



LCIE

CAHIER DES CHARGES

DE LA MARQUE

NF ELECTRICITE PERFORMANCE

N°LCIE 103-16/A

RADIATEURS DYNAMIQUES

Préambule

Ce document définit les critères minimaux auxquels doivent répondre les radiateurs dynamiques électriques pour obtenir la Marque NF ELECTRICITE PERFORMANCE

Sommaire

1. Domaine d'application	
1.1. Terminologie	page 3
1.2. Détermination de la puissance de l'appareil	page 3
2. Prescriptions générales pour l'obtention de la Marque NF Electricité Performance	page 3
2.1. Composants faisant partie de l'appareil de chauffage	page 4
2.2. Définitions des fonctions accessibles à l'utilisateur	page 4
2.3. Fiabilité, Sécurité	page 5
2.4. Précision de l'affichage de la consigne à 19°C	page 6
2.5. Affichage des températures de consigne en °C	page 6
2.6. Remise automatique à l'état initial	page 6
2.7. Indicateur comportemental	page 6
2.8. Détection d'ouverture / fermeture de fenêtre	page 7
2.9. Détection de présence / absence	page 7
3. Exigences	page 8
3.1. Détermination du coefficient d'aptitude et de la variation temporelle	page 9
• Annexe 1 : Méthodes de mesure	page 11
• Annexe 2 : Mesure de température d'air	page 13
• Annexe 3 : Calibres d'essai	page 15
• Annexe 4 : Spécifications des signaux et des récepteurs commandés par fil pilote	page 16
• Annexe 5 : Zones de mesure	page 27
• Annexe 6 : Protocole d'essai : mesure de la puissance totale (hydraulique + électrique) (P _t) de l'appareil	page 28
• Annexe 7 : Protocole d'essai : détection d'ouverture / fermeture de fenêtre	page 30
• Annexe 8 : Protocole d'essai : détection de présence / absence	page 32
• Annexe 9 : Ordre et séquences des essais	page 36
• Annexe 10 : Détermination de la stabilisation	page 37

Liste des normes à appliquer

EN 60335-2-30 (NF EN 60335-2-30)	Sécurité des appareils électrodomestiques et analogues; partie 2 : Règles particulières pour les appareils de chauffage des locaux
EN 60335-2-40 (NF EN 60335-2-40)	Sécurité des appareils électrodomestiques et analogues; partie 2 : Règles particulières pour les pompes à chaleur, les climatiseurs et les déshumidificateurs
EN 61032 (NF EN 61032)	Protection des personnes et des matériels par les enveloppes
EN 60675	Appareils électrodomestiques de chauffage à action directe: Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction

Date

Mise en application du cahier des charges LCIE 103-16 / A	1 ^{er} mars 2013
---	---------------------------

1 - DOMAINE D'APPLICATION

Ce cahier des charges s'applique aux radiateurs dynamiques électriques si l'apport en chaleur dans la pièce par l'appareil est régulé par un thermostat d'ambiance tel que définit au § 2.1.2

Ces appareils doivent être de classe d'isolation électrique II selon la norme de sécurité applicable.

Ce cahier des charges définit des exigences générales ainsi que des exigences particulières adaptées au type d'appareils à laquelle appartient l'appareil de chauffage des locaux concerné.

1.1. Terminologie

Un radiateur dynamique est un appareil dans lequel l'air est évacué par convection forcée au travers d'une ou plusieurs bouches de sortie d'air. La majorité de sa puissance est une puissance hydraulique provenant d'un échange calorifique entre l'air ambiant et un fluide provenant d'un générateur extérieur à l'appareil.

Les appareils couverts par ce cahier des charges possèdent un appoint électrique embarqué compris entre 20 et 40% de la puissance hydraulique de l'appareil.

Dans les conditions d'essais du cahier des charges, (valeur moyenne de l'eau chauffée de $35^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$, avec un écart sur les valeurs individuelles de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ autour de 35°C), la puissance totale (hydraulique + électrique) de l'appareil est comprise entre 300 et 2000 W incluse.

1.2. Détermination de la puissance de l'appareil

L'essai est réalisé conformément au protocole défini en annexe 6.

2 - PRESCRIPTIONS GENERALES POUR L'OBTENTION DE LA MARQUE NF ELECTRICITE PERFORMANCE

L'obtention de la marque NF ELECTRICITE PERFORMANCE oblige à se conformer aux normes en vigueur exigées pour l'attribution de la marque NF Electricité (EN 60335-2-30 et EN 60335-2-40) et aux caractéristiques d'aptitude à la fonction de la norme EN 60675 auxquelles il convient d'ajouter les prescriptions générales et particulières décrites ci-après.

2.1. Composants faisant partie de l'appareil de chauffage

2.1.1 Dispositif de coupure de la convection forcée & chauffage électrique



Excepté pour la catégorie  ce dispositif est obligatoire et doit être séparé de l'organe de réglage de la température d'ambiance. Il doit couper au moins la convection forcée et le chauffage électrique et être qualifié 10 000 manœuvres.

2.1.2. Thermostat d'ambiance

Le thermostat, sensible à la température ambiante et réglable par l'utilisateur, dont au moins la partie sensible est incorporée à l'appareil, doit assurer les fonctions précisées au paragraphe 2.2 en fonction de la catégorie des produits

En outre, il assure la coupure et l'enclenchement des fonctions régulées du circuit de convection forcée et de chauffage électrique au zéro de tension et sa position maximale de température de consigne ne doit pas dépasser 30°C.

2.1.3 Echangeur hydraulique et élément chauffant électrique

L'appareil est constitué :

- d'un ou plusieurs échangeur(s) hydraulique(s) dont la puissance est échangée par convection forcée à l'aide d'un ventilateur (turbine + moteur). Les essais sont réalisés à partir d'une seule entrée d'eau et d'une seule sortie d'eau, en raccordant si nécessaire toutes les entrées entre elles et toutes les sorties entre elles.
- d'un ou plusieurs corps de chauffe secondaire(s) composé(s) d'un élément chauffant électrique.

Ces constituants sont intégrés à l'appareil. Ils sont strictement indépendants et physiquement séparés les uns des autres.

La puissance assignée du corps de chauffe secondaire ne doit pas dépasser 40% de la puissance hydraulique mesurée à une température de 35°C ± 0,2°C, Δt de 5°C ± 0,3°C (valeurs moyennes mesurées sur 60 min, avec un écart sur les valeurs individuelles de ± 0,5°C).

2.1.4 Câble d'alimentation

L'appareil doit être équipé d'un câble d'alimentation comprenant un conducteur de phase, un conducteur de neutre et un fil pilote. Seul le fil pilote doit être de couleur noire.

2.2. Définitions des fonctions accessibles à l'utilisateur

La commande des fonctions définies ci-dessous peut être assurée par différents dispositifs (fil pilote, infrarouge, courant porteur, radio ...) ; l'appareil doit être muni d'un fil pilote dont les caractéristiques sont décrites en annexe 4.

2.2.1. Fonction « Confort »

La fonction « confort » est caractérisée par des exigences d'amplitude et de dérive définies par catégorie de performance.

La valeur de consigne de l'appareil doit être réglée à une température de 19°C.

Lors de l'essai, après chaque stabilisation (durée minimale de 2h) d'une variation du climat extérieur, la régulation de l'appareil doit se stabiliser en moins de 12h, après mise à température de la salle bi-climatique et de la boucle d'eau.

Une stabilisation à ± 0,1°C près doit être obtenue lors de la dernière heure d'essais. La stabilisation est déterminée en Annexe 10.

2.2.2. Fonctions « Abaissement »

Ces fonctions doivent être vérifiées à partir d'un rapport d'énergie compris entre 70 et 90% de la puissance totale (hydraulique + électrique).

Pour chaque essai d'abaissement, la température intérieure doit se stabiliser en moins de 12h.

- 2.2.2.1 ; abaissement « 1K »
La valeur de l'abaissement doit être de $1K \pm 0,5 K$, en régime stabilisé ; l'ordre d'abaissement doit être effectué par le fil pilote.
- 2.2.2.2 ; abaissement « 2K »
La valeur de l'abaissement doit être de $2K \pm 0,5 K$, en régime stabilisé ; l'ordre d'abaissement doit être effectué par le fil pilote.
- 2.2.2.3 Abaissement « 3.5K » :
La valeur de l'abaissement doit être de $3,5K \pm 0,5 K$, en régime stabilisé ; l'ordre d'abaissement doit être effectué par le fil pilote.

La position d'abaissement de $3,5K \pm 0,5K$ doit être repérée ou préréglée.

2.2.3. Fonction « Hors gel »

La température extérieure est réglée de façon à permettre le cyclage de la fonction hors gel.

Après activation de la fonction « Hors gel » et à stabilisation, l'appareil ne doit pas, de par sa régulation, faire appel à l'élément chauffant électrique.

En régime stabilisé, la fonction Hors Gel doit assurer la température de $7^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$.

2.2.4. Vérification de la température à la consigne maximale et de la température après abaissement à la position abaissement « 3,5 K »

Le thermostat de l'appareil est positionné à sa valeur maximale de consigne et le climat extérieur est réglé pour obtenir un taux de marche de $20\% \pm 5\%$. Le thermostat doit cycliser avant que la température de la pièce n'atteigne 35°C . L'essai est effectué en chambre bi-climatique, sans renouvellement d'air et quelle que soit la température du climat froid.

A partir de cette température la fonction abaissement « 3,5 K » est activée le climat extérieur est réglée pour un taux de marche de $80\% \pm 5\%$; doit toujours être inférieure à 19°C (valeur de consigne « confort ») + 1°C après stabilisation. La valeur est vérifiée à partir de la position maximale de consigne en mode « confort ».

2.2.5. Fonction arrêt « convection forcée & chauffage électrique »

Cette fonction doit être indépendante de l'organe de réglage de la température ambiante.

2.3. Fiabilité - Sécurité

2.3.1. Protection contre les chocs électriques et thermiques

La prévention contre les dangers d'accessibilité au travers de l'enveloppe sur l'appareil installé conformément aux recommandations du fabricant, est assurée par les vérifications suivantes :

- la non-accessibilité aux parties actives au moyen du calibre appelé « calibre canadien » ($d = 6,4 \text{ mm}$, $l = 102 \text{ mm}$), à appliquer sans force appréciable. Ce calibre est décrit figure 3, annexe 3.
- la non-accessibilité aux éléments chauffants au moyen du calibre d'essai type « doigt rigide » ($d = 12 \text{ mm}$), à appliquer sans force appréciable. Ce calibre est décrit figure 2, annexe 3.

2.3.2. Echauffements de sortie d'air

A partir de l'essai décrit à l'article 8 de l'annexe 1, on vérifie que les valeurs des échauffements de sortie d'air ne dépassent pas les valeurs requises au paragraphe 3 pour chaque type d'appareil.

L'essai est effectué, l'appareil fonctionnant avec ses corps de chauffe hydrauliques et électriques à température maximale d'eau déclarée par le fabricant.

2.3.3. Echauffements des surfaces extérieures

A partir de l'essai décrit à l'article 8 de l'annexe 1, on vérifie que les échauffements des surfaces extérieures sont inférieurs aux valeurs requises au paragraphe 3.

2.3.4. Endurance de l'(des) élément(s) chauffant(s) électrique(s)

L'endurance est vérifiée sur l'appareil complet le plus puissant de la gamme selon l'essai défini ci-après, pendant 2500 cycles.

Les cycles sont réglés de telle sorte que l'(les) élément(s) chauffant(s) alimenté(s) sous 400 V fonctionne(nt) entre deux niveaux de température appelés T1 et T2, exprimés en °C et tels que $T2 = 0.75 \times T1$.

La valeur de T1 est préalablement déterminée par une sonde placée au point le plus chaud de l'élément chauffant (ou du corps de chauffe), l'appareil étant alimenté sous 244 V jusqu'à stabilisation thermique. En cas d'impossibilité d'effectuer la mesure décrite ci-dessus, il sera pris une image thermique représentative de la température de l'élément chauffant.

Au cas où la méthode décrite ci-dessus ne pourrait être appliquée, l'essai sera alors réalisé de la façon suivante : l'élément chauffant est mis en fonctionnement pendant 1500 cycles de 30 minutes à $1,27 P_n$, suivies de 30 minutes d'arrêt.

Résultats à obtenir :

- la conformité à l'article 13 *du corps de chauffe* (Courant de fuite et rigidité diélectrique à la température de régime) de la norme de sécurité en vigueur est requise.
- la puissance à l'issue de l'essai ne doit pas différer de $\pm 5\%$ de la puissance mesurée avant l'essai.

2.3.5. Endurance du système de ventilation forcée

L'endurance est vérifiée sur le ventilateur le plus puissant de la gamme d'appareils pendant 25 000 cycles « marche-arrêt ».

L'appareil le plus puissant de la gamme est mis en fonctionnement à P_n pendant 25 000 cycles de 30 secondes suivies de 30 secondes d'arrêt.

Après cet essai l'appareil doit pouvoir fonctionner pendant 1 heure.

2.4 Précision de l'affichage de la consigne à 19°C

Le réglage de la consigne adéquate, à un taux de marche (T_m) $50\% \pm 5\%$, doit correspondre à une température de $19^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$.

2.5 Affichage des températures de consigne en °C

Cet affichage doit permettre d'informer l'utilisateur de la valeur de consigne sélectionnée par pas maximum de 1°C . La présence de cet affichage sur l'appareil est vérifiée.

2.6 Remise automatique à l'état initial

Fonction accessible à l'utilisateur via le boîtier de commande de l'appareil, permettant, à minima, un retour au réglage « confort 19°C » et dans le cadre d'un abaissement réglable à un l'abaissement de $3,5\text{K} \pm 0,5\text{K}$.

2.7 Indicateur comportemental

Cet indicateur permet de sensibiliser l'utilisateur, à minima, lors du réglage manuel de la température de consigne de la fonction « confort », par une information visuelle du risque de surconsommation d'énergie.

Cette indication lors du réglage manuel de la température de consigne de la fonction « confort » s'effectue, à minima, par 3 niveaux représentés par des couleurs permettant de distinguer $T \leq 19^{\circ}\text{C}$; couleur verte et $T > 24^{\circ}\text{C}$; couleur rouge.

Entre 19°C et 24°C , l'indication s'effectue par une ou des nuances de jaune-orange.

2.8 Détection d'ouverture / fermeture de fenêtre

2.8.1 Détection d'ouverture de fenêtre

Ce dispositif obligatoirement intégré à l'appareil et autonome est destiné à réduire la consommation d'énergie liée à l'ouverture d'un ouvrant donnant sur un milieu plus froid, l'appareil étant en mode confort.

Il permet de détecter, de façon automatique, une chute de la température ambiante de la pièce où est installé l'appareil et de placer celui-ci en modes arrêt ou hors-gel.

La durée de l'arrêt de fonctionnement de l'appareil après détection de l'ouverture de fenêtre ne peut pas être temporisée.

La vérification de la détection d'ouverture de l'ouvrant est effectuée selon les modalités définies dans le protocole d'essai : voir Annexe 7.

Les conditions d'installation (positionnement de l'appareil dans la pièce, par rapport au mobilier,...) permettant au dispositif de détection d'ouverture de l'ouvrant de détecter réellement une ouverture d'un ouvrant doivent être clairement indiquées dans la notice de l'appareil.

2.8.2 Détection de fermeture de fenêtre

Lorsque ce dispositif existe, il doit obligatoirement être intégré à l'appareil et autonome. Il est destiné à sortir du mode arrêt ou hors gel déclenché par l'ouverture d'un ouvrant sur un climat froid.

Il permet de détecter, de façon automatique une augmentation de la température ambiante de la pièce où est installé l'appareil consécutive à la fermeture d'un ouvrant et de placer celui-ci dans le mode de fonctionnement présent avant la détection d'ouverture.

La vérification de la détection de fermeture de l'ouvrant est effectuée selon les modalités définies dans le protocole d'essai : voir Annexe 7.

Les conditions d'installation (positionnement de l'appareil dans la pièce, par rapport au mobilier,...) permettant au dispositif de détection d'ouverture/fermeture de l'ouvrant de détecter réellement une ouverture d'un ouvrant doivent être clairement indiquées dans la notice de l'appareil.

2.9 Détection de présence / absence

Ce dispositif obligatoirement intégré à l'appareil et autonome est destiné à réduire la consommation d'énergie en l'absence prolongée de l'utilisateur, alors que l'appareil était réglé ou programmé en mode confort.

La vérification de la détection de présence/absence est effectuée selon les modalités définies dans le protocole d'essai : voir Annexe 8.

Les conditions d'installation (positionnement de l'appareil dans la pièce, par rapport au mobilier,...) permettant au dispositif de détection de présence/absence de détecter réellement une présence/absence doivent être clairement indiquées dans la notice de l'appareil.

3 - EXIGENCES

La notion « Si déclaré » mentionnée dans le tableau ci-dessous est relative à une indication présente obligatoirement dans la notice et entraîne les essais correspondants. Une mention sur le conditionnement impose la présence de cette indication dans la notice.

Les catégories sont nommées :

-  1 étoile
-  2 étoiles
-  3 étoiles
-  3 étoiles-oeil

Prescriptions complémentaires	Catégorie de Performance			
				
Présence de résistance à fil nu	non	non	non	non
Degré de protection minimal des enveloppes	IP 24	IP 24	IP 24	IP 24
Dérive maximale	2,5 K	2,5 K	1, 5 K	1,5 K
Amplitude maximale	1,5 K	1 K	0,5 K	0,5 K
Fonction confort	P	P	P	P
Fonction abaissement ¹⁾	P	P	P	P
Fonction hors gel	NA	P	P	P
Fonction arrêt « convection forcée & chauffage électrique »	NA	P	P	P
Chocs électriques et thermiques	A	A	A	A
Echauffement de sortie d'air, lorsqu'elles sont matérialisées max. 100 K - moyen 70 K	A	A	A	A
Echauffement des surfaces extérieures max. 85 K à 1.15 Pn	A	A	A	A
Endurance de l'élément chauffant électrique	NA	A	A	A
Endurance du ventilateur	NA	NA	A	A
Affichage des températures de consigne en °C	NA	NA	A	A
Indicateur comportemental	NA	NA	A	A
Détection ouverture	Si déclaré	Si déclaré	A	A
Détection de fermeture	Si déclaré	Si déclaré	Si déclaré	Si déclaré
Détection présence / absence	Si déclaré	Si déclaré	Si déclaré	A
Remise automatique à l'état initial	Si déclaré	Si déclaré	A	A
Dispersion surfacique maximale des températures ²⁾	35 K	30K	25K	25K
Température moyenne minimale de la surface active ³⁾	25K	25K	25K	25K
Limitation de la consigne Confort à 30°C	NA	NA	A	A
Limitation de la consigne Eco à 19°C	NA	NA	A	A
Précision de l'affichage de la consigne à 19°C	NA	NA	A	A

P = Fonctions obligatoires devant pouvoir être programmées

A = exigences applicables

NA = exigences non applicables

1) Pour la catégorie  : vérification de l'abaissement 3,5K

Pour les catégories ,  et  : vérification des abaisssements 1K, 2K et 3,5 K

2) Pour les mesures de dispersion surfacique de la température, la surface d'encombrement de la face avant de l'appareil est prise en considération.

Un maillage visant à définir les zones de mesure est réalisé en « divisant » en 1/16^{ème} la hauteur et la largeur maximales de cette surface.

Pour les mesures, seule la surface hors ouverture est prise en compte. Neuf zones de mesure sont définies (voir figures ci-jointes en annexe 5).

Dans chacune de ces neuf zones et en tous points accessibles au calibre conique représenté sur la figure 1 annexe 3, le thermocouple est placé au centre de chaque zone.

Dans le cas où une zone ne serait pas en regard de matière, du fait de la géométrie de l'appareil, la mesure est effectuée sur le point le plus proche.

Les mesures sont effectuées en chambre bi-climatique, aux taux de marche compris entre 30 et 35%, et 75 et 85%, pendant l'essai d'aptitude à la fonction (paragraphe 2.2.1).

3) Pour les mesures de température moyenne minimale de la surface active, la surface d'encombrement de la face avant de l'appareil est prise en considération.

Un maillage visant à définir les zones de mesure est réalisé en « divisant » en 1/16^{ème} la hauteur et la largeur maximales de cette surface.

Pour les mesures, seule la surface hors ouverture est prise en compte. Neuf zones de mesure sont définies (voir figures ci-jointes en annexe 5).

Dans chacune de ces neuf zones et en tous points accessibles au calibre conique représenté sur la figure 1 annexe 3, le thermocouple est placé au centre de chaque zone.

Dans le cas où une zone ne serait pas en regard de matière, du fait de la géométrie de l'appareil, la mesure est effectuée sur le point le plus proche.

Les mesures sont effectuées à 100% de la puissance totale (hydraulique+ électrique).

Il est vérifié que l'amplitude à chaque fin de palier (20%, 50%, et 80% de taux de marche) est inférieure ou égale à la valeur prescrite. La valeur retenue pour le calcul du CA est celle mesurée à 50% de taux de marche.

3.1 Détermination du coefficient d'aptitude CA et de la variation temporelle utilisable dans le cadre de la Réglementation Thermique

L'essai se réalise en enceinte bi-climatique à l'aide des courbes de déperdition de la salle utilisée.

Pendant cet essai l'appareil est alimenté à une température d'eau égale et au débit égal à ceux utilisés pour déterminer la puissance totale (hydraulique + électrique) (P_t) du produit.

Cette valeur est déterminée selon la formule suivante :

$$CA = \frac{\frac{DM}{2} + AM}{2}$$

avec :

DM= moyenne des valeurs de dérive calculée à partir des résultats individuels obtenus lors des essais de certification de l'ensemble des produits d'une gamme déclarée et définie par le demandeur.

AM= moyenne des valeurs d'amplitude calculée à partir des résultats individuels obtenus lors des essais de certification de l'ensemble des produits d'une gamme déclarée et définie par le demandeur.

Elle ne peut être définie que dans le cadre de la certification NF ELECTRICITE Performance Catégories



Les valeurs de CA pour chaque puissance doivent être annoncées avec uniquement 2 chiffres après la virgule (si le 2^{ème} chiffre est un 0 il doit également être indiqué). Les valeurs de CA pour chaque puissance sont arrondies et le calcul du CA moyen se fait sur cette base.

La valeur de CA est arrondie au 0,01 le plus proche (exemple 0,263 => 0,26 / 0,228 => 0,23)

Cette valeur certifiée est représentative de la valeur de variation temporelle de température en mode chauffage « $\delta\Theta_{vtch}$ » utilisée par la méthode de calcul réglementaire Th-CE en vigueur.

Dans ce cadre, l'équivalence entre la variation temporelle pour les radiateurs dynamiques à thermostat intégré ($\delta\Theta_{vtch}$) certifié et le Coefficient d'Aptitude tel que défini dans le présent cahier des charges est la suivante :

$$\delta\Theta_{vtch} = 1,44 \times \text{Coefficient d'Aptitude}$$

La valeur certifiée du coefficient d'aptitude CA ainsi que la valeur de la variation temporelle figurent dans le rapport d'essai et sur la licence de la gamme.

ANNEXE 1

METHODES DE MESURE

Les méthodes de mesure sont décrites dans la norme EN 60675 qui est applicable avec les modifications suivantes :

Article 6: Conditions générales d'exécution des essais

La température du local d'essai doit être de $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Article 7: Dimensions, masse et moyens de raccordement au réseau d'alimentation

L'essai est réalisé selon les modalités de l'article 7 de la norme EN 60675.

Article 8: Echauffement de surface

Remplacer l'article par:

Les échauffements des surfaces sont déterminés au moyen de la sonde décrite à la figure 2 (NF EN 60675) après un temps de stabilisation d'une heure minimum dans une enceinte où l'on maintient la température ambiante à $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, le thermostat de l'appareil étant placé en position maximum.

L'appareil aura préalablement été déverminé par un fonctionnement pendant 24 heures selon des cycles de 1h de marche / 1h d'arrêt.

Les mesures sont effectuées sur toutes les parois visibles de l'appareil, en tout point accessible au calibre conique représenté sur la figure 2 annexe 3.

Le point le plus chaud sera déterminé à l'aide de tous moyens thermiques appropriés.

La sonde est appliquée sur la surface avec une force de $4\text{N} \pm 1\text{N}$ de façon à assurer le meilleur contact possible.

Article 9: Echauffement des surfaces autour de l'appareil

L'essai est réalisé selon les modalités de l'article 9 de la norme EN 60675.

Article 10: Temps de mise en régime de l'appareil

L'essai est réalisé selon les modalités de l'article 10 de la norme EN 60675.

Article 11: Stabilité de la température ambiante

Supprimer le paragraphe 11.2.

Paragraphe 11.1 : remplacer dans le 4^{ème} alinéa, 150 W par 100 W.

Article 12: Abaissement

L'essai est réalisé selon les modalités de l'article 2.2.2 du présent cahier des charges.

Article 13: Température hors-gel

L'essai est réalisé selon les modalités de l'article 2.2.3 du présent cahier des charges.

Article 14: Courant d'appel

L'essai est réalisé selon les modalités de l'article 14 de la norme EN 60675.

Article 15: Effet du rayonnement

L'essai est réalisé selon les modalités de l'article 15 de la norme EN 60675.

Article 16: Mesure de la puissance utile

La puissance utile est considérée à une température d'eau d'entrée à 35°C comme étant égale à la puissance totale (hydraulique + électrique) (P_t) : voir annexe 6.

Annexe A: Enceinte climatique.

Afin d'adapter les déperditions thermiques de l'enceinte climatique à la puissance de l'appareil à tester, l'annexe A "Enceinte climatique" sera amendée comme suit :

- Remplacer le troisième alinéa par :

Dans le mur extérieur se trouve un vitrage d'au moins 3 m x 1,5 m ayant un coefficient de transmission thermique ne dépassant pas 6 W/m².K (un simple vitrage d'épaisseur 8 mm est considéré comme satisfaisant). Le mur sous la fenêtre a une hauteur d'au moins 0,8 m et un coefficient de transmission thermique moyen ne dépassant pas 0,7 W/m².K. Le reste du mur extérieur a un coefficient de transmission thermique ne dépassant pas 1 W/m².K. Les autres parois et le plafond ont un coefficient de transmission thermique ne dépassant pas 0,6 W/m².K.

Le sol de 40 cm minimum d'épaisseur est constitué d'une dalle de béton sur une assise telle que l'ensemble soit quasi-adiabatique.

- Remplacer la première phrase du quatrième alinéa par :
De l'air froid provenant de la chambre de réfrigération est fourni à la chambre d'essai au travers d'au moins deux entrées d'air placées symétriquement au-dessus du vitrage.
- Remplacer le cinquième alinéa par :
L'échange d'air entre la chambre de réfrigération et la chambre d'essai est de:
1 volume de la chambre d'essai par heure pour les appareils de puissance assignée inférieure ou égale à 1000 W
4 volumes de la chambre d'essai par heure pour les appareils de puissance assignée supérieure à 1000 W

Annexe 2

Mesure de température d'air

1 Enceinte d'essai

L'essai est effectué dans une enceinte fermée sur 5 faces (face avant ouverte) placée dans une salle suffisamment grande.

Les caractéristiques de cette enceinte sont les suivantes :

- elle est constituée de parois isolantes de 20 mm d'épaisseur,
- les 3 parois verticales et el plafond sont peints en noir mat,
- le sol est recouvert d'un revêtement plastique de faible épaisseur,
- les dimensions sont les suivantes :
- largeur au moins égale à la plus grande des valeurs suivantes : 150 cm, ou largeur de l'appareil augmentée de 100 cm (50 cm de chaque côté de l'appareil),
- profondeur : 200 cm,
- hauteur : 230cm.
- elle est surélevée par rapport au sol de 30 cm, éloignée du plafond de 10 cm, éloignée de toute autre paroi de 20 cm.

L'appareil à l'essai est placé au centre sur la paroi du fond et conformément aux instructions du fabricant.

La température de l'enceinte, mesurée en avant de l'appareil, à 1,50 m de la paroi supportant l'appareil, dans un plan médian de l'appareil et à 1,50 m du sol, doit être maintenue à $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ et dot être enregistrée.

Cette température est considérée comme étant la température ambiante de référence.

La précision sur la mesure de la température ambiante est de 0,5 K.

2 Dispositif de mesure de la température

L'échauffement de l'air au niveau du plan de la grille est mesuré et enregistré.

La mesure est effectuée à l'aide d'un dispositif de prise de température placé à une distance de 2 mm à 3 mm du plan de la grille et se déplaçant à une vitesse de $0,7 \text{ mm/s} \pm 5 \%$ le long d'une ligne de mesure suivant l'axe longitudinal de l'appareil.

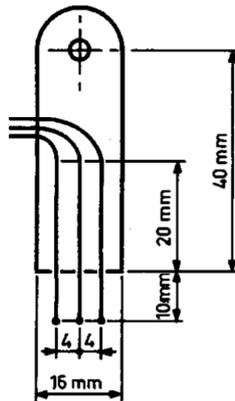
Le dispositif de mesure est déplacé sur tout le plan de la grille, le long de lignes distantes de 12 mm.

En vue de pouvoir comparer les diagrammes obtenus, le balayage de la grille est toujours effectué de la gauche vers la droite, toujours dans le même sens, en partant sur les grilles verticales, de bas en haut, et sur les grilles horizontales, de l'avant vers l'arrière.

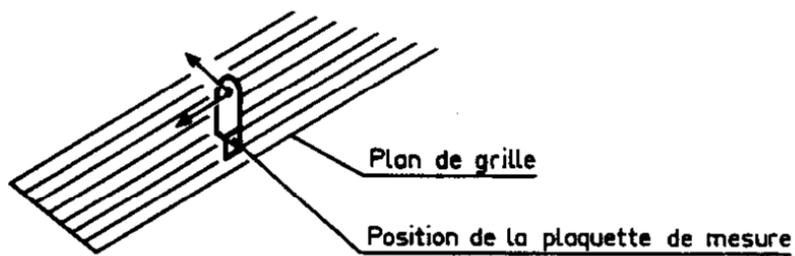
Le dispositif de prise de température est constitué comme suit :

3 thermocouples blindés, de 0,2 mm de diamètre, dont le couple est soudé au bout d'une gaine en acier inoxydable de 1 mm de diamètre, sont placés à 4 mm les uns des autres et fixés sur un support isolant. Le support est fixé au dispositif d'entraînement en réservant une longueur libre de 100 mm.

La température instantanée retenue est la moyenne des valeurs de températures instantanées relevées par les thermocouples.



Le plan de la plaquette support doit être, lors de la mesure des températures, perpendiculaire au plan de grille.



3 Appareillage

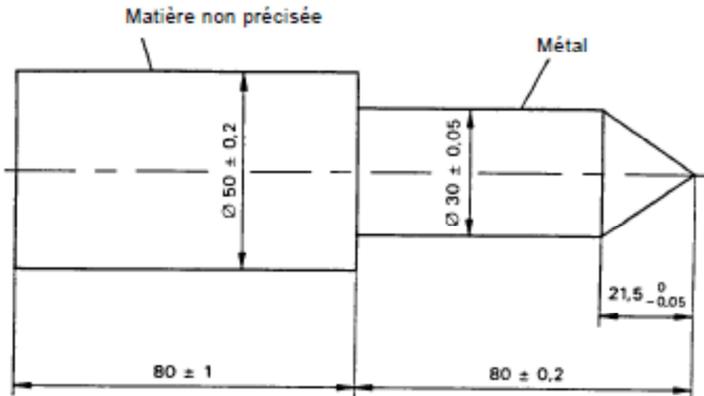
Le déplacement du dispositif de prise de la température doit s'effectuer en continu de façon automatique.

Le maintien en position et le déplacement du dispositif de prise de température sont assurés par un support mobile solidaire d'un appareillage assurant son déplacement. La forme du support et de l'appareillage ne doit pas perturber le flux d'air, et aucun élément de l'appareillage ne doit se trouver dans le volume enveloppe.

ANNEXE 3

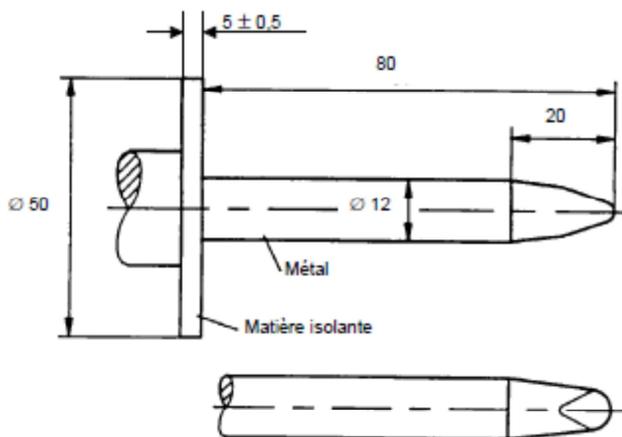
Calibres d'essai

Figure n°1 : Calibre d'accès aux parties chaudes ou rayonnantes



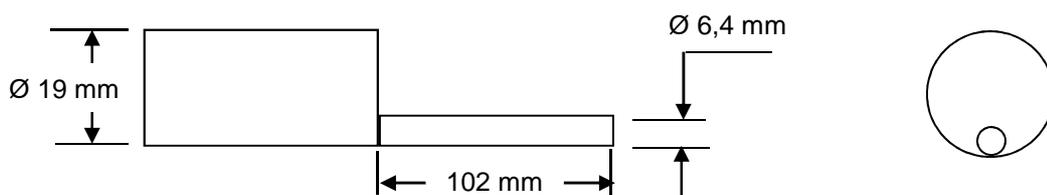
Dimensions en millimètres

Figure n°2 : Calibre d'accès aux parties actives ou mécaniques dangereuses



Dimensions en millimètres

Figure n°3 : Calibre canadien



ANNEXE 4

SPECIFICATIONS DES SIGNAUX ET DES RECEPTEURS COMMANDES PAR FIL PILOTE



RECOMMANDATION PROFESSIONNELLE :

SURETE DE FONCTIONNEMENT DES SYSTEMES A FIL PILOTE

Cette recommandation professionnelle précise les principales caractéristiques des systèmes à fil pilote largement utilisés dans le secteur résidentiel pour la conduite de chauffage électrique.

Son objectif est d'assurer l'interopérabilité des différents composants du système : convecteurs ou panneaux rayonnants à thermostat électronique, programmeurs, délesteurs, ...

La présente recommandation a été élaborée d'un commun accord par les acteurs du chauffage électrique, fabricants de convecteurs, de thermostats, de programmeurs et distributeur d'énergie, tous soucieux de garantir le bon fonctionnement des produits à fil pilote.

SPECIFICATION DES EMETTEURS ET DES RECEPTEURS COMMANDES PAR FIL PILOTE

SOMMAIRE

1 Préambule	18
2 Définition du fil pilote	18
3 Nature des signaux véhiculés.....	18
4 Schéma de principe du fil pilote	19
5. Emetteurs du signal fil pilote.....	19
5.1 Seuils de tension.....	19
5.2 Impédance	19
5.3 Caractéristiques spécifiées.....	19
6 Récepteurs.....	20
6.1 Seuils de détection des signaux à 50 Hz.....	20
6.2 Impédance d'entrée	20
7 Principe de codage du fil pilote	20
7.1 Définition des six ordres.....	20
7.2 Codage des ordres Abaissement de 1 K et Abaissement de 2 K.....	20
Annexe 1.....	22
Annexe 2.....	23
Annexe 3.....	24

1 PREAMBULE

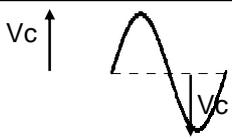
Ce document a pour objectif de caractériser les signaux fil pilote reçus par les récepteurs à régulations électroniques et émis par les émetteurs.

2 DEFINITION DU FIL PILOTE

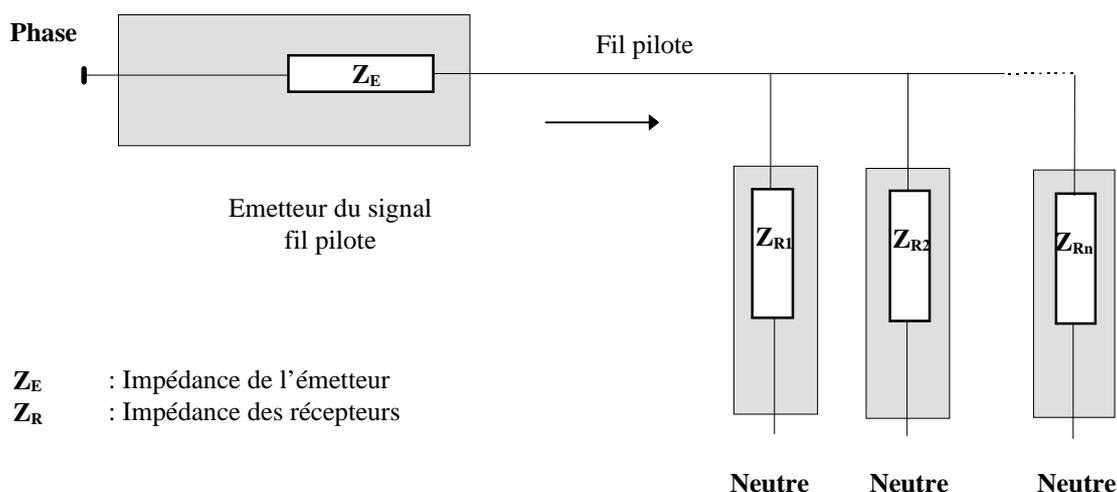
Le fil pilote est un dispositif de commande unidirectionnel sans adressage permettant de véhiculer un nombre limité d'informations entre des appareils appelés émetteurs et des appareils appelés récepteurs. Ces informations permettent, par exemple, la commande des appareils de chauffage. Pour cette dernière application, le fil pilote est dédié.

3 NATURE DES SIGNAUX VEHICULES

Les signaux émis sont issus de la tension secteur 50 Hz et référencés au neutre. Ils sont construits à partir des quatre signaux élémentaires suivants :

Numéro du signal	nature des signaux présents sur le fil pilote	commentaires
1	aucun signal	
2		Valeur crête : $V_c > 250 \text{ V}$
3		Valeur crête : $V_c > 250 \text{ V}$
4		Valeur crête : $V_c > 250 \text{ V}$

4 SCHEMA DE PRINCIPE DU FIL PILOTE



5. EMETTEURS DU SIGNAL FIL PILOTE

5.1 Seuils de tension

Les émetteurs doivent produire des signaux en forme d'onde et en valeur compatibles avec ceux reconnus par les récepteurs. Les seuils de tension correspondant aux différents signaux figurent en annexe 1.

5.2 Impédance

L'impédance de l'émetteur du fil pilote est fonction du nombre de récepteurs raccordés et de la limite basse de la fourniture de la tension du réseau.

Si on considère, à titre d'exemple, le cas extrême où la tension du secteur est minimum (soit 276 V crête) et une valeur d'impédance des récepteurs défavorable (10 récepteurs en parallèle d'impédance 100 k Ω , soit 10 k Ω). L'impédance de l'émetteur forme un pont diviseur avec l'impédance des récepteurs. Pour obtenir 250 V crête aux bornes du récepteur, l'impédance de l'émetteur doit être inférieure à 1 k Ω .

5.3 Caractéristiques spécifiées

Les caractéristiques suivantes devront être précisées dans la documentation technique du constructeur, dans la notice ou sur le produit :

- courant maximal disponible par sortie de l'émetteur,
- nombre maximal de récepteurs fil pilote pouvant être raccordés à une sortie de l'émetteur, déterminé sur la base d'une impédance de récepteur de 100 k Ω .

6 RECEPTEURS

6.1 Seuils de détection des signaux à 50 Hz

La courbe, figurant en annexe 1, définit les zones à l'intérieur desquelles les signaux doivent être détectés.

Les signaux fil pilote de valeur crête supérieure à 250 V (zone ② de la courbe) doivent être correctement détectés et décodés (voir chapitre 7)

Tout signal de valeur crête, inférieure aux valeurs maximales définies par la zone ① de la courbe, doit être interprété comme une absence de signal.

6.2 Impédance d'entrée

L'impédance d'entrée, aux bornes du récepteur à 50 Hz entre fil pilote et neutre, doit être comprise entre 100 k Ω et 500 k Ω avec un $\cos \varphi \geq 0,9$.

7 PRINCIPE DE CODAGE DU FIL PILOTE

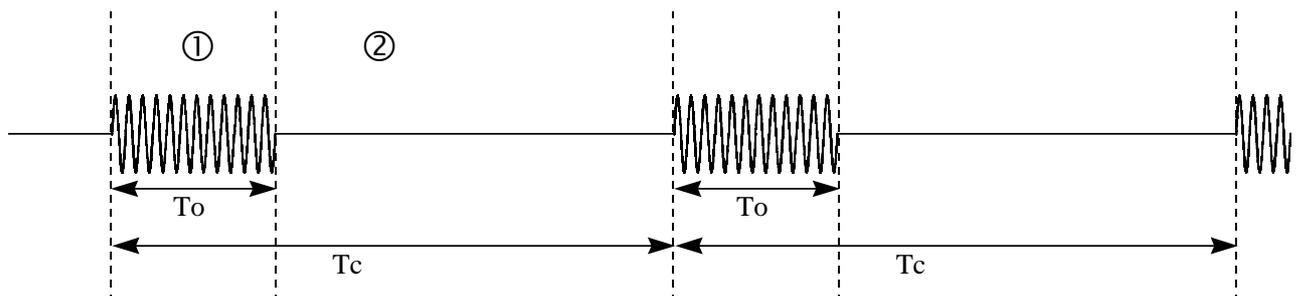
7.1 Définition des six ordres

Six ordres sont définis. Deux ordres supplémentaires viennent s'ajouter aux quatre ordres spécifiés dans le document DOMERGIE, EDF, GIFAM "Sûreté de fonctionnement des systèmes à fil pilote" du 07/07/97.

Ordres	Codage	Remarques
Confort	émission permanente du signal 1	voir chapitre 3
Abaissement (réduit, éco)	émission permanente du signal 2	
hors gel	émission permanente du signal 3	
Arrêt (veille)	émission permanente du signal 4	la prise en compte de cet ordre au niveau du récepteur doit s'effectuer dans un temps de 0,5s maximum
Abaissement de 1 K	émission cyclique du signal 2	abaissement par rapport à la consigne Confort réglée sur l'appareil de chauffage
Abaissement de 2 K	émission cyclique du signal 2	idem ci-dessus

7.2 Codage des ordres Abaissement de 1 K et Abaissement de 2 K

Les deux ordres supplémentaires (abaissement de 1 K et 2 K) sont codés sur le principe suivant :



Le codage est défini par un temps de cycle (T_c) et un temps associé à chaque nouvel ordre (T_o).

Pendant la phase ① de durée T_o , le signal émis sur le fil pilote est conforme à la description de l'ordre Abaissement. Pendant la phase ② de durée $(T_c - T_o)$, le signal émis est conforme à la description de l'ordre Confort.

Ordres	Durée T_c	Durée T_o
Abaissement de 1 K	$T_c = 300$ s	$T_{o1} = 3$ s
Abaissement de 2 K	$T_c = 300$ s	$T_{o2} = 7$ s

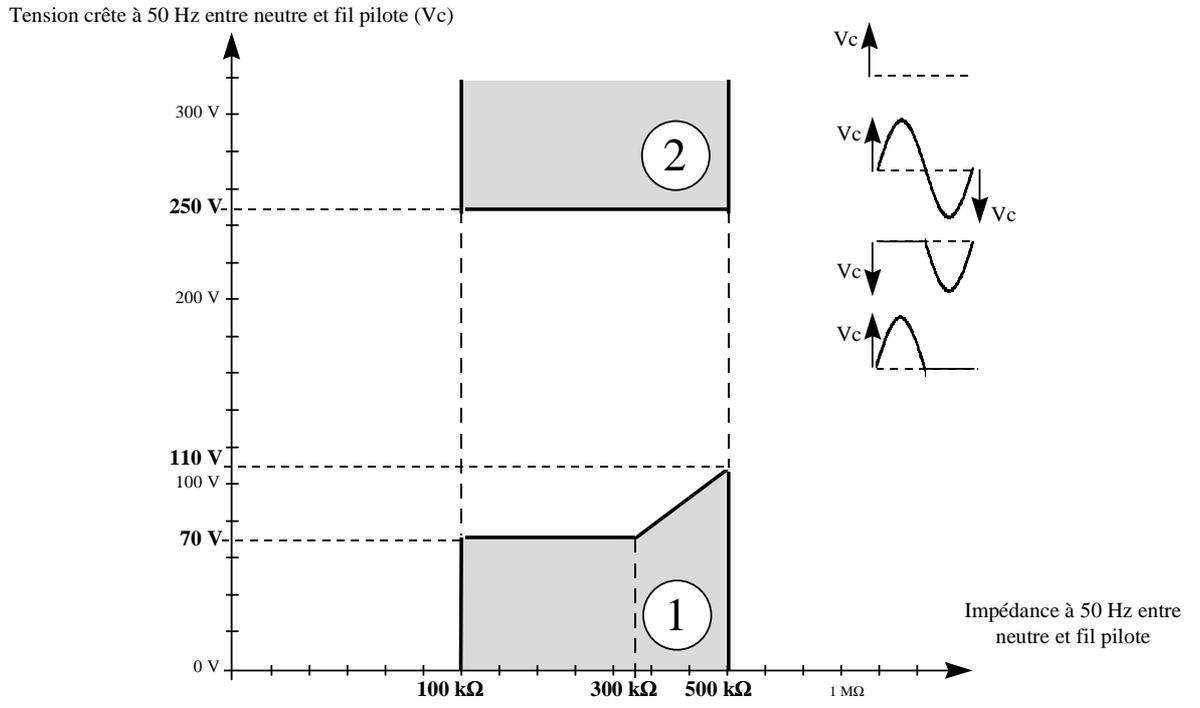
Pour l'émission des ordres, une tolérance de 20 % est admise pour les durées T_c et T_o (détail en annexe 2).

Un récepteur doit décoder tout signal tel que $2,4$ s < T_o < $3,6$ s et 240 s < T_c < 360 s comme un ordre Abaissement de 1 K, et tout signal tel que $5,6$ s < T_o < $8,4$ s et 240 s < T_c < 360 s comme un ordre Abaissement de 2 K.

Des exemples de transitions d'un ordre Abaissement de 1K ou 2K vers un autre ordre, ou le contraire sont présentés en annexe 3.

ANNEXE 1

Courbe caractérisant les niveaux de tension des signaux fils pilotes et les impédance des récepteurs :

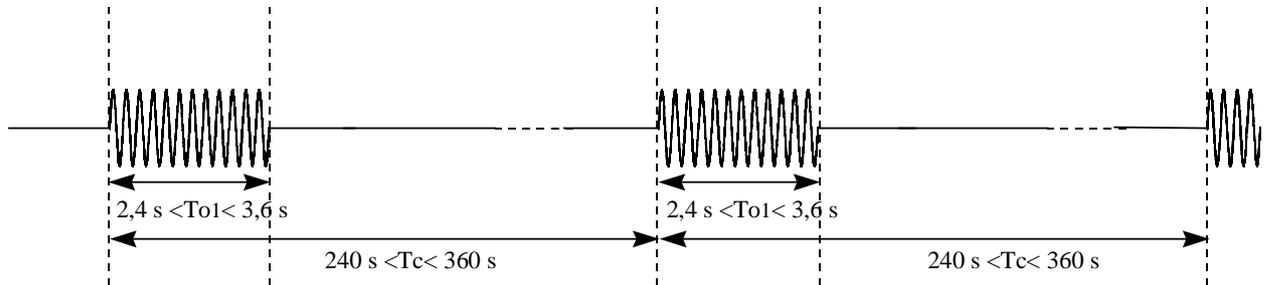


① Zone où il est considéré une absence de signal

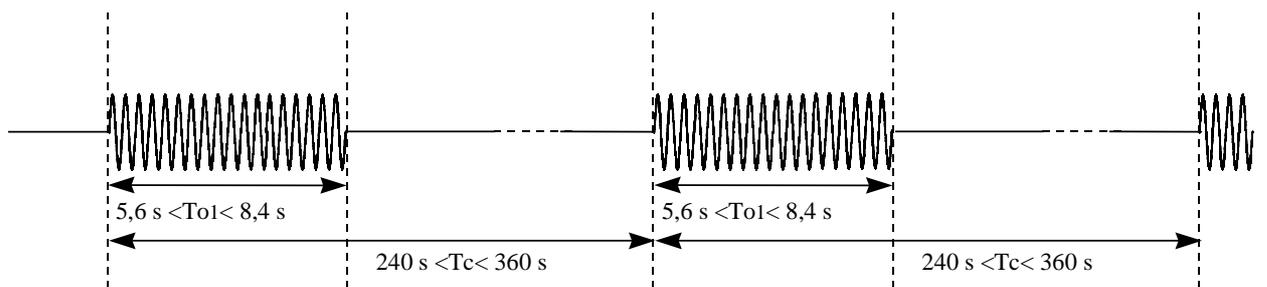
② Zone de prise en compte d'une présence de signal

ANNEXE 2

- Emission de l'ordre Abaissement 1 K :



- Emission de l'ordre Abaissement 2 K :



- Exemple des temps à prendre en compte au niveau d'un récepteur :

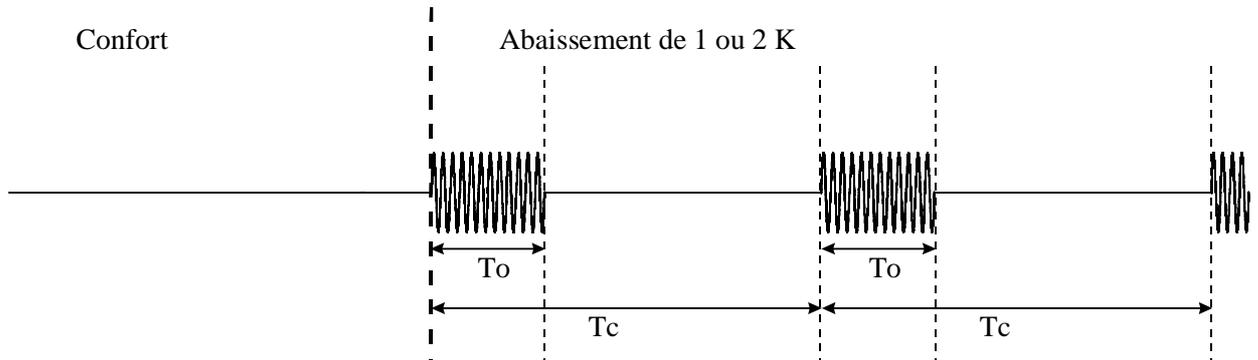
Si l'on considère une tolérance de 20 % de la base de temps au niveau du récepteur, la prise en compte de l'ordre abaissement de 1 K par le récepteur est réalisée si $2,4 \cdot 0,8 < T_o < 3,6 \cdot 1,2$ et $240 \cdot 0,8 < T_c < 360 \cdot 1,2$ soit :

$1,92 \text{ s} < T_o < 4,32 \text{ s}$ et $192 \text{ s} < T_c < 432 \text{ s}$.

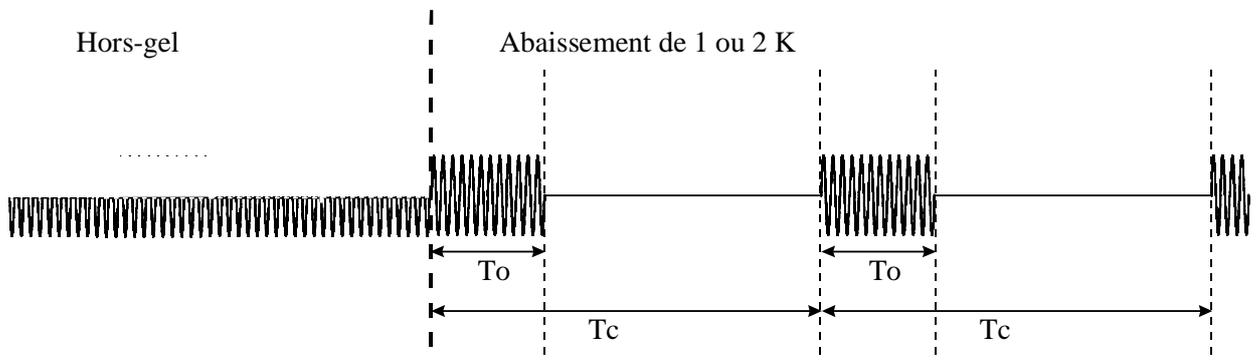
Pour l'ordre Abaissement de 2 K, on obtient : $4,48 \text{ s} < T_o < 10,08 \text{ s}$ et $192 \text{ s} < T_c < 432 \text{ s}$

ANNEXE 3

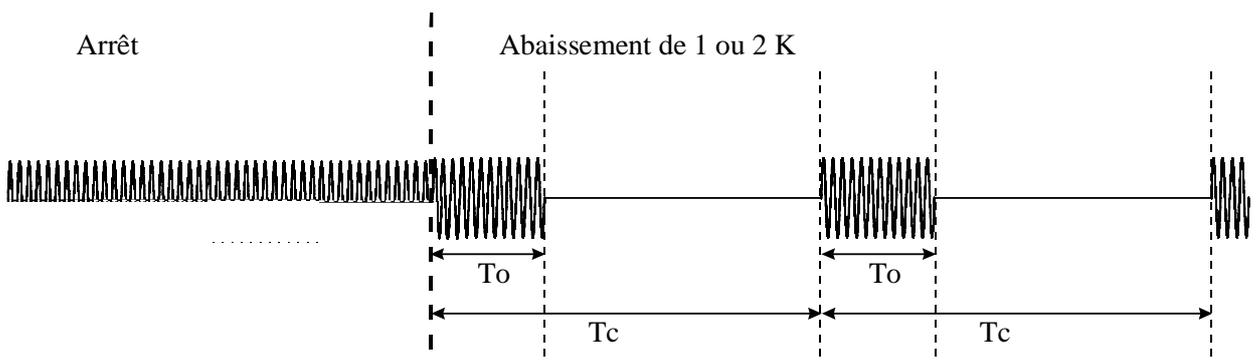
- Transition d'un ordre Confort vers un ordre Abaissement 1 K ou 2 K :



- Transition d'un ordre Hors gel vers un ordre Abaissement 1 K ou 2 K :



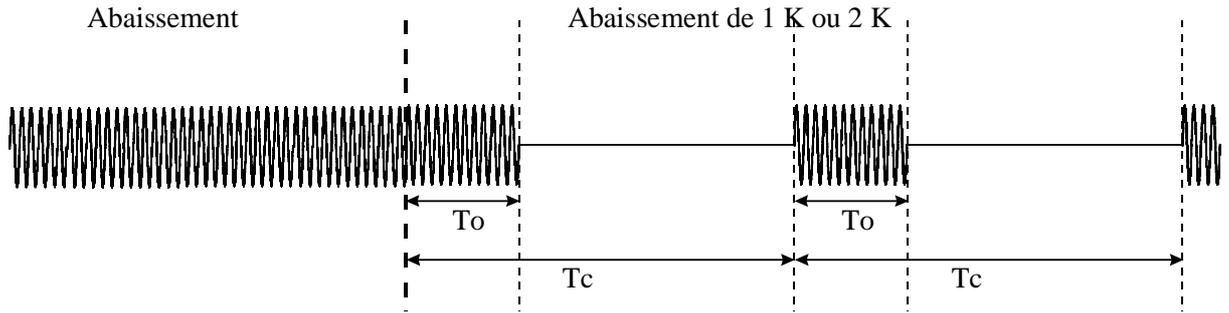
- Transition d'un ordre Arrêt vers un ordre Abaissement 1 K ou 2 K :



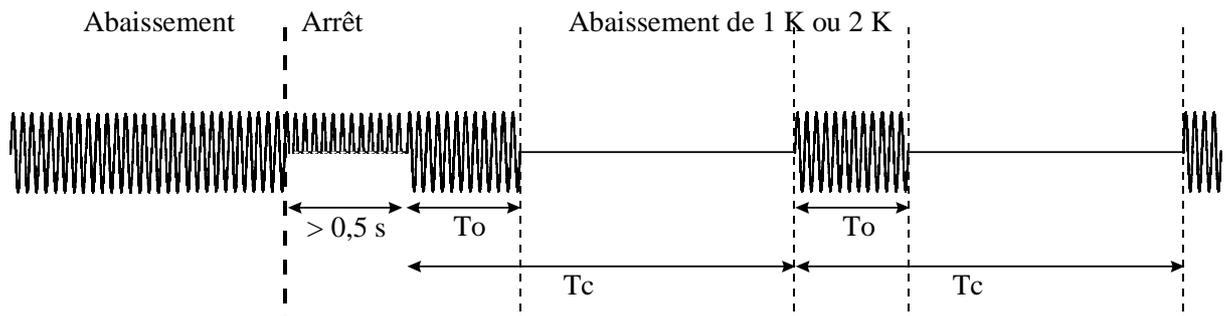
Pour les trois exemples ci-dessus, le prise en compte du changement d'ordre au niveau d'un récepteur peut être réalisée après un temps de durée T_o .

- Transition d'un ordre Abaissement vers un ordre Abaissement 1 K ou 2 K :

- 1



- 2



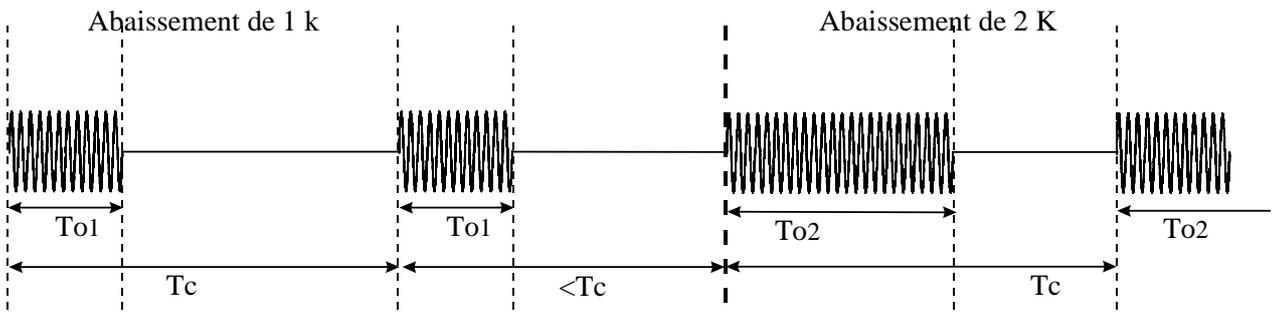
Dans le cas n°1, le changement d'état ne sera effectif au niveau d'un récepteur qu'après un temps supérieur à $T_c + T_0$.

Dans le cas n°2, le fait d'émettre l'ordre Arrêt lors d'une transition peut permettre de réduire ce temps à la durée $T_0 + 0,5 s$.

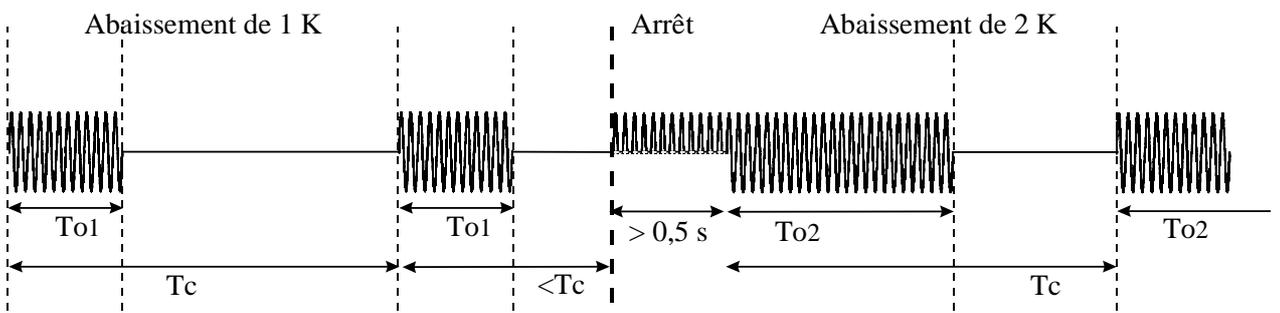
Le choix pour l'émission entre le cas n°1 ou n°2 est libre.

- Transition d'un ordre Abaissement de 1 K ou 2 K vers un ordre Abaissement 2 K ou 1 K :

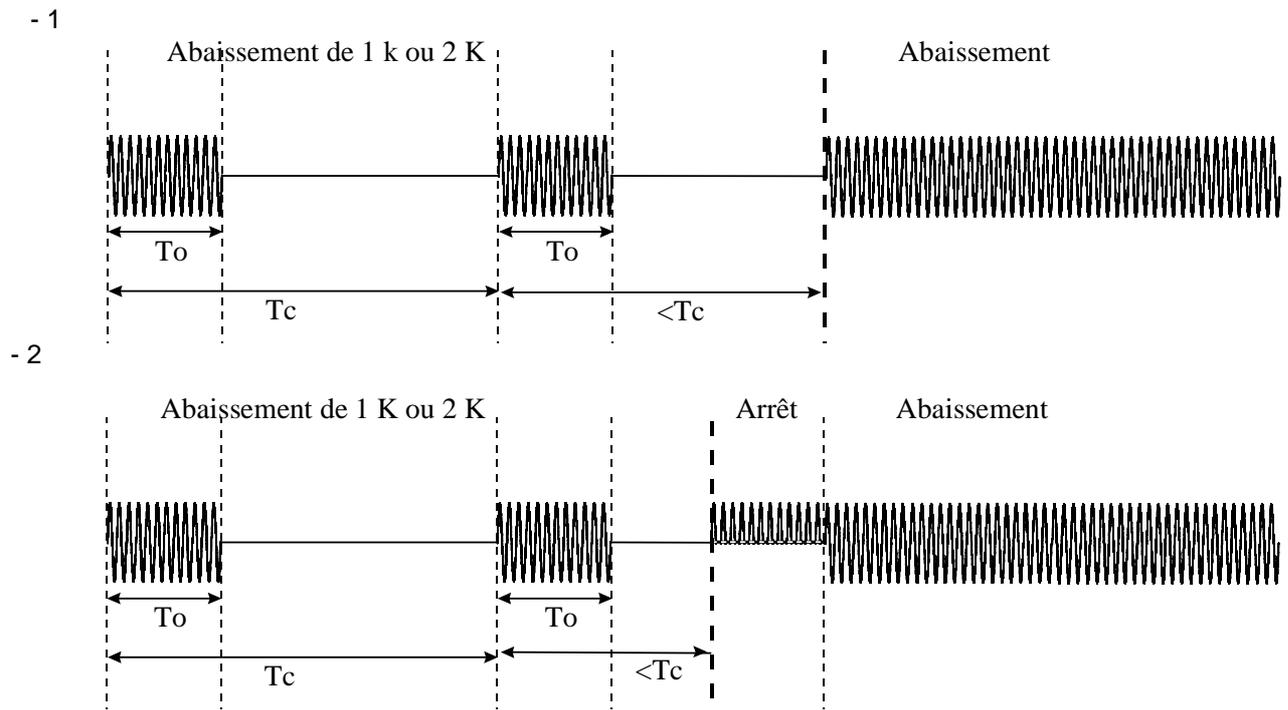
- 1



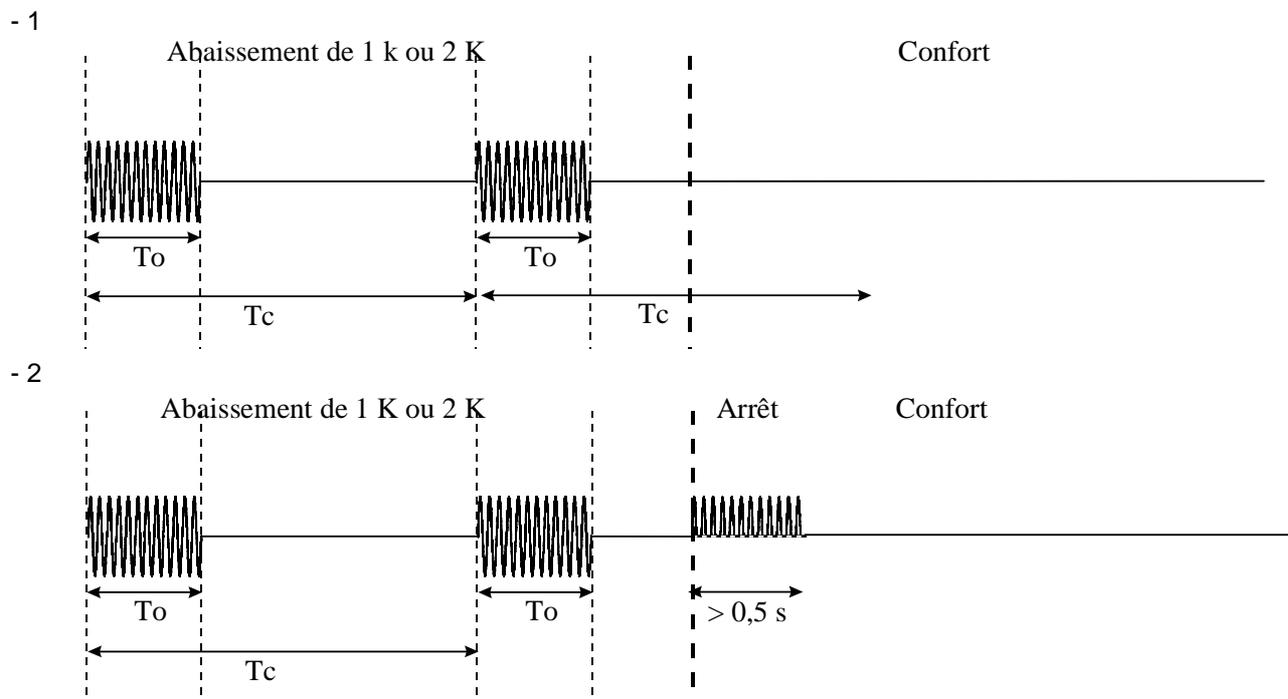
- 2



- Transition d'un ordre Abaissement de 1 K ou 2 K vers un ordre Abaissement :

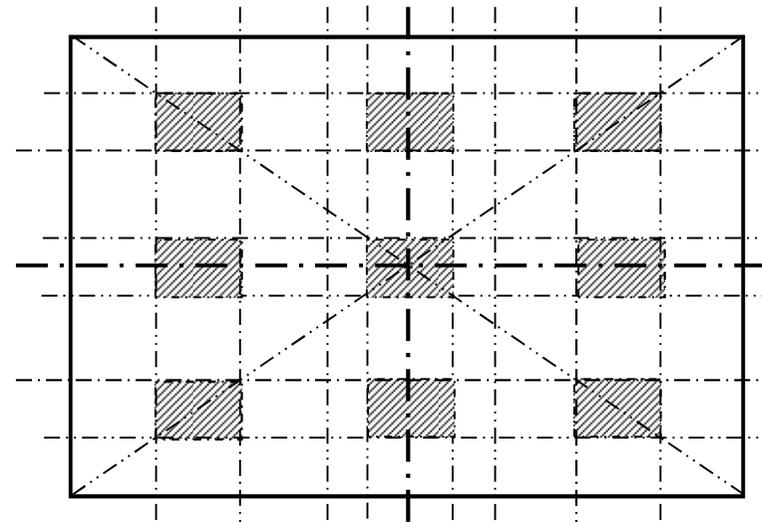
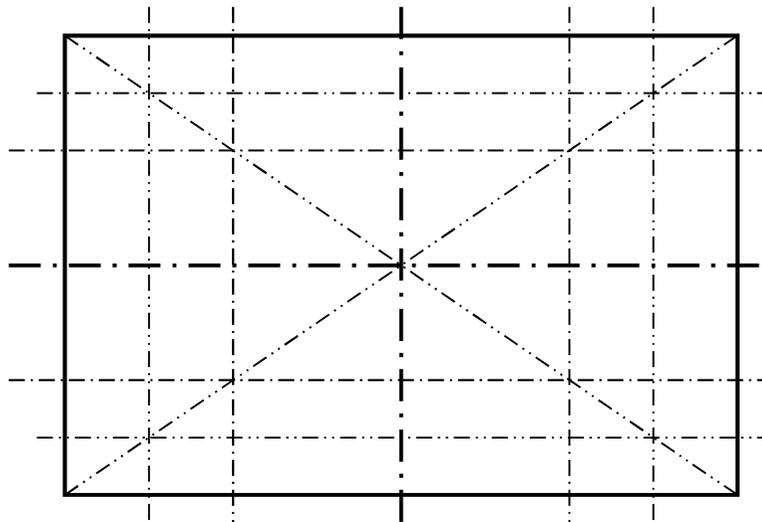
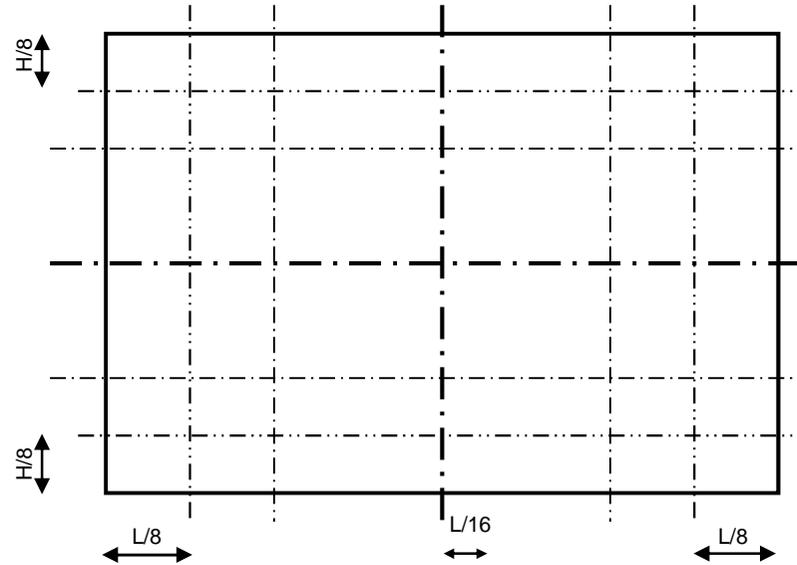
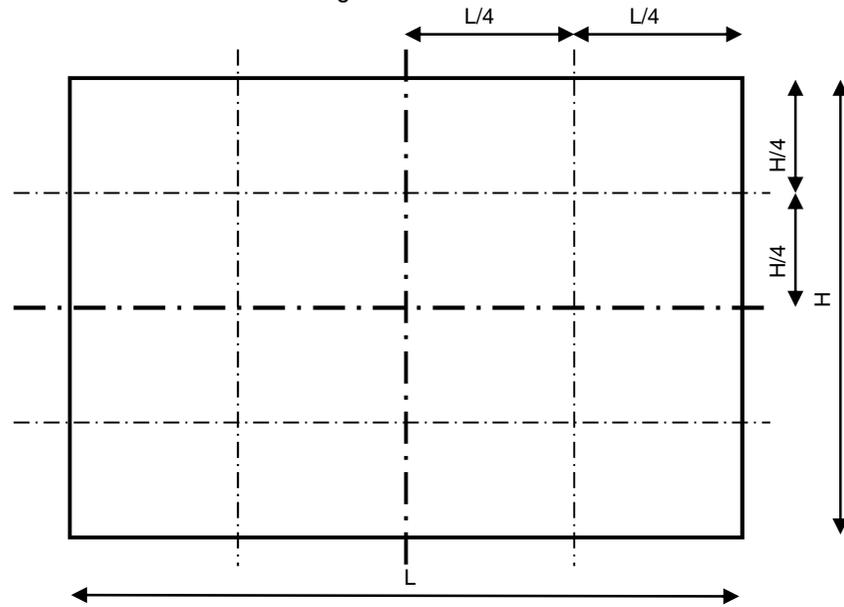


- Transition d'un ordre Abaissement de 1 K ou 2 K vers un ordre Confort :



ANNEXE 5 ZONES DE MESURE

Détail des zones de mesure § 3.2



ANNEXE 6

Protocole d'essai : Détermination de la puissance totale (hydraulique + électrique) (P_t) et de la puissance hydraulique (P_h) de l'appareil

L'objet de ce protocole est de déterminer la puissance totale (hydraulique + électrique) et la puissance hydraulique de l'appareil.

Ces puissances sont déterminées à partir des courbes de déperdition de la salle bi-climatique utilisée et de la mesure de la puissance électrique de l'appareil.

1 – Détermination des courbes de déperdition de la salle :

L'évaluation de la déperdition se traduit par la mesure des deux pentes de la salle ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$) :

- l'une avec la ventilation à 1 volume par heure (puissances dissipées inférieures ou égale à 1000 W)
- l'autre avec la ventilation à 4 volumes par heure (puissances dissipées supérieures à 1000 W)

Pour chaque pente, les essais sont effectués avec des convecteurs sans inertie de puissances différentes :

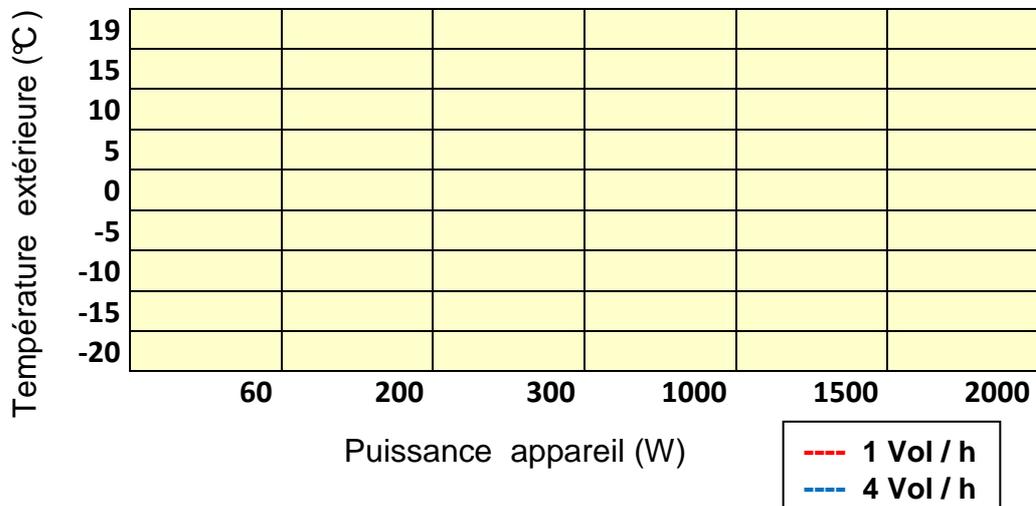
- 60, 300, 750, 1000 W (1 volume par heure)
- 200, 1000, 1500, 2000 W (4 volumes par heure)

Pour chaque puissance, la température extérieure est réglée de manière à stabiliser (2h minimum) la température de la zone d'essai à $19^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ à sa puissance maximale et sans cyclage du thermostat.

Une fois le régime stabilisé atteint, calculer sur la durée de stabilisation :

- la température extérieure moyenne T_{ex} ,
- la température de la zone d'essai moyenne T_{ze} ,
- la température extérieure moyenne ramenée à 19°C définie par $T_{ex19} = T_{ex} - T_{ze} + 19$

		1 volume par heure			4 volumes par heure			
Puissance dissipée (W)	60	300	750	1000	200	1000	1500	2000
Température extérieure moyenne ramenée à 19°C ($^{\circ}\text{C}$)								
Pente ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$)								



2 – Détermination de la puissance totale de l'appareil (P_t) :

L'essai est effectué dans l'enceinte bi-climatique caractérisée par les courbes de déperdition.

L'appareil est alimenté par une eau chauffée à $35^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ (température en entrée) La température du circuit hydraulique est mesurée au plus proche de l'appareil.

Le thermostat de l'appareil est positionné à son maximum.

Le débit est réglé de façon à obtenir un Δ_{moyen} de $5^{\circ}\text{C} \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ pendant au minimum 30 minutes.

Le climat extérieur est réglé de façon à obtenir une température de $19^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ dans la salle bi-climatique.

La puissance totale (hydraulique + électrique) (P_t) de l'appareil est déterminée à partir de la pente de déperdition de la salle bi-climatique utilisée et de ce climat extérieur.

3 – Détermination de la puissance électrique (P_e) :

La mesure de la puissance électrique (P_e) est effectuée pendant le point 2.

4 – Détermination de la puissance hydraulique (P_h) :

La puissance hydraulique (P_h) est égale à : $P_h = P_t - P_e$

ANNEXE 7

Protocole d'essai : détection d'ouverture / fermeture de fenêtre

Ouverture de fenêtre : vérification de la détection avec système intégré

Conditions d'essai :

L'essai est effectué dans la chambre bi-climatique.

Les 2 bouches de ventilation situées au centre au-dessus de la fenêtre sont obturées

Les 2 bouches de ventilation situées aux extrémités sont remplacées par des gaines de ventilation rectangulaires de section 55mm x 220mm descendant le long de la vitre jusqu'à l'allège.

La température du climat froid TF est de $-5^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$

La consigne de température de l'appareil est de 19°C

Au début de l'essai le renouvellement d'air est de 0 volume/heure. L'appareil est réglé en mode confort. L'appareil est placé conformément aux règles d'installation des appareils (les appareils horizontaux sous la vitre, les appareils verticaux sur le mur adjacent) jusqu'à stabilisation de la température de la salle.

La simulation de l'ouverture de fenêtre est réalisée par passage de 0 à 4 volumes/heure du renouvellement d'air.

Il est vérifié que la détection de l'ouverture de fenêtre est effective en moins de 15 minutes par le passage en mode arrêt chauffage ou hors gel.

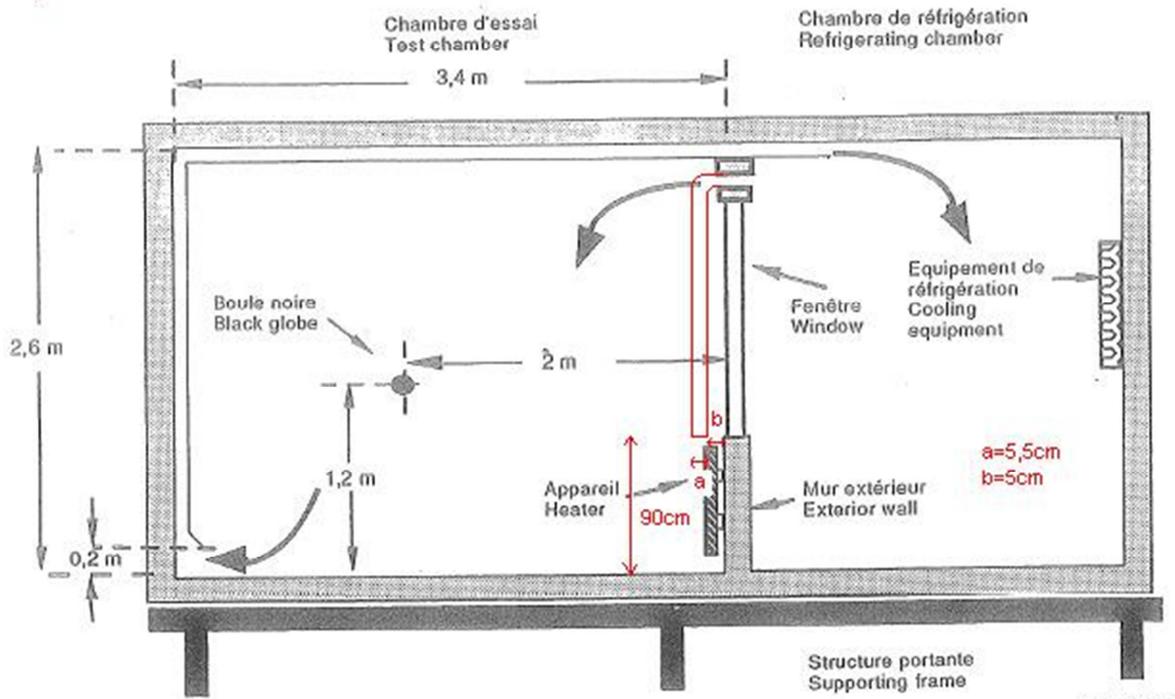
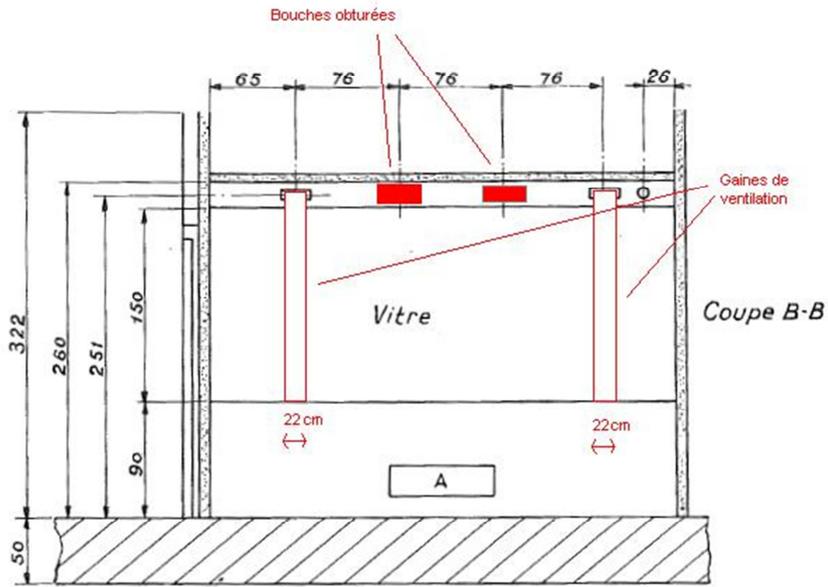
Fermeture de fenêtre : vérification de la détection avec système intégré

La vérification de la détection de fermeture de fenêtre se fait immédiatement après les 15 minutes d'essai de détection d'ouverture de fenêtre.

La simulation de fermeture de fenêtre est réalisée par passage de 4 à 0 volumes/heure du renouvellement d'air.

Il est vérifié que la détection de fermeture de fenêtre est effective en moins de 15 minutes par le passage au mode de fonctionnement présent avant la détection d'ouverture (confort ou abaissement).

Schéma de mise en œuvre de l'essai :



CEI-JEC 02094

ANNEXE 8

Protocole d'essai : détection de présence / absence

Lors des essais, utilisation d'une (ou plusieurs) cible(s) constituée(s) d'un film chauffant collé sur une tôle peinte en noir mat et alimenté pour fournir une température de surface homogène de 35°C. Les dimensions de la cible sont : Hauteur 30 cm, Largeur : 30 cm.

Neuf zones de mesure sont définies sur chaque cible (voir Annexe 6).

Dans chacune de ces neuf zones le thermocouple est placé au centre de chaque zone. La valeur de dispersion est fixée à $\pm 2,5K$.

- 1- Détection d'absence : L'état initial est le mode Confort. L'appareil doit réduire son allure jusqu'à Confort -1, -2 ou Eco selon les indications du fabricant, suite à une non-détection pendant une période prolongée n'excédant pas 4 h.

Une cible est placée en position horizontale, la face peinte en noir mat étant orientée vers le haut. La face inférieure de la cible étant à 8 cm du sol. La cible se déplace à $0,3 \text{ m/s} \pm 0,1 \text{ m/s}$ de 28° à -28° par rapport à l'axe de l'appareil. L'appareil ne doit pas changer d'allure.

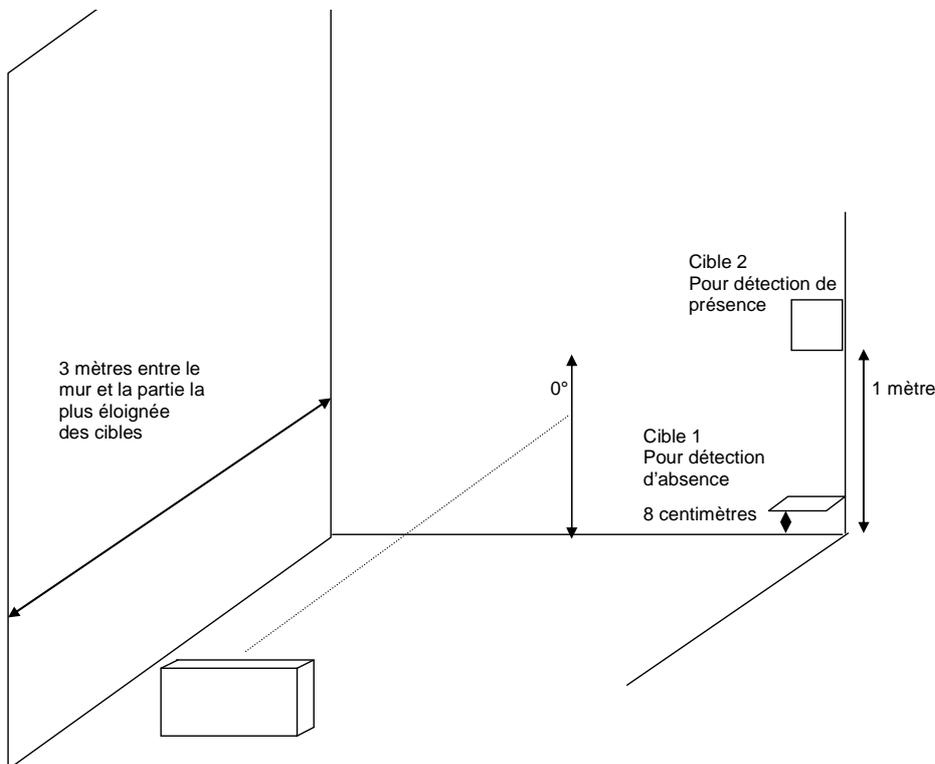
- 2- Détection de présence : L'état initial est le mode obtenu lors de la détection d'absence. Une cible est placée en position verticale à 1 m du sol et se déplace à $0,3 \text{ m/s} \pm 0,1 \text{ m/s}$. L'appareil doit passer en mode Confort après chaque déplacement de la cible en moins de deux cycles de fonctionnement de la régulation.

Ce mode doit être maintenu, à minima, pendant deux cycles de fonctionnement de la régulation.

Les appareils horizontaux et verticaux sont placés sous l'allège.

Cet essai peut être réalisé dans une cellule d'essai, autre qu'une chambre bi-climatique. Dans le cas d'un appareil de grande hauteur, l'obligation de le disposer sous l'allège ne s'applique pas.

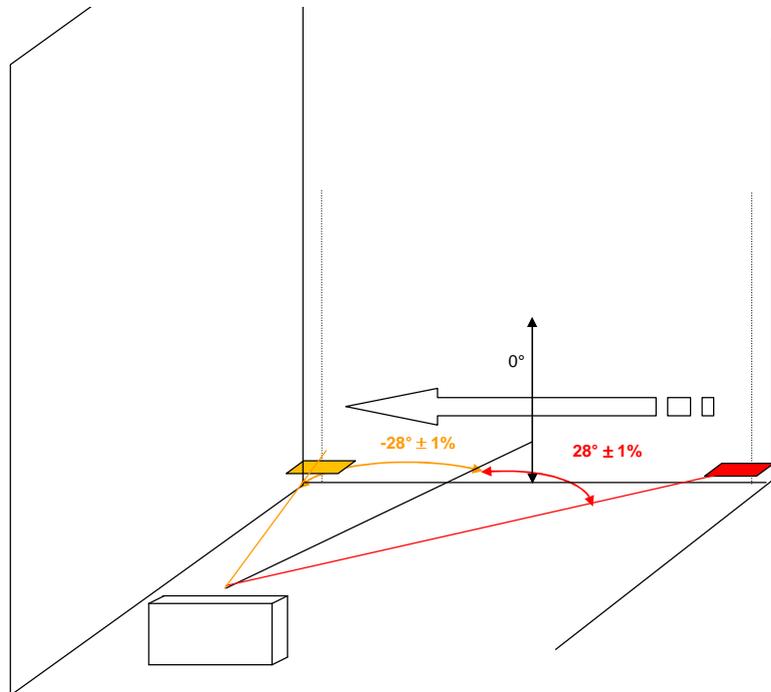
Mise en place du dispositif de détection



NOTE : dans le cas où le laboratoire ne dispose que d'une cible, on placera d'abord la cible à 8cm du sol, puis à 1m du sol afin de respecter l'ordre des étapes d'essais décrites ci-après.

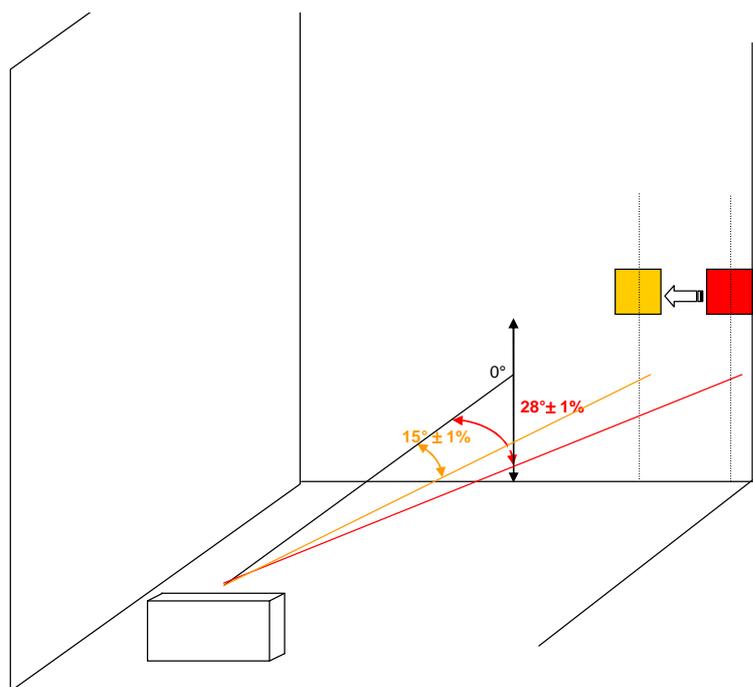
Etape 1 : Déplacement de la cible 1 de $28^\circ \pm 1\%$ à $-28^\circ \pm 1\%$ à une vitesse de $0,3 \text{ m/s} \pm 0,1 \text{ m/s}$

Absence de détection en partie basse



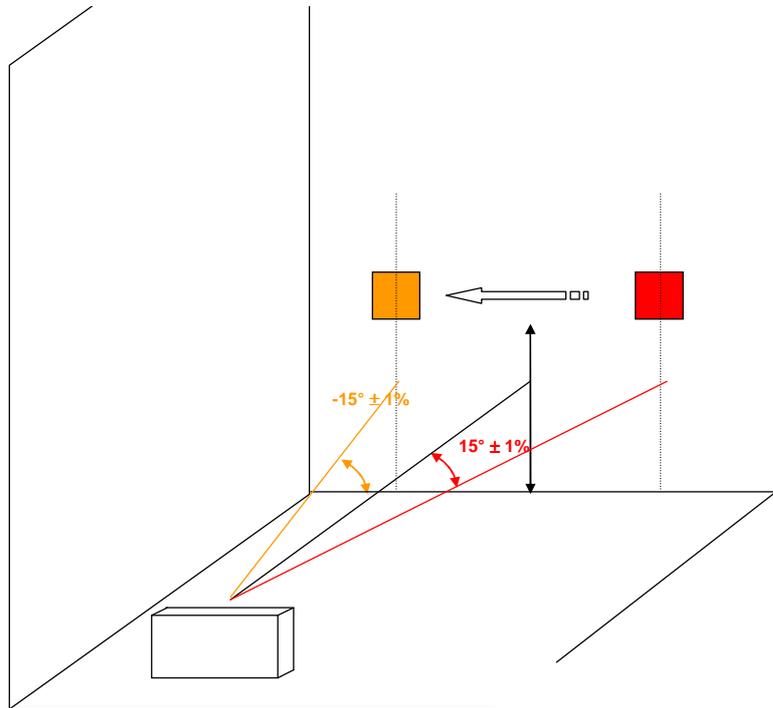
Etape 2 : Déplacement de la cible 2 de $28^\circ \pm 1\%$ à $15^\circ \pm 1\%$ à une vitesse de $0,3 \text{ m/s} \pm 0,1 \text{ m/s}$

Vérification de la détection de présence



Etape 3 : Déplacement de la cible de $15^\circ \pm 1\%$ à $-15^\circ \pm 1\%$ à une vitesse de $0,3 \text{ m/s} \pm 0,1 \text{ m/s}$

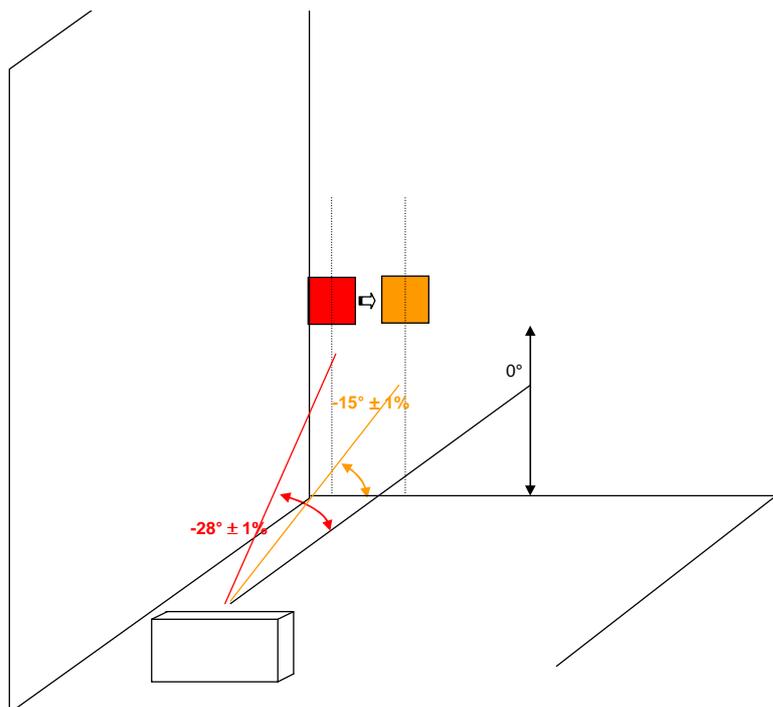
Vérification de la détection de présence



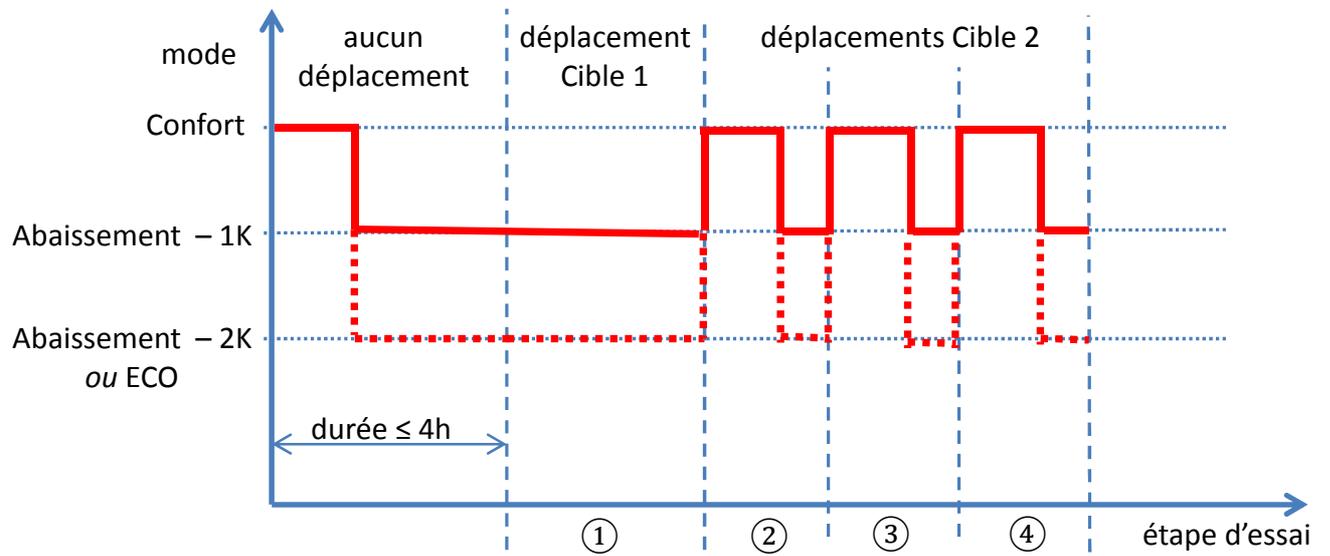
Après avoir constaté que l'appareil cycle en mode confort, préparer l'étape 4 en déplaçant la cible jusqu'à la position -28° .

Etape 4 : Déplacement de la cible de $-28^\circ \pm 1\%$ à $-15^\circ \pm 1\%$ à une vitesse de $0,3 \text{ m/s} \pm 0,1 \text{ m/s}$

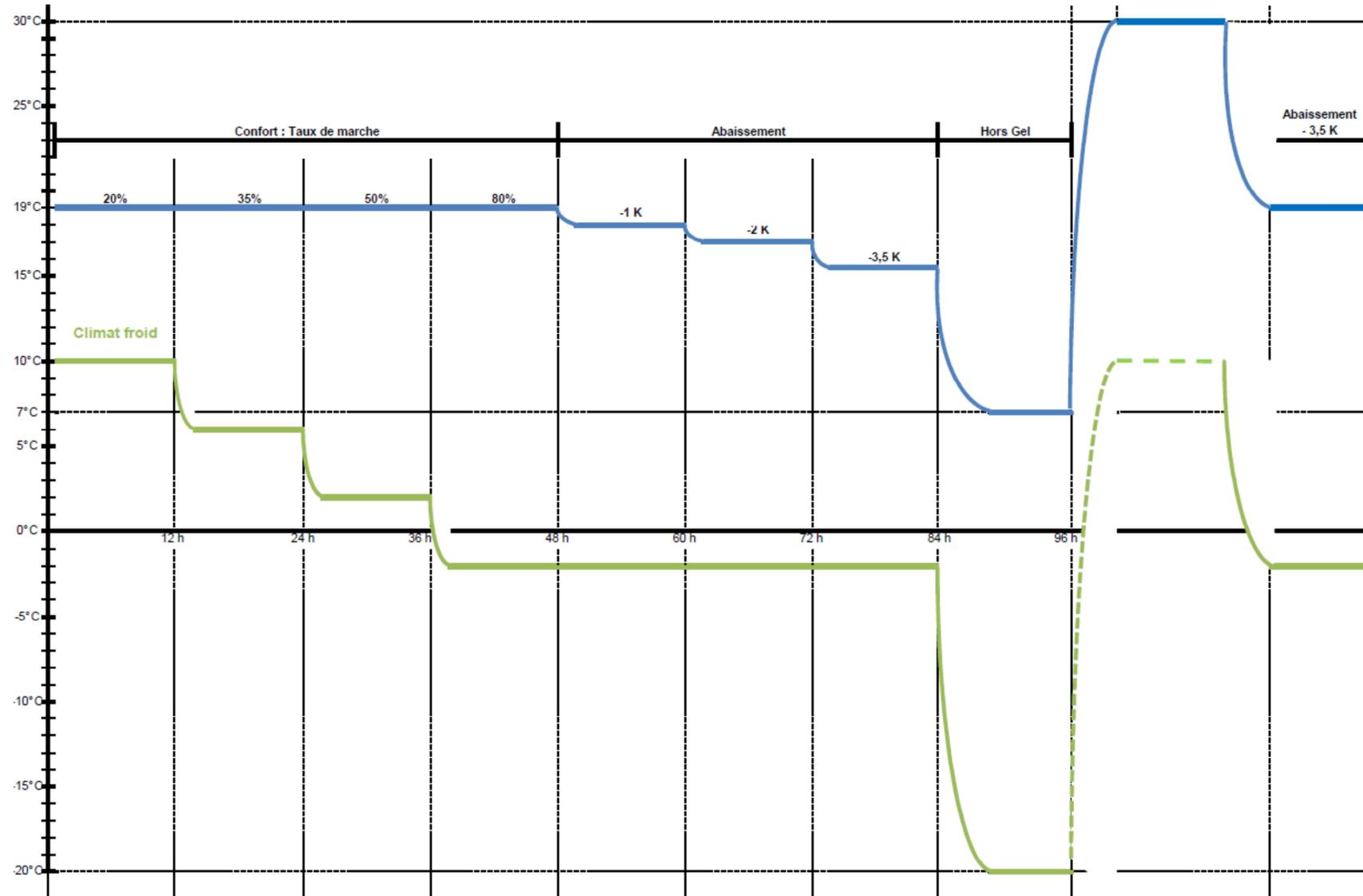
Vérification de la détection de présence



Exemple de modes d'abaissement de l'appareil en essai lors des étapes de vérification d'absence-présence.



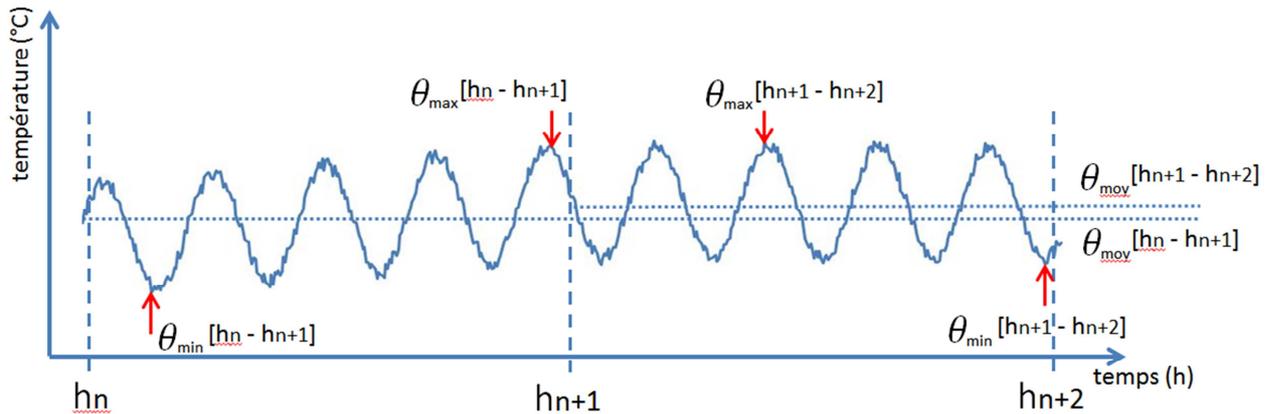
ANNEXE 9 ORDRE ET SEQUENCES DES ESSAIS



ANNEXE 10

Détermination de la stabilisation.

La stabilisation se détermine par comparaison de mesures obtenues entre la dernière heure d'essai considérée (h_{n+1} à h_{n+2} , notée ci-après [$h_{n+1} - h_{n+2}$]) et l'heure précédente (h_n à h_{n+1} , notée ci-après [$h_n - h_{n+1}$]).



La stabilisation est considérée atteinte si :

$$\theta_{moy}[h_{n+1} - h_{n+2}] - \theta_{moy}[h_n - h_{n+1}] \leq \pm 0,1^\circ\text{C}$$

avec

$$\theta_{moy}[h_{n+1} - h_{n+2}] = (\theta_{max}[h_{n+1} - h_{n+2}] + \theta_{min}[h_{n+1} - h_{n+2}]) / 2$$

et

$$\theta_{moy}[h_n - h_{n+1}] = (\theta_{max}[h_n - h_{n+1}] + \theta_{min}[h_n - h_{n+1}]) / 2$$

où θ_{max} et θ_{min} représentent respectivement la valeur maximale et la valeur minimale observées sur la plage horaire considérée.