
**Ergonomie des ambiances thermiques —
Évaluation des ambiances thermiques
dans les véhicules —**

Partie 1:
**Principes et méthodes d'évaluation
de la contrainte thermique**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

*Ergonomics of the thermal environment — Evaluation of thermal
environments in vehicles —*

Part 1: Principles and methods for assessment of thermal stress

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4e57d202-7037-45a7-9bad-cb592d0ea555/iso-ts-14505-1-2007>



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TS 14505-1:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4e57d202-7037-45a7-9bad-cb592d0ea555/iso-ts-14505-1-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4e57d202-7037-45a7-9bad-cb592d0ea555/iso-ts-14505-1-2007>

© ISO 2007

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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 et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax. + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

Dans d'autres circonstances, en particulier lorsqu'il existe une demande urgente du marché, un comité technique peut décider de publier d'autres types de documents normatifs:

- une Spécification publiquement disponible ISO (ISO/PAS) représente un accord entre les experts dans un groupe de travail ISO et est acceptée pour publication si elle est approuvée par plus de 50 % des membres votants du comité dont relève le groupe de travail;
- une Spécification technique ISO (ISO/TS) représente un accord entre les membres d'un comité technique et est acceptée pour publication si elle est approuvée par 2/3 des membres votants du comité.

Une ISO/PAS ou ISO/TS fait l'objet d'un examen après trois ans afin de décider si elle est confirmée pour trois nouvelles années, révisée pour devenir une Norme internationale, ou annulée. Lorsqu'une ISO/PAS ou ISO/TS a été confirmée, elle fait l'objet d'un nouvel examen après trois ans qui décidera soit de sa transformation en Norme internationale soit de son annulation.

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.

L'ISO/TS 14505-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 159, *Ergonomie*, sous-comité SC 5, *Ergonomie de l'environnement physique*.

L'ISO/TS 14505 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Ergonomie des ambiances thermiques — Évaluation des ambiances thermiques dans les véhicules*:

- *Partie 1: Principes et méthodes d'évaluation de la contrainte thermique* [Spécification technique]
- *Partie 2: Détermination de la température équivalente*
- *Partie 3: Évaluation du confort thermique en ayant recours à des sujets humains*

Introduction

L'interaction entre les échanges thermiques par convection, par rayonnement et par conduction à l'intérieur d'un habitacle de véhicule est complexe. Les charges thermiques extérieures associées au système de chauffage et de ventilation intérieure du véhicule créent un climat local qui peut varier de façon significative dans l'espace et dans le temps. Des conditions thermiques asymétriques se produisent et celles-ci sont souvent la principale cause de plaintes d'inconfort thermique. Dans les véhicules ne disposant pas d'un système de chauffage, de ventilation et de climatisation (système CVCA) ou dans lesquels ce système fonctionne de façon médiocre, la contrainte thermique est déterminée en général par l'impact des conditions climatiques ambiantes sur l'habitacle du véhicule. Une évaluation subjective est par nature intégratrice, mais pas suffisamment détaillée et précise pour une utilisation répétée. Les mesurages techniques fournissent des informations détaillées et précises, mais nécessitent une intégration pour prédire les effets thermiques sur l'homme. Étant donné que plusieurs facteurs climatiques influencent le bilan thermique définitif d'une personne, une mesure intégrée de ces facteurs, respectant leur degré d'importance relative, s'avère nécessaire.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO/TS 14505-1:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4e57d202-7037-45a7-9bad-cb592d0ea555/iso-ts-14505-1-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4e57d202-7037-45a7-9bad-cb592d0ea555/iso-ts-14505-1-2007>

Ergonomie des ambiances thermiques — Évaluation des ambiances thermiques dans les véhicules —

Partie 1: Principes et méthodes d'évaluation de la contrainte thermique

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 14505 fournit des directives relatives à l'évaluation de la contrainte thermique dans les véhicules utilisés pour le transport terrestre, maritime et aérien. Elle fournit des informations relatives à l'évaluation des ambiances thermiques chaudes, froides et modérées, en se référant aux différentes méthodes spécifiées dans les Normes internationales et en spécifiant les contraintes et ajustements requis pour le cas particulier de l'évaluation du climat dans les véhicules.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 13731, *Ergonomie des ambiances thermiques — Vocabulaire et symboles*

3 Définitions et symboles

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 13731 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

contrainte thermique induite par le froid

conditions climatiques dans lesquelles le corps subit une déperdition de chaleur juste égale ou supérieure à celle permettant le maintien de son équilibre thermique, engendrant une contrainte physiologique significative parfois non compensée

3.2

température équivalente

température d'un espace homogène, dont la température moyenne de rayonnement est égale à la température de l'air, avec une vitesse de l'air nulle, dans laquelle une personne échange la même quantité de chaleur par convection et rayonnement que dans les conditions réelles soumises à évaluation

3.3

contrainte thermique à la chaleur

conditions climatiques dans lesquelles le corps subit une déperdition de chaleur juste égale ou inférieure à celle permettant le maintien de son équilibre thermique, engendrant une contrainte physiologique significative parfois non compensée (accumulation de chaleur)

3.4
température équivalente locale
température d'une «pièce» homogène, dont la température moyenne de rayonnement est égale à la température de l'air, avec une vitesse de l'air nulle, dans laquelle une zone définie de la surface du corps humain échange la même quantité de chaleur par convection et rayonnement que dans les conditions réelles soumises à évaluation

3.5
asymétrie thermique
état obtenu lorsque des parties opposées du corps humain sont exposées à des conditions climatiques différentes

3.6
zone thermoneutre
intervalle de température à l'intérieur duquel le corps maintient son équilibre thermique exclusivement par des réactions vasomotrices

3.7
véhicule
espace confiné, en général entièrement clos, d'un engin mobile ou stationnaire destiné respectivement au transport ou aux activités de personnes

3.8
système CVCA
système de chauffage, ventilation et climatisation d'air du véhicule et/ou de la cabine

4 Principes d'évaluation

L'ambiance thermique à l'intérieur d'un véhicule varie en fonction des conditions climatiques extérieures ainsi que de la qualité et de la puissance du système de chauffage/climatisation de l'habitacle. La plupart des véhicules permettent de chauffer ou refroidir l'habitacle dans des conditions climatiques extérieures défavorables, réduisant ainsi les niveaux extrêmes de contrainte climatique. Cependant, dans des véhicules non équipés ou en cas de panne du système de chauffage/climatisation, l'opérateur peut être soumis à d'importants niveaux de contrainte thermique.

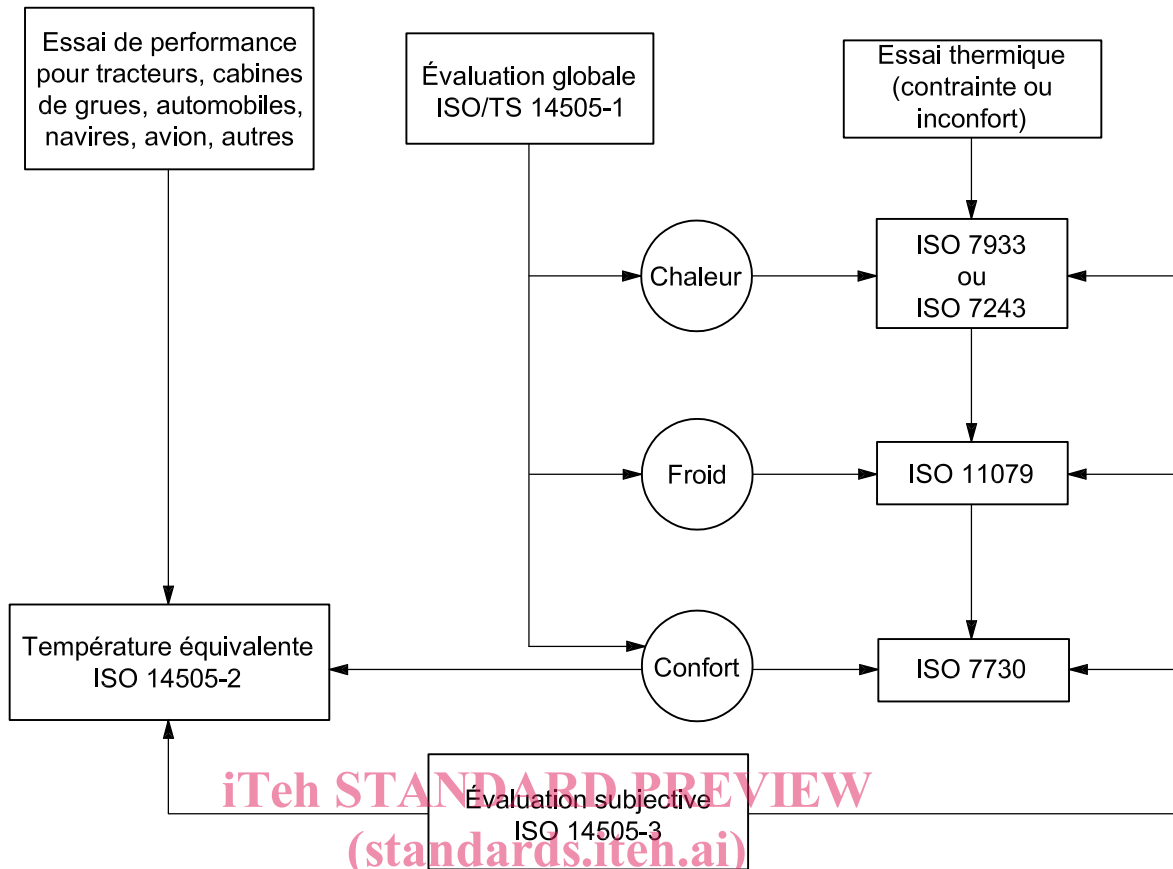
L'évaluation des conditions thermiques dans les véhicules est basée sur trois types d'effet sur l'opérateur comme illustré à la Figure 1.

- a) Contrainte thermique à la chaleur (climat chaud).
- b) Inconfort thermique (climat modéré).
- c) Contrainte thermique induite par le froid (climat froid).

Pour ces trois types, les conditions d'ambiance réelles sont analysées en utilisant les méthodes décrites dans les Normes internationales existantes ou dans des documents analogues (voir Figure 1). L'évaluation porte sur la contrainte que subit l'individu exposé (essai de contrainte).

Les méthodes ne fournissent pas d'informations sur la performance du système de chauffage/climatisation du véhicule (chauffage, ventilation et climatisation), car les conditions extérieures ne sont pas normalisées mais sujettes à évaluation en association avec le système. Les essais de performance nécessitent des conditions d'ambiance normalisées et portent sur l'évaluation de la performance du système de chauffage/climatisation dans ces conditions (voir l'exemple de l'Annexe B). Des recommandations pour ce type d'essai sont données dans l'ISO 14505-2.

Une évaluation subjective des conditions thermiques peut être réalisée, soit pour mesurer la contrainte thermique, soit dans le cadre d'essais de performance (voir Figure 1, case du bas). Pour des personnes présentant des besoins particuliers, l'évaluation peut être réalisée à l'aide de l'ISO/TR 14415.



ISO/TS 14505-1:2007
 Figure 1 — Représentation schématique des principes d'utilisation des différentes Normes internationales pour l'évaluation climatique

5 Méthodes utilisées pour le mesurage du climat à l'intérieur d'un véhicule

5.1 Généralités

Le présent Article fournit des informations sur quelques méthodes utilisables dans divers cas de contrainte thermique à l'intérieur de véhicules dans des conditions réelles de conduite. Les Annexes A et B contiennent respectivement des informations complémentaires sur l'évaluation proprement dite et des exemples.

5.2 Confort thermique

5.2.1 Généralités

Le système de chauffage/climatisation a pour but d'assurer des conditions thermiques confortables à l'intérieur d'un habitacle de véhicule. La majorité des systèmes réussissent à créer des climats plus ou moins confortables après une période initiale de stabilisation. L'équilibre thermique du corps dans son ensemble peut être maintenu relativement facilement dans des conditions thermoneutres, alors qu'un inconfort local sévère peut persister du fait des conditions climatiques locales.

Le principe d'évaluation est fondé sur le mesurage et l'analyse des conditions d'équilibre thermique dans la plage thermoneutre et de la sensation thermique associée.

Deux méthodes sont disponibles dans l'ISO 7730 et l'ISO 14505-2.

5.2.2 Évaluation pour l'ensemble du corps à l'aide des indices PMV et PPD

L'ISO 7730 donne des recommandations pour une évaluation globale relative à l'ensemble du corps. À partir des mesures de la température de l'air, de la température moyenne de rayonnement, de l'humidité et de la vitesse de l'air et d'estimations du métabolisme énergétique et de l'isolement thermique vestimentaire, il est possible de calculer les indices PMV (vote moyen prévisible) et PPD (pourcentage prévisible d'insatisfaits). La valeur de PMV indique le niveau de neutralité thermique censé être perçu par des conducteurs dans les conditions soumises à examen.

L'utilisation des critères thermiques locaux mentionnés dans l'ISO 7730 sont déconseillés pour les véhicules.

5.2.3 Évaluation détaillée à l'aide de la température équivalente

L'ISO 14505-2 donne des recommandations pour l'évaluation détaillée. La température équivalente fournit une mesure physique unifiée des effets du climat sur les échanges thermiques du corps humain. Par définition, la température équivalente concerne uniquement les effets sur les échanges de chaleur sèche. Les conditions propices pour l'équilibre thermique dans la zone thermoneutre, ou à proximité, peuvent être évaluées en fonction de la valeur ou des variations de la température équivalente. La sensation thermique des personnes étant essentiellement influencée par des changements globaux et locaux et par des variations des flux thermiques au niveau de la peau, on a pu mettre en évidence une corrélation significative entre les votes de sensation thermique et la température équivalente.

Le climat est évalué en termes de *température équivalente relative à l'ensemble du corps*, qui décrit le niveau de *neutralité thermique*.

Le climat est également évalué vis-à-vis des effets locaux sur des parties définies de la surface du corps humain. Les *températures équivalentes locales* permettent d'identifier si, et dans quelle mesure, les différentes parties du corps subissent des niveaux de déperditions de chaleur acceptables (*inconfort local*).

Dans la mesure où beaucoup de problèmes et beaucoup de plaintes concernant le climat à l'intérieur des véhicules se rapportent aux asymétries thermiques, la température équivalente locale est particulièrement appropriée pour ces besoins d'évaluation.

La température équivalente peut être déterminée au moyen de différentes méthodes:

- a) capteurs chauffés installés à des emplacements précis;
- b) mannequins thermiques grandeur nature.

5.3 Contrainte thermique à la chaleur

5.3.1 Généralités

Lorsqu'il est impossible de maintenir les conditions de confort thermique dans un véhicule soumis à des conditions climatiques chaudes, la contrainte thermique que subit l'opérateur peut évoluer. La contrainte thermique se traduit par une astreinte physiologique sur l'opérateur qui à terme ne peut plus être supportée. Une contrainte insupportable peut évoluer vers des accidents thermiques.

L'ISO 7243 ou l'ISO 7933 donnent des recommandations pour l'évaluation de la contrainte thermique en ambiance chaude. Les problèmes de contact avec des surfaces chaudes doivent être évalués à l'aide de l'ISO 13732-3.

Dans les deux cas, l'évaluation concerne les effets sur l'ensemble du corps et le bilan thermique de tout le corps. Cependant, en raison de la forte asymétrie des conditions climatiques, on doit tout particulièrement veiller à garantir un mesurage représentatif du climat global régnant dans le véhicule.

Lors de l'utilisation de la température humide et de globe noir (WBGT), il convient de choisir la classe d'activité selon l'Annexe A.

5.3.2 Rayonnement solaire

Le rayonnement solaire constitue l'une des plus importantes sources de charge thermique sur l'habitacle du véhicule. L'effet final est conditionné par divers facteurs tels que la superficie de vitrage, l'isolation des parois de l'habitacle, la taille de l'habitacle, la couleur du véhicule. Le facteur le plus important est le rayonnement direct que reçoit le conducteur à travers les vitres, car d'importantes quantités de chaleur peuvent être absorbées localement par les vêtements et la peau sous-jacente. La zone exposée au rayonnement peut être réduite lorsque le soleil est à son zénith et grande dans les véhicules modernes équipés de pare-brise de grande surface lorsque le soleil est situé plus bas.

Les effets du rayonnement peuvent être estimés en fonction de mesurages de la température de globe noir réalisés avec ou sans écran de protection ou par des mesurages du flux de rayonnement. Il convient de pondérer les mesurages par le pourcentage de la surface corporelle totale correspondante. Dans la plupart des cas, la zone exposée au rayonnement sera inférieure à 20 %.

5.3.3 Vitesse de l'air

Les vitesses d'air élevées sont courantes dans les véhicules et peuvent varier sur la surface corporelle. Elles sont générées soit par des fenêtres ouvertes pendant la conduite, soit par le système de chauffage/climatisation. Dans les deux cas, elles provoquent généralement un refroidissement localisé des parties du corps concernées. Il convient d'effectuer les mesurages des vitesses d'air dans des endroits représentatifs des zones exposées et de pondérer les résultats en fonction du pourcentage de la surface corporelle totale correspondante. Dans la plupart des cas, cette valeur sera inférieure à 20 % car des parties importantes du corps sont protégées par le siège.

5.3.4 Échange thermique par évaporation

La pression partielle de vapeur d'eau est en général identique dans l'ensemble de l'habitacle du véhicule. Par conséquent, un seul mesurage devrait suffire pour l'évaluation. Il est probable, cependant, que les zones exposées au rayonnement, de même que les zones à forte convection, favorisent davantage l'échange thermique par évaporation. Cet effet est difficile à déterminer. Il est donc suggéré de ne pas en tenir compte, d'autant qu'il agit de façon positive (réduction de la contrainte thermique).

5.4 Contrainte thermique induite par le froid

Lorsque le système de chauffage tombe en panne ou qu'il est insuffisant dans des conditions climatiques froides, il existe un risque progressif de refroidissement de l'ensemble du corps ainsi que de refroidissement localisé de certaines parties du corps. Dans un premier temps apparaît une sensation d'inconfort mais, au fil du temps et avec un refroidissement supplémentaire, une astreinte physiologique plus prononcée et éventuellement des accidents thermiques induits par le froid peuvent se produire.

L'ISO 11079 donne des recommandations pour l'évaluation de la contrainte thermique induite par le froid. La contrainte thermique induite par le froid est évaluée en analysant les conditions requises pour l'équilibre thermique. La charge de refroidissement est calculée en comparant l'isolement thermique requis des vêtements avec la protection thermique apportée par les vêtements disponibles. Lorsque la protection est insuffisante, il se produit inévitablement un refroidissement du corps, et une durée d'exposition préconisée est calculée.

Un refroidissement localisé important peut provenir de surfaces froides telles que les vitres, ou d'un siège froid. L'ISO 13732-3 donne des recommandations pour l'évaluation du contact avec des surfaces froides.

5.5 Métabolisme énergétique et vêtements

Lorsque le climat du véhicule est évalué à l'aide de l'ISO 7243, l'ISO 7730, l'ISO 7933 ou l'ISO 11079, il convient de sélectionner des valeurs appropriées pour le métabolisme énergétique et les caractéristiques thermiques des vêtements (voir Annexe A).