NORME INTERNATIONALE

ISO 19659-2

Première édition
2020-07

Applications ferroviaires — Systèmes de chauffage, ventilation et climatisation pour le matériel roulant —

Partie 2: **Confort thermique**

Railway applications — Heating, ventilation and air conditioning systems for rolling stock —

Part 2: Thermal comfort

Numéro de référence
ISO 19659-2:2020(F)

© ISO 2020



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2020

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos ..... **v**

Introduction ..... **vi**

1 Domaine d'application **1**

2 Références normatives **1**

3 Termes et définitions **1**

4 Catégorie de véhicules ferroviaires pour voyageurs **1**
4.1 Généralités 1
4.2 Catégorie 1 (par exemple, grande ligne, interurbain, longue distance, grande vitesse) 2
4.3 Catégorie 2 (par exemple, train suburbain, de banlieue, régional) 2
4.4 Catégorie 3 (par exemple, train urbain, métro léger, tram, métro) 2

5 Conditions de conception **2**
5.1 Généralités 2
5.2 Conditions de conception extérieures 2
5.2.1 Paramètres 2
5.2.2 Température et humidité relative correspondante 3
5.2.3 Rayonnement solaire 4
5.2.4 Altitude 4
5.2.5 Vitesse du train 5
5.3 Conditions extérieures extrêmes 5
5.4 Conditions de conception intérieures 5
5.4.1 Apports thermiques internes 5
5.4.2 Température et humidité relative correspondante 5

6 Température intérieure de consigne (T_{ic}) **6**

7 Paramètres de confort thermique **9**
7.1 Généralités 9
7.2 Température de l'air intérieur dans la zone de bien-être 9
7.2.1 Plage de températures intérieures moyennes (différence entre T_{im} et T_{ic}) 9
7.2.2 Gradient thermique horizontal (ΔT_h) 9
7.2.3 Gradient thermique vertical (ΔT_v) 9
7.3 Humidité relative dans la zone de bien-être 10
7.4 Température de surface sur le volume de bien-être 10
7.5 Vitesse de l'air dans la zone de bien-être 10
7.6 Température intérieure dans les locaux annexes 11
7.7 Qualité de l'air 12
7.7.1 Volume du débit d'air neuf dans la zone de bien-être 12
7.7.2 Filtration des particules de l'air 13
7.7.3 Transfert d'air entre les zones intérieures 13

8 Essais aérauliques **13**
8.1 Généralités 13
8.2 Volume du débit d'air 13
8.3 Vitesse de l'air 14
8.4 Transfert d'air entre les zones intérieures 14

9 Essais climatiques **14**
9.1 Généralités 14
9.2 Types d'essais 15
9.2.1 Généralités 15
9.2.2 Essai en conditions de conception 15
9.2.3 Essai en conditions extrêmes 16
9.2.4 Essai de régulation 16
9.2.5 Essai de cycle d'ouverture/fermeture des portes 16
9.3 Programme d'essais 17

© ISO 2020 – Tous droits réservés

10 Caractéristiques des installations et équipements d'essai 19
10.1 Généralités 19
10.2 Température extérieure 19
10.3 Humidité relative 19
10.4 Occupation 19
10.5 Vitesse du vent (si nécessaire) 19
10.6 Puissance solaire équivalente 19

11 Instruments d'enregistrement et de mesurage 20
11.1 Généralités 20
11.2 Enregistrement 20
11.3 Température 20
11.4 Humidité relative 20
11.5 Vitesse de l'air 20
11.6 Volume du débit d'air 20
11.7 Vitesse du vent (si nécessaire) 21
11.8 Puissance solaire équivalente (le cas échéant) 21
11.9 Consommation d'énergie et puissance nominale 21

12 Position des points de mesurage 21
12.1 Généralités 21
12.2 Position des capteurs dans le véhicule ferroviaire pour voyageurs 21
12.2.1 Généralités 21
12.2.2 Température de l'air intérieur 21
12.2.3 Humidité relative 21
12.2.4 Température de surface 22
12.2.5 Vitesse de l'air 22
12.2.6 Température intérieure dans le local annexe 22
12.3 Position des capteurs dans l'installation d'essai 22
12.3.1 Généralités 22
12.3.2 Température de l'air extérieur 22
12.3.3 Humidité relative 22
12.3.4 Vitesse du vent (si nécessaire) 22
12.3.5 Puissance solaire équivalente (le cas échéant) 22
12.4 Position des capteurs pour des essais sans installation 22
12.4.1 Généralités 22
12.4.2 Température de l'air extérieur 22
12.4.3 Humidité relative 23
12.4.4 Vitesse du vent 23
12.4.5 Puissance solaire (le cas échéant) 23

Annexe A (informative) **Exemple de température de conception extérieure et d'humidité relative correspondante 24**

Annexe B (informative) **Résultats du calcul de l'indice PMV pour chaque catégorie de véhicule 26**

Annexe C (informative) **Méthode de calcul de la plage de vitesse de l'air recommandée 33**

Bibliographie 34

 © ISO 2020 – Tous droits réservés

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/CEI, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou sur la liste ISO des déclarations de brevets reçues (voir www.iso.org/brevets).

Les éventuelles appellations commerciales utilisées dans le présent document sont données pour information à l'intention des utilisateurs et ne constituent pas une approbation ou une recommandation.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, aussi bien que pour des informations au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC) voir le lien suivant: https://www.iso.org/fr/foreword-supplementary-information.html .

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 269, *Applications ferroviaires*, Sous-comité SC 2, *Matériel Roulant*.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 19659 se trouve sur le site web de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

© ISO 2020 – Tous droits réservés

Introduction

Le confort thermique est la condition qui exprime la satisfaction par rapport à l'environnement thermique. Cette condition est essentiellement atteinte lorsque la chaleur produite par le métabolisme humain peut se diffuser dans l'ensemble du corps humain, afin de maintenir un équilibre thermique par rapport à son environnement. Étant donné que la chaleur produite par le métabolisme humain est individuelle, la satisfaction par rapport à la condition de confort thermique est également individuelle.

Les principaux facteurs qui influencent le confort thermique localement sur chaque partie du corps humain sont l'activité physique, l'isolation vestimentaire, la température de l'air, la température radiante moyenne, la vitesse de l'air et l'humidité relative. Un équilibre thermique satisfaisant peut être atteint avec diverses combinaisons des facteurs susmentionnés. Il n'est donc pas possible de spécifier un optimum indépendant pour un facteur unique, comme la température de l'air, la température radiante moyenne, la vitesse de l'air ou l'humidité relative.

L'ISO 7730 présente des méthodes pour prévoir la sensation thermique générale et le degré de satisfaction thermique des personnes exposées à des environnements thermiques modérés au sein de bâtiments.

La sensation de confort thermique à l'intérieur de véhicules ferroviaires est de plus fortement impactée par des facteurs temporaires.

Les passagers entrent dans le véhicule en sortant d'un environnement d'une condition thermique différente et avec un niveau d'activité physique individuel. La sensation de confort thermique dépend de ce fait temporairement de l'équilibre thermique et de la sensation de confort thermique générés par l'environnement duquel les passagers sortent. En cas de conditions de forte chaleur, les passagers voyageant seulement quelques minutes dans un train urbain préfèrent habituellement des températures plus basses et une vitesse de l'air plus élevée que les passagers voyageant plusieurs heures dans un train longue distance. De plus, le fait que les passagers adaptent ou non leur tenue vestimentaire au cours de leur voyage dans le véhicule est un facteur influant supplémentaire.

Le confort thermique qui peut être offert est également affecté par des facteurs temporaires. L'interaction du véhicule avec l'environnement influence de façon dynamique la condition thermique des zones occupées. Les ouvertures de portes en gare, l'évolution rapide des conditions météorologiques extérieures et l'évolution rapide du degré d'occupation ne peuvent pas être équilibrées rapidement par le système HVAC installé.

Les combinaisons susmentionnées de température de l'air, de température radiante moyenne, de vitesse de l'air et d'humidité relative sont en outre limitées par le haut niveau d'occupation, le taux de renouvellement d'air élevé, la proximité entre passagers et les surfaces environnantes, et d'autres contraintes techniques propres à un véhicule ferroviaire.

Le présent document prend en compte les conditions spéciales propres aux véhicules ferroviaires. Elle traite de l'influence des conditions climatiques extérieures sur le dimensionnement du système HVAC, la qualité de l'air et les méthodes de mesure afin d'atteindre un confort thermique adéquat. Le présent document prend également en compte les zones spécifiques, dans les véhicules ferroviaires, telles que les locaux sanitaires, les espaces d'entrée et les galeries.

Le présent document décrit les paramètres et les exigences qu'il convient de prendre en compte de façon générale lors de la conception et de l'essai d'un système HVAC pour véhicules ferroviaires. Le présent document décrit également les lignes directrices pour spécifier des conditions, des valeurs de performance et les méthodes de mesurages du paramètre de bien-être, mais ne spécifie pas de critères de réussite ou d'échec détaillés par rapport aux exigences de bien-être ou toute autre propriété technique des véhicules ferroviaires.

Lesdites spécifications sont conçues pour être étudiées conjointement aux normes nationales/régionales, qui prennent en compte différentes préférences et diverses conditions météorologiques locales et opérationnelles.

© ISO 2020 – Tous droits réservés

Applications ferroviaires — Systèmes de chauffage, ventilation et climatisation pour le matériel roulant —

Partie 2: Confort thermique

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie une approche générale pour atteindre un confort thermique pour les compartiments des voyageurs ou les salles de véhicules ferroviaires (à un seul ou deux niveaux), tels que les véhicules grande ligne, les véhicules régionaux/périurbains et les véhicules urbains utilisés pour les services de transport public.

Le présent document fournit également des lignes directrices pour spécifier les conditions, les valeurs de performances et les méthodes de mesure du paramètre de bien-être pour les compartiments, salles et locaux annexes.

Le présent document ne s'applique pas au confort thermique du conducteur de la cabine.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 19659-1, *Applications ferroviaires — Systèmes de chauffage, ventilation et climatisation pour le matériel roulant — Partie 1: Termes et définitions*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 19659-1 s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

— ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse https://www.iso.org/obp

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse http://www.electropedia.org/

4 Catégorie de véhicules ferroviaires pour voyageurs

4.1 Généralités

Pour les besoins du présent document, les véhicules ferroviaires pour voyageurs sont classés en trois catégories qui tiennent compte du temps moyen de trajet des voyageurs et du temps moyen entre deux arrêts en gare. Les paragraphes 4.2, 4.3 et 4.4 sont utiles pour le choix de la catégorie.

NOTE Le type de train influence l'aptitude à atteindre le confort thermique. Il s'avère peu pratique d'emprunter un niveau de confort thermique d'une catégorie de véhicules et de l'appliquer à une autre catégorie de véhicules. Par exemple, il est généralement impossible d'attribuer à un train urbain le niveau de confort thermique supérieur d'un train grande ligne.

© ISO 2020 – Tous droits réservés