

Haute école technique

Institut d'optométrie

Commentaires des normes

- FprEN 16584-1:2015
Applications ferroviaires — Conception destinée à l'usage par les PMR — Exigences générales — Partie 1: Contraste
- FprEN 16584-2:2015
Applications ferroviaires — Conception destinée à l'usage par les PMR — Exigences générales — Partie 2: Information
- FprEN 16584-3:2015
Applications ferroviaires — Conception destinée à l'usage par les PMR — Exigences générales — Partie 3: Caractéristiques optiques et de friction

Français

Haute école spécialisée Suisse du nord-ouest

Haute école technique

Institut d'optométrie

Riggenbachstrasse 16

4600 Olten

Pr. Roland Joos

D^f Daniela Nosch

Michael Job

Date : 3 juin 2016

Rev. 23 octobre 2017

Lieu : Olten

Mandant : OFT Office fédéral des transports

Table des matières

1	Introduction	1
2	Contraste – FprEN 16584-1 :2015	3
2.1	Introduction	3
2.2	Contraste des informations optiques rétroéclairées pour les clients	3
2.3	Contraste des informations optiques et des surfaces non rétroéclairées	4
2.3.1	Contraste des éléments non rétroéclairés : principes	4
2.3.2	Exemples d'application	10
2.3.3	Remarques	14
2.3.4	Détermination de la LRV	14
2.3.5	Stabilité de la LRV	16
2.4	Panneaux d'affichage rétroéclairés – influence de la luminance environnante sur le contraste	16
3	Infrastructure : affichages d'information et tailles de caractères, distances de lecture déterminantes	21
3.1	Informations générales	21
3.2	Taille minimale des caractères des affichages au-dessus des yeux	22
3.2.1	Affichages d'information : Calcul de l'angle de vision et distance de lecture déterminante	22
3.2.2	Taille minimale des caractères et luminance d'adaptation	23
3.2.3	Calcul de la taille minimale des caractères des affichages d'information	26
4	Véhicules	35
4.1	Affichages d'information : distance de lecture et tailles de caractères	35
4.1.1	Informations générales	35
4.1.2	Taille minimale des caractères dans le véhicule (référence : « H » majuscule)	36
4.2	Identifiabilité extérieure des portes d'accès aux véhicules de trams et de bus actionnées par les voyageurs	44
4.2.1	Exigences de contraste	44
4.2.2	LRV de vitrages	44
4.2.3	Bandes contrastantes sur les bus et les trams	45
5	Annexe 1 : définitions – symboles	48

1 Introduction

Lors de la révision 2016 de l'OETHand¹, les normes européennes FprEN 16584-1 :2015, FprEN 16584-2 :2015 et FprEN 16584-3 :2015 ont été intégrées dans le droit fédéral. Conformément à l'OETHand révisée, cette trilogie de normes est valable en Suisse à partir du 1^{er} juillet 2016, par souci d'unité de matière, pour tous les véhicules des transports publics et pour l'information à la clientèle. Pour les ouvrages d'infrastructure, la norme SN 521 500 (SIA 500) reste valable. Selon le principe de proportionnalité, ces prescriptions relatives à l'information des clients doivent en principe être appliquées dans les nouveaux véhicules ou aux nouveaux affichages dans les gares ou les arrêts. La présente instruction a pour but d'interpréter les prescriptions parfois complexes de ces normes par sections importantes et au moyen d'instructions simples phase par phase, sous une forme qui permette aux personnes qui disposent de peu de temps pour la lecture de normes, ou qui ne sont pas familiarisées avec le domaine de l'optométrie, de parvenir à une application sûre.

Les réglementations suivantes ont une application spécifique :

- Ouvrages d'infrastructure des TP : SN 500 521 (SIA 500) et les réglementations qu'elle contient
- Véhicules des TP : STI PRM, FprEN 16584-1, -2 et -3
- Systèmes d'information aux voyageurs : FprEN 16584-1, -2 et -3

Les sections de normes commentées ici comprennent pour l'essentiel les points suivants :

- Gares et arrêts (infrastructure)
 - Contraste
 - Contraste des éléments d'information non rétroéclairés
 - Contraste des éléments d'information rétroéclairés
 - Taille minimale des caractères
 - Taille minimale des caractères des affichages au-dessus de la tête
 - Taille minimale des caractères des affichages à hauteur des yeux

¹ Ordonnance du DETEC du 22 mai 2006 concernant les exigences techniques sur les aménagements visant à assurer l'accès des personnes handicapées aux transports publics (RS 151.342)

- Véhicules
 - Contraste
 - Contraste des surfaces et éléments d'information non rétroéclairés
 - Contraste des éléments d'information rétroéclairés
 - Taille minimale des caractères
 - Taille minimale des caractères compte tenu de la distance de lecture et de la prescription suivante : les informations doivent être lisibles depuis 51 % des places assises et depuis la place pour chaise roulante.

La mesure du contraste peut représenter une tâche laborieuse de métrologie ; cela représente une difficulté de conception des éléments pertinents pour le contraste. Mais cela représente surtout de grandes difficultés expérimentales lorsqu'il s'agit de déterminer le contraste sur le terrain. Pour que la trilogie de normes FprEN 16584 soit praticable, le présent guide décrit les instructions ci-après le plus souvent sans mesures. Il propose des moyens praticables de mesurer le contraste sur le terrain, à des coûts raisonnables.

Les termes utilisés ci-après sont repris des normes, ils sont employés de la même manière et définis à l'Annexe 1 : définitions – symboles.

La structure a pour but d'éviter au lecteur² et à l'utilisateur de lire ce qui n'est pas obligatoirement nécessaire et de lui permettre de se concentrer sur les thématiques qui l'intéressent. Pour que cela puisse fonctionner, il est important de comprendre la structure générale. Notre différenciation procède selon une double articulation :

	Infrastructure	Véhicules
Objets rétroéclairés, affichages, moniteurs etc.	chapitres 2.1, 2.2, 2.4, 3	chapitres 2.1, 2.2, 2.4, 4
Éléments d'information non rétroéclairés, signalisation, pictogrammes etc.	chapitres 2.1, 2.3, 3	chapitres 2.1, 2.3, 4
Surfaces réfléchissantes, marquages au sol	(norme SIA 500)	chapitre 2.1, 2.3, 4

² Dans tout le présent document, le genre masculin singulier ou pluriel est employé génériquement pour désigner les personnes.

2 Contraste – FprEN 16584-1 :2015

2.1 Introduction

La norme FprEN 16584-1 :2015 contient des indications de calcul et des exigences minimales relatives au contraste des affichages non rétroéclairés et rétroéclairés.

À la différence des prescriptions précédentes, le contraste ne se calcule plus exclusivement à l'aide d'une mesure de la luminance. Il faut différencier entre *objets* « *rétroéclairés* » (affichages, moniteurs etc.) et « *non rétroéclairés* » (horaires affichés, tableaux imprimés, pictogrammes, inscription, signes distinctifs des éléments fonctionnels tels que les mains courantes métalliques et les portes etc.).

2.2 Contraste des informations optiques rétroéclairées pour les clients

La norme de contraste des éléments rétroéclairés repose toujours sur des mesures de la luminance, le contraste selon Michelson (K_M) se calculant selon la formule suivante :

$$K_M = \frac{L_O - L_H}{L_O + L_H}$$

L_O : luminance de l'objet (caractères), L_H : luminance de l'arrière-plan. La nouveauté essentielle est qu'un contraste minimal de 0,6³ est exigé (jusqu'ici : 0,4) et ce, même en présence de lumière parasite.

La norme FprEN 16584 désigne le contraste par la lettre K, mais elle ne le fait pas systématiquement. Cette lettre y sert aussi à désigner l'unité de mesure K (Kelvin) de la température (de couleur), qui figure dans la liste des abréviations et des définitions de la norme, mais n'y est pas utilisée par ailleurs. Comme, en outre, il existe plusieurs définitions de la notion de contraste (contraste selon Michelson, selon Weber, rapport de contraste etc.) et puisque le présent guide utilise uniquement la définition du contraste selon Michelson, nous avons utilisé l'abréviation K_M pour le contraste.

Selon la définition et la formule de calcul, le contraste selon Michelson peut prendre une valeur positive ou négative suivant la luminosité de l'arrière-plan et de l'objet. Dans la situation très fréquente de la lecture d'un journal, c'est-à-dire de caractères noirs sur fond clair, le contraste

³ FprEN 16584-1:2015, ch. 6.3.4 et FprEN 16584-2:2015, Annexe D

est négatif. Au contraire, la **Figure 1** présente un contraste positif, avec des caractères clairs sur fond sombre. Il est important, dans le contexte de la trilogie de normes FprEN 16584, de noter que cette dernière ne différencie pas les contrastes négatifs des contrastes positifs. La règle du contraste minimal de 0,6 pour les éléments rétroéclairés énoncée dans la FprEN 16584 doit donc se comprendre ainsi : les valeurs de contraste entre 0,6 et 1,0 sont conformes à la norme, mais aussi celles qui se trouvent entre -1,0 et -0,6.

Un point important lié aux informations optiques rétroéclairées pour les clients est l'impact de la lumière parasite. Cette question sera traitée dans un chapitre spécifique.



Figure 1 : Explication de la formule de contraste. La photo de gauche représente un moniteur comme on en trouve souvent dans les gares. L'agrandissement à droite indique à quoi se rapportent les luminances L_O de l'objet (caractères) et L_H de l'arrière-plan. Dans cette situation, le contraste selon Michelson est positif, car des lettres claires se lisent sur fond sombre.

2.3 Contraste des informations optiques et des surfaces non rétroéclairées

2.3.1 *Contraste des éléments non rétroéclairés : principes*

Les connaisseurs des prescriptions précédentes doivent s'habituer à la nouvelle donne en ce qui concerne les éléments non rétroéclairés. Désormais, on travaille avec les valeurs de réflectance LRV. LRV est l'abréviation de « *Light Reflectance Value* ». Dans la trilogie de normes FprEN 16584, la LRV est indiquée en points de pour cent (Exemple : 75 % = LRV = 75 points, soit 75 points de pour cent).

On peut se représenter la LRV comme la quantité de « lumière visible » reflétée par une surface. Plus la surface est claire, plus la LRV est élevée (0-100).

Le calcul de la LRV est expliqué ci-dessous.

Il est important de savoir que la LRV de l'objet et celle de l'arrière-plan entrent dans la norme de contraste. Désormais, les LRV de l'objet et de l'arrière-plan sont évaluées selon leur appartenance au « domaine autorisé » ou au « domaine non autorisé ».

En ce qui concerne le contraste des ouvrages d'infrastructure, les prescriptions de la norme SIA 500 sont applicables ; nous ne les traitons pas dans le présent document.

Conformément à la norme FprEN 16584, chaque situation doit faire l'objet d'un diagramme particulier. Il existe quatre cas d'application à distinguer :

1. Situation générale, cf. Figure 2

- Surfaces (portes etc.), objets fonctionnels (mains courantes métalliques etc.) et bords de marches dans les véhicules

2. Marquages au sol, cf. Figure 3

- Changement de revêtements de sol contrastants (sauf bords de marches) dans les véhicules

3. Éléments d'information non rétroéclairés, cf. Figure 4

4. Règle de marquages destinés aux malvoyants sur de grandes surfaces vitrées (portes, cloisons vitrées etc.) dans les véhicules, cf. Figure 5 : les surfaces / couleurs des marquages doivent présenter une différence minimale de 60 points.

Les figures 2 à 4 indiquent les différences de LRV autorisées en général, pour les marquages au sol dans les véhicules et pour les éléments d'information non rétroéclairés. Les LRV entre l'objet / la lettre (L_O) et l'arrière-plan (L_H) sont placées sur l'axe des abscisses (x) et sur l'axe des ordonnées (y). Lorsque les droites partant de la LRV et parallèles à l'axe des x ou à celui des y se trouvent en dehors de la partie grisée entre les droites noires, la différence minimale de LRV requise est atteinte.

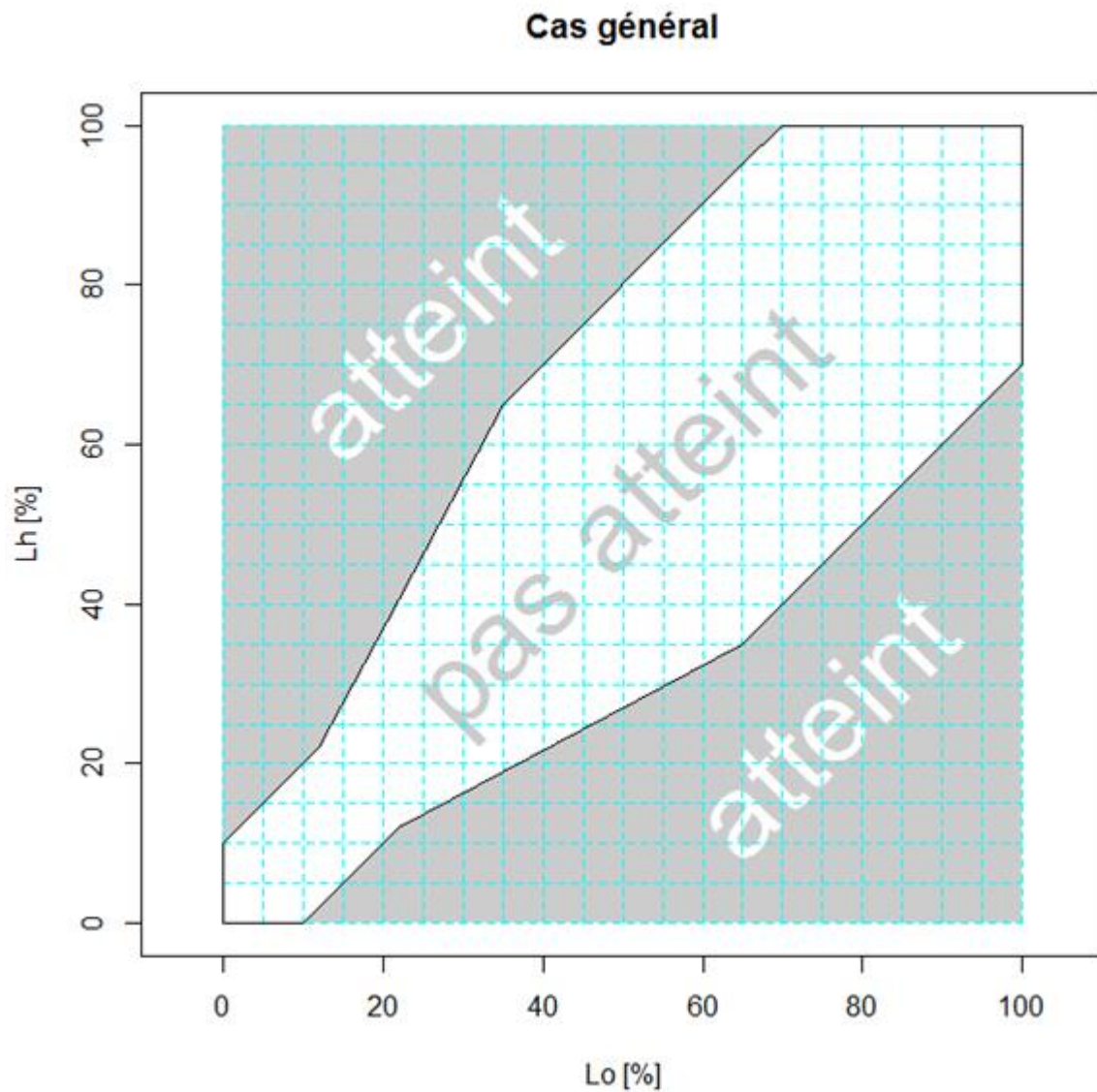


Figure 2 : Diagramme de contraste général (annexe A.1 de la norme FprEN 16584-1 :2015). Seules les combinaisons de LRV (intersection des deux LRV) situées dans les parties grisées sont autorisées. Ce diagramme est utilisé lorsque tous les cas spéciaux ci-après sont exclus. Typiquement, le diagramme de contraste général s'utilise pour les surfaces (portes etc.) et les objets fonctionnels (mains courantes métalliques etc.).

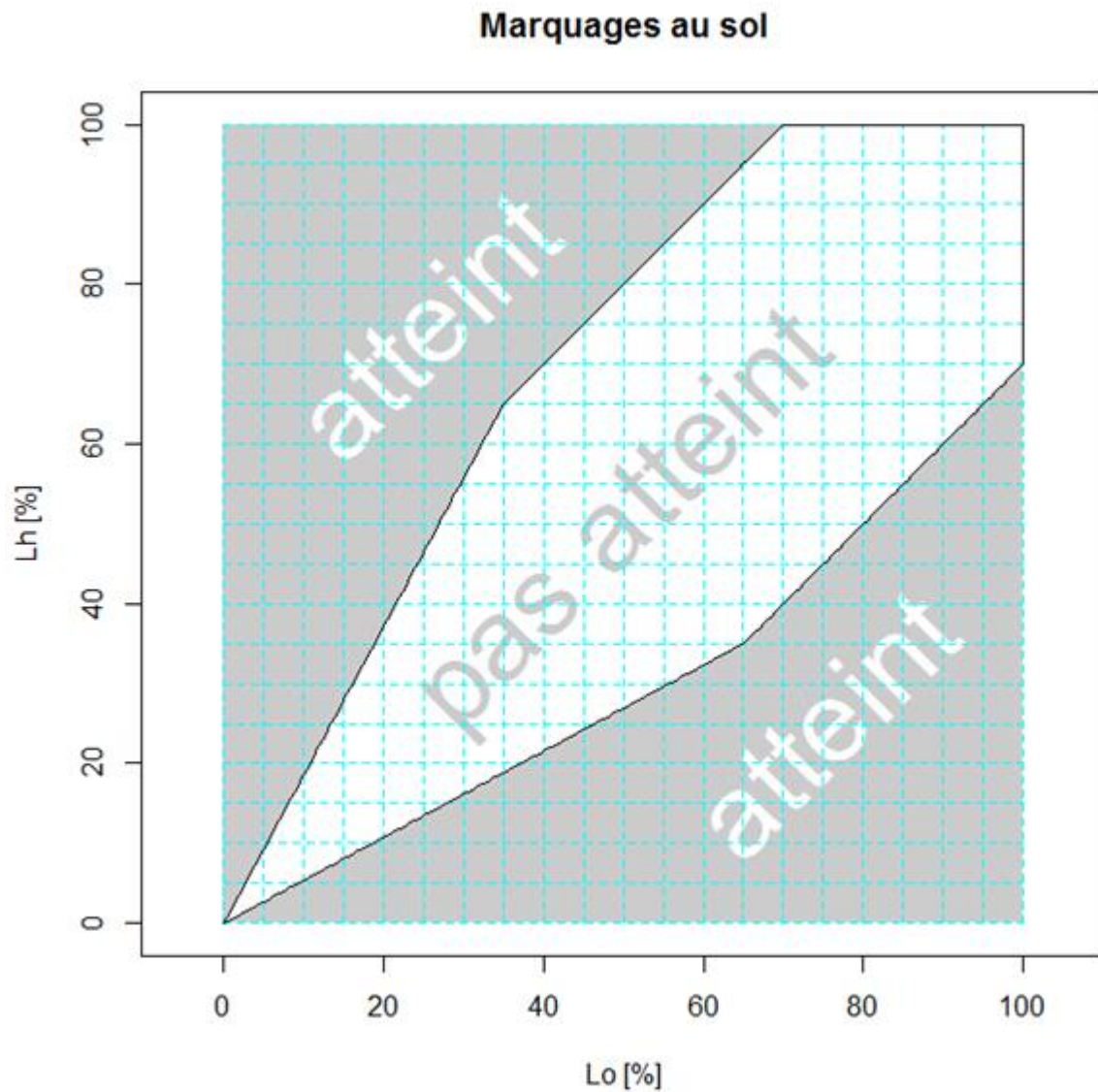


Figure 3 : Diagramme de contraste pour marquages au sol dans les véhicules (Annexe A.1 de la norme FprEN 16584-1 :2015). Seules les combinaisons de LRV (intersection des deux LRV) situées dans les parties grisées sont autorisées.

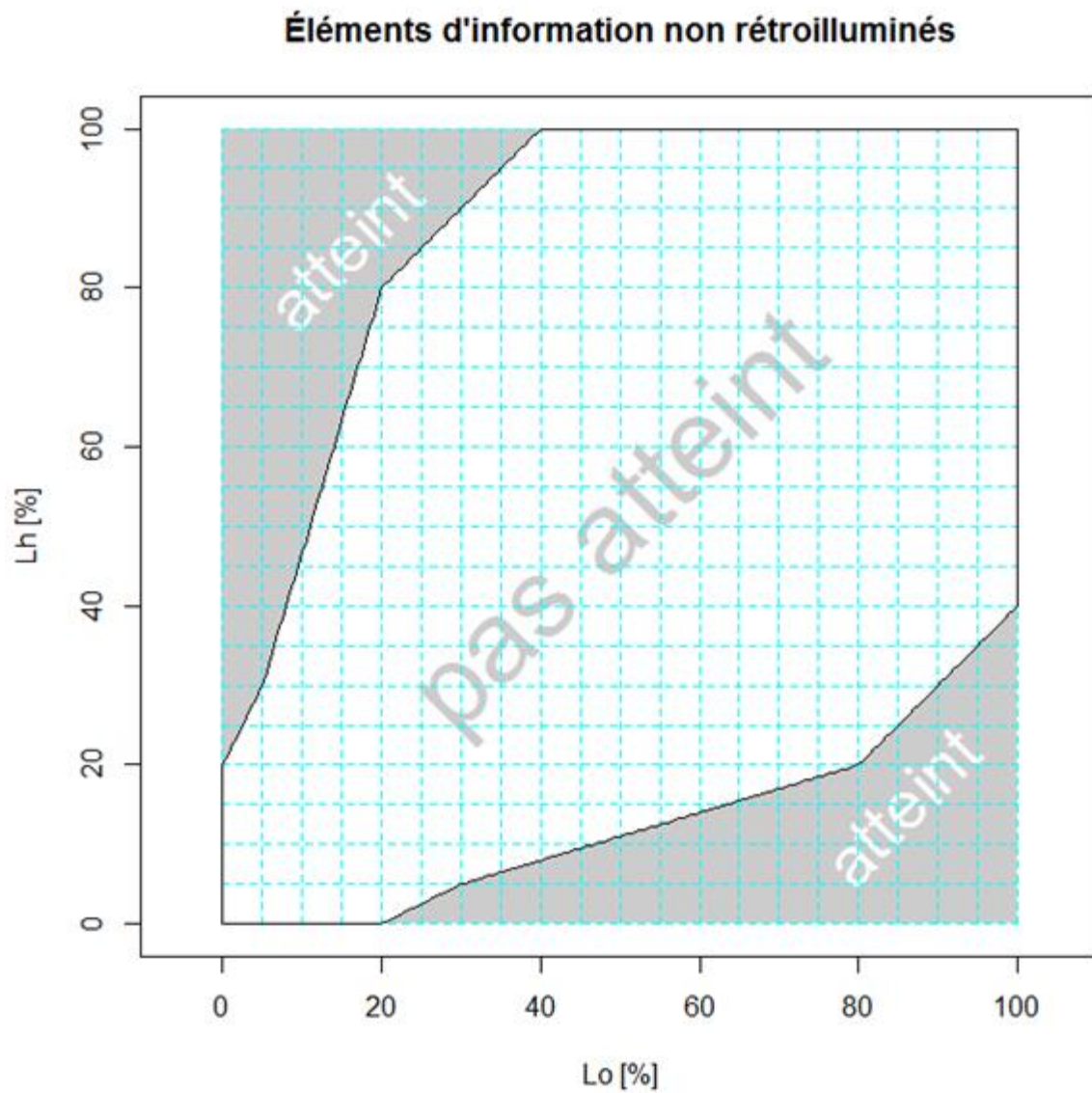


Figure 4 : Diagramme de contraste pour tous les éléments d'information non rétroéclairés (Annexe A.2 de la norme FprEN 16584-1 :2015). Seules les combinaisons de LRV situées dans les parties grisées sont autorisées.

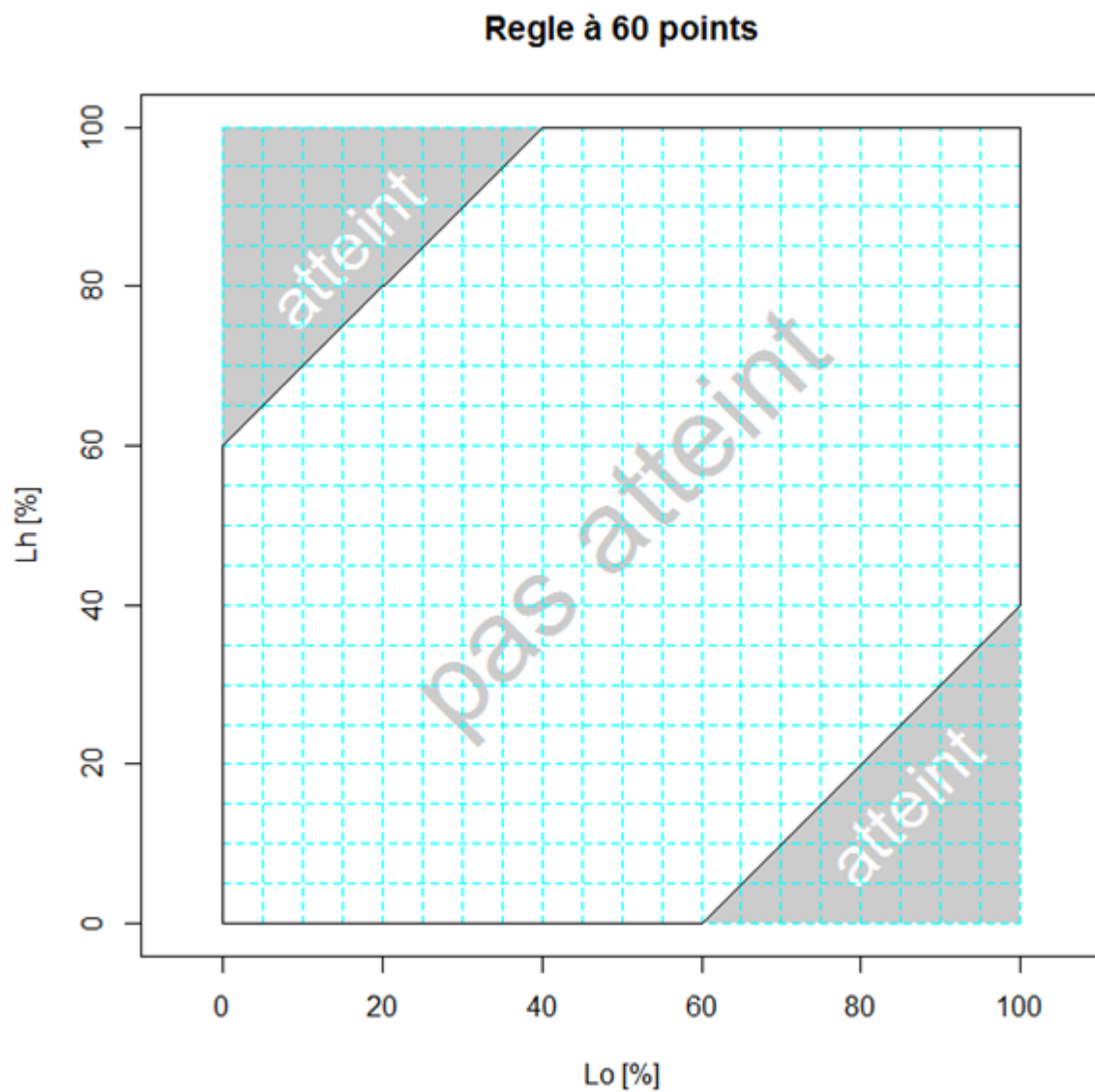


Figure 5 : Diagramme des contrastes conformes à la règle des 60 points de différence (obstacles transparents dans les véhicules conformément au ch. 5.2.3 de la norme FprEN 16584-1 :2015). Seules les combinaisons de LRV (intersection des deux LRV) situées dans les parties grisées sont autorisées.

2.3.2 Exemples d'application

Un objet dont la LRV est 50 et l'arrière-plan 20 est autorisé conformément au diagramme de contraste général de la Figure 2, cf. Figure 6. Si toutefois la LRV de l'arrière-plan du même objet est seulement 35, cette combinaison de LRV n'est plus autorisée, cf. Figure 7. Si la LRV de l'arrière-plan n'atteint que 5 points, la combinaison de LRV objet/arrière-plan est à nouveau autorisée, cf. Figure 8. Or cette différence de LRV ne serait pas autorisée pour une signalisation informative, car ces droites rouges sur le graphique de la Figure 9 se croisent dans le domaine non autorisé entre les deux limites noires.

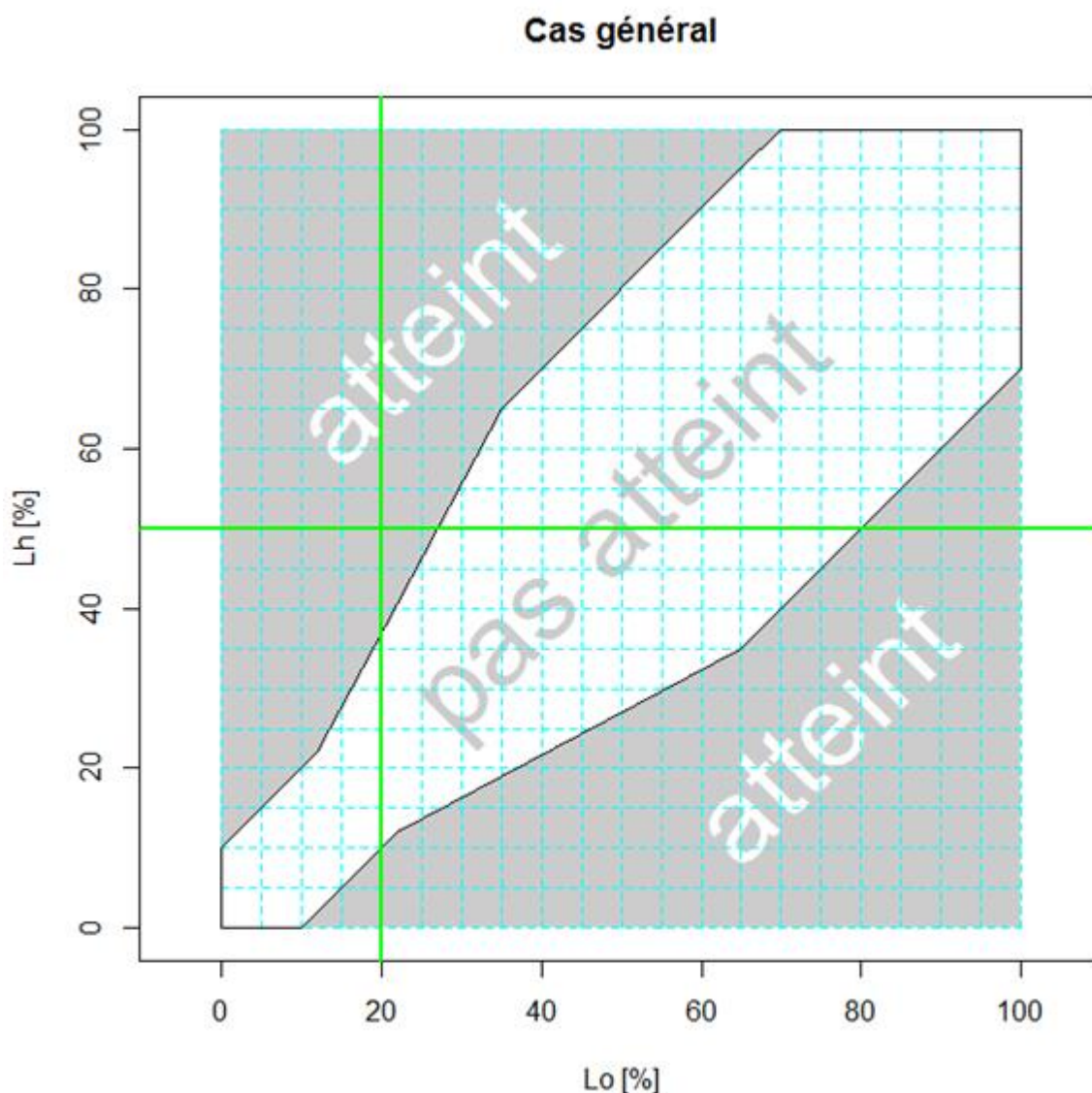


Figure 6 : Exemple d'application 1 ; cas général, $LRV_O = 20$, $LRV_H = 50$, la combinaison de LRV est autorisée.

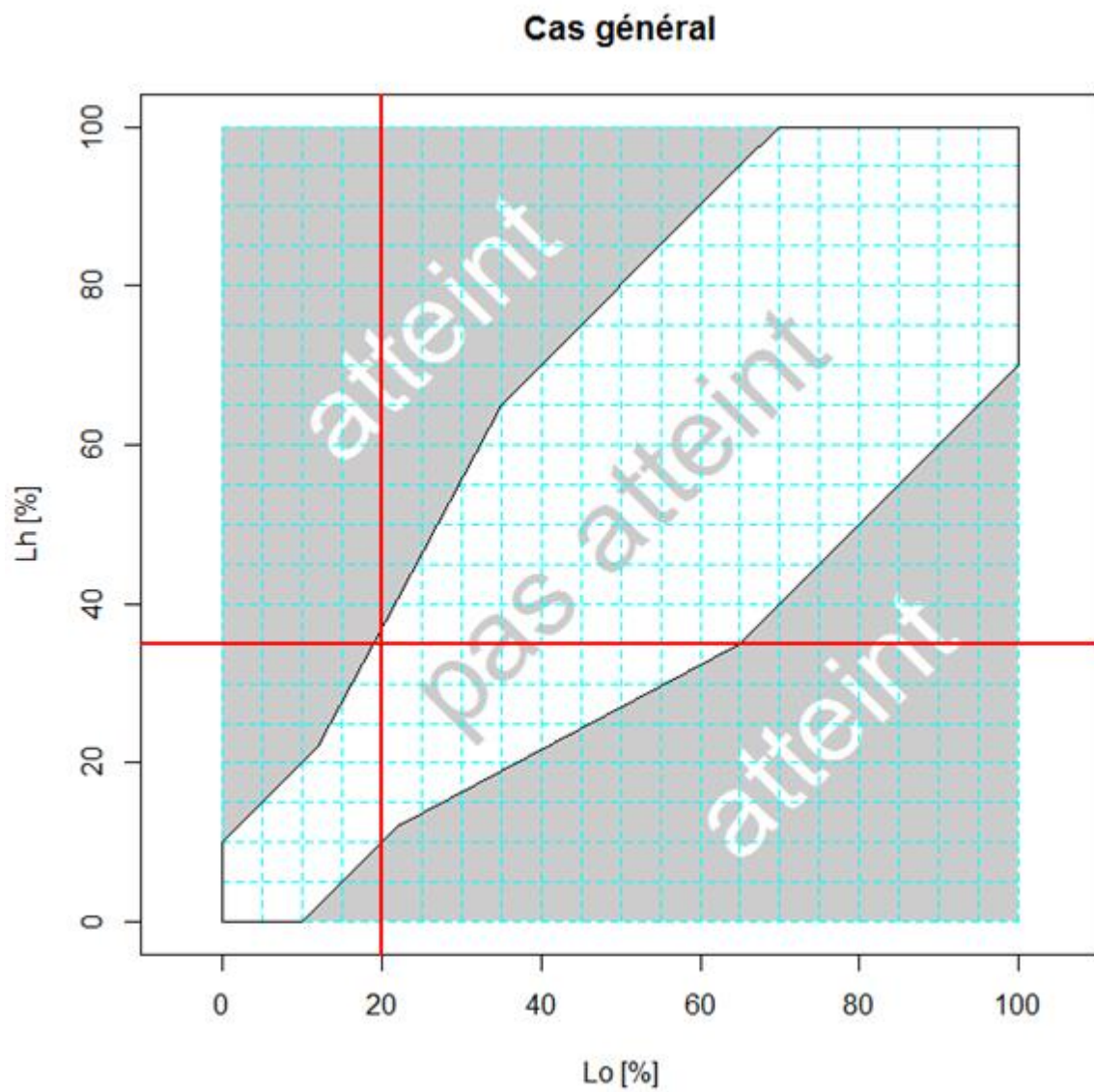


Figure 7 : Exemple d'application 2 ; cas général, $LRV_o = 20$, $LRV_h = 35$, la combinaison de LRV n'est pas autorisée.

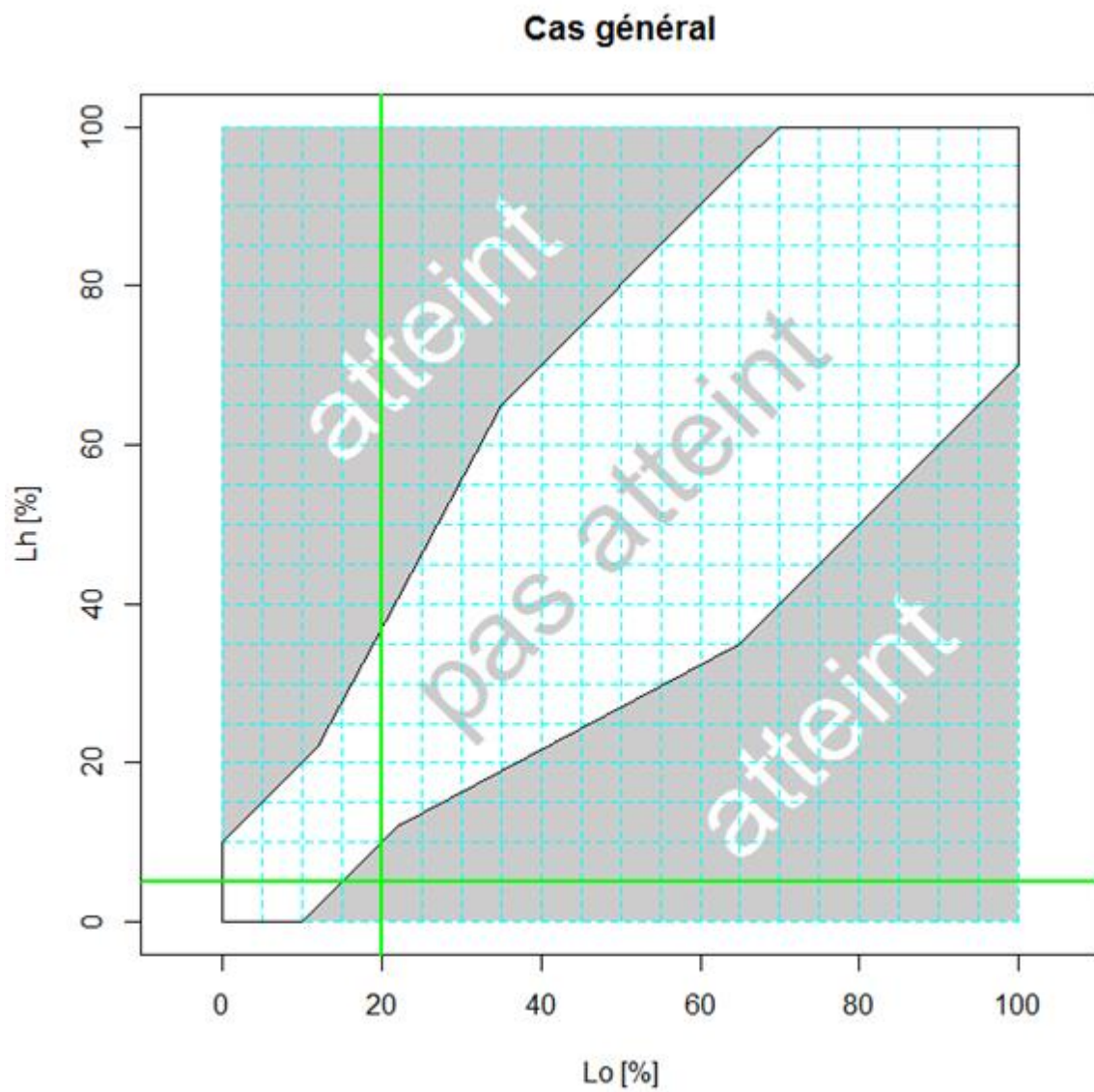


Figure 8 : Exemple d'application 3 ; cas général, $LRV_O = 20$, $LRV_H = 5$, la combinaison de LRV est autorisée.

Éléments d'information non rétroilluminés

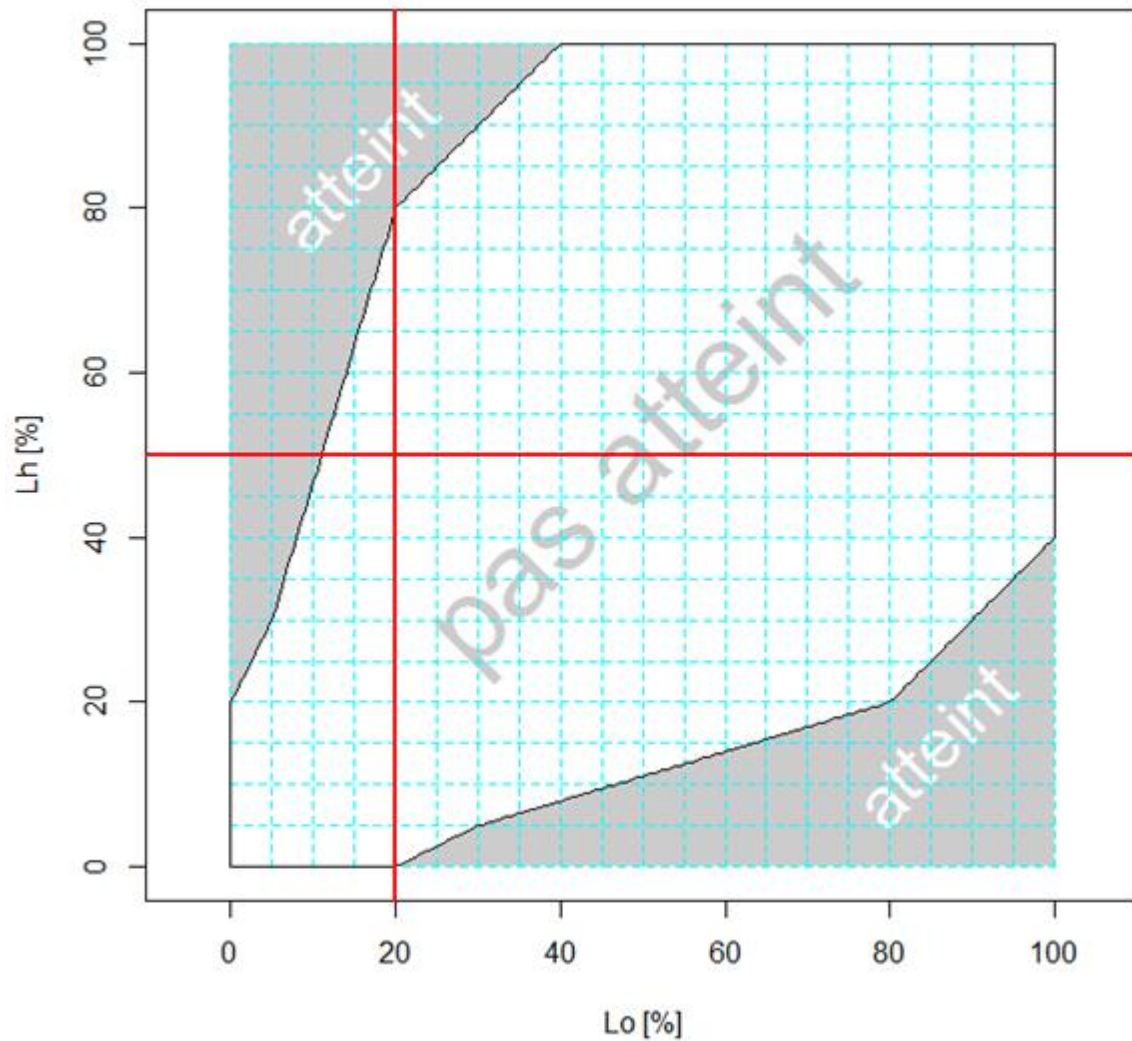


Figure 9 : Exemple d'application 4 ; signalisation, $LRV_O = 20$, $LRV_H = 50$, la combinaison de LRV n'est pas autorisée.

2.3.3 Remarques

Valeur-limite de contraste variable au lieu de fixe (seulement pour les surfaces non rétroéclairées dans les véhicules et pour les éléments d'information non rétroéclairés)

Jusqu'ici, l'OETHand fixait une valeur-limite absolue de contraste. Lorsque l'on calcule le contraste en utilisant la LRV, les valeurs minimales de contraste ne sont plus constantes, mais dépendent de la LRV de l'objet et de l'arrière-plan. Si l'objet / l'arrière-plan sont très sombres, le contraste minimal exigé augmente, s'ils sont très clairs, il diminue. Cela est dû à deux facteurs :

1. En physiologie de la perception, on sait que si la luminance environnante est très faible, la perception et la vue diminuent. Cela peut être compensé par un contraste majoré. La nouvelle norme tient compte de cet état de fait.
2. Un concepteur d'aménagement se demandera d'une part quel coloris est esthétique, et d'autre part si les exigences de contraste sont respectées. Pour ce faire, il va presque obligatoirement employer les LRV. Pour le concepteur, le travail est facilité s'il peut s'assurer dès la conception que les exigences de contraste seront respectées. Des mesures supplémentaires en laboratoire au moyen d'un luminancemètre etc. représentent un surcroît de dépenses pour le concepteur.

2.3.4 Détermination de la LRV

1) Valeurs tabulaires

Les valeurs tabulaires LRV de couleurs (par ex. RAL, NCS)⁴, lorsqu'elles existent, reposent pour l'essentiel sur des mesures en laboratoire, RAL indiquant la LRV et NCS la valeur de référence lumineuse. Pour calculer le contraste, on peut utiliser soit deux LRV soit deux valeurs de référence lumineuse (il n'est pas admis de mélanger la LRV et la valeur de référence lumineuse). La trilogie de normes FprEN 16584 déclare que les valeurs tabulaires officiellement disponibles font foi. Dans la plupart des cas, il n'est donc pas nécessaire de procéder à de coûteuses mesures en laboratoire.

2) Résultats de laboratoire

Si aucune valeur tabulaire n'est disponible pour une couleur donnée, il faut effectuer une mesure en laboratoire. Pour ce faire, la FprEN 16584-1 :2015 requiert l'utilisation d'un spectrophotomètre. Or ce n'est souvent pas possible sur le terrain, car cette mesure en conditions de laboratoire requiert l'utilisation d'une sphère d'Ulbricht (contrôle de la lumière environnante et de la source de lumière).

⁴ Distribution :

RAL-Farben, D-53757 Sankt Augustin

NCS Colour GmbH, Unter den Linden 10, 10117 Berlin

iOS-App "Colorix.com", COLORIX SA, Rue des Draïzes 5, 2000 Neuchâtel, Suisse, T. +41 32 740 14 14

3) Comparaison avec un nuancier

Une méthode praticable consiste à comparer à l'aide d'un nuancier dont les couleurs sont indiquées avec la LRV : si l'on n'y trouve pas la couleur exacte, on choisit la LRV la moins avantageuse des deux couleurs les plus proches. En d'autres termes, si la surface contrastante est sombre, il faut prendre la LRV la plus élevée des deux couleurs les plus proches, et si elle est claire, la plus faible.

4) Node+Chroma

À titre de solution de rechange, avant tout pour vérifier si une combinaison de surfaces est toujours conforme à la norme après que les couleurs ont pâli etc., on peut utiliser un petit spectrophotomètre portable, le Node+Chroma (Variable Inc., USA ; Figure 10), qui fonctionne avec une appli de smartphone. L'Institut d'optométrie (Haute école technique, haute école spécialisée Suisse du nord-ouest, Olten) a développé pour l'appli un logiciel (Android App), qui propose une méthode simple pour mesurer la LRV de surfaces avec le spectrophotomètre et vérifier si le contraste minimal requis par la norme est atteint.



Figure 10 : Node+Chroma

Cette appli offre les fonctions suivantes :

- mesure de deux échantillons l'un après l'autre pour comparaison
- calcul de la LRV
- calcul du contraste selon Michelson
- calcul de la probabilité d'adéquation à la norme
- sélection du cas de figure (*Standard, Floor, Signage*)
- représentation graphique des limites et des deux valeurs mesurées avec leur intersection (par surface)
- graphique avec la couleur mesurée comme information (sans précision de couleur)

L'exactitude de la mesure de cet appareil a été testée à l'Institut d'optométrie avec deux appareils Node+Chroma et à l'aide des barèmes de couleurs RAL : la correspondance entre les deux

appareils et les valeurs tabulaires RAL est confirmée. L'utilisation du Node+Chroma est donc appropriée pour la mesure pratique du contraste. Pour d'autres appareils (et notamment de nouvelles versions du logiciel et en cas d'implémentation de nouveaux capteurs), il faut vérifier à nouveau la correspondance.

Fournisseur du Node+Chroma au moment de la rédaction des présents commentaires :

EducaTec AG
Kanzleigasse 2
Postfach
CH-5312 Döttingen
Suisse
Tél. : +41 56 245 81 61 • Fax : +41 56 245 81 63
contact@educatec.ch • www.educatec.ch

L'appli Android Chroma-LRV et les instructions sont téléchargeables ici :

<http://www.fhnw.ch/technik/io/lrv>

2.3.5 Stabilité de la LRV

Les variations suite à la dégradation des couleurs (blanchissement) doivent être prises en compte avec des suppléments de tolérance lors de l'évaluation des valeurs tabulaires LRV. Rappelons que la norme exige que les LRV, même après une longue période d'utilisation, soient respectées. Il est envisageable que, après quelques mois ou années d'exploitation, la LRV soit mesurée avec une méthode similaire à celle décrite ci-dessus du Node+Chroma. À titre de solution de rechange, un concepteur peut, pendant la conception, tirer profit des informations disponibles sur la dégradation des couleurs, afin de trouver le choix de surface le plus conforme à la norme pour longtemps. Si l'on sait par exemple que les couleurs d'une surface pâlisent de 8 points jusqu'à la fin de l'utilisation, il faut tenir compte des effets de ce changement.

2.4 Panneaux d'affichage rétroéclairés – influence de la luminance environnante sur le contraste

Comme il a été dit au ch. 2.2, le contraste selon Michelson des affichages rétroéclairés doit être mesuré au moyen de valeurs de luminance et atteindre au moins 0,6. Pour les affichages d'information avec lettres ou signes en intérieur, le contraste avec lumière artificielle ou lumière du jour d'au moins 200lx (mesurés verticalement) et d'au moins 2000lx (mesurés verticalement) pour les installations extérieures avec lumière du jour doit être vérifié, car le contraste effectif diminue à mesure qu'augmente la luminosité ambiante (cf. fig. C1 à l'annexe C de FprEN 16584-1 :2015). Cela peut se comprendre ainsi : la lumière artificielle ou la lumière du jour qui

éclaire la surface de l'affichage est en partie réfléchi soit directement sur la surface d'affichage soit sur un verre de protection supplémentaire. Cette lumière réfléchi est parasite et réduit le contraste (Figure 11). Pour diminuer cet effet, les nouveaux affichages numériques disposent d'un équilibrage de luminosité. En extérieur, on pose surtout des verres de protection contre l'humidité et la poussière.



Figure 11 : Réflexions réduisant le contraste d'affichage en extérieur. Il est manifeste que les réflexions peuvent empêcher presque complètement la lisibilité. Un ciel nuageux peut avoir une plus haute luminance qu'un ciel dégagé.

La FprEN 16584-1 : 2015 établit un lien entre le contraste spécifique d'un affichage d'information rétroéclairé, sa lumière parasite et ses caractéristiques de réflexion, et le contraste effectif qui en résulte. On admet que la réflexion de la surface d'affichage est entièrement diffuse, et que ce type de surface d'affichage réfléchit entre 5% et 10% de la lumière parasite. Ce « degré de réflexion », par analogie aux LRV, est désigné par « rho » en optique technique, non pas en pourcentage, mais en valeurs absolues (0,05 correspond à 5 %, 0,10 correspond à 10 %).

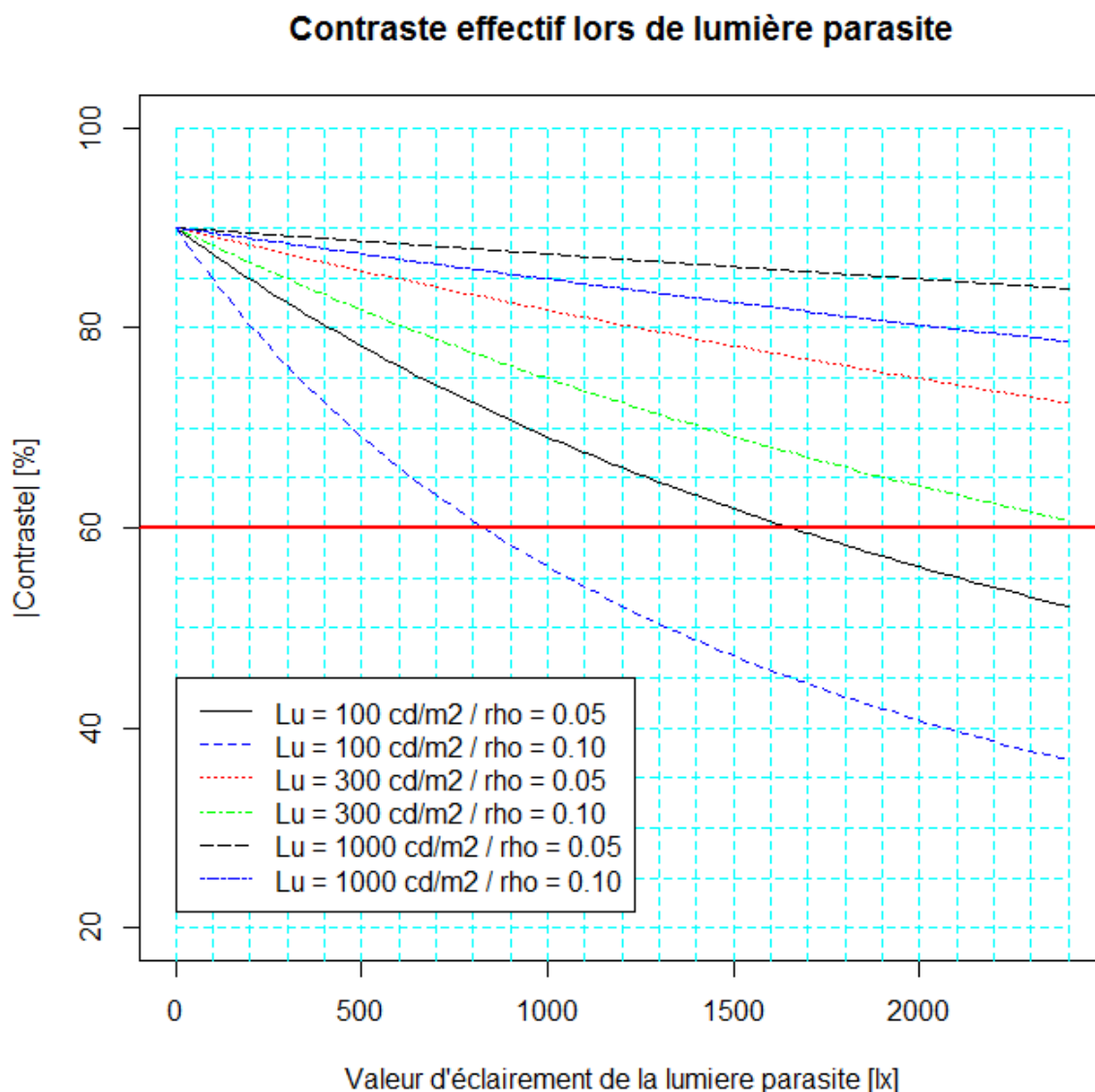


Figure 12 : Contraste effectif en cas d'effet de lumière parasite. La lumière parasite est déterminée au moyen de la valeur d'éclairement obtenue. Les courbes sont paramétrées par divers échelons de luminance de l'affichage et divers degrés de réflexion « rho ». Les degrés de réflexion « rho » utilisés en technique optique indiquent la quantité de lumière réfléchié ; ces degrés de réflexion sont donc très apparentés aux LRV, à la différence près qu'habituellement, les degrés de réflexion prennent des valeurs chiffrées de 0,0 à 1,0, et les LRV des valeurs de 0 à 100. À noter que, dans la pratique, la luminance des affichages d'information ne dépasse guère 300cd/m². La limite critique de $K_M = 0,6$ est signalée par une ligne rouge horizontale (légende dans figure corrigé août 2016).

La Figure 12 représente la courbe du contraste effectif en fonction de l'intensité de la lumière parasite pour un affichage dont le contraste selon Michelson atteint 0,90 sans apport de lumière parasite. La lumière parasite est mesurée en Lux (lx) : c'est la valeur d'éclairement vertical sur la surface de l'écran. Les courbes varient selon la luminosité du fond de l'écran (L_U : luminosité

du fond de l'écran, cf. Figure 1) et selon l'intensité des réflexions (degrés de réflexion « rho »). Elles révèlent que la diminution du contraste par les réflexions de lumière parasite est d'autant plus faible :

- que la luminance de l'écran est forte et
- que le degré de réflexion de la surface de l'écran y compris les verres de protection est faible.

Si l'on veut obtenir de bons contrastes des affichages à l'écran, il est donc recommandé d'utiliser des surfaces à haute luminance et antireflet.

La Figure 13 présente ces interactions encore une fois sous une forme légèrement différente ; elle représente à nouveau les contrastes effectifs par rapport à la luminance de l'écran et des degrés de réflexion. On suppose à nouveau que l'affichage d'information sans apport de lumière parasite atteint un contraste selon Michelson de 0,9. Sur ce graphique, la luminance de l'écran (L_U : luminance du fond de l'écran en cd/m^2 , cf. Figure 1) varie. Les courbes se différencient du point de vue de l'intensité de la réflexion (degrés de réflexion « rho ») et de la « valeur d'éclairement » causée par l'apport de lumière parasite. À noter que la variation réaliste de la luminance des écrans se situe plutôt entre 100cd/m^2 et 200cd/m^2 .

Les conclusions sont identiques à celles de la discussion précédente. Ou à l'inverse : il faut s'attendre à de fortes pertes de contraste dans trois cas : lorsque la luminance de l'écran est faible, lorsque la valeur d'éclairement est forte du fait de la lumière parasite et lorsque le degré de réflexion est élevé.

Dans la pratique toutefois, on doit plutôt s'attendre à une réflexion orientée qu'à une réflexion diffuse.

Si l'affichage d'information est penché vers le bas, l'œil du lecteur reçoit moins de lumière parasite. On obtient donc de meilleurs contrastes effectifs.

En résumé :

En intérieur, il faut respecter un contraste de 0,6 si l'apport de lumière artificielle ou de lumière du jour mesuré verticalement au centre de l'image atteint une valeur d'éclairement de 200 lx. Ce faisant, l'équilibrage de luminosité peut être activé.

En intérieur, il faut respecter un contraste de 0,6 si l'apport de lumière artificielle ou de lumière du jour mesuré verticalement au centre de l'image atteint une valeur d'éclairement de 2000 lx. Ce faisant, l'équilibrage de luminosité peut être activé.

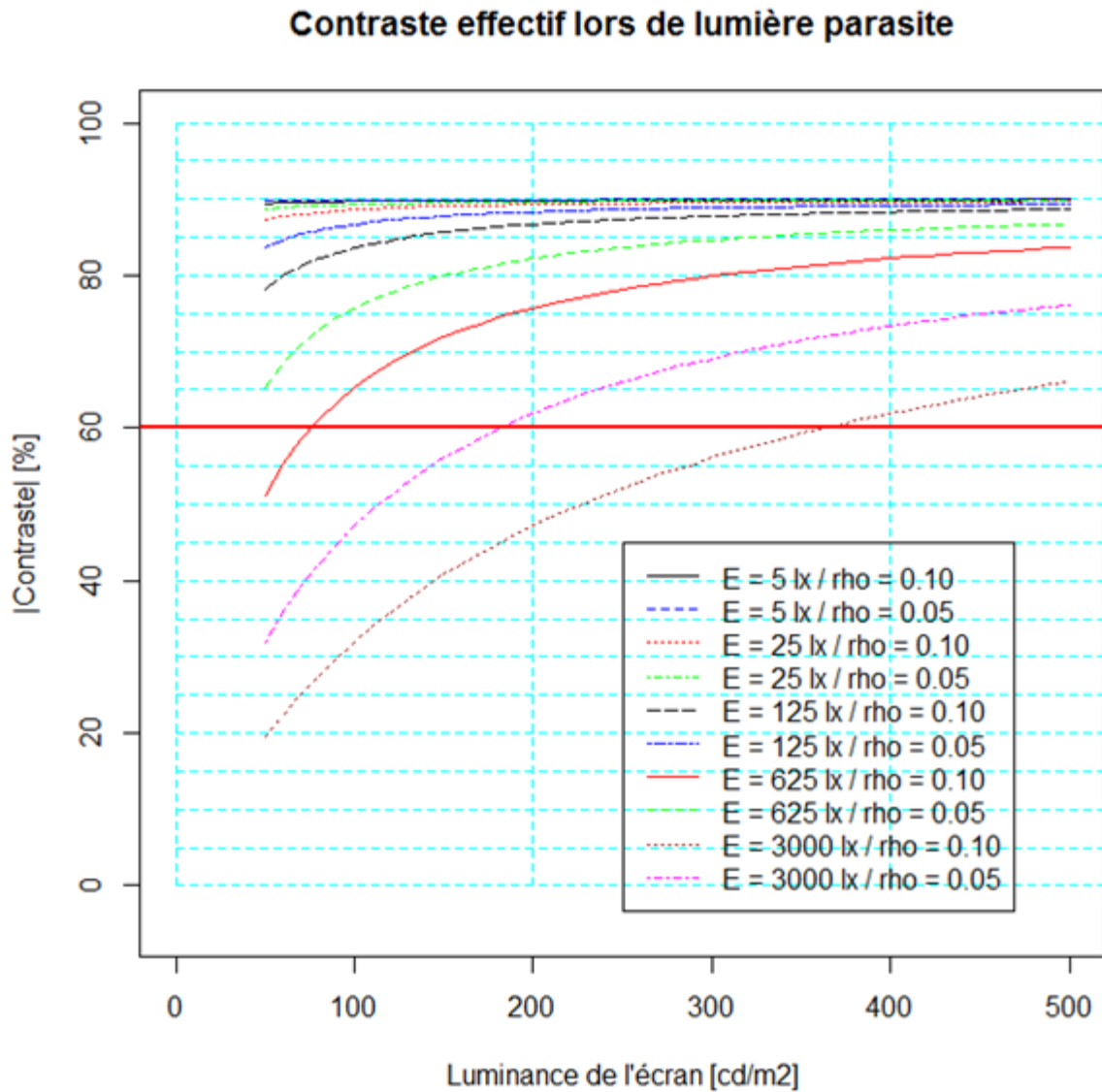


Figure 13 : Contraste effectif avec apport de lumière parasite. La lumière parasite est déterminée au moyen de la valeur d'éclairement obtenue. Les courbes sont paramétrées par divers échelons de la valeur d'éclairement de la lumière parasite et divers degrés de réflexion. À noter que dans la pratique, la luminance des affichages d'information ne dépasse guère 300cd/m². La limite critique de $K_M=0,6$ est signalée par une ligne rouge horizontale (figure actualisé août 2016).

3 Infrastructure : affichages d'information et tailles de caractères, distances de lecture déterminantes

La norme FprEN 16584-2 :2015 fixe les distances de lecture déterminantes et la taille minimale des caractères pour les écrans d'information. En principe, il est recommandé d'utiliser une police de caractères sans empattement (« sans serif ») pour les affichages d'information.

Le guide ci-après repose sur la recommandation de la FprEN 16584-2 :2015 (annexe D), qui présuppose une acuité visuelle de 0,1 pour les affichages. Nous partons du principe que tel est le cas si l'on se rapproche le plus possible de l'affichage. L'annexe D de la FprEN 16584-2 :2015 recommande une acuité visuelle entre 0,5 et 0,1 : il faut viser 0,1, car une déficience visuelle modérée selon l'OMS se situe déjà entre 0,3 et 0,1. Par conséquent, il est recommandé aux utilisateurs du présent guide de répondre aux exigences des sections suivantes afin de pouvoir garantir un respect intégral de la norme FprEN 16584 qui se base sur l'acuité visuelle de 0,1. Si l'utilisateur décide de ne pas suivre le présent guide sur tous les points, il est tenu de prouver le respect de la norme FprEN 16584.

3.1 Informations générales

Nous expliquons ici quelques problématiques afin que la méthodologie décrite ci-après soit plus facile à comprendre. En principe, le fabricant ou l'exploitant d'un affichage souhaite placer autant que possible d'information sur son affichage. Vu les dimensions invariables du support de l'affichage, plus il y a d'informations à communiquer, plus la taille des caractères diminue. Or cela est en contradiction avec les exigences des personnes à vision réduite, voire avec celles des personnes dont la vue est normale. Les personnes malvoyantes vont devoir s'approcher davantage de l'affichage d'information pour pouvoir lire les caractères.

Si l'affichage est à hauteur des yeux, l'observateur peut en principe s'approcher aussi près que nécessaire de l'affichage. La situation est différente si l'affichage est placé à une hauteur supérieure à la hauteur des yeux de l'observateur. Dans ce cas, les yeux doivent être levés d'autant plus que l'observateur se rapproche de l'affichage. Lever les yeux et redresser la tête, pour les personnes âgées ou malvoyantes, est souvent difficile ou douloureux ; c'est pourquoi l'on présume que l'on ne peut pas lever les yeux de plus de 45° vers le haut.

Il est donc logique que l'on différencie les deux situations « affichages au-dessus des yeux » et « affichage à hauteur des yeux », puisque le calcul de la distance minimale possible est fondamentalement différent dans les deux cas.

3.2 Taille minimale des caractères des affichages au-dessus des yeux

3.2.1 Affichages d'information : Calcul de l'angle de vision et distance de lecture déterminante

Nous rappelons ici quelques informations générales permettant de mieux comprendre la situation des affichages au-dessus des yeux. Comme il est expliqué à la section précédente, l'observateur fait l'effort de s'approcher assez près de l'affichage pour pouvoir le lire. Or la lisibilité diminue à mesure qu'augmente l'angle entre la verticale de l'affichage et la direction du regard, à cause de la parallaxe et de la caractéristique de rayonnement de l'affichage ou des réflexions sur la surface de l'affichage. C'est pourquoi la norme limite à 30° l'angle entre la verticale de l'affichage et la direction du regard. Dans la pratique, on part du principe que l'observateur, pour des raisons d'ergonomie, ne doit pas lever les yeux à plus de 45°. On mesure l'angle entre la verticale de l'affichage et la direction du regard sur la plus haute ligne contenant de l'information (Figure 14).



Figure 14 : La première ligne d'information est considérée comme point de repère pour la hauteur d'un tableau d'affichage (flèche jaune).

Si un affichage est vertical, l'observateur doit lever le regard de 30° par rapport à l'horizontale. On peut raccourcir la distance de lecture en inclinant l'affichage vers l'observateur. La Figure 15 en présente un exemple : l'affichage a été incliné de 15° vers l'avant et la direction du regard est de 45° par rapport à l'horizontale. Si l'affichage était plus vertical, la distance de lecture serait plus grande. S'il était encore plus incliné, la distance de lecture ne serait pas plus courte car l'inclinaison du regard serait trop grande.

Une inclinaison encore plus forte de l'affichage, à savoir de plus de 15° , est toutefois envisageable et pratique, car le regard se pose alors plus verticalement sur l'affichage et que l'on peut réduire encore la taille des caractères (Tableau 2, Tableau 3, Tableau 4, Tableau 5, Tableau 6, Tableau 7).

3.2.2 Taille minimale des caractères et luminance d'adaptation

Il faut aussi prendre en compte la luminance d'adaptation lorsque l'on calcule la taille minimale des caractères. L'idée de base est que la lisibilité diminue avec la luminosité de l'écran. Reste à savoir à quel réglage de luminosité d'un écran la taille des caractères doit être fixée. Difficulté supplémentaire : la plupart des écrans disposent d'un équilibrage de luminosité, qui compense les apports de lumière parasite et produit des valeurs de contraste acceptables.

Afin de rendre praticable l'application de la norme, nous avons par conséquent

- a) défini la luminance d'adaptation comme la luminance moyenne (équilibrée et intégrée) sur toute la partie informative de l'affichage ;
- b) calculé la luminance d'adaptation de quatre types d'affichages utilisés actuellement.

L'utilisateur doit donc décider quel type d'affichage utiliser.

Le Tableau 1 ci-après indique les distances minimales par rapport aux affichages d'information compte tenu de l'inclinaison de l'écran ou du tableau d'affichage. Cela étant, il faut veiller à ce que la distance minimale requise ne diminue pas si l'inclinaison de l'écran est supérieure à 15° , faute de quoi l'observateur devrait lever la tête de plus de 45° (Figure 15), ce qui n'est pas convivial. Plus l'affichage d'information est placé haut par rapport à la hauteur des yeux de l'observateur, plus grande est la distance de lecture déterminante entre ce dernier et l'affichage d'information (Tableau 1). Le point de référence pour la hauteur du tableau d'affichage est en principe la première ligne d'information (Figure 14).

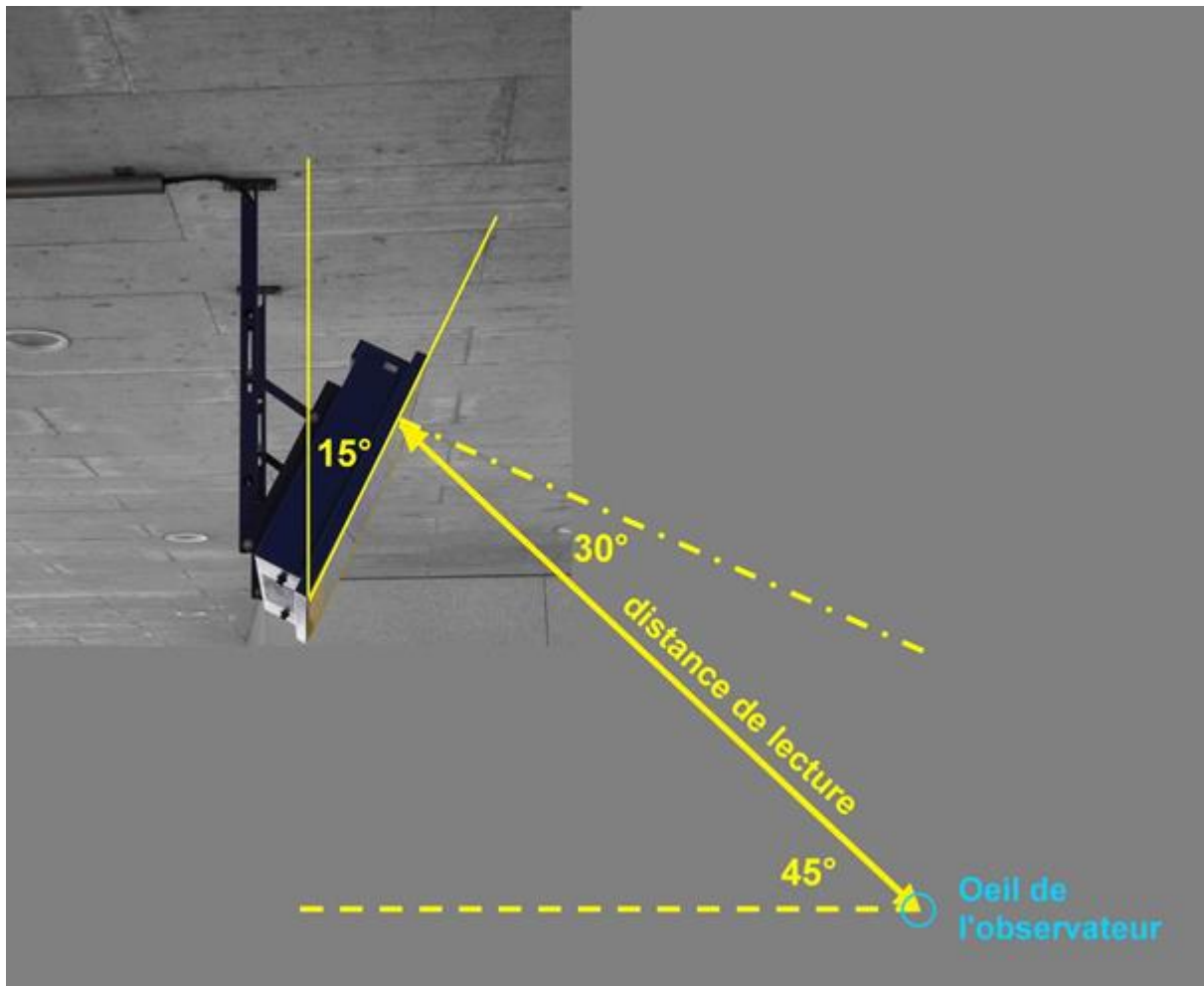


Figure 15 : Représentation graphique avec un tableau d'affichage incliné de 15° vers le bas : l'observateur doit lever les yeux de 45° (angle max. autorisé). La hauteur des yeux est située à 160 cm au-dessus du sol.

Distance de lecture décisive en mètres entre l'écran d'information et l'observateur														
		Inclinaison de la surface de l'écran par rapport à la verticale (°)												
		0.0	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0
Hauteur de la première ligne d'information par rapport au sol (m)	1.7	0.20	0.19	0.17	0.16	0.16	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
	1.8	0.40	0.37	0.35	0.33	0.31	0.30	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
	1.9	0.60	0.56	0.52	0.49	0.47	0.44	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
	2.0	0.80	0.74	0.70	0.66	0.62	0.59	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
	2.1	1.00	0.93	0.87	0.82	0.78	0.74	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
	2.2	1.20	1.12	1.05	0.99	0.93	0.89	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
	2.3	1.40	1.30	1.22	1.15	1.09	1.04	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
	2.4	1.60	1.49	1.39	1.31	1.24	1.18	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13
	2.5	1.80	1.68	1.57	1.48	1.40	1.33	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27
	2.6	2.00	1.86	1.74	1.64	1.56	1.48	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41
	2.7	2.20	2.05	1.92	1.81	1.71	1.63	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56
	2.8	2.40	2.23	2.09	1.97	1.87	1.78	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
	2.9	2.60	2.42	2.27	2.14	2.02	1.92	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84
	3.0	2.80	2.61	2.44	2.30	2.18	2.07	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98	1.98
	3.1	3.00	2.79	2.62	2.46	2.33	2.22	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12
	3.2	3.20	2.98	2.79	2.63	2.49	2.37	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26
	3.3	3.40	3.16	2.96	2.79	2.64	2.52	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
	3.4	3.60	3.35	3.14	2.96	2.80	2.66	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55
	3.5	3.80	3.54	3.31	3.12	2.96	2.81	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69
	3.6	4.00	3.72	3.49	3.29	3.11	2.96	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83
3.7	4.20	3.91	3.66	3.45	3.27	3.11	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	
3.8	4.40	4.09	3.84	3.61	3.42	3.26	3.11	3.11	3.11	3.11	3.11	3.11	3.11	
3.9	4.60	4.28	4.01	3.78	3.58	3.40	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	
4.0	4.80	4.47	4.18	3.94	3.73	3.55	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39	
4.1	5.00	4.65	4.36	4.11	3.89	3.70	3.54	3.54	3.54	3.54	3.54	3.54	3.54	

Tableau 1 : Distance de lecture entre affichage d'information et observateur (unité en m).

Exemple d'application

Lorsque la première ligne d'information se trouve à 2,60 m au-dessus du sol et que l'écran de l'affichage est incliné de 5° par rapport à la verticale, la distance de lecture pour l'observateur est de 1,74 m.

Plus la première ligne d'information est située en hauteur, plus longue est la distance de lecture. Plus l'écran de l'affichage est incliné par rapport à la verticale, plus courte est la distance minimale. À partir d'une inclinaison de l'écran de >15° cependant, la distance de lecture ne raccourcit plus.

3.2.3 Calcul de la taille minimale des caractères des affichages d'information

La taille minimale des caractères requise dépend de la hauteur de l'affichage d'information, de l'inclinaison de l'écran d'affichage par rapport à la verticale et de la luminance de l'affichage :

- Plus l'affichage d'information se trouve en hauteur, plus la taille minimale des caractères est élevée ;
- Plus l'écran d'affichage est incliné vers l'observateur, plus la taille minimale des caractères est faible ;
- Plus la luminance moyenne de l'affichage est forte, plus la taille minimale des caractères est faible.

Les tableaux ci-après indiquent la taille minimale des caractères :

- pour une luminance moyenne de référence de 100 cd/m² (Tableau 2)
- la taille minimale absolue des caractères de référence doit atteindre au moins 14 mm (selon la disposition concernant les systèmes électroniques d'affichage de bureaux d'information, chiffre 5.2.4 3) iii) de la FprEN 16584-2:2015)
- pour un affichage DEL monochrome (en moyenne 100cd/m² ; Tableau 3)
- pour un écran TFT (en moyenne 80 cd/m² ; Tableau 4)
- pour un affichage DEL polychrome (en moyenne 60 cd/m² ; Tableau 5) et
- pour un affichage ACL (en moyenne 20 cd/m² ; Tableau 6)

Ces types d'affichages sont courants en Suisse.

L'adaptation de la taille minimale des caractères à la luminance moyenne de l'affichage résulte de la réflexion suivante : les yeux de l'observateur s'adaptent à la luminance de l'affichage, de sorte que l'on peut tenir compte de la luminance d'adaptation.

Les tailles minimales des caractères ont été calculées conformément aux prescriptions de l'annexe D de la norme FprEN 16584-2 :2015 pour une luminance d'adaptation de 100 cd/m² et une acuité visuelle de 0,1. Elles figurent dans le Tableau 2 « Taille minimale des caractères de référence ». Les divers types d'affichage courants (cf. ci-dessus) présentent différentes luminances d'adaptation. Les Tableau 3, Tableau 4, Tableau 5 et Tableau 6 indiquent la taille minimale des caractères de chaque type d'affichage, compte tenu de sa luminance d'adaptation spécifique (à l'aide d'un facteur de correction correspondant à la taille des caractères de référence).

Taille de caractères de référence														
Taille minimale des caractères (lettre majuscule H) pour une luminance moyenne de 100cd/m²														
		Inclinaison de la surface de l'écran par rapport à la verticale (°)												
		0.0	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0
Hauteur de la première ligne d'information par rapport au sol (m)	1.7	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1.8	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1.9	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	2.0	16	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	2.1	19	18	17	16	15	14	14	14	14	14	14	14	14
	2.2	23	21	20	19	18	17	16	16	16	15	15	15	15
	2.3	26	25	23	22	21	20	19	19	18	18	17	17	17
	2.4	30	28	26	25	24	23	22	21	21	20	20	20	19
	2.5	34	31	30	28	26	25	24	24	23	23	22	22	22
	2.6	37	35	33	31	29	28	27	26	26	25	25	24	24
	2.7	41	38	36	34	32	31	29	29	28	27	27	27	26
	2.8	45	42	39	37	35	33	32	31	30	30	29	29	29
	2.9	48	45	42	40	38	36	34	34	33	32	32	31	31
	3.0	52	48	45	43	41	39	37	36	35	35	34	34	33
	3.1	56	52	49	46	44	41	40	39	38	37	37	36	36
	3.2	59	55	52	49	46	44	42	41	40	40	39	38	38
	3.3	63	59	55	52	49	47	45	44	43	42	41	41	40
	3.4	67	62	58	55	52	50	47	46	45	44	44	43	42
	3.5	70	65	61	58	55	52	50	49	48	47	46	45	45
	3.6	74	69	65	61	58	55	53	51	50	49	48	48	47
3.7	78	72	68	64	61	58	55	54	53	52	51	50	49	
3.8	81	76	71	67	63	60	58	56	55	54	53	52	52	
3.9	85	79	74	70	66	63	60	59	58	57	56	55	54	
4.0	89	82	77	73	69	66	63	61	60	59	58	57	56	
4.1	92	86	80	76	72	68	65	64	63	61	60	59	59	

Tableau 2 : Taille minimale des caractères (unité en mm) pour une luminance moyenne de référence de 100 cd/m².

Écran DEL monochrome														
Taille minimale de l'écriture (lettre majuscule H) pour une luminance moyenne de 100cd/m²														
		Inclinaison de la surface de l'écran par rapport à la verticale (°)												
		0.0	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0
Hauteur de la première ligne d'information par rapport au sol (m)	1.7	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1.8	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1.9	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	2.0	16	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	2.1	19	18	17	16	15	14	14	14	14	14	14	14	14
	2.2	23	21	20	19	18	17	16	16	16	15	15	15	15
	2.3	26	25	23	22	21	20	19	19	18	18	17	17	17
	2.4	30	28	26	25	24	23	22	21	21	20	20	20	19
	2.5	34	31	30	28	26	25	24	24	23	23	22	22	22
	2.6	37	35	33	31	29	28	27	26	26	25	25	24	24
	2.7	41	38	36	34	32	31	29	29	28	27	27	27	26
	2.8	45	42	39	37	35	33	32	31	30	30	29	29	29
	2.9	48	45	42	40	38	36	34	34	33	32	32	31	31
	3.0	52	48	45	43	41	39	37	36	35	35	34	34	33
	3.1	56	52	49	46	44	41	40	39	38	37	37	36	36
	3.2	59	55	52	49	46	44	42	41	40	40	39	38	38
	3.3	63	59	55	52	49	47	45	44	43	42	41	41	40
	3.4	67	62	58	55	52	50	47	46	45	44	44	43	42
	3.5	70	65	61	58	55	52	50	49	48	47	46	45	45
	3.6	74	69	65	61	58	55	53	51	50	49	48	48	47
3.7	78	72	68	64	61	58	55	54	53	52	51	50	49	
3.8	81	76	71	67	63	60	58	56	55	54	53	52	52	
3.9	85	79	74	70	66	63	60	59	58	57	56	55	54	
4.0	89	82	77	73	69	66	63	61	60	59	58	57	56	
4.1	92	86	80	76	72	68	65	64	63	61	60	59	59	

Tableau 3 : Taille minimale des caractères (unité en mm) avec une luminance moyenne de 100cd/m² pour un affichage monochrome DEL des heures de départ aux abribus et aux arrêts de tram.

Le Tableau 3 a été conçu par analogie au Tableau 2, toutefois pour un tableau d'affichage d'une luminance moyenne de 100cd/m², comme c'est le cas pour un écran DEL.

Exemple d'application

La taille minimale des caractères est de 33 mm pour une luminance moyenne du tableau d'affichage si la première ligne d'information se trouve 2,6 m au-dessus du sol et si le tableau d'affichage est incliné vers le bas de 5° par rapport à la verticale.

Plus le tableau d'affichage est placé en hauteur, plus la taille minimale des caractères est élevée.

Plus le tableau d'affichage est incliné par rapport à la verticale, plus la taille minimale des caractères est faible.

Écran TFT														
Taille minimale de l'écriture (lettre majuscule H) pour une luminance moyenne de 80cd/m²														
		Inclinaison de la surface de l'écran par rapport à la verticale (°)												
		0.0	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0
Hauteur de la première ligne d'information par rapport au sol (m)	1.7	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1.8	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1.9	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	2.0	16	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	2.1	20	18	17	16	15	15	14	14	14	14	14	14	14
	2.2	23	22	20	19	18	17	17	16	16	16	15	15	15
	2.3	27	25	24	22	21	20	19	19	19	18	18	18	17
	2.4	31	29	27	25	24	23	22	22	21	21	20	20	20
	2.5	35	32	30	29	27	26	25	24	24	23	23	22	22
	2.6	38	36	33	32	30	29	27	27	26	26	25	25	25
	2.7	42	39	37	35	33	31	30	29	29	28	28	27	27
	2.8	46	43	40	38	36	34	33	32	31	31	30	30	29
	2.9	50	46	43	41	39	37	35	34	34	33	33	32	32
	3.0	53	50	47	44	42	40	38	37	36	36	35	34	34
	3.1	57	53	50	47	45	42	41	40	39	38	37	37	36
	3.2	61	57	53	50	47	45	43	42	41	41	40	39	39
	3.3	64	60	56	53	50	48	46	45	44	43	42	42	41
	3.4	68	64	60	56	53	51	48	47	46	45	45	44	43
	3.5	72	67	63	59	56	53	51	50	49	48	47	46	46
	3.6	76	70	66	62	59	56	54	53	51	50	50	49	48
	3.7	79	74	69	65	62	59	56	55	54	53	52	51	51
3.8	83	77	73	68	65	62	59	58	56	55	54	54	53	
3.9	87	81	76	72	68	65	62	60	59	58	57	56	55	
4.0	91	84	79	75	71	67	64	63	61	60	59	58	58	
4.1	94	88	82	78	74	70	67	65	64	63	62	61	60	

Tableau 4 : Taille minimale des caractères (unité en mm) pour une luminance moyenne de 80 cd/m² (écran TCM/TFT).

Le Tableau 4 a été conçu par analogie au Tableau 2, toutefois pour un tableau d'affichage d'une luminance moyenne de 80cd/m², comme c'est le cas pour un écran à transistor en couches minces TCM (anglais TFT).

Exemple d'application

La taille minimale des caractères est de 15 mm pour une luminance moyenne du tableau d'affichage si la première ligne d'information se trouve 2,1 m au-dessus du sol et si le tableau d'affichage est incliné de 10° par rapport à la verticale.

Plus le tableau d'affichage est placé en hauteur, plus la taille minimale des caractères est élevée.

Plus le tableau d'affichage est incliné par rapport à la verticale, plus la taille minimale des caractères est faible.

Écran DEL polychrome														
Taille minimale de l'écriture (lettre majuscule H) pour une luminance moyenne de 60cd/m²														
	Inclinaison de la surface de l'écran par rapport à la verticale (°)													
	0.0	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0	
Hauteur de la première ligne d'information par rapport au sol (m)	1.7	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	1.8	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	1.9	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	2.0	16	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	2.1	20	19	18	17	16	15	15	15	15	15	15	15	15
	2.2	24	22	21	20	19	18	17	17	17	16	16	16	15
	2.3	28	26	24	23	22	21	20	20	19	19	18	18	18
	2.4	32	30	28	26	25	24	23	22	22	21	21	21	20
	2.5	36	33	31	29	28	27	25	25	24	24	23	23	23
	2.6	39	37	35	33	31	29	28	28	27	26	26	26	25
	2.7	43	40	38	36	34	32	31	30	30	29	28	28	28
	2.8	47	44	41	39	37	35	34	33	32	32	31	31	30
	2.9	51	48	45	42	40	38	36	36	35	34	34	33	33
	3.0	55	51	48	45	43	41	39	38	37	37	36	36	35
	3.1	59	55	51	48	46	44	42	41	40	39	39	38	38
	3.2	63	58	55	52	49	47	45	44	43	42	41	40	40
	3.3	66	62	58	55	52	49	47	46	45	44	44	43	42
	3.4	70	66	61	58	55	52	50	49	48	47	46	45	45
	3.5	74	69	65	61	58	55	53	51	50	49	49	48	47
	3.6	78	73	68	64	61	58	55	54	53	52	51	50	50
3.7	82	76	72	67	64	61	58	57	56	55	54	53	52	
3.8	86	80	75	71	67	64	61	59	58	57	56	55	55	
3.9	90	83	78	74	70	67	64	62	61	60	59	58	57	
4.0	94	87	82	77	73	69	66	65	63	62	61	60	60	
4.1	97	91	85	80	76	72	69	67	66	65	64	63	62	

Tableau 5 : Taille minimale des caractères (unité en mm) pour une luminance moyenne de 60 cd/m² (affichage DEL polychrome).

Le Tableau 5 a été conçu par analogie au Tableau 2, toutefois pour un tableau d'affichage d'une luminance moyenne de 60cd/m^2 , comme c'est le cas pour un affichage DEL polychrome.

Exemple d'application

La taille minimale des caractères est de 35 mm pour une luminance moyenne du tableau d'affichage si la première ligne d'information se trouve 2,6 m au-dessus du sol et si le tableau d'affichage est incliné de 5° par rapport à la verticale.

Plus le tableau d'affichage est placé en hauteur, plus la taille minimale des caractères est élevée.

Plus le tableau d'affichage est incliné par rapport à la verticale, plus la taille minimale des caractères est faible.

Écran LCD														
Taille minimale de l'écriture (lettre majuscule H) pour une luminance moyenne de 20cd/m ²														
		Inclinaison de la surface de l'écran par rapport à la verticale (°)												
		0.0	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0
Hauteur de la première ligne d'information par rapport au sol (m)	1.7	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
	1.8	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
	1.9	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
	2.0	18	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
	2.1	23	21	20	19	18	17	17	17	17	17	17	17	
	2.2	27	25	24	23	21	20	20	19	19	18	18	18	18
	2.3	32	30	28	26	25	24	23	22	22	21	21	21	20
	2.4	36	34	32	30	28	27	26	25	25	24	24	23	23
	2.5	40	38	35	33	32	30	29	28	28	27	27	26	26
	2.6	45	42	39	37	35	33	32	31	31	30	29	29	29
	2.7	49	46	43	41	39	37	35	34	34	33	32	32	31
	2.8	54	50	47	44	42	40	38	37	37	36	35	35	34
	2.9	58	54	51	48	45	43	41	40	39	39	38	38	37
	3.0	62	58	55	51	49	46	44	43	42	42	41	40	40
	3.1	67	62	58	55	52	50	48	46	45	45	44	43	43
	3.2	71	66	62	59	56	53	51	49	48	47	47	46	45
	3.3	76	70	66	62	59	56	54	52	51	50	50	49	48
	3.4	80	75	70	66	62	59	57	56	54	53	52	52	51
	3.5	84	79	74	70	66	63	60	59	57	56	55	54	54
	3.6	89	83	78	73	69	66	63	62	60	59	58	57	57
3.7	93	87	81	77	73	69	66	65	63	62	61	60	59	
3.8	98	91	85	80	76	73	69	68	66	65	64	63	62	
3.9	102	95	89	84	80	76	72	71	69	68	67	66	65	
4.0	106	99	93	88	83	79	76	74	72	71	70	69	68	
4.1	111	103	97	91	86	82	79	77	75	74	72	71	71	

Tableau 6 : Taille minimale des caractères (unité en mm) pour une luminance moyenne de 20 cd/m² (affichage à cristaux liquides ACL/LCD).

Le Tableau 6 a été conçu par analogie au Tableau 2, toutefois pour un tableau d'affichage d'une luminance moyenne de 20cd/m², comme c'est le cas pour un affichage double à cristaux liquides (LCD).

Exemple d'application

La taille minimale des caractères est de 39 mm pour une luminance moyenne du tableau d'affichage si la première ligne d'information se trouve 2,6 m au-dessus du sol et si le tableau d'affichage est incliné de 5° par rapport à la verticale.

Plus le tableau d'affichage est placé en hauteur, plus la taille minimale des caractères est élevée.

Plus le tableau d'affichage est incliné par rapport à la verticale, plus la taille minimale des caractères est faible.

La taille minimale des caractères des informations principales des éléments d'information non rétroéclairés n'est pas définie dans la norme FprEN 16584, mais directement dans l'OETHand. L'art. 5, al. 4, OETHand est déterminant. Pour des raisons pratiques, le Tableau 7 a été intégré dans les présents commentaires. La taille de caractères absolument minimale recommandée est ici 14 mm.

Éléments d'information non rétroilluminés Panneaux (sans horaires)												
Taille minimale de l'écriture (lettre majuscule H)												
		Inclinaison de la surface de l'écran par rapport à la verticale (°)										
		0.0	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	30.0
Hauteur de la première ligne d'information par rapport au sol (m)	1.6	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1.7	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1.8	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	1.9	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	2.0	20	19	18	18	17	17	16	16	16	15	15
	2.1	25	24	23	22	22	21	20	20	20	19	18
	2.2	30	29	28	27	26	25	24	24	23	23	22
	2.3	35	34	32	31	30	29	29	28	27	27	26
	2.4	40	38	37	36	35	34	33	32	31	31	29
	2.5	45	43	42	40	39	38	37	36	35	34	33
	2.6	50	48	46	45	43	42	41	40	39	38	37
	2.7	55	53	51	49	47	46	45	44	43	42	40
	2.8	60	58	55	53	52	50	49	48	47	46	44
	2.9	65	62	60	58	56	54	53	52	51	50	48
	3.0	70	67	65	62	60	59	57	56	55	54	51
	3.1	75	72	69	67	65	63	61	60	59	57	55
	3.2	80	77	74	71	69	67	65	64	62	61	59
	3.3	85	82	78	76	73	71	69	68	66	65	62
3.4	90	86	83	80	78	75	73	73	70	69	66	
3.5	95	91	88	85	82	80	78	76	74	73	70	
3.6	100	96	92	89	86	84	82	80	78	77	73	
3.7	105	101	97	94	91	88	86	84	82	80	77	
3.8	110	105	102	98	95	92	90	88	86	84	81	

Tableau 7 : Taille minimale des caractères des éléments d'information non rétroéclairés (sauf horaires affichés).

4 Véhicules

4.1 Affichages d'information : distance de lecture et tailles de caractères

La norme FprEN 16584-2 :2015 définit les distances minimales et la taille minimale des caractères des panneaux et écrans d'information. En principe, il est recommandé d'utiliser une police de caractères sans empattement (« sans serif ») pour les affichages d'information.

Le guide ci-après repose sur la recommandation de la FprEN 16584-2 :2015 (annexe D), qui présuppose une acuité visuelle de 0,1 pour les affichages. Nous partons du principe que tel est le cas si l'on se rapproche le plus possible de l'affichage. L'annexe D de la FprEN 16584-2 :2015 recommande une acuité visuelle entre 0,5 et 0,1 : il faut viser 0,1. Il est recommandé aux utilisateurs du présent guide de répondre aux exigences des sections suivantes afin de pouvoir garantir un respect intégral de la norme FprEN 16584. Si l'utilisateur décide de ne pas suivre le présent guide sur tous les points, il est tenu de prouver le respect de la norme FprEN 16584.

La section 4.1 se concentre sur la distance de lecture et sur la taille minimale des caractères des affichages à l'intérieur des véhicules en corrélation avec la règle des 51 % des places assises.

4.1.1 Informations générales

Nous expliquons ici quelques problématiques afin que la méthodologie décrite ci-après soit plus facile à comprendre. En principe, le fabricant ou l'exploitant d'un affichage souhaite placer autant que possible d'information sur son affichage. Vu les dimensions invariables du support de l'affichage, plus il y a d'informations à communiquer, plus la taille des caractères diminue. Or cela est en contradiction avec les exigences des personnes à vision réduite, voire avec celles des personnes dont la vue est normale. Les personnes malvoyantes vont devoir s'approcher davantage de l'affichage d'information pour pouvoir lire les caractères.

4.1.2 Taille minimale des caractères dans le véhicule (référence : « H » majuscule)

Les affichages d'information doivent être lisibles depuis 51 % de toutes les places assises, depuis 51 % de toutes les places prioritaires (pour les personnes avec un handicap) et depuis toutes les places pour chaises roulantes. Les unités suivantes servent de référence pour l'application de cette règle des 51 % aux véhicules :

- rames automotrices
- voitures
- bus, trams

La taille des caractères de l'information sur le prochain arrêt⁵ se définit selon les critères suivants :

- lisibilité depuis au moins 51 % de tous les sièges (y compris sièges rabattables)
- lisibilité depuis au moins 51 % des sièges prioritaires (*priority seats*, un siège rabattable ne peut pas être un siège prioritaire), ces sièges peuvent faire partie intégrante de tous les sièges de la règle des 51 %.
- lisibilité depuis toutes les places pour chaises roulantes prescrites. S'il y a davantage de places pour chaises roulantes, cette offre surnuméraire n'est pas soumise aux exigences de lisibilité de l'affichage.

Les places assises qui remplissent les conditions suivantes sont imputables à la règle des 51 % :

- La ligne de vision entre l'affichage et le milieu du siège ne doit pas être interrompue par des éléments semi-transparentes ou opaques.
- L'avant des sièges est orienté vers l'affichage.
- L'avant des sièges est perpendiculaire au sens de marche (sauf véhicules interopérables).

La distance de lecture est déterminée par la place assise située le plus loin de l'élément d'affichage, compte tenu des critères ci-dessus.

On tient compte de la distance horizontale si elle est supérieure ou égale à 5,0 m. Si elle est inférieure, on mesure la distance de lecture le long du rayon visuel jusqu'au centre de l'affichage.

⁵ Par « informations sur le prochain arrêt », l'OFT entend le nom du prochain arrêt (éventuellement abrégé), l'indication « arrêt sur demande », l'information « Stop » ou assimilée si l'arrêt a été demandé, ainsi que l'indication « incident » ou assimilée en cas de perturbation de l'exploitation.

Exemples d'application pour les nouvelles acquisitions

À titre d'illustration sur la base des véhicules actuels :

- bus à plancher surbaissé 12 m (HESS) et *Swiss Trolley* à plancher surbaissé 18,7 m (HESS), Figure 16
- Combino XL (BERNMOBIL), Figure 17
- train automoteur bicourant RhB, Figure 18

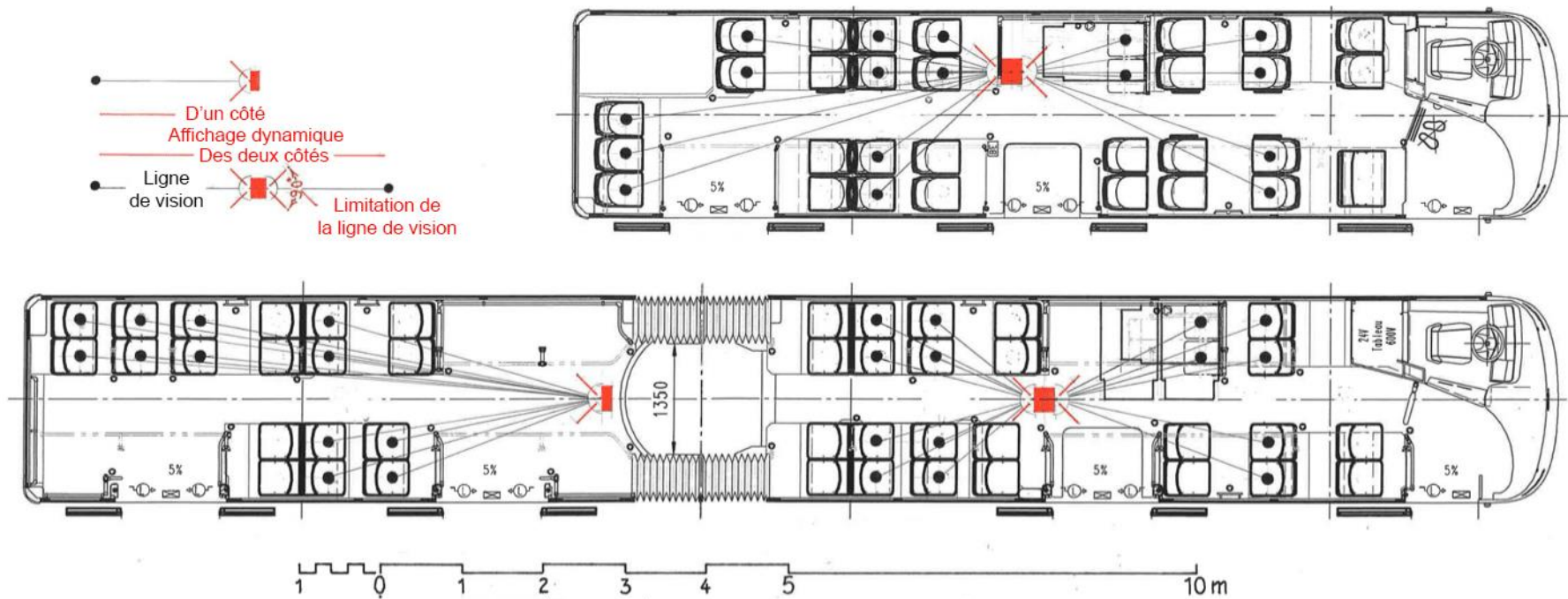


Figure 16 : Haut : bus à plancher surbaissé 12 m (HESS), bas : *Swiss Trolley* à plancher surbaissé 18,7 m (HESS), exemple d'application « règle des 51 % »

	Bus à plancher surbaissé 12 m	<i>Swiss Trolley</i> 18,7 m
Nombre total de places assises :	32 (30 sièges fixes + 2 sièges rabattables)	44 (42 sièges fixes + 2 sièges rabattables)
Places assises prescrites :	17 (17 réalisées dans l'exemple d'application ; 15 sièges fixes + 2 sièges rabattables)	23 (26 réalisées dans l'exemple d'application ; 24 sièges fixes + 2 sièges rabattables)
Places pour chaises roulantes, 100% prescrites :	1 (1 réalisée dans l'exemple d'application)	2 (2 réalisées dans l'exemple d'application)

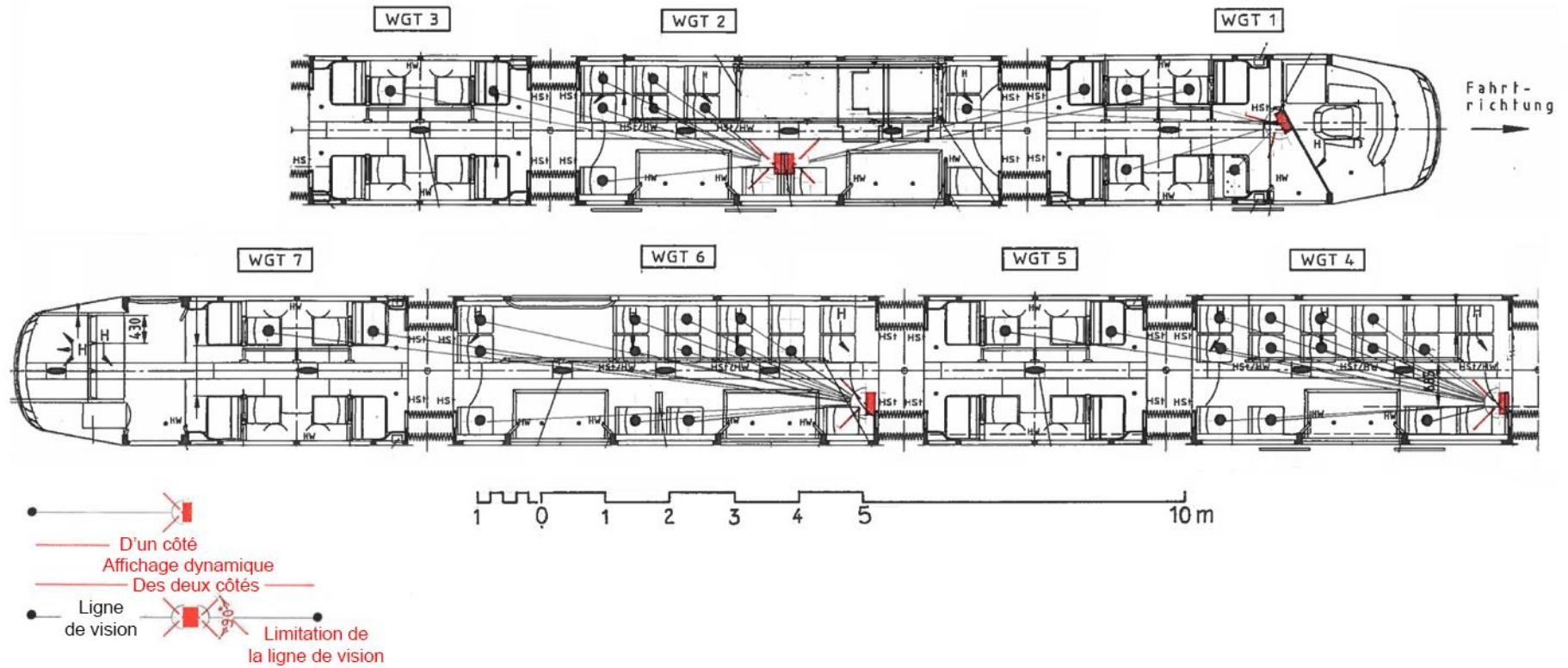


Figure 17 : Combino XL (BERNMOBIL), exemple d'application « règle des 51 % »

Nombre total de places assises : 76 (sièges fixes)

Places assises, requises selon la règle des 51 % : 39 (42 réalisées dans l'exemple d'application)

Places pour chaises roulantes, 100% prescrites : 2 (2 réalisées dans l'exemple d'application)

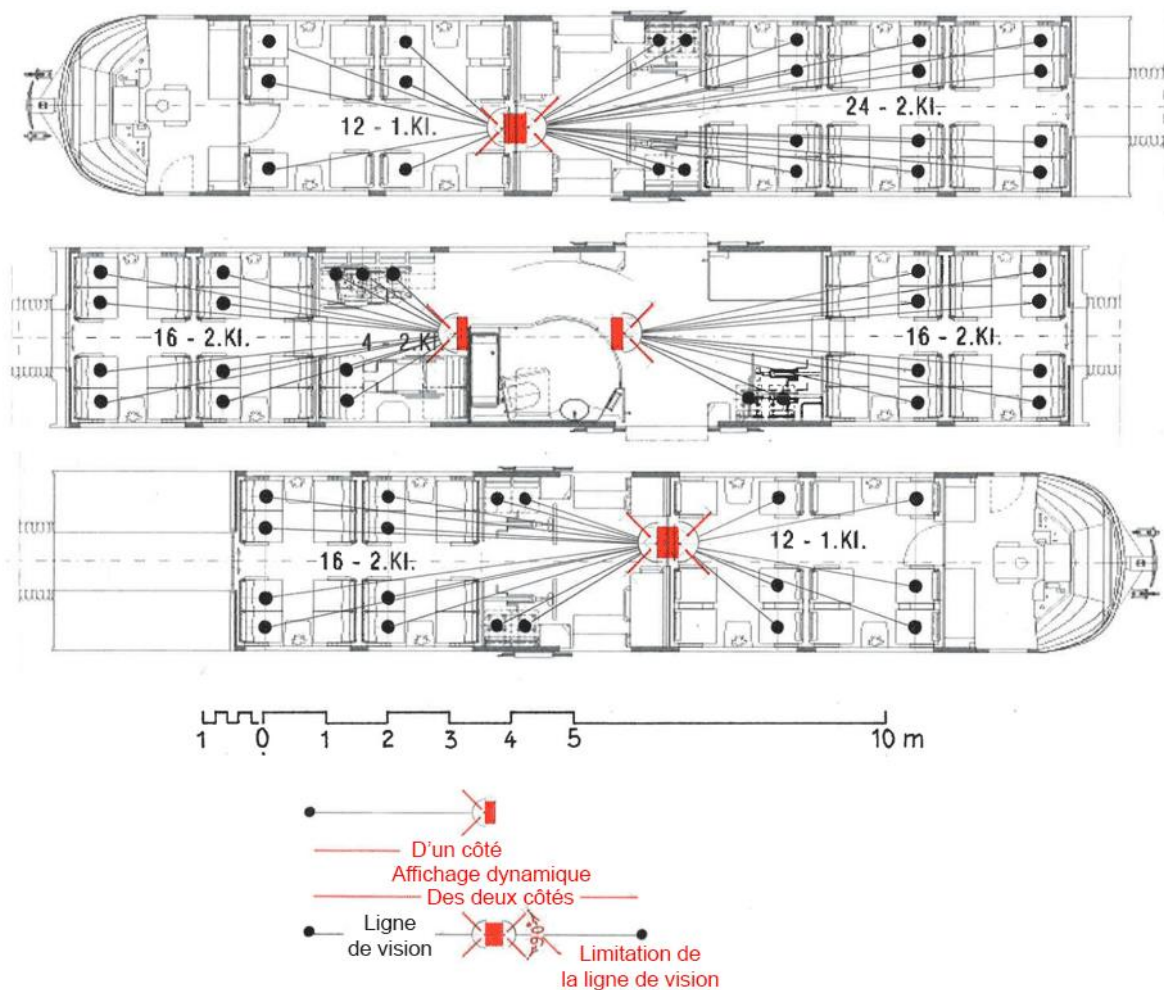


Figure 18 : Train automoteur bicourant RhB, exemple d'application « règle des 51 % »

Nombre total de places assises : 117 (100 sièges fixes + 17 sièges rabattables conformément au descriptif technique de Stadler Rail)

Places assises requises selon la règle des 51 % : 59 (61 réalisées dans l'exemple d'application) (48 sièges fixes + 13 sièges rabattables)

Places pour chaises roulantes, 100% prescrites : 2 (2 réalisées dans l'exemple d'application)

La taille minimale des caractères sur les affichages d'information à l'intérieur du véhicule en fonction de la distance de vision est indiquée au Tableau 8. On peut renoncer à prendre en compte la luminance d'adaptation à l'intérieur du véhicule à cause de l'emploi usuel, dans les nouveaux véhicules, d'écrans à haute luminance (affichage « thermomètre de ligne »).

Taille minimale des caractères à l'intérieur du véhicule			
Distance de lecture [m]	Taille des caractères [mm]	Distance de lecture [m]	Taille des caractères [mm]
0.1	7	2.8	30
0.2	7	3.0	31
0.3	7	3.2	32
0.4	7	3.4	32
0.5	9	3.6	33
0.6	10	3.8	34
0.7	11	4.0	34
0.8	13	4.2	34
0.9	14	4.4	35
1.0	15	4.6	35
1.1	17	4.8	35
1.2	18	5.0-10.0	35
1.3	19		
1.4	20	10.5	37
1.5	21	11.0	39
1.6	22	11.5	40
1.7	23	12.0	42
1.8	23	12.5	44
1.9	24	13.0	46
2.0	25	13.5	47
2.2	26	14.0	49
2.4	28	14.5	51
2.6	29	15.0	53

Tableau 8 : Taille minimale des caractères en fonction de la distance de vision à l'intérieur du véhicule. La distance de lecture se mesure à partir de la place pour chaises roulantes ou du siège le plus éloigné selon la règle des 51 %.

La Figure 19 indique le rapport entre distance de vision et taille minimale des caractères. En pratique, la règle des 51 % impose une taille des caractères de 35 mm. Pour les distances de vision de moins de 5 m, qui sont réalistes pour la plupart des places assises selon la règle des 51 %, il en résulte une acuité visuelle de 0,1 à 0,2. Pour les distances de plus de 10 m, la taille minimale des caractères est légèrement supérieure à l'acuité visuelle 0,5.

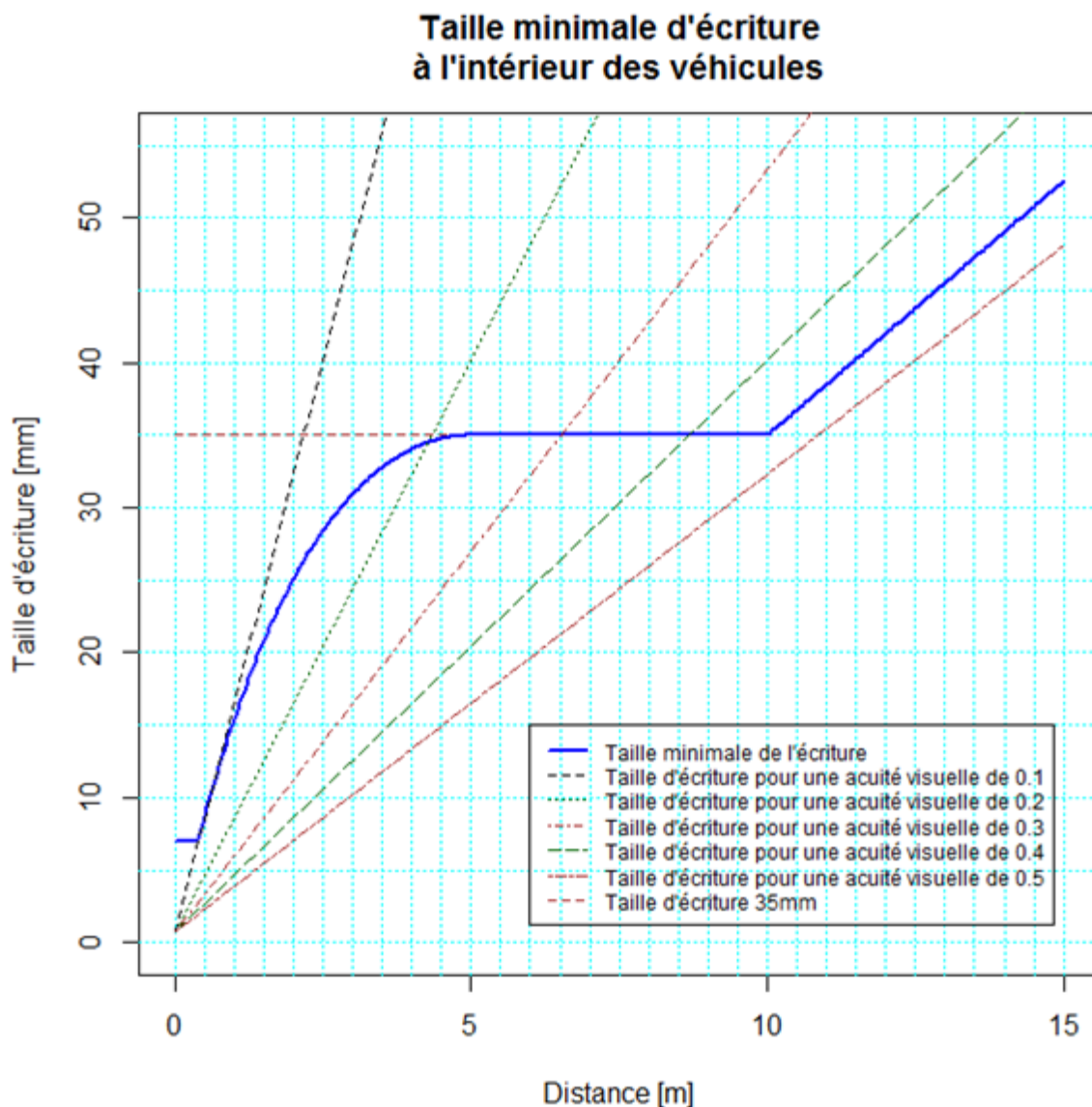


Figure 19 : Rapport entre distance de vision (axe des x, distance en m) et taille minimale des caractères (axes des y, taille des caractères en mm). De plus, les droites correspondent aux acuités visuelles de 0,1, 0,2, 0,3, 0,4 et 0,5. En pratique, la règle des 51 % impose une taille des caractères de 35 mm. Pour les distances de vision de moins de 5 m, qui sont réalistes pour la plupart des places assises selon la règle des 51 %, il en résulte une acuité visuelle de 0,1 à 0,2. Pour les distances de plus de 10 m, la taille minimale des caractères est légèrement supérieure à l'acuité visuelle 0,5.

Les affichages d'information doivent être lisibles depuis 51 % de toutes les places assises, depuis 51 % de tous les sièges prioritaires (pour les personnes avec handicap) et de toutes les places pour chaises roulantes.

4.2 Identifiabilité extérieure des portes d'accès aux véhicules de trams et de bus actionnées par les voyageurs

Pour que les voyageurs puissent actionner de l'extérieur une porte d'accès aux véhicules, deux processus sont essentiels :

La porte doit être reconnaissable optiquement.

Le bouton-poussoir sur la surface de la porte ou à proximité immédiate sur le côté du véhicule doit être perceptible par la vue et par le toucher.

Pour que deux surfaces concomitantes se détachent visuellement l'une de l'autre et soient reconnaissables pour les malvoyants, elles doivent se distinguer par leur valeur de réflectance (LRV).

Si le contraste dû à la LRV entre la surface de la porte et le côté extérieur du véhicule est insuffisant, il faut poser une bande de contraste suffisant entre la surface de la porte et le reste du côté extérieur du véhicule.

L'identifiabilité de portes extérieures en verre sur toute leur surface (battant de porte), courantes dans les trams et les bus, n'est pas régie par la norme FprEN 16584-1 :2015. On peut toutefois attribuer une LRV à ce type de surfaces vitrées. Le fait qu'une partie de ce verre soit transparent ne doit pas être pris en compte (cf. chiffre du présent guide). Il est donc possible d'appliquer les principes de la norme FprEN 16584-1 :2015.

4.2.1 Exigences de contraste

Les exigences de contraste pour l'identifiabilité des portes extérieures (y c. portes en verre) sont fixées à la Figure 2.

4.2.2 LRV de vitrages

Pour les vitrages des côtés des véhicules, on adopte une valeur de calcul de 10 pour la LRV. D'après la Figure 2, cette LRV 10 exige une LRV de ≥ 20 pour la surface contrastante.

Si le fabricant ou le fournisseur du vitrage propose une autre valeur indicative spécifique au verre pour la réflexion de la lumière, on peut l'utiliser.

4.2.3 Bandes contrastantes sur les bus et les trams

Le chiffre B 2.3 de la norme FprEN 16584-1 :2015 prescrit, à titre de solution de rechange en cas de contraste insuffisant des surfaces, une bande contrastante d'au moins 150 mm de largeur sur les côtés et au-dessus de la porte extérieure (figure B.9).

Largeur des bandes contrastantes

Par dérogation au chiffre ci-dessus, nous proposons pour les bus et les trams une largeur de bande contrastante de 100 à 150 mm. En effet, les portes extérieures des bus et des trams sont généralement plus proches les unes des autres que celles des véhicules ferroviaires.

Contraste minimal à respecter

Le contraste des portes des bus et des trams par rapport au reste du côté extérieur du véhicule doit être respecté des deux côtés et au-dessus des portes conformément à la figure A.1 de la norme FprEN 16584-1 :2015. Les marches rabattables rentrées font partie de la surface de la porte. Si le contraste des paires de surfaces contrastantes des portes extérieures est insuffisant (plusieurs paires de surfaces par porte sont possibles sur les côtés et au-dessus, par ex. verre-carrosserie, verre-verre), il faut poser une bande contrastante. Dès lors, la LRV contrastante de la bande doit être comparée à celle de la surface de la porte. Les joints noirs en caoutchouc entre les deux surfaces contrastantes déterminantes (LRV environ 5) ne comptent pas dans le calcul du contraste.

Visibilité des bandes contrastantes

La largeur des bandes contrastantes doit se situer entre 100 et 150 mm. Un dégradé de couleur n'est autorisé que du côté carrosserie et à partir de 100 mm seulement.

Pour que les bandes contrastantes soit visibles si la porte est ouverte ou fermée, nous recommandons de poser les bandes sur la carrosserie pour les portes coulissant vers l'intérieur (Figure 20), et sur le battant pour les portes coulissant vers l'extérieur et les portes coulissantes et louvoyantes (Figure 22).

Variante : bandes horizontales placées plus bas

En plus ou au lieu de la bande contrastante horizontale ci-dessus, on peut placer plus bas une bande contrastante horizontale (largeur 100 à 150 mm) sur toute la largeur du/des battant(s) de porte. Cette bande peut permettre aux malvoyants de reconnaître si les portes sont ouvertes ou fermées. Les bandes se posent à partir de la deuxième porte, à hauteur du bouton-poussoir pour la collectivité. Sur la première porte, pour des raisons de sécurité des transports (ne pas gêner la vue du conducteur), le dessus de la bande ne doit pas être posé à plus de 100 cm du niveau de la voie.

Cas particulier des portes avant des bus

Les portes avant des bus sont exceptées de la réglementation ci-dessus, en premier lieu à cause de l'impératif sécuritaire d'une vue dégagée pour le chauffeur de bus. Les applications de ces bandes contrastantes sur les portes ne doivent pas restreindre le champ de vision du conducteur. Elles ne doivent être posées que sur des surfaces qui sont déjà opaques, ou sur des surfaces vitrées non transparentes (exception : bandes horizontales pour les portes avant, cf. section précédente).

Ces portes doivent satisfaire à des exigences d'identifiabilité optiques moins sévères, puisqu'elles se trouvent à proximité immédiate de la zone d'attente à marquage tactile (zone d'attente pour malvoyants et personnes aveugles). Les portes avant sont ouvertes par le conducteur lorsqu'une personne malvoyante / aveugle se trouve dans cette zone.

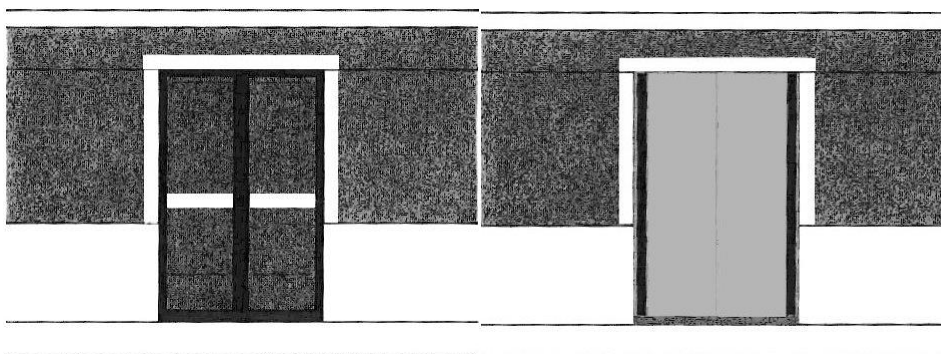


Figure 20 : Placement possible des bandes contrastantes d'un véhicule. À gauche en position fermée, à droite en position ouverte, porte coulissant vers l'intérieur (PCI)

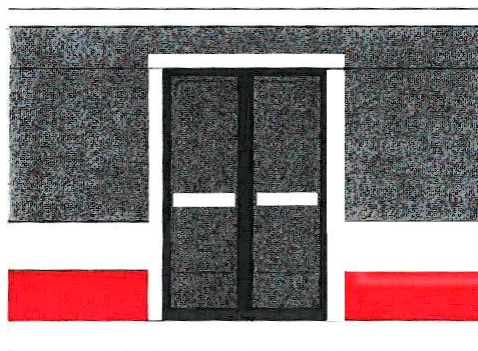


Figure 21 : Variation possible des bandes contrastantes avec un coloris contrastant

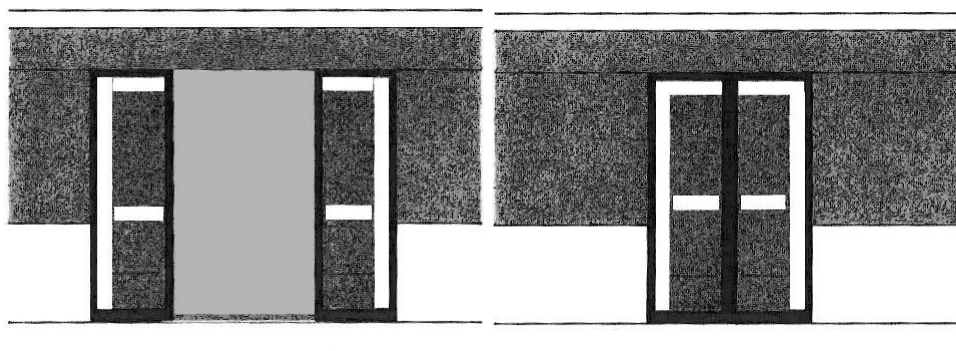


Figure 22 : Placement possible des bandes contrastantes sur un véhicule. À gauche en position fermée, à droite en position ouverte, porte coulissante vers l'extérieur (PCE) ou porte coulissante et louvoyante (PCL)

5 Annexe 1 : définitions – symboles

E_F	Luminosité de la lumière parasite
k	Unité de contraste
K_M	Contraste selon Michelson
K_{Meff}	Contraste effectif, à distinguer du contraste d'origine donné d'un afficheur avec apport de lumière parasite.
L	Unité de luminance, en candela par mètre carré (cd/m^2)
L^*	Valeur de référence lumineuse de la gamme chromatique CIE- $L^*a^*b^*$ (anglais <i>luminance</i>) ; rend compte de la luminosité dans le système de coordonnées.
Gamme chromatique $L^*a^*b^*$	Gamme chromatique CIE- $L^*a^*b^*$, avec système de coordonnées avec axes entre les couleurs complémentaires : a^* représente l'axe entre rouge et vert, et b^* l'axe entre jaune et bleu. Luminosité d'une surface (courant lumineux)
LRV	<i>Light Reflectance Value</i> , valeur de réflectance : quantité de lumière visible réfléchi par une surface (valeur entre 0 et 100%)
L_O	Luminance d'un objet
L_H	Luminance d'un arrière-plan (ou de la surface environnante ou adjacente)
lx	Unité de mesure de l'éclairage (Lux)
Contraste	Rapport entre les luminosités de deux luminances : différence entre couleurs claires et couleurs sombres
ρ , rho	Valeur du facteur de réflexion d'une surface / d'un affichage
échantillon de peinture RAL	Couleurs normées, distribuées par RAL GmbH (une filiale de l'Institut RAL) ; un numéro à quatre chiffres est attribué à chaque couleur du catalogue ; deux prestations : registre RAL 840-HR avec surface mate et RAL 841-GL avec surface brillante. Le tableau des couleurs RAL Classic est subdivisé en groupes de couleurs (1000 = Jaunes ; 2000 = Oranges ; 3000 = Rouges ; 4000 = Violets ; 5000 = Bleus ; 6000 = Verts ; 7000 = Gris ; 8000 = Bruns ; 9000 = Blancs et Noirs).
R_n à réflexion neutre	Sulfate de baryum dont le degré de réflexion est de 98,56 %
Acuité visuelle	Inverse du pouvoir de résolution de l'œil ; l'acuité visuelle angulaire correspond au pouvoir de résolution auquel deux objets sont perçus comme distincts. La résolution de 1' (une minute d'angle) correspond à une résolution locale de 1,5 mm à 5m de distance ; plus l'acuité visuelle angulaire est faible, meilleure est l'acuité visuelle
Acuité visuelle	La grandeur de référence 1' est fixée par rapport à l'acuité visuelle angulaire individuelle ; valeur de l'acuité visuelle = 1' / acuité visuelle angulaire individuelle Les bonnes acuités visuelles se situent entre 0,8 et environ 1,6. Les personnes dont la vision est restreinte ont une acuité visuelle inférieure à environ 0,3.