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

*Ergonomics of the thermal environment — Assessment of the influence of
the thermal environment using subjective judgement scales*
(standards.iteh.ai)

ISO 10551:1995

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cc581a42-57fd-4c6e-82fc-d1fd6f9da406/iso-10551-1995>



Sommaire

	Page
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Symboles	1
4 Échelles de jugements subjectifs pour ambiances thermiques: Principes de construction des échelles et conditions de leur utilisation	2
5 Échelles de jugements perceptif, évaluatif et préférentiel	3
6 Expression de l'acceptabilité personnelle et échelle de tolérance	5
7 Instructions pour enquêtes répétées	6
8 Résumé de toutes les échelles	6
9 Formats et modalités de présentation des échelles	7
10 Analyse des données et application des résultats	7
Annexes	
A Exemples de formulation des échelles de jugement subjectif sur les conditions thermiques	8
B Application de la procédure d'évaluation et des échelles de jugement: Exemples comprenant les analyses de données	11
C Bibliographie	18

© ISO 1995

Droits de reproduction réservés. 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'éditeur.

International Organization for Standardization
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Switzerland
Imprimé 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 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.

La Norme internationale ISO 10551 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 159, *Ergonomie*, sous-comité SC 5, *Ergonomie de l'environnement physique*.

Les annexes A, B et C de la présente Norme internationale sont données uniquement à titre d'information.

Introduction

La présente Norme internationale fait partie d'une série de normes relatives à l'évaluation de la contrainte et de l'astreinte thermiques dans un environnement de travail.

Cette série concerne en particulier les points suivants.

- 1) Établissement de spécifications relatives aux méthodes de mesure et d'estimation des paramètres physiques caractéristiques des ambiances climatiques, des propriétés thermiques des vêtements et de la production de chaleur métabolique.
- 2) Établissement de méthodes pour l'évaluation de la contrainte thermique dans des ambiances chaudes, froides et tempérées.

La présente Norme internationale propose un ensemble de spécifications relatives à une évaluation experte directe du confort ou de l'inconfort thermiques exprimés par des personnes soumises à divers degrés de contrainte thermique pendant les périodes passées dans diverses conditions climatiques à leur lieu de travail. Les données fournies par cette évaluation seront probablement utilisées pour compléter les méthodes physiques et physiologiques d'évaluation des charges thermiques. Les méthodes font partie d'une approche psychologique qui consiste à recueillir, s'il y a lieu, les opinions émises en situation réelle par des personnes exposées aux conditions étudiées (diagnostic); ces méthodes peuvent ainsi compléter les données fournies par des approches prédictives décrites ailleurs dans cette série.

L'ergonome, lorsqu'il s'intéresse aux ambiances thermiques des lieux de travail, est en mesure de déterminer la valeur de divers indices (WCI, PMV et PPD, WBGT) qui lui permettront de prédire les conditions climatiques moyennes pour le confort thermique ou le degré moyen de contrainte thermique supporté par un travailleur dans un certain nombre de cas généraux. En pratique, les cas particuliers sont souvent différents des cas généraux par leurs hétérogénéités spatiales, les différences locales, les fluctuations temporelles, les vêtements, les caractéristiques individuelles, etc. Il devient donc nécessaire de compléter les valeurs proposées au moyen d'une approche prédictive initiale par une détermination directe de l'expérience subjective que les personnes au travail ont de l'ambiance climatique et de leur état individuel correspondant, expérience que ces personnes peuvent juger et exprimer. L'approche est diagnostique.

On n'a pas préconisé leur recueil au moyen d'un questionnaire; la décision revient à l'utilisateur d'incorporer ou non les échelles dans une liste de questions plus complètes ou plus spécifiques (enquête médicale, liste des contraintes au travail, etc.) présentée sous une forme (orale, écrite; individuelle, collective, etc.) adaptée au cas particulier et aux normes collectives (nationales, professionnelles, etc.) en vigueur.

Si l'on souhaite solliciter de personnes exposées aux ambiances thermiques leurs vécus correspondants, ou s'informer de leur attitude culturelle pour mieux adapter les échelles de jugement subjectif, il convient au préalable que soient établies des modalités relationnelles favorables entre ces personnes et l'organisme responsable, par l'intermédiaire des préposés à l'investigation ergonomique.

Les ambiances thermiques qui se prêtent à l'application d'échelles de jugement subjectif concernent des conditions qui diffèrent modérément de la neutralité thermique. Dans des conditions extrêmes, des méthodes d'évaluation physiques et physiologiques de la charge thermique devront être préférentielles, dans la mesure où leur résultat est susceptible d'être utilisé comme critère de décision. En particulier, les limites de tolérance à la charge thermique ne peuvent pas être basées avec assurance sur des jugements subjectifs et doivent être décidées compte tenu de critères admis de risques de santé. Des conditions plus spécifiques pour appliquer les échelles de jugement seront clarifiées en relation avec chacune de ces échelles.

La nature subjective des données obtenues à l'aide d'échelles de jugement conduit certains experts à douter de leur intérêt et à préférer des données «objectives», physiques ou physiologiques. La question de la validité des données subjectives concernant les ambiances thermiques peut être abordée de deux manières différentes.

- a) La première manière correspond à la question suivante.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Dans quelle mesure les informations fournies par ces données sont-elles les mêmes que celles fournies par les données «objectives»?

La relation pouvant exister ou non entre les données objectives et subjectives sera examinée dans le but de remplacer le recueil des données objectives par le recueil des données subjectives, obtenues plus facilement. La présente Norme internationale ne se place pas dans cette perspective, aussi intéressante qu'elle soit une fois que la relation a été établie.

- b) La deuxième manière correspond à la question suivante: Quelle est la valeur intrinsèque des données fournies par ces échelles?

Les opinions des personnes sur les ambiances thermiques qui les concernent ont une valeur en elles-mêmes. C'est à l'ergonome de décider de les prendre en compte ou non. La réputation faite à ces données suivant laquelle elles manqueraient de fiabilité ne justifie pas qu'il faille les rejeter sans appel. L'objectif de la présente Norme internationale est précisément d'améliorer leur fiabilité en fixant les outils appropriés à leur recueil et les prescriptions relatives à leur utilisation.

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10551:1995

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cc581a42-57fd-4c6e-82fc-d1fd6f9da406/iso-10551-1995>

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

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale couvre la construction et l'utilisation des échelles de jugement (échelles de perception thermique, de confort thermique, de préférence thermique, expression de l'acceptabilité et échelle de tolérance) servant à fournir des données fiables et comparables relatives à l'aspect subjectif du confort thermique ou de la contrainte thermique.

2 Référence normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 7243:1989,	https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cc581a42-57fd-4c6e-82fc-d11d92406cc0-1951-1995 <i>Ambiances chaudes — Estimation de la contrainte thermique de l'homme au travail, basée sur l'indice WBGT (température humide et de globe noir).</i>
ISO 7726:1985,	<i>Ambiances thermiques — Appareils et méthodes de mesure des grandeurs physiques.</i>
ISO 7730:1984,	<i>Ambiances thermiques modérées — Détermination des indices PMV et PPD et spécification des conditions de confort thermique.</i>
ISO 7933:1989,	<i>Ambiances thermiques chaudes — Détermination analytique et interprétation de la contrainte thermique fondées sur le calcul de la sudation requise.</i>
ISO 8996:1990,	<i>Ergonomie — Détermination de la production de chaleur métabolique.</i>
ISO 9886:1992	<i>Évaluation de l'astreinte thermique par mesures physiologiques.</i>
ISO 9920:1994	<i>Ergonomie des ambiances thermiques — Détermination de l'isolement thermique et de la résistance à l'évaporation d'une tenue vestimentaire.</i>
ISO/TR 11079:1993	<i>Évaluation des ambiances froides — Détermination de l'isolement requis des vêtements.</i>

3 Symboles

Les symboles utilisés dans la présente Norme internationale ont la signification suivante.

I_{cl}	résistance thermique (isolement) des vêtements, en mètres carrés degrés Celsius par watt ou en clo (1 clo = 0,155 m ² · C/W);
Met	chaleur produite par le métabolisme, en watts par mètre carré;

PMV	jugement moyen prédit (voir ISO 7730);
PPD	pourcentage prédit d'insatisfaits (voir ISO 7730);
WBGT	température humide et de globe noir (wet bulb globe temperature) (voir ISO 7243);
WCI	indice du pouvoir refroidissant du vent (Wind Chill Index) (voir ISO/TR 11079).

4 Échelles de jugements subjectifs pour ambiances thermiques: Principes de construction des échelles et conditions de leur utilisation

Il existe un certain nombre d'échelles de jugement subjectif pour ambiances thermiques. Elles diffèrent selon l'aspect du jugement sur lequel on met l'accent: perceptif ou affectif (évaluatif et préférentiel), global (comprenant l'ensemble de l'environnement ou de l'organisme) ou localisé, actuel ou passé, instantané ou étendu sur un laps de temps. Elles diffèrent aussi selon l'objet du jugement: environnement ou personne, le tout ou l'une de ses parties (température, humidité, mouvement de l'air; état thermique du corps, humidité de la peau, respiration), régime permanent ou transitoire, conditions tempérées ou extrêmes.

La présente Norme internationale recommande l'emploi d'échelles de jugement subjectif basées sur l'état thermique du corps. Dans des conditions climatiques stables, avec des personnes au travail sédentaires ($60 \text{ W/m}^2 \leq \text{Met} \leq 70 \text{ W/m}^2$) habillées de façon courante ($0,5 \text{ clo} \pm 0,2 \text{ clo} < I_{cl} \leq 1,0 \text{ clo} \pm 0,2 \text{ clo}$) et ayant effectué un séjour d'au moins 30 min, le jugement global que les gens portent sur leur propre état thermique et celui qu'ils portent sur la température ambiante coïncident d'ordinaire. Sur les lieux de travail, ces situations sont particulièrement importantes (en termes de fréquence, de priorité donnée à leur traitement). En général, les jugements portés par les gens sur leur propre état thermique sont plus pertinents pour les ergonomes que les jugements portés sur l'ambiance thermique.

En cas de facteurs climatiques ou vestimentaires variables et en cas de variation de l'activité physique (conditions transitoires), la coïncidence entre les deux types de jugements, n'existe pas nécessairement. Il en est de même en cas de conditions climatiques stables associées aux personnes présentant un niveau d'activité physique supérieur au niveau correspondant au travail sédentaire ($\text{Met} > 70 \text{ W/m}^2$), ou aux personnes moins ($I_{cl} < 0,5 \text{ clo}$) ou plus ($I_{cl} > 1,0 \text{ clo}$) vêtues que de façon courante.

Dans chacun de ces cas, il est plus important du point de vue de la pratique ergonomique de savoir comment les personnes se sentent elles-mêmes plutôt que de savoir comment elles jugent le climat local. Ce sont là les raisons pour lesquelles la présente Norme internationale retient les jugements que les personnes au travail portent sur leur propre état thermique, considéré comme un tout. Elle fait une distinction entre la perception, l'évaluation affective présente (confort/inconfort) et la préférence future.

La présente Norme internationale utilise également les mêmes échelles, avec une modification appropriée, pour des ambiances tempérées et pour des ambiances plus chaudes ou plus froides.

NOTE 1 La présente Norme internationale propose de compléter les échelles de jugements perceptif, évaluatif et préférentiel par une expression de l'acceptabilité et par une échelle de tolérance des ambiances thermiques.

Dans le pluspart des cas, l'exposition à des conditions climatiques données dure plusieurs heures. Aussi est-il utile de recueillir les opinions des personnes depuis le début, en répétant l'expression des jugements à intervalles réguliers (par exemple 30 min), en utilisant exactement les mêmes échelles.

NOTE 2 Il convient d'éviter la procédure qui consiste à obtenir des jugements synthétiques supposés intégrer des impressions ponctuelles sur une longue période de temps.

En répétant l'application des mêmes échelles, on peut évaluer l'évolution temporelle du confort ressenti ou de l'astreinte thermique subie dans des conditions stables, et obtenir une estimation d'un jugement intégré couvrant toute la période d'exposition par un traitement approprié des données (par exemple, par le calcul d'une moyenne générale). En cas de conditions transitoires, l'intérêt du recueil de jugements répétés est le même en cas de variations saisonnières ou d'autres variations contextuelles (heure du jour, exigences de la tâche, style de gestion, etc.) du confort thermique ou de l'astreinte thermique vécus par les mêmes personnes dans des conditions climatiques par ailleurs constantes.

On rencontre des difficultés fondamentales dans un domaine qui implique l'utilisation du langage. C'est ainsi que des biais systématiques dans les données, ou la variabilité des données peuvent provenir d'inconsistances et

d'inadaptations des instructions concomitantes. C'est pourquoi il devient crucial de normaliser les instructions préparatoires qui expliquent l'étude ainsi que la formulation des échelles de jugement. La terminologie utilisée pour dénommer les degrés des échelles de jugement est notamment importante. La présente Norme internationale prescrit la structure des échelles, l'annexe A apportant des suggestions concernant les termes qu'il convient de choisir en prenant en compte les ressources lexicales des diverses langues.

NOTE 3 Une conséquence attendue de la présente Norme internationale est de fixer la formulation appropriée des degrés des échelles dans les différentes langues, avec la publicité internationale qui sera donnée à la pratique effective de ces échelles.

D'autres échelles de jugement ont été construites et utilisées concernant l'état thermique des diverses parties du corps d'une personne (par exemple, la tête, le tronc, les mains, les pieds), l'ambiance thermique totale ou ses divers composants (par exemple, la température, l'humidité ou le mouvement de l'air), l'expérience thermique de la personne dans d'autres aspects (par exemple, la mouillure de la peau) ou les appréciations portées sur une certaine durée, y compris des périodes pendant lesquelles les conditions climatiques n'ont pas été mesurées. D'autres échelles ont été structurées différemment, par exemple une échelle d'évaluation affective bipolaire, sur le modèle de l'échelle de perception thermique; une telle échelle est utile pour prendre en compte le plaisir thermique et elle est plus sensible que l'échelle d'inconfort unipolaire dans la région des conditions thermiques proches de la neutralité thermique.

La présente Norme internationale est limitée aux cinq échelles décrites aux articles 5 et 6. L'extension du recueil des jugements subjectifs concerne, en premier lieu, les sensations thermiques localisées (à des parties du corps) et la mouillure de la peau dans des conditions constantes, étant donné l'intérêt et les applications actuels pour ces données, et, en deuxième lieu, les conditions transitoires, dont l'importance est considérable mais la connaissance toujours insuffisante.

5 Échelles de jugements perceptif, évaluatif et préférentiel

5.1 Instructions pour l'utilisation des échelles

Les trois échelles de jugements doivent être appliquées dans l'ordre suivant: échelle perceptive, échelle évaluative, échelle préférentielle. La combinaison des réponses possibles apporte toutes les informations requises.

Les consignes préparatoires suivantes doivent être fournies:

- avant d'appliquer l'échelle de perception: «Comment vous sentez-vous (en ce moment précis)?» (suivi des réponses de l'échelle);
- après la réponse donnée sur l'échelle de perception, et immédiatement avant d'appliquer l'échelle évaluative: «Trouvez-vous cela?» (suivi des réponses de l'échelle);
- après la réponse donnée sur l'échelle évaluative et juste avant l'application de l'échelle de préférence: «Veuillez indiquer comment vous préféreriez être maintenant» (suivi des réponses de l'échelle).

Des échelles à 7 degrés doivent être appliquées dans le cas d'environnements jugés tempérés (proches de la neutralité thermique ou légèrement chauds ou froids); des échelles à 9 degrés doivent être appliquées dans le cas d'environnements jugés plus chauds ou plus froids. On suggère une limite pratique entre les deux catégories d'ambiance à $PMV = \pm 2$.

NOTE 4 Il est recommandé de présenter les échelles complètes, même dans le cas d'ambiances uniquement froides ou chaudes. Les termes donnés à tous les degrés d'une échelle apportent un cadre de référence utile aux personnes invitées à exprimer verbalement leur expérience thermique instantanée.

5.2 Échelle de perception de l'état thermique personnel

5.2.1 Structure de l'échelle

Une échelle bipolaire symétrique à 7 degrés, qui peut être étendue à 9 degrés, comprenant 1 degré indifférencié central et deux fois 3 (ou 4) degrés d'intensité croissante.

Pôle A	Degrés (- 4) - 3 - 2 - 1 d'intensité	Degré 0 indifférencié	Degrés + 1 + 2 + 3 (+ 4) d'intensité	Pôle B
--------	--	-----------------------------	--	--------

5.2.2 Formulation des degrés

Les pôles A et B sont situés à chaque extrémité de l'échelle, de A = FROID à B = CHAUD. Le degré central indifférencié correspond à l'ABSENCE DE CHAUD ET DE FROID.

La formulation des degrés dépendra des ressources lexicographiques de chaque langue. Le choix des termes doit être effectué soigneusement et testé à l'avance sur un nombre représentatif de personnes dont c'est la langue maternelle.

Les formulations suivantes doivent servir d'illustration:

- pour les langues qui possèdent plusieurs (au moins deux) termes distincts indiquant différents degrés d'intensité de CHAUD et de FROID, ces termes seront utilisés sur le modèle des formulations en anglais ou en russe;
- pour les langues qui ne possèdent pas deux termes indiquant des degrés différents d'intensité pour chacun des pôles, un terme unique sera utilisé pour chaque pôle et son intensité sera modulée par l'utilisation d'adverbes, sur le modèle des formulations en français ou en espagnol.

Le tableau A.1 donne des exemples pour chacun des cas.

5.3 Échelle évaluative

5.3.1 Structure de l'échelle

Une échelle unipolaire à 4 degrés, qui peut être étendue à 5 degrés, avec 1 degré d'origine indiquant l'absence d'affect, et 3 (ou 4) degrés d'intensité croissante de l'affect.

Degré	Degrés	
0	1 2 3 (4)	Pôle unique
d'origine	d'intensité	

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cc581a42-57fd-4c6e-82fc-d1fd69da406/iso-10551-1995>

5.3.2 Formulation des degrés

Le pôle unique d'évaluation affective de la charge thermique exprime un affect négatif: DÉSAGRÈMENT, INSATISFACTION ou INCONFORT. Son intensité peut être modulée par des adverbes. Le CONFORT est situé au degré d'origine, ABSENCE D'INCONFORT, auquel sont également assimilés les jugements affectifs positifs (agrément, satisfaction).

Le tableau A.2 présente un exemple.

Les degrés doivent être formulés en utilisant pour chaque pôle un terme comparatif qui peut être modulé en intensité au moyen d'adverbes. Il est possible de réduire les 3 degrés d'intensité de chacun des pôles à 1 degré unique formulé au moyen d'un terme comparatif non modulé. Chacun des pôles à 1 degré unique formulé au moyen d'un terme comparatif non modulé.

Le tableau A.3 présente un exemple.

5.4 Échelle de préférence thermique

5.4.1 Structure de l'échelle

Une échelle bipolaire symétrique à 7 degrés comprenant 1 degré central d'indécision et deux fois 3 degrés d'intensité croissante:

	Degrés	Degré	Degrés	
Pôle A	- 3 - 2 - 1	0	+ 1 + 2 + 3	Pôle B
	d'intensité	d'indécision	d'intensité	

5.4.2 Formulation des degrés

Les pôles A et B sont situés à chaque extrémité de l'échelle, de A PLUS FROID à B = PLUS CHAUD. Le degré central d'indécision correspond à l'ABSENCE DE CHANGEMENT.

Les degrés doivent être formulés en utilisant pour chaque pôle un terme comparatif qui peut être modulé en intensité aux moyens d'adverbes. Il est possible de réduire les 3 degrés d'intensité de chacun des pôles à 1 degré unique formulé au moyen d'un terme comparatif non modulé.

Le tableau A.3 présente un exemple.

6 Expression de l'acceptabilité personnelle et échelle de tolérance

6.1 Généralités

En plus des jugements précédents, on doit obtenir des informations indiquant comment les travailleurs sont personnellement disposés envers leur situation thermique.

Cette évaluation sera formulée en termes de rejet ou d'acceptation au plan personnel, complétée dans chaque cas par un jugement du degré relatif de tolérance personnelle. Le rejet ou l'acceptation sont exprimés sur un plan personnel, c'est-à-dire hors du contexte, le jugement étant basé uniquement sur la préférence personnelle. L'expression d'un rejet au plan personnel (inacceptabilité) n'est par conséquent pas incompatible avec une acceptation de fait, qui prend en compte d'autres motivations contextuelles (consignes, exigences de travail, courte durée d'exposition, rémunération, etc.).

À la différence des trois échelles précédentes, l'expression de l'acceptabilité personnelle et l'échelle de tolérance sont constituées de jugements effectués sur l'ambiance thermique (climat local).

iTeh STANDARD PREVIEW

6.2 Instructions pour l'utilisation des formulaires d'expression du jugement

Le formulaire d'acceptabilité et l'échelle de tolérance doivent être appliqués après les échelles de perception et d'évaluation décrites ci-dessus et dans l'ordre suivant: formulaire d'acceptabilité, puis échelle de tolérance.

On doit appliquer les consignes préparatoires suivantes:

- avant l'application du formulaire d'acceptabilité:
 - (a) en termes explicites: «Comment jugez-vous cet environnement (climat local) au plan personnel (de votre point de vue personnel)?»
 - (b) avec la déclaration initiale: «En prenant uniquement en compte votre préférence personnelle, ...»
 - 1) soit: «... accepteriez-vous cet environnement (climat local) plutôt que de le rejeter?»
 - 2) soit: «... rejetteriez-vous cet environnement (climat local) plutôt que de l'accepter?»
- avant l'application de l'échelle de tolérance:

«Est-ce?»

6.3 Description des formulaires d'expression de jugement

6.3.1 Structure des formulaires d'expression de jugement

Le formulaire d'acceptabilité personnelle sera de structure binaire du type

ACCEPTATION PERSONNELLE (PLUTÔT ACCEPTABLE) — REJET PERSONNEL (PLUTÔT INACCEPTABLE)

L'échelle de tolérance personnelle sera de structure unipolaire à 5 degrés, le pôle unique exprimant la DIFFICULTÉ DE TOLÉRANCE, avec 1 degré d'origine indiquant l'absence de difficulté à tolérer et avec 4 degrés d'intensité croissante de la difficulté à tolérer, le 4^e degré exprimant l'impossibilité à tolérer.

Degré	Degrés	
0	1, 2, 3, 4	Pôle unique
d'origine	d'intensité	