
--	---

Cette méthode d'essai est destinée à déterminer la sous classe d'exactitude i de l'information " début / fin de précipitations" .

Étalon de référence

L'information début et fin de précipitation est donnée par la présence ou l'absence de courant électrique alimentant l'électrovanne de la buse de pulvérisation.

Épreuve

Le capteur est disposé dans une enceinte à + 10°C où il est soumis à deux types de précipitations :

- faible : 3 mm/h
- modéré : 7 mm/h

Il est exposé à ces deux régimes de précipitations selon un cycle comportant 20 minutes de précipitations suivi de 20 minutes sans précipitations. Cet essai est répété 20 fois pour chaque régime de précipitations.

Interprétation

- La constante de temps du capteur devra dans tous les cas être inférieure ou égale à 12 minutes.
- Chaque situation " début et fin" de précipitation provoquée et stabilisée durant 20 minutes sert de référentiel, qui mis en correspondance avec l'état détecté par le dispositif testé, constitue la collection des données.
- Cette collection comporte 80 valeurs (individus).

Conditions de réception

- La détermination de la sous classe d'exactitude i ($i = 1, 2$ ou 3) est effectuée par comptage de la proportion d'individus non conformes.

- Le plan d'échantillonnage :

- * échantillonnage simple,
- * nombre d'individus $n = 80$,
- * critères d'acceptation
 - $i = 1 ; A = 4$
 - $i = 2 ; A = 11$
 - $i = 3 ; A = 15$

Cette méthode d'essai est destinée à déterminer la sous classe d'exactitude i de l'information " chaussée humide" .

Épreuve

Le capteur de chaussée est testé à deux niveaux de température de + 5°C et - 5°C. L'état " surface de chaussée humide" est répété 10 fois pour chacune des températures.

Mode opératoire

Essais à + 5°C

- Après nettoyage à l'eau déminéralisée, la surface active du capteur est séchée à l'air comprimé ($T_d = - 45^\circ\text{C}$).
- L'état humide est provoqué artificiellement par pulvérisation d'une quantité d'eau correspondant à une pellicule d'eau (de pluie) d'environ 0,1 mm d'épaisseur. Cet état est maintenu durant environ 12 minutes.
- L'état sec est provoqué artificiellement après ce délai par séchage à l'air comprimé. Ce nouvel état est maintenu durant environ 12 minutes.

Essais à - 5°C

- La surface est séchée à l'air comprimé ($T_d = - 45^\circ\text{C}$).
- L'état humide est provoqué artificiellement par pulvérisation d'une quantité de saumure de NaCl correspondant à une pellicule de solution d'environ 0,1 mm d'épaisseur. Cet état est maintenu durant environ 12 minutes.
- L'état sec est provoqué artificiellement après ce délai par séchage à l'air comprimé. Ce nouvel état est maintenu durant environ 12 minutes.

Interprétation

- Chaque situation " chaussée humide" 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).

Conditions de réception

- La détermination de la sous classe i ($i = 1, 2$ ou 3) d'exactitude est effectuée par comptage de la proportion d'individus non conformes.
- Le plan d'échantillonnage :
 - * échantillonnage simple,
 - * nombre d'individus $n = 20$,
 - * critères d'acceptation
 - $i = 1; A = 1$
 - $i = 2 ; A = 2$
 - $i = 3 ; A = 3$

Cette méthode d'essai est destinée à déterminer la sous classe d'exactitude i de l'information " chaussée mouillée" .

Épreuve

Le capteur de chaussée est testé à un niveau de température de + 5°C et - 5°C. L'état " surface de chaussée mouillée" est répété 10 fois pour chacun des niveaux.

Mode opératoire

Essais à + 5°C

- Après nettoyage à l'eau déminéralisée, la surface active du capteur est séchée à l'air comprimé ($T_d = - 45^{\circ}\text{C}$).
- L'état mouillé est provoqué artificiellement par pulvérisation d'une pellicule d'eau (de pluie) suffisante 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.
- L'état sec est provoqué artificiellement après ce délai, par séchage à l'air comprimé. Ce nouvel état est maintenu durant environ 12 minutes.

Essai à - 5°C

- La surface est séchée à l'air comprimé ($T_d = - 45^{\circ}\text{C}$).
- L'état humide est provoqué artificiellement par la pulvérisation d'une quantité de saumure de NaCl concentrée à 23% correspondant à une pellicule de solution d'environ 0,1 mm d'épaisseur. Cet état est maintenu durant environ 12 minutes.

- L'état sec est provoqué artificiellement après ce délai par séchage à l'air comprimé. Ce nouvel état est maintenu durant environ 12 minutes.

Interprétation

- 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).

Conditions de réception

- La détermination de la sous classe i ($i = 1, 2$ ou 3) d'exactitude est effectuée par comptage de la proportion d'individus non conformes.
- Le plan d'échantillonnage :
 - * échantillonnage simple,
 - * nombre d'individus $n = 70$,
 - * critères d'acceptation
 - $i = 1 ; A = 1$
 - $i = 2 ; A = 2$
 - $i = 3 ; A = 3$

Cette méthode d'essai est destinée à déterminer la sous classe d'exactitude i de l'information " chaussée humide et salée" .

Épreuve

Le capteur de chaussée est testé à un niveau de température de + 5°C. L'état " surface de chaussée humide et salée" est répété successivement 10 fois.

Mode opératoire

Essai à + 5°C

- Après nettoyage à l'eau déminéralisée, la surface active du capteur est séchée à l'air comprimé ($T_d = - 45^\circ\text{C}$).
- L'état humide est provoqué artificiellement par la pulvérisation d'une quantité de saumure de NaCl concentrée à 4% correspondant à une pellicule de solution d'environ 0,1 mm d'épaisseur. Cet état est maintenu durant environ 12 minutes.
- L'état sec est provoqué artificiellement après ce délai par séchage à l'air comprimé. Ce nouvel état est maintenu durant environ 12 minutes.

Essai à - 20°C

- La surface est séchée à l'air comprimé ($T_d = - 45^\circ\text{C}$).
- L'état humide et salé est provoqué artificiellement par la pulvérisation d'une quantité de saumure de CaCl_2 concentrée à 33% correspondant à une pellicule de solution d'environ 0,1 mm d'épaisseur.

Cet état est maintenu durant environ 12 minutes.

- L'état sec est provoqué artificiellement après ce délai par séchage à l'air comprimé. Ce nouvel état est maintenu durant environ 12 minutes.

Interprétation

- Chaque situation " chaussée humide et salée" 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).

Conditions de réception

- La détermination de la sous classe i ($i = 1, 2$ ou 3) d'exactitude est effectuée par comptage des individus non conformes.
- Le plan d'échantillonnage :
 - * échantillonnage simple,
 - * nombre d'individus, $n = 20$,
 - * critères d'acceptation
 - $i = 1 ; A = 1$
 - $i = 2 ; A = 2$
 - $i = 3 ; A = 3$

CHAPITRE III - ENQUÊTE PRÉALABLE ET ESSAIS D'HOMOLOGATION

ARTICLE 14 - ENQUÊTE PRÉALABLE

L'enquête préalable porte sur :

- la matérialisation technique et industrielle, la consistance et la qualification des moyens de l'entreprise,
- les possibilités techniques et industrielles de l'ensemble des installations de l'entreprise,
- l'existence et l'organisation d'un service d'autocontrôle et des laboratoires correspondants ne dépendant que du directeur ou du gérant de l'usine.

Si le demandeur sous-traite des fabrications, il pourra être demandé aux sous-traitants de satisfaire aux conditions techniques exigées du fabricant. L'établissement du ou des sous-traitants pourra alors faire l'objet d'une enquête préalable telle qu'elle est définie ci-dessus.

Dans le cas de résultats satisfaisants, la procédure est poursuivie.

ARTICLE 15 - CONTRÔLE ET ESSAIS DE LABORATOIRE

La conformité du dossier technique aux spécifications du cahier des charges est vérifiée.

Les essais de laboratoire sont effectués conformément aux spécifications du chapitre II du présent cahier.

CHAPITRE IV - CONTRÔLES

ARTICLE 16 - CONTRÔLE CONTINU DU FABRICANT

Le fabricant titulaire d'une homologation inscrira sur le registre d'autocontrôle les résultats des contrôles qu'il aura effectué dans ses usines et qui porteront sur :

- la provenance et la qualité des matériaux de base utilisés,
- les contrôles de fabrication,
- la conformité des produits finis.

ARTICLE 17 - CONTRÔLE DE CONFORMITÉ

17.1 - Vérification du contrôle en usine

Une vérification des contrôles effectués par le fabricant est exercé par le L.C.P.C. ou tout autre organisme offrant les garanties définies à l'Article 8. Ce service a pour mission de :

- s'informer des conditions de fabrication,
- vérifier que les conditions de l'homologation sont remplies et notamment la marque d'homologation,
- vérifier la qualité de l'autocontrôle effectué par le fabricant, soit par des essais contradictoires dans le laboratoire de l'usine (après avoir éventuellement procédé à l'étalonnage des appareils de mesure), soit par des prélèvements d'échantillons pour essais dans les laboratoires de l'Administration.

17.2 - Contrôles de conformité

Les interventions sont effectuées périodiquement pour chaque fabricant.

Elles ont pour but de vérifier la conformité des produits fournis aux produits homologués, sur la base des spécifications du chapitre II.

A N N E X E S

ANNEXE I

DOSSIER D'HOMOLOGATION

- d'homologation
- I.0 - Modèle de lettre de demande

 - I.1 - Acte d'engagement

 - I.2 - Dossier technique du fabricant

 - I.3 - Dossier technique du matériel

 - I.4 - Marque d'homologation

ANNEXE I.0

MODÈLE DE LETTRE DE DEMANDE D'HOMOLOGATION

Je soussigné (prénom(s) et nom du signataire)

agissant en qualité de

sollicite l'homologation des produits suivants :

fabriqués dans l'(les) usine(s) ci-après :

La présente demande est accompagnée (en trois exemplaires) :

- d'un dossier technique du fabricant
- d'un dossier technique du matériel comprenant notamment les procès-verbaux d'essais
- d'un acte d'engagement

La société délègue, pour la représenter dans les opérations relatives à sa demande d'homologation,
M

dont l'adresse et le numéro de téléphone sont :

Signature

ANNEXE I.1

ACTE D'ENGAGEMENT

Société :

Article 1. - Le ou les signataires déclarent avoir pris connaissance :

- De l'arrêté du 3 mai 1978 relatif aux conditions générales d'homologation des équipements routiers de signalisation, de sécurité et d'exploitation,
- Du cahier des charges d'homologation, ainsi que des annexes à ce cahier des charges.

Ils s'engagent à satisfaire, sans exception ni réserve, aux obligations qui en résultent pour les produits qu'ils désireraient soumettre à la procédure définie par le cahier des charges susvisé en vue de l'homologation.

Ces obligations concernent notamment :

- Les conditions d'exploitation des usines de fabrication,
- Les modalités de dépôt des demandes d'homologation, de constitution et d'instruction des dossiers correspondants,
- Le conditionnement et le marquage des produits,
- L'exercice de l'autocontrôle,
- Les vérifications des produits homologués.

Article 2. - Le ou les signataires certifient que :

- a) Le ou les produits dont il sollicite l'homologation est ou sont fabriqués exclusivement par lui, sous son entière responsabilité, dans la ou les usines de, sis(e) à et que la société qu'il (dirige) (gère) (administre) et dont le siège social est à, a la propriété exclusive des dites usines et de leurs dépendances, ainsi que du matériel qui les équipe, ou a la jouissance et l'exploitation exclusives des dites usines, de leurs dépendances et du matériel qui les équipe,
- b) Chacune de ces usines dispose d'un service d'autocontrôle dont les décisions ne relèvent que du (directeur) (gérant) de la (société) (entreprise) susmentionnée.

- c) Ce service d'autocontrôle est équipé des moyens matériels et du personnel compétent nécessaires pour exercer le contrôle de fabrication des produits.

Article 3. - Le ou les signataires s'engagent :

- A joindre à l'appui de chacune de leurs demandes et pour chaque produit présenté un dossier technique,
- A donner toutes facilités aux représentants mandatés par l'Administration pour procéder, dans les ateliers, usines et laboratoires intéressés à la fabrication du produit, aux vérifications nécessaires à l'instruction de toute demande d'homologation et notamment à l'exécution de l'enquête préalable,
- A acquitter à l'Administration le montant des frais définis par l'arrêté relatif aux conditions générales d'homologation des équipements routiers.

Article 4. - Le ou les signataires s'engagent :

- A n'apporter aucune modification à la composition ou aux modalités de fabrication des produits déjà homologués avant d'avoir obtenu l'accord de l'Administration. Le même engagement vaut pour toute demande d'homologation dont le dossier a été déposé,
- A déclarer à l'Administration toute modification apportée postérieurement à l'enquête préalable aux éléments recueillis sur l'un des plans techniques, administratif, juridique ou financier.

Article 5. - Le ou les signataires s'engagent à ne pas mettre en vente, en tant que produit homologué, un produit affecté des mêmes désignations commerciales et marques de fabrique s'il n'est pas conditionné et marqué en conformité aux prescriptions du cahier des charges d'homologation et à la législation en vigueur concernant les mesures d'hygiène et de sécurité.

Article 6. - Le ou les signataires s'engagent à assurer que le service d'autocontrôle :

- Effectue l'autocontrôle prévu à l'arrêté relatif aux conditions générales d'homologation des équipements routiers,
- Soumet les produits aux examens concernant le conditionnement et le marquage,
- Fait prendre les mesures nécessaires en conclusion des vérifications apportées,

- Consigne sous la signature du chef du service d'autocontrôle, les résultats des examens et essais sur des documents tenus à la disposition des représentants de l'Administration.

Article 7. - Le ou les signataires s'engagent :

- A donner toute facilité à l'Administration pour procéder ou faire procéder aux vérifications sur les produits homologués,
- En cas de contestations des résultats des vérifications, à accepter les résultats des contre-épreuves exécutées par un laboratoire agréé par lui-même et l'Administration,
- A assurer dans les meilleurs délais et sur simple demande de l'Administration, le remplacement de toute fourniture que les vérifications auraient révélée non conforme aux spécifications, sous réserve des résultats des contre-épreuves visées ci-dessus,
- A rembourser à l'Administration les dépenses occasionnées, en cas de contestation, par l'exécution des contre-épreuves lorsque les résultats confirment les conclusions défavorables initiales ; les dépenses étant, dans le cas contraire, à la charge de l'Administration.

Lu et approuvé

A.....le.....
(signature)

ANNEXE I.2

DOSSIER TECHNIQUE DU FABRICANT

1. Renseignements généraux sur la société

1.1 - Structure

- Raison sociale :
- Nationalité :
- Capital :
- N° du registre du Commerce ou bien équivalent en cas d'établissement dans un autre état membre de la CEE, ou bien, nom du représentant établi dans la CEE et éléments faisant valoir la représentativité pour les fabricants étrangers non établis dans la CEE,
- Forme juridique de la société,
- Groupe ou Holding (indiquer, le cas échéant, si la société est filiale d'un groupe ou si elle a elle-même des filiales) :
- Siège social (adresse, n° de téléphone, de télex, de télécopie),
- Types de production et localisation des usines de production,
- Effectif du personnel pour l'ensemble de la société :
 - administratif :
 - technique :
- Sous-traitance : noms, adresses et activités respectives des sous-traitants éventuels.

1.2 - Références

- Indiquer, s'il y a lieu, les certificats de qualité obtenus pour d'autres produits que ceux homologués par le Ministère de l'Équipement, du Logement et des Transports. Indiquer le nom de l'organisme certificateur :
- Autres références, le cas échéant :

2. Usine de fabrication des produits faisant l'objet de la demande d'homologation

Remplir un dossier par usine.

- Nom et localisation :
- Activités de l'usine (dont, éventuellement, autres activités que celles faisant l'objet de la demande d'homologation) :
- Superficie (couverte et non couverte) :
- Effectif du personnel :
- Capacité de production :
- Importance du stock et conditions de stockage :
- Matériel de fabrication (type, marque, date d'acquisition, spécificité) :

3. Opérations de contrôle en usine

3.1 Indications générales

- Organisation des contrôles (préciser la méthode retenue et le rattachement de la personne ou du service responsable du contrôle) :
- Nom et qualification de la personne responsable des contrôles :
- Localisation des opérations de contrôle (indiquer, le cas échéant, les essais et contrôles demandés à un fabricant extérieur à l'usine) :

3.2 Méthodes et essais de contrôle

- Contrôle des approvisionnements
nature (matériaux de base, certificats de conformité de fournisseur ou de l'Administration, fréquence)
- Contrôles effectués en cours de fabrication
nature :
fréquence :
- Contrôles réalisés sur les produits finis
nature :
fréquence :

3.3 Résultats de l'autocontrôle consignés dans le document prévu à cet effet

ANNEXE 1.3

DOSSIER TECHNIQUE DU MATÉRIEL

Pour chaque matériel ou gamme de matériel soumis à l'homologation, établir un dossier technique comprenant :

- la désignation et les références,
- l'indication s'il s'agit d'un prototype, d'une série ou d'une présérie,
- si il y a lieu, le nombre d'unités vendues les trois dernières années ainsi que la date d'introduction sur le marché,
- l'identification de toutes les options,
- la documentation technique destinée à l'utilisateur (cf. Article 11),
- le marquage d'identification proposé (cf. Annexe 1.4),
- le procès-verbal de résultats d'essais déjà effectués.

ANNEXE 1.4

MARQUE D'HOMOLOGATION

La marque d'homologation des produits agréés doit figurer sur le produit de façon indélébile et comporter les renseignements suivants :

- le numéro d'homologation du produit (qui inclut la classe),
- l'année de fabrication (les deux derniers chiffres),
- le numéro de fabrication ou de série,

Chaque chiffre ou lettre doit figurer dans un cadre et avoir une hauteur minimale de 10 mm.

marquage type :

numéro d'homologation année de fabrication numéro de série ou de fabrication

ANNEXE II

V O C A B U L A I R E

- Ta ---> Température de l'air ambiant. Mesure effectuée sous abri à une hauteur comprise entre 1,5 et 2 mètres. L'abri doit assurer une protection contre les rayonnements directs, réfléchis ou diffus.
- HR ---> Humidité relative de l'air ambiant. Mesure effectuée dans les mêmes conditions que la mesure de la température de l'air ambiant. En général, les deux capteurs sont placés dans le même abri.
- Td ---> Température du point de rosée. Deux types de mesure sont possibles :
- * Mesure directe (Hygrométrie à point de rosée),
 - * Mesure indirecte déduite de Ta et HR à partir de la relation mathématique entre ces deux paramètres.
- Précipitations Deux approches possibles :
- temporelle :
- Heure, minute, début de la précipitation,
 - Heure, minute, fin de la précipitation.
- quantitative :
- Hauteur (en mm) d'eau tombée par unité de surface :
- (intensité),
- soit sur un intervalle de temps donné
 - soit sur la durée totale de la précipitation.
- Ts ---> Température de la surface du revêtement. Valeur moyenne de la température de la surface du revêtement intégrant les variations dues à la macrotecture.
- Tc ---> Température de congélation ou de changement d'état de la solution aqueuse à la surface du revêtement (quelle que soit la nature des saumures : chlorure, glycol, urée, etc.).

ÉTAT DE SURFACE

-oOo-

- Sec ---> État d'un revêtement routier ne présentant aucune humidité mesurable susceptible de provoquer une variation d'adhérence dans le contact pneu-sol.
- Humide ---> État d'un revêtement routier présentant une humidité continue de faible épaisseur perceptible visuellement et mesurable, entraînant une variation d'adhérence dans le contact pneu-sol.
- Mouillé ---> État d'un revêtement routier présentant une pellicule d'eau continue d'épaisseur moyenne, perceptible visuellement et mesurable, entraînant une variation d'adhérence dans le contact pneu-sol. Cet état correspond à celui observé à la surface d'une chaussée à l'issue d'une précipitation et après drainage naturel sans trafic (drainage d'environ 15 minutes, pente de la surface 2,5%, quantité d'eau d'environ 200 g/m² sur béton bitumineux 0/10 mm). Seuls les lacs intergranulaires sont remplis d'eau.
- Verglacé ---> État d'un revêtement routier présentant une pellicule de glace continue mesurable, entraînant une variation de l'adhérence dans le contact pneu-sol.
- Givré ---> État d'un revêtement routier présentant un dépôt sous forme de granules plus ou moins séparés par des inclusions d'air, perceptibles visuellement et mesurable, entraînant une variation d'adhérence dans le contact pneu-sol.
- Humide et salé ---> État d'un revêtement routier présentant une température de congélation inférieure à 0°C.

NOTA :

Les normes NFP 18-578 décrit un appareil (pendule SRT) qui " permet de déterminer la rugosité d'une surface par frottement à faible vitesse d'un patin de caoutchouc sur cette surface" . Des mesurages comparatifs sur un même échantillon dans des situations données permettent d'apprécier les variations du coefficient de frottement.

ANNEXE III

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Essais généraux en environnement des matériels GAM - EG - 13, première partie, recueil des fascicules d'essais - Délégation générale pour l'armement.
2. INTESPACE
Les essais d'environnement climatiques
3. Normes Françaises
 - 3.1 NFX 60 - 200 - avril 1985
Documents techniques à remettre aux utilisateurs de biens durables à usage industriel et professionnel.
Nomenclature et principes généraux de rédaction et de présentation.
 - 3.2 NFX 60 - 010 - juin 1984
Maintenance - Vocabulaire de maintenance et de gestion des biens durables.
 - 3.3 NFX 07 - 001 - décembre 1984
Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie.
 - 3.4 NFX 06 - 032 - mai 1973
Traitement statistique des données. Détermination d'un intervalle statistique de dispersion.
 - 3.5 NFX 06 - 022 - avril 1983
Sélection du plan d'échantillonnage pour le contrôle par comptage.
 - 3.6 NFX 06 - 041 - septembre 1983. ISO 5725
Fidélité des méthodes d'essai. Détermination de la répétabilité et de la reproductibilité par essais interlaboratoire.

3.7 NFX 06 - 026 - juin 1987

Contrôle par comptage de la proportion d'individus conformes ou du nombre moyen de non conformités par unité.

3.8 NFP 98 - 253 - 1 - juillet 1991

Déformation permanente des mélanges hydrocarbonés
Partie 1 : Essai d'ornièrage.

3.9 NF C 42 - 330 - juin 1983

Résistances thermométriques en platine - Table de référence et tolérances

3.10 NF ISO 8044 - décembre 1991

Corrosion des métaux et alliages - vocabulaire.

3.11 NF ISO 9227 - décembre 1991

Essais de corrosion en atmosphères artificielles - Essais aux brouillards salins.

3.12 NF ISO 1384 - mars 1988

Essais de corrosion en atmosphères artificielles - Prescriptions générales.

3.13 NF C 20 - 010 - octobre 1986

Classification des degrés de protection procurée par les enveloppes.

ANNEXE IV
F I G U R E S

Document issu d'un Groupe de Travail : M.E.L.T. - Utilisateurs -
Fabricants

Animateur : M. MUNOZ
SERMO ÉLECTRONIQUE

Serétariat Technique :
M. LIVET
CETE de l'EST / D6