
**Ergonomie des ambiances thermiques —
Application des Normes internationales
aux personnes ayant des exigences
particulières**

*Ergonomics of the thermal environment — Application of International
Standards to people with special requirements*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TS 14415:2005](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3f221ac6-d567-4fff-b38c-0d451148ec9b/iso-ts-14415-2005>



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 14415:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3f221ac6-d567-4fff-b38c-0d451148ec9b/iso-ts-14415-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3f221ac6-d567-4fff-b38c-0d451148ec9b/iso-ts-14415-2005>

© ISO 2005

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 14415 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 159, *Ergonomie*, sous-comité SC 5, *Ergonomie de l'environnement physique*.

Introduction

La présente Spécification technique est un document complémentaire d'une série de Normes internationales qui spécifient des méthodes de mesure et d'évaluation des ambiances thermiques chaudes, froides ou modérées (voir l'Article 2). Elle fournit les considérations nécessaires et les principes sous-jacents à l'application de chaque Norme internationale de la série relative à l'évaluation des ambiances thermiques pour les personnes handicapées, les personnes âgées et d'autres personnes ayant des exigences particulières.

Dans la poursuite de l'idéal de «pleine participation et de l'égalité» proclamé lors de l'année internationale des personnes handicapées, en 1981, un nombre considérable de personnes atteintes de différents handicaps ont désormais intégré des postes de travail.

L'ergonomie ne s'applique pas qu'aux postes de travail mais également à d'autres situations physiques humaines à domicile, dans les transports et lors d'activités de loisirs, dans lesquelles une large gamme de personnes ont des exigences ergonomiques particulières, en raison d'un handicap, de l'âge, d'une grossesse ou d'une maladie. Nombre de ces personnes ont des exigences thermiques supplémentaires qui doivent être prises en considération lors de la mesure et de l'évaluation des ambiances thermiques. Cependant, les effets thermiques varient considérablement entre les individus en fonction de leurs handicaps.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO/TS 14415:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3f221ac6-d567-4fff-b38c-0d451148ec9b/iso-ts-14415-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3f221ac6-d567-4fff-b38c-0d451148ec9b/iso-ts-14415-2005>

Ergonomie des ambiances thermiques — Application des Normes internationales aux personnes ayant des exigences particulières

1 Domaine d'application

La présente Spécification technique fournit des informations de fond sur les réponses thermiques et les besoins thermiques de groupes de personnes ayant des exigences particulières, de sorte que les Normes internationales relatives à l'évaluation des ambiances thermiques puissent être appliquées de manière appropriée à leur avantage. La présente Spécification technique s'applique à la mise en œuvre des Normes internationales énumérées à l'Article 2. Elle comprend

- une description de la gamme et de la variété des réponses et des adaptations aux ambiances thermiques de personnes ayant des exigences particulières, et les conséquences sur la mesure et l'évaluation de ces ambiances,
- l'application des indices PMV et PPD en tenant compte des personnes ayant des exigences particulières et du confort thermique dans des ambiances modérées,
- l'application des Normes internationales pour l'évaluation des ambiances thermiques chaudes et froides lorsqu'elles sont occupées par des personnes ayant des exigences particulières, et
- de brèves descriptions des troubles thermiques et des caractéristiques des réponses thermiques correspondantes, ainsi que des informations détaillées fondées sur l'état de la connaissance disponible sur plusieurs troubles d'importance (voir l'Annexe A).

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 7243, *Ambiances chaudes — Estimation de la contrainte thermique de l'homme au travail, basée sur l'indice WBGT (température humide et de globe noir)*

ISO 7726, *Ergonomie des ambiances thermiques — Appareils de mesure des grandeurs physiques*

ISO 7730, *Ambiances thermiques modérées — Détermination des indices PMV et PPD et spécifications des conditions de confort thermique*

ISO 8996, *Ergonomie de l'environnement thermique — Détermination du métabolisme énergétique*

ISO 7933, *Ergonomie des ambiances thermiques — Détermination analytique et interprétation de la contrainte thermique fondées sur le calcul de l'astreinte thermique prévisible*

ISO 9886, *Ergonomie — Évaluation de l'astreinte thermique par mesures physiologiques*

ISO 9920, *Ergonomie des ambiances thermiques — Détermination de l'isolement thermique et de la résistance à l'évaporation d'une tenue vestimentaire*

ISO 10551, *Ergonomie des ambiances thermiques — Évaluation de l'influence des ambiances thermiques à l'aide d'échelles de jugements subjectifs*

ISO/TR 11079, *Évaluation des ambiances froides — Détermination de l'isolement requis des vêtements*

ISO 13732 (toutes les parties), *Ergonomie des ambiances thermiques — Méthodes d'évaluation de la réponse humaine au contact avec des surfaces*

ISO 12894, *Ergonomie des ambiances thermiques — Surveillance médicale des personnes exposées à la chaleur ou au froid extrêmes*

ISO 13731, *Ergonomie des ambiances thermiques — Vocabulaire et symboles*

3 Facteurs nécessitant une considération particulière pour l'évaluation des ambiances thermiques

3.1 Déficience sensorielle et paralysie

Certaines incapacités physiques et méthodes de traitement (par exemple, des médicaments) affectent la sensation thermique et les exigences relatives au confort thermique. D'autres problèmes se posent également eu égard aux méthodes permettant de recueillir des données valides et fiables sur les réponses en termes de confort des personnes ayant des exigences particulières (femmes enceintes, personnes âgées, bébés, etc.).

3.2 Différence de forme corporelle

La perte ou l'atrophie d'un membre rend difficile l'application de la formule de Dubois pour le calcul de la surface corporelle et tend à l'erreur. Cela a par conséquent une influence sur le concept de température cutanée moyenne. Les proportions corporelles d'enfants et de bébés sont quelque peu différentes de celles d'adultes moyens ce qui influence la surface projetée disponible pour l'échange de chaleur pour différentes parties du corps et, de ce fait, l'impact des rayonnements thermiques, de la convection et de l'évaporation.

3.3 Déficience de la sécrétion sudorale

Chez les personnes tétraplégiques (personnes atteintes d'une lésion grave de la moelle épinière) et certaines personnes atteintes d'autres maladies paralytiques, il est courant d'observer une déficience de plus de 80 % de la surface cutanée sécrétant de la sueur. Cela affecte l'interprétation des indices d'ambiances thermiques pour les ambiances chaudes, notamment les indices rationnels qui supposent un niveau «normal» de sudation et pour lesquels le concept de mouillure joue un rôle important.

3.4 Déficience du contrôle vasomoteur

La déficience du contrôle vasomoteur périphérique, qui est souvent observée chez des personnes âgées, des personnes atteintes de lésion de la moelle épinière ou prenant des vasodilatateurs, affecte l'adaptabilité aux ambiances froides et aux ambiances chaudes et requiert souvent une attention particulière lors de l'analyse des conditions thermiques.

3.5 Différences de métabolisme

Les personnes atteintes d'incapacités physiques ayant recours à des aides techniques, telles que des fauteuils roulants, présentent souvent de faibles métabolismes en raison de leur niveau d'activité sédentaire. Inversement, d'autres personnes (telles que celles souffrant d'infirmité motrice cérébrale athétosique) dépensent plus d'énergie pour exécuter des tâches et leur métabolisme est donc plus élevé en raison des efforts considérables qu'elles déploient. Les personnes âgées sont souvent moins actives et présentent un

métabolisme plus faible que les personnes adultes, mais il existe des différences considérables entre individus.

3.6 Influence de la contrainte thermique sur d'autres fonctions physiologiques

Les accidents vasculaires cérébraux et les attaques cardio-vasculaires sont souvent provoqués par la contrainte thermique sévissant pendant des périodes hivernales (froid) et rarement pendant les étés chauds. La sécrétion sudorale peut provoquer des maladies chroniques cutanées, telles que l'épidermolyse bulleuse héréditaire. Les ambiances froides peuvent affecter les fonctions rénales et provoquer de la pollakiurie. La contrainte thermique est plus importante après l'exécution d'un travail fatiguant, d'un travail de nuit, en cas de décalage horaire, etc.

4 Ambiances thermiques modérées et personnes ayant des exigences particulières

4.1 Considérations générales

Les conditions thermiques qui sont «normalement» considérées comme modérées et garantissent le confort thermique, peuvent ne pas être perçues comme modérées ou acceptables par des personnes handicapées. Les personnes paralysées en raison d'une lésion de la moelle épinière, par exemple, peuvent relater des sensations thermiques même sur la partie paralysée du corps, ce qui affecte également la sensation et le confort général du corps. Les troubles vasomoteurs périphériques affectent l'échange de chaleur avec l'environnement. Par ailleurs, des études indiquent que la sensation thermique se détériore et les réponses de thermorégulation se ralentissent chez les personnes âgées.

Les personnes ayant des exigences particulières sont spécifiquement sensibles aux conditions thermiques et au maintien de l'état de santé et du confort. Pour déterminer si une ambiance est acceptable ou non, outre le recueil de votes sur la sensation, il peut être nécessaire de procéder régulièrement à des mesurages physiologiques simples, tels que la température buccale, au moyen d'un thermomètre médical, la fréquence cardiaque, etc. La plupart des personnes ayant des exigences particulières sont susceptibles de travailler dans des ambiances thermiques considérées comme modérées par des personnes en bonne santé.

4.2 ISO 7730: Ambiances thermiques modérées — Détermination des indices PMV et PPD et spécifications des conditions de confort thermique

Les indices PMV (vote moyen prévisible) et PPD (pourcentage prévisible d'insatisfaits) sont déduits statistiquement d'une équation de confort théorique et de données expérimentales provenant d'un grand nombre de sujets, principalement des jeunes adultes en bonne santé. Certaines personnes plus âgées sont prises en considération, mais des personnes très âgées ne sont généralement pas incluses. Par conséquent, il est possible que la méthode fournie dans l'ISO 7730 ne permette pas de prévoir de manière appropriée la sensation thermique ou l'insatisfaction des personnes handicapées et des personnes âgées souffrant de déficience de thermorégulation. La méthode n'est pas destinée à prévoir la sensation thermique de personnes mais plutôt à prévoir les conditions thermiques (température, humidité, vitesse de l'air, vêtement, activité) jugées comme acceptables ou préférées. Les études menées en laboratoire et sur le terrain montrent que les indices PMV/PPD peuvent prévoir de manière appropriée des réponses thermiques moyennes pour la majorité des personnes handicapées. Cependant, ces études montrent également qu'il existe une grande diversité de réponses indiquant qu'il peut être encore plus nécessaire d'analyser les exigences individuelles des personnes handicapées que des personnes standard.

L'équation de confort proprement dite semble être utile pour évaluer des ambiances thermiques modérées, c'est-à-dire l'effet des ambiances thermiques sur différentes personnes avec ou sans exigences particulières.

La structure de l'équation de confort pose un problème au niveau des critères physiologiques de base relatifs à la perte de chaleur confortable par évaporation liée au niveau d'activité. Cependant, dans un questionnaire relatif à l'adaptabilité thermique des personnes tétraplégiques réalisé au Japon en 1991, près de 80 % des réponses indiquaient un manque de transpiration, non seulement dans une ambiance chaude ou dans des conditions de tension mentale mais également lors de la pratique d'exercices. Ainsi, il n'est pas encore établi clairement si la sudation est sous le contrôle du système nerveux ou non et d'autres examens sont

nécessaires pour déterminer si l'équation permettant de calculer l'évaporation confortable est appropriée pour les personnes handicapées souffrant de troubles nerveux de sudation.

Lors de la détermination de la température moyenne de rayonnement, les différences de forme corporelle peuvent être prises en considération, mais cela n'est important que dans des ambiances présentant d'importants écarts directionnels de température de rayonnement.

Les personnes handicapées physiques (par exemple, lésion de la moelle épinière) souffrent souvent de troubles de la vasoconstriction et de la sudation. Cela signifie que leur système de thermorégulation ne réagit pas correctement lorsque la température ambiante s'écarte de la température neutre. Par conséquent, il est important pour les personnes souffrant de handicaps physiques que la température ambiante soit proche de la température neutre. La plupart des études montrent que la température ambiante neutre préférée est la même que celle préférée par le groupe de personnes standard. À cet effet, la méthode fournie dans l'ISO 7730 peut être utilisée. En général, les personnes handicapées physiques ont également des niveaux d'activité inférieurs [1 met à 1,2 met¹⁾] à ceux des personnes standard (1,2 met à 2,0 met). De même, elles ne peuvent pas changer facilement de niveau d'activité ou de tenue vestimentaire. En outre, l'isolement thermique d'un fauteuil roulant [0,1 clo à 0,2 clo²⁾] doit être pris en compte.

Dans les mêmes conditions d'habillement et d'activité, les personnes âgées préfèrent la même température neutre que les personnes standard. Cependant, de nombreuses personnes âgées ont un niveau d'activité inférieur (plus d'heures passées en position assise par jour) à celui des personnes plus jeunes pour une élévation correspondante de la température neutre.

En raison de la déficience de vasoconstriction et de la diminution de la sensation thermique, il convient d'éviter les températures ambiantes tendant vers le côté froid de la neutralité thermique. Il est par conséquent recommandé de sélectionner une plage de température acceptable correspondant à $0 < PMV < + 0,5$.

Nombre des facteurs susmentionnés sont pris en compte dans la méthode PMV/PPD dans la mesure où ces facteurs affectent les estimations des six paramètres de base (données d'entrée de la méthode). Par ailleurs, une autre modification est souvent requise, notamment en cas d'écart par rapport à la neutralité thermique et lorsque les caractéristiques individuelles sont importantes.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3f221ac6-d567-4fff-b38c-0d451148ec9b/iso-ts-14415-2005>

5 Ambiances chaudes et personnes ayant des exigences particulières

5.1 Considérations générales

À l'exclusion des pays tropicaux, le nombre de personnes ayant des exigences particulières et travaillant dans des ambiances chaudes est généralement limité. Cependant, ces personnes peuvent être exposées à des conditions extrêmes lorsqu'elles sont à leur domicile, lorsqu'elles pratiquent des activités en extérieur ou des activités sportives ou lorsqu'elles voyagent. Dans tous les cas, il est recommandé de demander un avis médical.

5.2 ISO 7243: Ambiances chaudes — Estimation de la contrainte thermique de l'homme au travail, basée sur l'indice WBGT (température humide et de globe noir)

L'ISO 7243 a été élaborée pour estimer la contrainte thermique au travail dans des ambiances chaudes, à partir de l'indice WBGT.

Il convient naturellement de déterminer de nouvelles valeurs de référence qui prévoient une température rectale maximale et qui tiennent compte de la tolérance physiologique et des réactions des personnes concernées ayant des exigences particulières.

1) 1 unité métabolique = 1 met = 58,2 W/m².

2) 1 unité de résistance thermique due au vêtement = 1 clo = 0,155 m² · °C/W.

Pour les personnes présentant des troubles de la sécrétion sudorale, il convient de modifier l'indice WBGT proprement dit, dans la mesure où l'indice ordinaire se rapporte à des personnes en bonne santé. L'indice WBGT sous-estime la contrainte thermique des personnes handicapées en raison de leur sécrétion sudorale réduite.

5.3 ISO 7933: Ergonomie des ambiances thermiques — Détermination analytique et interprétation de la contrainte thermique fondées sur le calcul de l'astreinte thermique prévisible

Le débit sudoral requis peut être utilisé comme un indice des ambiances chaudes pour les personnes ayant des exigences particulières, mais il est nécessaire de le modifier et de l'appliquer avec prudence. Les déficiences de sécrétion sudorale doivent naturellement être prises en considération lors de l'application de la norme aux personnes âgées et aux personnes handicapées et lors de la comparaison des valeurs estimées et mesurées du débit sudoral.

Pour différents types de personnes handicapées, telles que les personnes atteintes de lésion de la moelle épinière et dont la surface cutanée produisant la sueur est réduite, il convient que la formule permettant de calculer le débit d'évaporation maximal, E_{\max} ,

$$E_{\max} = \frac{(p_{sk,s} - p_a)}{R_T} \quad (1)$$

soit modifiée en

$$E_{\max} = \frac{H(p_{sk,s} - p_a)}{R_T} \quad (2)$$

où

- E_{\max} est le débit d'évaporation maximal;
- H est le rapport de la surface cutanée produisant de la sueur à la surface totale du corps;
- $P_{sk,s}$ est la pression de vapeur saturée à la température cutanée;
- P_a est la pression de vapeur à la température de l'air;
- R_T est la résistance évaporatoire totale de la couche limite d'air et du vêtement, en mètres carrés kilopascals par Watt, uniquement pour la surface de sudation.

Étant donné que toutes les méthodes fournies dans l'ISO 7933 supposent un état stable, il n'est pas possible de substituer les valeurs par des réponses lentes et ralenties de thermorégulation, qui par exemple sont souvent observées chez les personnes âgées ou handicapées.

5.4 ISO 9886: Ergonomie — Évaluation de l'astreinte thermique par mesures physiologiques

Le mesurage physiologique requiert un avis médical. Il convient de sélectionner soigneusement les méthodes de mesurage considérées pour les personnes handicapées en raison de l'action anormale, telle que les mouvements athétosiques et les sensations paralysées.

Il convient de modifier certaines valeurs limites en fonction des types de handicaps. Par exemple, la fréquence cardiaque maximale peut être inférieure en cas de troubles des organes circulatoires et la perte de masse corporelle admissible peut être plus faible en cas de déficience de la fonction rénale.

Il convient d'ajouter le mesurage de la tension artérielle pour les personnes souffrant de troubles circulatoires.