
**Ergonomie de l'interaction homme-
système —**

Partie 303:
**Exigences relatives aux écrans de
visualisation électroniques**

iTeh STANDARD PREVIEW —
Ergonomics of human-system interaction —
Part 303: Requirements for electronic visual displays
(standards.iteh.ai)

ISO 9241-303:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9b168811-c75c-444a-aa17-81c83f5df6b6/iso-9241-303-2011>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 9241-303:2011
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9b168811-c75c-444a-aa17-81c83f5df6b6/iso-9241-303-2011>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2011

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

Sommaire

Page

Avant-propos	v
Introduction.....	viii
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives.....	1
3 Termes et définitions	1
4 Principes directeurs	1
5 Exigences ergonomiques et recommandations	2
5.1 Conditions de vision	2
5.1.1 Généralités	2
5.1.2 Distance de vision théorique	2
5.1.3 Direction de vision théorique	3
5.1.4 Angles de direction du regard et d'inclinaison de la tête.....	4
5.1.5 Dispositifs d'affichage des images virtuelles.....	4
5.2 Luminance.....	4
5.2.1 Généralités	4
5.2.2 Éclairage	4
5.2.3 Luminance du dispositif d'affichage	4
5.2.4 Équilibre de luminance et éblouissement.....	5
5.2.5 Réglage de la luminance.....	5
5.3 Environnements physiques particuliers.....	6
5.3.1 Généralités.....	6
5.3.2 Vibrations	6
5.3.3 Vent et pluie	6
5.3.4 Températures excessives.....	6
5.4 Artéfacts visuels.....	7
5.4.1 Généralités	7
5.4.2 Non-uniformité de la luminance.....	7
5.4.3 Non-uniformité de la couleur	7
5.4.4 Uniformité du contraste.....	7
5.4.5 Distorsions géométriques	8
5.4.6 Défauts de l'écran et de la dalle de verre.....	8
5.4.7 Instabilité temporelle (papillotement).....	9
5.4.8 Instabilité spatiale (scintillement).....	9
5.4.9 Effets de moiré.....	9
5.4.10 Autres instabilités	10
5.4.11 Réflexions indésirables	11
5.4.12 Effets de profondeur indésirables	11
5.5 Lisibilité et clarté	12
5.5.1 Généralités	12
5.5.2 Contraste de luminance.....	12
5.5.3 Polarité de l'image	12
5.5.4 Hauteur de caractère.....	13
5.5.5 Stabilité dimensionnelle du texte	14
5.5.6 Épaisseur de trait de caractère	14
5.5.7 Rapport hauteur/largeur de caractère	14
5.5.8 Format de caractère	14
5.5.9 Espacement des caractères	15
5.5.10 Espacement entre les mots.....	15
5.5.11 Espacement entre les lignes	15

5.6	Lisibilité de la codification de l'information	15
5.6.1	Généralités	15
5.6.2	Codification de la luminance	15
5.6.3	Codification du clignotement	15
5.6.4	Codification de la couleur	16
5.6.5	Codification géométrique	16
5.7	Lisibilité des graphiques	16
5.7.1	Généralités	16
5.7.2	Dimensions d'objets monochromes et polychromes	16
5.7.3	Contraste pour la lisibilité de l'objet	16
5.7.4	Prise en compte de la couleur des graphiques	17
5.7.5	Effets de fond et d'environnement de l'image	18
5.7.6	Nombre de couleurs	18
5.8	Fidélité	19
5.8.1	Généralités	19
5.8.2	Gamme de couleurs et blanc de référence	19
5.8.3	Échelle de gris et gamma	20
5.8.4	Rendu d'images en mouvement	20
5.8.5	Temps de formation de l'image (TFI)	21
5.8.6	Résolution spatiale	22
5.8.7	Modulation de trame ou facteur de remplissage	22
5.8.8	Densité des pixels	22
6	Conformité	22
	Annexe A (informative) Aperçu général de la série de normes ISO 9241	23
	Annexe B (informative) Attractivité, ou qualité visuelle subjective	24
	Annexe C (informative) Aspects de l'installation relatifs à l'aptitude à l'utilisation	25
	Annexe D (normative) Concepts de base de perception visuelle pour le contraste et la luminance de dispositifs d'affichage électroniques	27
	Annexe E (informative) Écran virtuel — Objectifs de performance	35
	Annexe F (informative) Accessibilité aux écrans de visualisation électroniques — Références sélectionnées	42
	Bibliographie	44

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.

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 9241-303 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 159, *Ergonomie*, sous-comité SC 4, *Ergonomie de l'interaction homme/système*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 9241-303:2008), qui a fait l'objet d'une révision technique. Conjointement avec l'ISO 9241-302 et l'ISO 9241-305, l'ISO 9241-303:2008 a annulé et remplacé l'ISO 9241-8 et, conjointement avec l'ISO 9241-302, l'ISO 9241-305 et l'ISO 9241-307, elle a annulé et remplacé l'ISO 9241-7 et l'ISO 13406-2 et a partiellement remplacé l'ISO 9241-3:

- les termes et définitions relatifs aux écrans de visualisation électroniques ont été transférés, et compilés, dans l'ISO 9241-302;
- les domaines déjà couverts dans l'ISO 9241 et l'ISO 13406 demeurent dans leur grande ligne inchangés, mais les méthodes d'essai et les exigences ont été mises à jour pour tenir compte des progrès technologiques et scientifiques;
- toutes les exigences ergonomiques génériques ont été intégrées dans l'ISO 9241-303;
- l'application de ces exigences aux différentes technologies d'affichage, domaines d'application et conditions environnementales, y compris les méthodes d'essai et les critères échec/réussite, est spécifiée dans l'ISO 9241-307.

L'ISO 9241 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV)*:

- *Partie 1: Introduction générale*
- *Partie 2: Guide général concernant les exigences des tâches*
- *Partie 4: Exigences relatives aux claviers*
- *Partie 5: Aménagement du poste de travail et exigences relatives aux postures*
- *Partie 6: Guide général relatif à l'environnement de travail*

ISO 9241-303:2011(F)

- *Partie 9: Exigences relatives aux dispositifs d'entrée autres que les claviers*
- *Partie 11: Lignes directrices relatives à l'utilisabilité*
- *Partie 12: Présentation de l'information*
- *Partie 13: Guidage de l'utilisateur*
- *Partie 14: Dialogues de type menu*
- *Partie 15: Dialogues de type langage de commande*
- *Partie 16: Dialogues de type manipulation directe*
- *Partie 17: Dialogues de type remplissage de formulaires*

L'ISO 9241 comprend également les parties suivantes, présentées sous le titre général *Ergonomie de l'interaction homme-système*:

- *Partie 20: Lignes directrices sur l'accessibilité de l'équipement et des services des technologies de l'information et de la communication (TIC)*
- *Partie 100: Introduction aux normes relatives à l'ergonomie des logiciels [Rapport technique]*
- *Partie 110: Principes de dialogue*
- *Partie 129: Lignes directrices relatives à l'individualisation des logiciels*
- *Partie 143: Formulaires*
- *Partie 151: Lignes directrices relatives aux interfaces utilisateurs Web*
- *Partie 171: Lignes directrices relatives à l'accessibilité aux logiciels*
- *Partie 210: Conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs*
- *Partie 300: Introduction aux exigences relatives aux écrans de visualisation électroniques*
- *Partie 302: Terminologie relative aux écrans de visualisation électroniques*
- *Partie 303: Exigences relatives aux écrans de visualisation électroniques*
- *Partie 304: Méthodes d'essai de la performance de l'utilisateur pour écrans de visualisation électroniques*
- *Partie 305: Méthodes d'essai de laboratoire optique pour écrans de visualisation électroniques*
- *Partie 306: Méthodes d'appréciation sur le terrain des écrans de visualisation électroniques*
- *Partie 307: Analyse et méthodes d'essais de conformité pour écrans de visualisation électroniques*
- *Partie 308: Écrans à émission d'électrons par conduction de surface (SED) [Rapport technique]*
- *Partie 309: Écrans à diodes électroluminescentes organiques (OLED) [Rapport technique]*
- *Partie 310: Visibilité, esthétique et ergonomie des défauts de pixel [Rapport technique]*
- *Partie 400: Principes et exigences pour les dispositifs d'entrée physiques*

- *Partie 410: Critères de conception des dispositifs d'entrée physiques*
- *Partie 411: Méthodes d'évaluation de la conception des dispositifs d'entrée physiques* [Spécification technique]
- *Partie 420: Sélection des dispositifs d'entrée physiques*
- *Partie 910: Cadre pour les interactions tactiles et haptiques*
- *Partie 920: Lignes directrices relatives aux interactions tactiles et haptiques*

Les parties suivantes sont en cours de préparation:

- *Partie 154: Applications de réponse vocale interactive (RVI)*

La conception centrée sur l'opérateur humain et les méthodes d'évaluation, les caractéristiques optiques des écrans autostéréoscopiques, et les exigences, analyses et méthodes d'essai de conformité pour la réduction des saisies photosensibles feront l'objet de futures parties 230, 331 et 391.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 9241-303:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9b168811-c75c-444a-aa17-81c83f5dféb6/iso-9241-303-2011)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9b168811-c75c-444a-aa17-81c83f5dféb6/iso-9241-303-2011>

Introduction

La présente partie de l'ISO 9241 couvre une large gamme de technologies, de tâches et d'environnements.

L'ISO 9241 a été initialement élaborée sous la forme d'une Norme internationale en dix-sept parties relatives aux exigences ergonomiques pour le travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation. Dans le cadre du processus de revue des normes, une restructuration importante de l'ISO 9241 a été convenue pour étendre son domaine d'application, incorporer d'autres normes pertinentes et rendre son utilisation plus pratique. Le titre général de la norme révisée ISO 9241, «Ergonomie de l'interaction homme-système», reflète ces modifications et aligne la Norme sur le titre global et le champ d'action du Comité technique ISO/TC 159, Sous-comité SC 4. La Norme révisée comporte plusieurs parties et est structurée en séries de normes numérotées par centaines; par exemple, la série 100 traite des interfaces logicielles, la série 200 traite du processus de conception centré sur l'opérateur humain, la série 300 concerne les écrans de visualisation, la série 400 couvre les dispositifs d'entrée physiques, et ainsi de suite.

Voir l'Annexe A pour un aperçu général des séries de Normes ISO 9241.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 9241-303:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9b168811-c75c-444a-aa17-81c83f5df6b6/iso-9241-303-2011)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9b168811-c75c-444a-aa17-81c83f5df6b6/iso-9241-303-2011>

Ergonomie de l'interaction homme-système —

Partie 303:

Exigences relatives aux écrans de visualisation électroniques

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 9241 établit des exigences de qualité d'image, et donne des lignes directrices, pour les écrans de visualisation électroniques. Ces exigences et lignes directrices sont génériques — elles sont indépendantes de la technologie, de la tâche et de l'environnement. Elles sont énoncées sous forme de spécifications et de recommandations de performance pour garantir des conditions de visualisation efficaces et confortables aux utilisateurs disposant d'une vision normale ou ajustée de manière à être normale.

La présente partie de l'ISO 9241 n'aborde pas les questions d'accessibilité des personnes handicapées, mais tient compte des considérations liées à la vue des personnes âgées et peut être utile pour les personnes qui, dans certains cas, présentent une insuffisance visuelle: la spécification des caractéristiques essentielles de la vision normale peut être utilisée pour évaluer la gravité de différentes anomalies visuelles, afin de pouvoir identifier des solutions appropriées.

NOTE Outre la Bibliographie, une sélection de documents pertinents sur les besoins des personnes handicapées, y compris celles qui ont une mauvaise vue ou qui se dégrade, ou des non-voyants, figure dans l'Annexe F.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9b168811-c75c-444a-aa17-81c83f5df6b6/iso-9241-303-2011>

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 (y compris les éventuels amendements) s'applique.

ISO 9241-302, *Ergonomie de l'interaction homme-système — Partie 302: Terminologie relative aux écrans de visualisation électroniques*

ISO 9241-307, *Ergonomie de l'interaction homme-système — Partie 307: Analyse et méthodes d'essai de conformité pour écrans de visualisation électroniques*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans ISO 9241-302 s'appliquent.

4 Principes directeurs

La création d'une interaction homme-système satisfaisante nécessite le respect simultané d'un certain nombre d'exigences diverses avec un équilibre approprié. Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 9241, ces exigences ont été regroupées dans les huit grands domaines suivants:

— conditions de vision;

- luminance;
- environnements physiques particuliers;
- artéfacts visuels;
- lisibilité et clarté;
- lisibilité de la codification de l'information;
- lisibilité des graphismes;
- fidélité.

NOTE Pour l'attractivité de l'image sur un écran de visualisation, voir l'Annexe B.

5 Exigences ergonomiques et recommandations

5.1 Conditions de vision

5.1.1 Généralités

Bon nombre de tâches nécessitent la présentation d'informations sur un écran de visualisation électronique. Il est donc très important de visualiser cet affichage de manière à permettre la perception rapide de cette information, sans faire d'erreurs et sans grand effort. Il est possible de spécifier un certain nombre de conditions de vision qui sont nécessaires – quoique non suffisantes – pour obtenir un tel type de vision rapide, exempte d'erreur et n'exigeant pratiquement pas d'effort. Ces conditions ont trait à la distance et à la direction de la vision théorique, ainsi qu'aux angles de vision et d'inclinaison de la tête qui sont nécessaires à l'observateur.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9b168811-c75c-444a-aa17-81c83f5df6b6/iso-9241-303-2011>

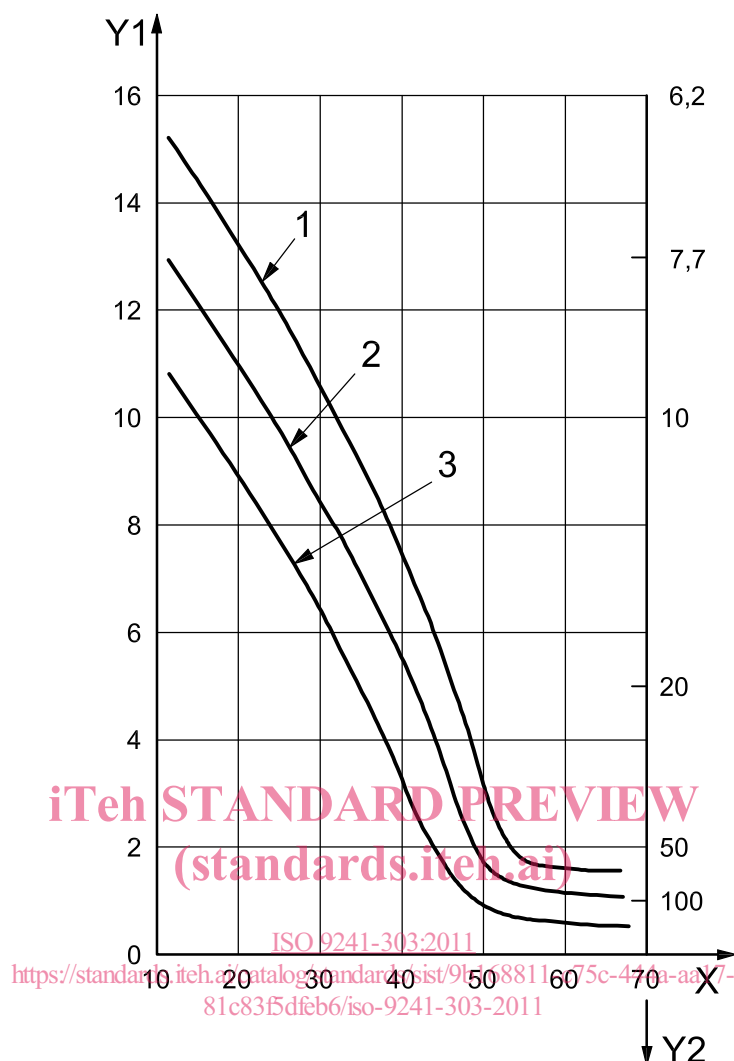
On sait que la distance de vision et l'angle de visée (angle d'observation) doivent obligatoirement être compatibles avec la capacité de vergence et d'accommodation de l'utilisateur, et avec sa capacité de focaliser sur de faibles distances.

5.1.2 Distance de vision théorique

La distance de vision théorique dépend de la tâche et de l'écran de visualisation électronique, et elle ne doit pas être inférieure à 300 mm; cette valeur est, pour la vision, la distance de confort minimale typique ou *punctum proximum* pour les yeux normaux (emmétropes) des adultes. Il existe une relation physiologiquement déterminée entre le *punctum proximum* et l'âge de l'utilisateur (représentée à la Figure 1), et entre le *punctum proximum* et le niveau de luminance; cette relation présente toutefois une forte variation.

De plus faibles distances de vision, comprises entre 200 mm et 300 mm, peuvent être observées chez les enfants et les (très) jeunes adultes; ces distances leur permettent de voir des détails, tels que des parties de caractères, plus petits qu'ils ne pourraient voir à plus grande distance, à condition que la luminance de l'affichage, le contraste et la netteté de ces caractères soient d'un niveau suffisamment élevé. Cependant, la plupart des adultes ainsi que des personnes âgées positionnent leur système d'affichage à une plus grande distance de vision, typiquement à 300 mm et plus.

Pour les écrans de visualisation dont les dimensions sont supérieures à celles des écrans utilisés pour les tâches de bureau, la distance de vision préférée est plus longue, allant typiquement de 400 mm à 750 mm. À cette distance, la fatigue causée à l'œil par l'accommodation est inférieure aux distances de vision plus faibles; en outre, la liberté de mouvement est plus grande à des distances de vision plus importantes. Pour faire des exposés ou des projections, la distance de vision préférée est encore plus longue (typiquement comprise entre 2 m et 10 m).



Légende

X âge, en années

Y1 portée d'accommodation, en dioptries

Y2 punctum proximum d'accommodation, en centimètres

1 maximum

2 moyenne

3 minimum

Figure 1 — Portée d'accommodation et punctum proximum en relation avec l'âge de l'utilisateur

5.1.3 Direction de vision théorique

Pour une utilisation normale pour laquelle l'utilisateur tourne la tête, un affichage doit être lisible depuis n'importe quel angle d'inclinaison, jusqu'à au moins 40 degrés depuis la normale à l'angle de l'affichage, mesuré dans n'importe quel plan.

En fonction de la tâche, d'autres valeurs limites sont possibles. Par exemple, pour les tâches qui nécessitent la confidentialité, telles que l'utilisation des affichages dans des environnements à forte promiscuité, il convient que l'affichage ne soit lisible que sous un angle d'inclinaison maximal compris entre 15° et 20°.

EXEMPLE Les personnes en fauteuil roulant qui souhaitent faire un retrait d'espèces à un distributeur automatique de billets (DAB) ont également besoin de confidentialité, mais doivent cependant lire l'affichage du DAB avec une ligne de visée située plus bas. Leurs exigences peuvent être satisfaites en adoptant un système d'affichage qui n'est lisible que sous un angle d'inclinaison maximal compris entre 15° et 20° dans le plan horizontal, mais avec un angle d'inclinaison plus fort dans la partie inférieure, d'au moins 40°, dans le plan vertical.

NOTE Certaines techniques d'affichage manifestent des propriétés optiques anisotropes, ce qui signifie que la luminance, le contraste et la couleur varient en fonction de la direction de vision.

5.1.4 Angles de direction du regard et d'inclinaison de la tête

Pour un environnement de travail typique, le thorax étant en position à peu près verticale, il convient que le poste de travail et le dispositif d'affichage permettent à l'utilisateur de visualiser l'écran avec un angle de direction du regard allant de 0° à 40° et un angle d'inclinaison de la tête allant de 0° à 25°.

NOTE Ces valeurs d'angles peuvent exiger que l'inclinaison de l'écran soit réglable, afin de permettre d'obtenir une vision perpendiculaire. En outre, la hauteur (au-dessus du niveau du plancher) de l'écran gagnerait à pouvoir être réglée.

5.1.5 Dispositifs d'affichage des images virtuelles

L'ergonomie des dispositifs d'affichage des images virtuelles est étudiée dans l'Annexe E, qui couvre les caractéristiques de l'ergonomie des dispositifs d'affichage binoculaires non transparents, et fournit des valeurs recommandées.

5.2 Luminance

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

5.2.1 Généralités

Pour que les symboles informatiques soient visibles sur un écran de visualisation, ces symboles doivent obligatoirement ressortir sur leur arrière-plan avec un contraste suffisant. Il faut donc que les symboles et leur arrière-plan sur l'écran aient une certaine luminance et/ou couleur qui soient différentes.

81c83f5df6b6/iso-9241-303-2011

Dans la plupart des cas, l'écran dispose d'un environnement lumineux qui contribue à sa luminance et à sa couleur; c'est pourquoi, le contraste de l'écran est modifié par l'environnement lumineux (pour les affichages rétro réfléchissants, tels que le papier, le contraste sur l'écran d'affichage est même causé par l'environnement lumineux). Étant donné qu'il est généralement impossible à l'utilisateur de contrôler la luminosité de l'environnement, il est indispensable de fournir des moyens de réglage de la luminance de l'affichage afin d'obtenir un équilibre approprié de la luminance dans différentes configurations d'environnement de travail.

5.2.2 Éclairement

Le fournisseur doit spécifier l'éclairement théorique de l'écran, E_S .

NOTE Si l'application utilise des couleurs, leurs coordonnées de chromaticité, u', v' , peuvent changer sous l'effet de la couleur de l'éclairage théorique de l'écran.

5.2.3 Luminance du dispositif d'affichage

Avec l'éclairage ambiant pour lequel le dispositif d'affichage est conçu, la luminance du dispositif d'affichage doit être supérieure à la valeur minimale pour rendre l'information affichée suffisamment reconnaissable sur la totalité du spectre de lumière visible, et sur la durée du cycle de vie de l'unité de visualisation, tandis que, de nuit, il convient que l'intensité de la luminance soit telle que les yeux de l'utilisateur ne puissent plus s'adapter à l'obscurité.

L'Annexe D présente un traité sur les concepts de base de contraste et de luminance dans le cadre de la perception visuelle. L'Équation (D.11) définit la valeur minimale des éléments brillants d'un dispositif d'affichage, en prenant en considération les luminances des éléments sombres, et des phénomènes de réflexion diffuse et spéculaire à la surface du dispositif d'affichage.

EXEMPLE Dans une application de bureau où un papier blanc est soumis à un éclairage de 500 lux (à l'horizontale), avec un pouvoir réfléchissant de 80 % et une polarité d'affichage positive, il est souvent recommandé que la luminance du dispositif d'affichage se situe dans une plage comprise entre 100 cd/m² et 150 cd/m².

5.2.4 Équilibre de luminance et éblouissement

- a) Il convient que la luminance moyenne de zone des zones de prélèvement visuel fréquent de l'information en séquence pendant l'utilisation de l'affichage (document papier, écran, etc.) soit comprise de préférence entre $0,1L$ et $10L$, L étant la luminance moyenne de l'écran complet dans l'application utilisée sur l'affichage, dans la direction de vision théorique. Pour un champ visuel stationnaire, un rapport plus élevé des luminances spatiales moyennes entre la zone où s'effectue la tâche et ses alentours (par exemple murs de la pièce), pouvant aller jusqu'à 1:10, n'a aucun effet défavorable.
- b) La conception de l'écran de visualisation et la surface environnante visible de l'enveloppe du produit ne doivent pas contribuer à un éblouissement parasite par l'éclairage ambiant. Cela s'applique plus particulièrement à une vision prolongée dans les environnements de travail.

L'écran de visualisation doit être conforme à 5.4.11. [Les États membres de l'Union européenne ont adopté une réglementation concernant l'éblouissement et les reflets et/ou réverbérations au niveau du poste de travail, y compris les équipements à écran de visualisation, fondée sur la Directive 90/270/CEE^[23] (voir NOTE 4).]

NOTE 1 L'éblouissement est défini par la CIE (845-02-52; éblouissement) comme étant «la condition de vision dans laquelle l'observateur éprouve soit une gêne, soit une réduction de l'aptitude à distinguer des détails ou des objets, en raison de la présence d'une source trop intense dans le champ visuel ou de contrastes trop importants» (voir Référence [22]). Un éblouissement parasite est ainsi défini comme un état de vision comportant un degré parasite d'inconfort visuel et/ou un affaiblissement important de la capacité d'observation des détails ou des objets.

NOTE 2 Les surfaces mates ne produisent généralement pas d'éblouissement, contrairement aux surfaces brillantes, selon les aspects de conception tels que la forme, la couleur, la dimension et les conditions d'éclairage ambiant. Il existe toutefois des situations où la brillance présente des avantages: dans le cas du papier imprimé et de certains dispositifs d'affichage mobiles, tels que les dispositifs d'affichage à couleur réfléchissante, l'éblouissement se révèle nécessaire pour obtenir une fidélité élevée des couleurs, tandis qu'il est possible d'éviter tout éblouissement parasite en modifiant l'orientation du papier ou du dispositif d'affichage mobile, eu égard à la source de lumière ambiante.

NOTE 3 Pour une vision prolongée dans les environnements de travail, l'objectif consiste à harmoniser l'écran de visualisation et sa coque avec l'environnement et l'éclairage ambiant, conformément à l'ISO 8995-1 et à l'ISO 9241-6.

NOTE 4 L'Annexe à la Directive 90/270/CEE, 2 (b), stipule que «Les possibilités d'éblouissement et les reflets gênants sur l'écran ou sur tout autre appareil doivent être évités en aménageant les locaux et les postes de travail en harmonie avec l'emplacement et les caractéristiques techniques des sources lumineuses artificielles» et l'Annexe, 2 (c), stipule que «Les postes de travail doivent être aménagés de telle façon que les sources lumineuses telles que fenêtres et autres ouvertures, les parois transparentes ou translucides, ainsi que les équipements et les parois de couleur claire ne provoquent pas d'éblouissement direct et entraînent le moins possible de reflets sur l'écran».

NOTE 5 Le problème de l'éblouissement parasite sur la partie visible de la coque de l'écran est actuellement en discussion en vue d'une future révision de la présente partie de l'ISO 9241 ou d'un futur amendement à celle-ci.

5.2.5 Réglage de la luminance

Pour les dispositifs d'affichage émissifs, la luminance de l'arrière-plan et/ou le contraste entre les caractères et leur fond doit être facilement réglable par l'utilisateur. Le dispositif d'affichage émissif doit être facilement réglable en fonction des conditions ambiantes, pour la gamme de luminances pouvant se produire dans l'environnement de travail particulier.

5.3 Environnements physiques particuliers

5.3.1 Généralités

Pour la conception d'un dispositif d'affichage, il convient de tenir compte des lignes directrices suivantes, dès lors qu'on escompte que ce dispositif d'affichage sera soumis à l'une ou plusieurs des conditions environnementales décrites en 5.3.2 à 5.3.4.

5.3.2 Vibrations

La vibration du dispositif d'affichage par rapport à la tête et donc aux yeux (ou réciproquement) constitue un effet perturbateur, et peut même réduire les performances visuelles, puisque

- lorsqu'on lit, la vibration gêne la maîtrise du mouvement oculaire, en rendant plus difficile la détermination de la cible des saccades et en provoquant le mouvement des images pendant une pause de fixation pendant laquelle il convient de reconnaître le centre du champ visuel,
- le contraste des petits détails est réduit parce que les zones situées le long d'une limite auront la luminance moyenne des deux côtés de cette limite, et
- l'alternance rapide de la lumière et de l'obscurité dans une zone du champ visuel peut créer des effets de papillotement.

La gravité de ces effets dépend de la fréquence et de l'amplitude de la vibration. Les fréquences de l'affichage supérieures à 0,5 Hz sont perturbatrices lorsque leur amplitude dépasse une valeur de seuil. Les fréquences de la tête supérieures à 6 Hz sont perturbatrices, elles aussi, lorsque l'amplitude dépasse une valeur de seuil. Il convient pour cette raison d'éviter de telles fréquences et de telles amplitudes, par exemple en encastrant le dispositif d'affichage dans un matériau amortisseur approprié.

5.3.3 Vent et pluie

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9b168811-c75c-444a-aa17-81c83f5df6b6/iso-9241-303-2011>

Un vent fort peut faire vibrer les objets, par exemple les écrans de visualisation qui sont suffisamment exposés.

Les gouttes de pluie qui tombent sur un écran d'affichage provoquent une distorsion de l'image affichée, ce qui peut aboutir à rendre un texte illisible.

Il convient donc d'isoler mécaniquement de tels effets des intempéries les écrans de visualisation susceptibles d'être utilisés en plein air.

5.3.4 Températures excessives

Lorsqu'il faut faire fonctionner des dispositifs d'affichage dans des environnements où les températures avoisinent 0 °C ou +40 °C, il convient que les utilisateurs se munissent d'équipements et prennent personnellement leurs précautions pour garantir qu'ils sont en mesure de s'acquitter de leur tâche intégralement et en toute sécurité. Les températures excessives auront des incidences défavorables sur les performances de la plupart des dispositifs d'affichage, ainsi que sur les circuits électroniques qui leur sont associés, et, par conséquent, les performances réalisées par l'utilisateur dans l'accomplissement de sa tâche s'en ressentiront. Consulter les spécifications produit du fabricant pour trouver la gamme de températures de fonctionnement recommandées pour le dispositif. Si les conditions environnementales sont proches des limites recommandées ou les dépassent, il peut s'avérer nécessaire de réchauffer ou de refroidir respectivement le dispositif d'affichage et les circuits électroniques associés pour obtenir un niveau de température situé dans la gamme spécifiée par le fabricant pour garantir le fonctionnement correct du ou des dispositifs.

5.4 Artéfacts visuels

5.4.1 Généralités

Dans l'idéal, un écran de visualisation électronique ne fait apparaître que des informations voulues et de haute qualité, sous forme de texte, d'éléments graphiques ou d'images. Néanmoins, la technologie de l'affichage n'est généralement pas idéale, et des images réfléchies du monde extérieur, ainsi que des images inopinées dues à des phénomènes de perception visuelle, provoquent l'apparition d'*artéfacts visuels*, c'est-à-dire d'informations qui entrent en concurrence avec les informations destinées à l'attention du spectateur.

5.4.2 Non-uniformité de la luminance

Pour la luminance uniforme visée d'un affichage, la non-uniformité de la luminance, qu'elle soit graduée ou continue, ne doit pas dépasser pour l'éclairage ambiant le seuil applicable à la performance visuelle réduite. Le maximum de 1,7:1 ne doit pas être dépassé.

5.4.3 Non-uniformité de la couleur

Toute non-uniformité de la couleur ne doit pas créer d'informations à contenu concurrent lorsqu'on l'évalue en trois emplacements de l'écran. La différence de chromaticité maximale doit être conforme au Tableau 1.

Tableau 1 — Différence maximale de chromaticité

$\frac{D_{\text{active}}}{D_{\text{vision théorique}}}$	Différence de chromaticité $\Delta(u',v')$	
	Applications utilisant la couleur, par jeu de couleurs par défaut	Toute couleur primaire ^a
< 0,75	0,02	0,02
≥ 0,75	0,03	0,03

D_{active} diagonale de la zone active de l'écran
 $D_{\text{vision théorique}}$ distance de vision théorique
^a Les couleurs primaires sont les couleurs non mélangées, habituellement le rouge, le vert et le bleu.

L'uniformité de la couleur fait référence au degré d'aptitude de la couleur à rester constante sur toute la surface de l'écran. À l'inverse, la non-uniformité de couleur caractérise la manière dont la couleur change sur toute la surface de l'écran. Le meilleur moyen de spécifier la non-uniformité des couleurs consiste à utiliser la différence maximale entre les couleurs (en utilisant certaines mesures de différence des couleurs) entre deux points de l'écran, qui peuvent être n'importe lesquels. Plusieurs mesures et coordonnées sont utilisées de nos jours pour les différences de couleur; elles incluent CIELAB, CIELUV et CIE 1931 (x, y).

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 9241, les mesures métriques, u',v' , de différence des couleurs sont utilisées.

5.4.4 Uniformité du contraste

L'uniformité du contraste peut être importante si la reconnaissance ou la présentation correcte des informations dépend de manière critique du rendu adéquat de la scène ou de l'écran. Cette uniformité s'exprime en pourcentage: uniformité du contraste = 100 % ($C_{\text{min}}/C_{\text{max}}$), où C_{min} et C_{max} sont respectivement le contraste minimal et le contraste maximal du contraste échantillonné, réglé sur l'écran (voir l'ISO 9241-305). Il convient que l'uniformité du contraste soit aussi élevée que possible et, en général, soit appropriée à la tâche de l'utilisateur.