



FEDERATION INTERNATIONALE DE L'AUTOMOBILE

**NORME FIA 3504-2019
PANNEAUX LUMINEUX**

Norme FIA 3504-2019 – Panneaux Lumineux pour Circuits de course automobile

AVANT-PROPOS

La présente norme prescrit les exigences de conception, procédures d'essai et critères de performance applicables aux panneaux lumineux destinés à être utilisés sur les installations de course automobile en complément de la signalisation par drapeaux manuelle existante.

Les panneaux lumineux devraient permettre de renforcer la visibilité et la sécurité des commissaires préposés à la signalisation grâce à des fonctionnalités à distance et d'améliorer la communication directe des notifications et exigences réglementaires adressées aux concurrents lors des compétitions des Championnats FIA.

INDICE

1	GENERALITES	5
1.1	Procédure d'homologation	5
1.2	Engagement du fabricant vis-à-vis de la stabilité de son produit.....	5
2	CHAMP D'APPLICATION	6
3	DEFINITIONS.....	7
3.1	Luminance (cd/m ²)	7
3.2	Axe de référence	7
3.3	Axe d'essai	7
3.4	Coordonnées chromatiques	7
3.4.1	Système colorimétrique standard CIE 1931	7
3.5	Angles de vue.....	7
3.6	Système de panneaux lumineux	7
3.6.1	Panneau lumineux.....	8
3.6.1.1	Zone graphique	8
3.6.1.2	Pixel.....	8
3.6.1.3	Pas du pixel.....	8
3.6.1.4	Support arrière	8
3.6.1.5	Ecran frontal	8
3.6.2	Dispositif de contrôle des commissaires de piste	8
3.7	Serveur principal	8
3.8	Logiciel de gestion de la Direction de course	9
3.9	Panneau à message variable (PMV)	9
3.10	Mode clignotant.....	9
3.11	Cycle de service.....	9
4	EXIGENCES DE CONCEPTION ET DE FONCTIONNEMENT	10
4.1	Spécifications générales	10
4.2	Exigences électriques	10
4.2.1	Alimentation.....	10
4.3	Exigences relatives aux matériaux.....	10
4.4	Exigences environnementales	11
4.5	Exigences structurelles	11
4.6	Exigences opérationnelles	11
4.6.1	Contrôle local	11
4.6.1.1	Dispositif de contrôle des commissaires de piste	11
4.6.2	Contrôle à distance	12
4.6.3	Logiciel de gestion de la Direction de course	12
4.7	Dimensions minimales	12
4.8	Poids	13
4.9	Ecran frontal.....	13
4.10	Cadre frontal.....	13
4.11	Panneau à Message Variable (PMV).....	13

4.12	Clignotement visible	13
4.13	Protocole de communication de données	13
5	EVALUATION DE LA CONCEPTION ET DU FONCTIONNEMENT	14
5.1	Instructions relatives à l'installation	14
5.2	Instructions relatives à l'entretien	14
6	ESSAIS DE PERFORMANCE	15
6.1	Paramètres d'essai	15
6.1.1	Module d'essai	15
6.1.2	Appareillage et installation d'essai	15
6.2	Préparation du module d'essai	16
6.2.1	Phase de stabilisation	17
6.3	Performances optiques	17
6.3.1	Luminance	17
6.3.1.1	Conditions d'essai	17
6.3.1.2	Critères de performance	17
6.3.2	Uniformité de la luminance	18
6.3.2.1	Conditions d'essai	18
6.3.2.2	Critères de performance	18
6.3.3	Coordonnées chromatiques	18
6.3.3.1	Procédure d'essai	18
6.3.3.2	Critères de performance	19
6.3.4	Angles de vue	19
6.3.4.1	Conditions d'essai	19
6.3.4.2	Critères de performance // minimum	20
6.3.5	Spectre solaire	20
6.3.5.1	Conditions d'essai	20
6.3.5.2	Critères de performance	20
7	MARQUAGE ET ETIQUETAGE	21
7.1	Marquage	21
7.2	Hologramme de la FIA	21

1 GENERALITES

1.1 Procédure d'homologation

Tout fabricant faisant une demande d'homologation reconnaît avoir pris connaissance de la présente norme et du Règlement d'Homologation FIA pour les équipements de circuit. Une demande d'homologation doit être soumise à la FIA accompagnée d'un dossier. Ce dossier doit comprendre les éléments suivants :

- a) Formulaire de demande d'homologation (disponible sur demande auprès de la FIA) ;
- b) Spécifications techniques ;
- c) Instructions relatives à l'installation ;
- d) Instructions relatives aux réparations et à l'entretien ;
- e) Rapport(s) d'essais.

Les panneaux lumineux doivent être testés par un laboratoire d'essais agréé par la FIA. La liste des laboratoires d'essais agréés sera disponible sur le site web de la FIA (www.fia.com).

La FIA attribuera un numéro d'homologation et dressera la liste de tous les panneaux lumineux récemment homologués sur son site web (www.fia.com) conformément au Règlement d'Homologation FIA pour les équipements de circuit. Le type et le nombre maximum d'extensions autorisées doivent être conformes au Règlement d'Homologation FIA pour les équipements de circuit.

La FIA, ou tout autre organe désigné par la FIA, se réserve le droit de demander que soient effectués des contrôles de qualité post-homologation conformément au Règlement d'Homologation FIA pour les équipements de circuit.

La FIA se réserve également le droit d'annuler l'homologation si la demande s'avère incomplète conformément au Règlement d'Homologation FIA pour les équipements de circuit.

1.2 Engagement du fabricant vis-à-vis de la stabilité de son produit

Une fois la demande d'homologation déposée, le fabricant s'engage à ne pas modifier la conception du produit, les matériaux qui le composent, ni sa méthode fondamentale de fabrication. Des extensions peuvent être autorisées par la FIA en accord avec le Règlement d'Homologation FIA pour les équipements de circuit.

2 CHAMP D'APPLICATION

La présente norme établit des exigences de conception et de performance pour les panneaux lumineux destinés à un usage sur des circuits de courses automobiles. Elle concerne des systèmes spécifiquement conçus pour des applications en sport automobile et permettant un double contrôle : autonome et local via le dispositif de contrôle des commissaires de piste et à distance via la Direction de course.

La présente norme définit différents Degrés d'homologation :

- a) Homologation de Degré 1 pour une utilisation sur circuits de Degré 1 ;
- b) Homologation de Degré 2 pour une utilisation sur circuits de Degré 2 ;
- c) Homologation de Degré 3 pour une utilisation sur circuits de Degrés 3, 3E et 4.

Les exigences relatives aux Degrés 1, 2 et 3 exposées ci-après permettront de garantir que les panneaux lumineux présenteront une luminance minimale comprise dans une gamme donnée d'angles verticaux et horizontaux ainsi que les coordonnées chromatiques requises aux fins d'améliorer la visibilité du pilote pour tous les degrés de circuits. Cette norme décrit également en détail les signaux par drapeau et leurs fonctions en conditions de course.

Le présent document n'a pas vocation à fournir des indications détaillées concernant l'emplacement et le nombre de panneaux lumineux. Il est présumé que les principes appliqués pour déterminer l'emplacement des postes de commissaire de piste serviront de référence pour définir l'emplacement et le nombre de panneaux lumineux, que ce soit sur la totalité ou sur une partie du circuit, et que l'emplacement et le nombre de panneaux lumineux peuvent être ajustés en fonction du type de course.

3 DEFINITIONS

Aux fins de la présente norme, les définitions suivantes s'appliquent :

3.1 Luminance (cd/m²)

Intensité de la lumière émise depuis une surface par unité de surface dans la direction de l'axe de référence. Elle fournit des informations sur la luminosité du message affiché.

3.2 Axe de référence

Axe dont l'origine se situe sur le centre de référence du module d'essai et perpendiculaire à la surface frontale du panneau, sauf indication contraire du fabricant.

3.3 Axe d'essai

Ligne allant du centre de référence du module d'essai à la tête du luminancemètre.

3.4 Coordonnées chromatiques

Chromaticité de l'ensemble des couleurs conformément au Diagramme de chromaticité standard CIE 1931.

3.4.1 Système colorimétrique standard CIE 1931

Système permettant de spécifier les couleurs en déterminant les composantes trichromatiques de la répartition spectrale énergétique d'une lumière colorée.

3.5 Angles de vue

L'angle de vue horizontal est l'angle formé par l'axe d'essai et le plan vertical passant par l'axe de référence. L'angle d'essai vertical est l'angle formé par l'axe d'essai et le plan de référence horizontal passant par l'axe de référence.

3.6 Système de panneaux lumineux

Objet émetteur de lumière activé en concomitance avec d'autres éléments pour afficher le message souhaité. Il comprend :

- a) Un certain nombre de panneaux lumineux
- b) Un dispositif de contrôle pour les commissaires de piste associé à chaque panneau lumineux
- c) Un serveur principal
- d) Un logiciel de gestion de la Direction de course

3.6.1 Panneau lumineux

Panneau d'affichage plat, composé de zones graphiques avant et arrière, et pouvant inclure le boîtier, le support arrière et/ou l'écran frontal. Il est activé en concomitance avec les autres panneaux lumineux pour afficher le message souhaité.

3.6.1.1 Zone graphique

Surface plane contenant un réseau de diodes électroluminescentes (LED) sous forme de pixels. Lors de la mise sous tension, les groupes de pixels sont contrôlés et activés partiellement ou complètement, pour former les caractères ou le motif du message souhaité.

3.6.1.2 Pixel

Désigne le plus petit élément contenant des LED et capable de générer la fonctionnalité complète des zones graphiques d'un panneau lumineux.

3.6.1.3 Pas du pixel

Distance entre les LED correspondantes des pixels adjacents, à la fois horizontalement (H_{pitch}) et verticalement (V_{pitch}).

3.6.1.4 Support arrière

Structure entourant la zone graphique du panneau, destinée à améliorer la visibilité grâce à un contraste renforcé avec l'éclairage environnant.

3.6.1.5 Ecran frontal

Ecran protégeant la zone graphique et tous les éléments qui la composent de la poussière et de l'humidité.

3.6.2 Dispositif de contrôle des commissaires de piste

Appareil de contrôle portatif, étanche, utilisé par le commissaire de piste local pour diffuser ou modifier un message.

3.7 Serveur principal

Unité centrale qui gère les signaux d'entrée reçus via un dispositif de contrôle des commissaires de piste ou via la Direction de course et qui les convertit en commandes de puissance, afin de diffuser le message souhaité.

3.8 Logiciel de gestion de la Direction de course

Logiciel utilisé pour gérer et contrôler à distance et de manière synchrone tous les panneaux lumineux connectés.

3.9 Panneau à message variable (PMV)

Panneau électronique utilisé pour transmettre des informations aux pilotes, aux commissaires de piste ainsi qu'au personnel préposé au circuit, pouvant consister en des drapeaux de couleur et/ou des symboles et/ou des textes.

3.10 Mode clignotant

Mode de fonctionnement durant lequel la lumière s'allume et s'éteint pendant une période et un cycle de service déterminés.

3.11 Cycle de service

Fraction d'une période durant laquelle la lumière est allumée en mode clignotant.

4 EXIGENCES DE CONCEPTION ET DE FONCTIONNEMENT

La conception du système de panneaux lumineux doit être conforme aux exigences énoncées dans le présent chapitre. La FIA se réserve le droit de refuser l'homologation si la conception ou la fonctionnalité sont jugées inacceptables par la Commission des Circuits de la FIA.

4.1 Spécifications générales

Les panneaux lumineux doivent utiliser la technologie des diodes électroluminescentes (LED). Chaque panneau lumineux doit comporter deux zones graphiques, l'une sur la face avant et l'autre sur la face arrière. La zone arrière peut présenter des dimensions et des motifs autres que ceux requis pour la zone frontale, comme indiqué à l'Art. 4.7 de la présente norme. Chaque panneau lumineux doit pouvoir être contrôlé à distance depuis la Direction de course ou manuellement par le commissaire de piste préposé. Il doit en outre être équipé d'un système à intensité de luminance réglable sur site ("dimming"), permettant l'adaptation au niveau de luminosité ambiante dans lequel les courses sont disputées. Dans des conditions d'utilisation extrêmes, des moyens de protection contre la surcharge thermique doivent être prévus.

4.2 Exigences électriques

Le système de panneaux lumineux doit répondre aux exigences ISO en matière de sécurité électrique ainsi qu'aux Directives basse tension pour une sécurité maximale, conformément aux réglementations locales. Les circuits et connecteurs doivent être situés hors de portée du public, et conçus de manière à éviter tout risque d'exposition aux équipements électriques sous tension en cas de détachement accidentel de l'un ou l'autre des éléments exposés du système.

4.2.1 Alimentation

Le raccordement électrique du système de panneaux lumineux doit se faire conformément aux instructions du fabricant. En cas de brèves interruptions de tension d'une durée spécifique, les panneaux lumineux doivent fonctionner comme suit :

- a) Pour des interruptions d'une durée inférieure à 50 ms, il ne doit pas y avoir d'effet visible ;
- b) Pour des interruptions d'une durée inférieure à 100 ms, les panneaux doivent continuer d'afficher le message en cours.

4.3 Exigences relatives aux matériaux

Les matériaux utilisés pour les panneaux lumineux doivent résister à la corrosion. La FIA se réserve le droit de demander aux fabricants de tester le matériau, afin de démontrer la durabilité du matériau en se référant à la Norme européenne EN 12899-1:2001 applicable, ou à une évaluation technique européenne similaire. De plus, tous les équipements, câbles et commandes doivent être fabriqués dans des matériaux ne présentant pas de risques d'incendie ou autres en cas d'accident.

4.4 Exigences environnementales

Tous les équipements doivent être conçus pour fonctionner conformément aux exigences suivantes :

- a) Le degré de protection minimum contre la poussière et l'eau doit être IP 65 sans boîtier externe et IP 55 avec boîtier externe, lorsque testé conformément à la norme BS EN 60529:1992.
- b) Température : -20 à +60 C
- c) Humidité relative : 30 % à 95 %

Le fabricant doit fournir à la FIA une déclaration par laquelle il certifie que le système peut être exposé à de telles conditions environnementales sans subir de dommage permanent. La FIA se réserve le droit d'effectuer un essai conformément aux normes européennes applicables pour vérifier la conformité à ces exigences, et de refuser l'homologation si les résultats sont jugés inacceptables.

Lorsque l'équipement est utilisé aux valeurs extrêmes de température ambiante habituellement observées sur le site prévu pour l'installation, ses performances ne doivent pas se dégrader ou s'écarter sensiblement des résultats des essais d'homologation.

4.5 Exigences structurelles

Tous les équipements doivent être conçus de manière à fonctionner en toute sécurité dans des conditions d'utilisation normales par les commissaires de piste et autre personnel préposé au circuit. Les équipements doivent demeurer sûrs après des dommages dus à un accident afin de garantir la sécurité opérationnelle. La fiabilité de tous les équipements, câbles et commandes doit être garantie pour une durée minimale d'environ cinq ans d'utilisation intensive.

4.6 Exigences opérationnelles

Chaque panneau lumineux doit pouvoir être utilisé localement par les commissaires préposés à la signalisation sur le bord de piste et contrôlé à distance par la Direction de course.

4.6.1 Contrôle local

Les panneaux lumineux doivent être contrôlés localement par les commissaires préposés à la signalisation via les dispositifs de contrôle correspondants, soit à proximité immédiate du panneau, soit dans une zone proche. A des fins de conception du système, il doit être possible de faire fonctionner le panneau à une distance allant jusqu'à 250 m.

4.6.1.1 Dispositif de contrôle des commissaires de piste

Pour les panneaux contrôlés localement, le dispositif de contrôle des commissaires de piste doit être conçu de manière à être aussi compact et léger que possible, pour être utilisé et transporté facilement, et offrir une interface intuitive. Tout risque d'opérations accidentelles doit être évité. Le dispositif de contrôle doit être rechargeable et opérationnel lorsqu'il est en charge. Il peut être muni de boutons ou tactile. Il doit être facile à utiliser avec des gants appropriés et peut être équipé d'indicateurs à LED affichant différents modes de fonctionnement de l'unité ainsi que des informations. L'affichage doit fournir des informations sur le statut du dispositif, sur le panneau correspondant et intégrer des clignotants, afin d'indiquer le statut des panneaux lumineux situés aux postes de commissaires voisins en amont et en aval.

4.6.2 Contrôle à distance

Les informations affichées sur les panneaux lumineux doivent toujours être transmises directement à la Direction de course, laquelle doit toujours être en mesure de les contrôler à distance. La signalisation par drapeau réservée au Directeur d'épreuve et au Directeur de course doit être contrôlée uniquement par la Direction de course.

4.6.3 Logiciel de gestion de la Direction de course

Le programme de direction de course doit permettre à la Direction de course de contrôler l'intégralité du système de panneaux lumineux installés sur la piste, afin de suivre en temps réel le statut des drapeaux et d'identifier les principaux paramètres du système. En particulier, les fonctionnalités du programme de Direction de course doivent comprendre, sans s'y limiter :

- a) Carte du circuit affichant l'ensemble du système de panneaux lumineux et les emplacements de ces derniers sur la piste;
- b) Surveillance de l'alimentation électrique ;
- c) Suivi et contrôle du statut de tous les panneaux lumineux, c.-à-d. quel type de drapeau et quel commissaire préposé à la signalisation est actif sur la piste;
- d) Suivi de la température de fonctionnement, et activation du système de refroidissement ;
- e) Affichage de tout dysfonctionnement, tel que court-circuit, surchauffe pour chaque panneau lumineux, intégrité des LED, erreurs de communication ;
- f) Systèmes de journaux (logs) stockés dans la mémoire interne de la batterie, enregistrant toutes les opérations accomplies ainsi que les incidents de drapeaux en piste, dont des informations détaillées sur le type de drapeau, le point d'activation, la date et l'heure de l'incident ;
- g) Vérification des systèmes et vérification des communications avec tous les équipements constituant le système ;
- h) Option d'entretien et d'actualisation en ligne.

Toute commande exécutée localement par un commissaire de piste via un dispositif de contrôle doit pouvoir être annulée par la Direction de course principale.

4.7 Dimensions minimales

Les dimensions minimales requises pour les zones graphiques frontale et arrière de chaque panneau lumineux émettant de la lumière en direction de l'axe de référence doivent être conformes au Tableau 1 ci-dessous. Le rapport hauteur/largeur du panneau doit être compris entre 3:2 et 1:1.

Chaque panneau doit être conçu de telle sorte que l'ensemble des zones graphiques avant et arrière soient complètement et uniformément formées de pixels.

Tableau 1. Dimensions minimales Panneau frontal/arrière

Degrés	Zone graphique (lumineuse) (Frontale)	Zone graphique (lumineuse) (Arrière)
Panneaux lumineux de Degré 1	4500 cm ²	360 cm ²
Panneaux lumineux de Degré 2	1890 cm ²	360 cm ²
Panneaux lumineux de Degré 3	1890 cm ²	360 cm ²

4.8 Poids

Le poids de tous les équipements, câbles et commandes composant le système de panneaux lumineux doit permettre d'assurer une stabilité suffisante, tout en garantissant une installation, un entretien et des réparations sur site faciles pour les commissaires de piste préposés à la signalisation et autre personnel affecté au circuit.

4.9 Ecran frontal

Lorsque des dispositifs lumineux sont fournis avec un écran frontal supplémentaire, ce dernier doit être solidement fixé au boîtier du panneau externe. Il doit être fabriqué dans des matériaux résistants aux UV et aux rayures et être facilement détachable pour faciliter l'entretien.

Les fabricants doivent indiquer en détail les mesures qu'ils ont prises pour prévenir la formation de condensation sur l'écran frontal. Si aucun écran frontal n'est utilisé, la surface de la zone graphique doit être autonettoyante.

4.10 Cadre frontal

Lorsqu'un cadre frontal est utilisé, le contour avant du panneau est noir mat ou de couleur foncée, pour améliorer le contraste global avec l'éclairage environnant et augmenter la perception des informations affichées.

4.11 Panneau à Message Variable (PMV)

Les informations affichées sur les panneaux doivent être destinées à compléter la signalisation par drapeau sur circuit traditionnelle durant les courses, et doivent consister en des signaux colorés statiques ou mobiles, avec le niveau de luminosité et les coordonnées chromatiques appropriés.

L'affichage sous forme de symboles ou de texte doit être tel que le texte est abrégé en anglais et la hauteur de chaque caractère égale à au moins la moitié de la hauteur des zones graphiques frontale et arrière. Le message doit pouvoir être aisément personnalisé en fonction des besoins spécifiques et des divers modes de fonctionnement, afin de s'adapter au type de course ou à d'autres impératifs liés aux Championnats FIA. Le niveau minimum et les fonctions de base des signaux par drapeau statiques et mobiles doivent être définis conformément aux spécifications détaillées à l'Annexe 2 de la présente norme.

4.12 Clignotement visible

Pour les panneaux lumineux fonctionnant en mode pulsé, aucun clignotement ne doit être visible. La FIA se réserve le droit de mesurer la fréquence de la lumière émise dans le cadre des essais de performance en vue de l'homologation, et de refuser cette homologation si elle la juge inacceptable.

4.13 Protocole de communication de données

Les panneaux lumineux doivent être montés en réseau, ensemble et avec les dispositifs de contrôle des commissaires de piste correspondants, et assurer des communications dans les deux sens avec la Direction de course, via un réseau de fibre optique en anneau redondant ou une liaison radio sans fil.

5 EVALUATION DE LA CONCEPTION ET DU FONCTIONNEMENT

Le système de panneaux lumineux doit être conçu de telle sorte que son intégrité ne soit pas compromise durant toute sa durée de vie utile. Des lignes directrices claires et exhaustives sont requises pour garantir une utilisation correcte du système dans des conditions normales. La FIA se réserve le droit de refuser l'homologation si les procédures d'installation et de maintenance sont jugées inacceptables.

5.1 Instructions relatives à l'installation

Au moment de déposer sa demande d'homologation, le fabricant doit fournir à la FIA les instructions relatives à l'installation du système de panneaux lumineux, à joindre au dossier de demande d'homologation.

Ces instructions doivent comprendre des informations détaillées destinées à permettre l'installation correcte. Le fabricant s'engage à ne pas modifier la procédure d'installation fondamentale indiquée dans les instructions. Des variations peuvent être autorisées par la FIA. La FIA se réserve le droit de refuser l'homologation si la procédure d'installation est considérée inacceptable.

5.2 Instructions relatives à l'entretien

Au moment de déposer sa demande d'homologation, le fabricant doit fournir à la FIA les instructions relatives à l'entretien du système de panneaux lumineux, à joindre au dossier de demande d'homologation, afin de garantir qu'aucun dommage ne réduit l'efficacité du système. Ces instructions doivent inclure des recommandations détaillées sur l'entretien courant des pièces détachées ainsi qu'une estimation de la durée de vie des composants. Pour les systèmes installés de façon permanente, toutes les opérations d'entretien doivent pouvoir être effectuées aisément et garantir des performances constantes, comme indiqué à l'Art. 6 de la présente norme. Le fabricant doit également proposer un service d'entretien si nécessaire.

6 ESSAIS DE PERFORMANCE

Les exigences de performance exposées dans la norme sont obligatoires pour les systèmes de panneaux lumineux. La FIA se réserve le droit de demander des essais supplémentaires si de nouvelles technologies sont présentées pour homologation.

6.1 Paramètres d'essai

Le module d'essai et l'installation d'essai doivent satisfaire aux exigences énoncées ci-après.

6.1.1 Module d'essai

Le module d'essai doit comprendre tous les composants matériels d'un panneau lumineux, mais aussi les câbles, les contrôleurs et/ou les équipements de transmission/réception de données qui sont installés dans une unité de production, afin de permettre la réalisation des essais de performance. Le module d'essai est choisi au hasard dans la production et doit être pleinement représentatif du produit final. Aux fins des essais et en raison des limites de l'appareil d'essai actuellement utilisé, le fabricant est tenu d'informer à l'avance la FIA et le laboratoire d'essais du poids et des dimensions hors-tout du panneau.

Si un prototype final est mis à disposition pour les essais, le fabricant doit déclarer et confirmer que les caractéristiques du produit final ne diffèrent pas de celles du module d'essai pris en considération pour les essais de performance. Le fabricant s'engage à obtenir l'approbation de la FIA avant toute modification substantielle du produit testé et approuvé. La FIA se réserve le droit de refuser la demande si le prototype final est jugé inacceptable aux fins des essais d'homologation.

6.1.2 Appareillage et installation d'essai

Tous les essais de performance spécifiés dans le présent document doivent être effectués dans une chambre noire à température contrôlée, dont les conditions lors des essais doivent être conformes au Tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3. Exigences pour les installations d'essai

Condition	Exigences	Remarque
Eclairage d'une chambre noire	< 2 lux*	Près du panneau
Température de la pièce	23 C ± 4 C	Près du panneau
Humidité relative	10 % à 85 %	-

*Une valeur inférieure est utilisée pour les mesures de couleur.

Pendant les essais, il est important d'éliminer toute lumière parasite. Si des parties de l'équipement utilisé pour commander le module d'essai soumis à l'essai ont une incidence sur l'éclairage environnant, ces parties doivent être couvertes de manière adéquate.

Un laboratoire photométrique étalonné avec instruments de mesure de l'intensité lumineuse est nécessaire pour l'exécution des essais de performance.

6.2 Préparation du module d'essai

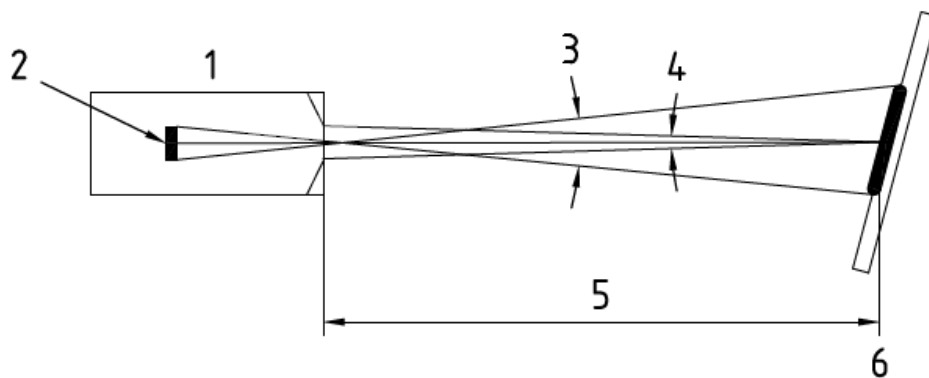
Le module d'essai doit être solidement fixé sur une table de mesure tournante. Il convient de veiller à ce qu'il soit bien attaché et à ce que l'orientation optique de la surface frontale par rapport au dispositif de mesure soit correcte. Ceci est important pour s'assurer que l'évaluation se fera aux inclinaisons requises de la zone graphique du panneau ainsi qu'aux fins d'une bonne répétabilité des résultats des essais.

Si des contraintes géométriques ou physiques du panneau l'exigent, tout montage alternatif en dehors des conditions normales doit être approuvé par la FIA avant l'essai.

La distance de travail entre la lentille frontale du dispositif de mesure et la zone graphique frontale du module d'essai sur laquelle le luminancemètre peut faire la mise au point doit être d'au moins 10 mètres.

Avant de commencer les essais de performance, les contrôles suivants doivent être effectués :

- a) Allumer le module d'essai en mode blanc, non clignotant, et vérifier qu'il n'y a pas d'affichage partiel, incomplet ou faux ;
- b) Régler la tension sur la tension de fonctionnement spécifiée du panneau lumineux et vérifier qu'il n'y a pas d'affichage partiel, incomplet ou faux ;
- c) Enregistrer la tension de fonctionnement spécifiée du module d'essai, qui doit correspondre aux conditions normales d'utilisation pour l'alimentation électrique. Si l'on sait que la tension de fonctionnement varie dans la pratique, soit en raison de fluctuations de l'alimentation électrique pendant le fonctionnement, soit parce que le signal fonctionne à des tensions différentes en fonction des conditions ambiantes, des mesures doivent être effectuées à la tension de fonctionnement probable la plus basse et la plus élevée, en plus des mesures effectuées à la tension de fonctionnement spécifiée.



Légende

- 1 Luminancemètre
- 2 Élément photosensible
- 3 Champ de vision (FOV)
- 4 Cône d'acceptance
- 5 Distance de travail
- 6 Module d'essai

6.2.1 Phase de stabilisation

Le module d'essai doit afficher le drapeau blanc à sa luminosité maximale et avoir fonctionné suffisamment longtemps pour être stabilisé avant de procéder à toute mesure de performance. La lumière résultante sur le module d'essai est considérée comme stable lorsque sa luminance de sortie, mesurée en cd/m^2 , ne varie pas de plus de $\pm 3\%$ sur une période de chauffe de 30 minutes. De même, les coordonnées chromatiques doivent être enregistrées pendant toute la période de chauffe de 30 minutes à 2 minutes d'intervalle, afin de s'assurer qu'elles sont conformes aux spécifications définies à l'Art. 6.3.3 de la présente norme.

6.3 Performances optiques

Toutes les mesures de performance présentées dans la norme doivent être effectuées pour les couleurs des différents drapeaux, à savoir blanc, jaune, rouge, bleu et vert. Les procédures d'essai sont groupées et doivent être effectuées dans l'ordre indiqué ci-dessous pour chacune de ces couleurs de drapeau. Les mesures doivent être effectuées aux tensions de fonctionnement spécifiées pour le panneau lumineux ou selon les instructions du fabricant conformément à l'Art. 6.2.c) de la présente norme.

6.3.1 Luminance

La luminance donne une indication de la perception globale qui résulte de la lumière atteignant l'œil du pilote. La luminosité résultante prend en considération la luminance mesurable de la surface du panneau lumineux conformément à l'Art. 6.3.1.1 de la présente norme, plus toute condition d'observation susceptible d'affecter la perception. Les mesures de luminance sont applicables aux couleurs de drapeau suivantes : blanc, jaune, rouge, bleu et vert.

6.3.1.1 Conditions d'essai

Les mesures de luminance sont effectuées dans les conditions d'essais ambiantes spécifiées à l'Art. 6.1.2 de la présente norme. La configuration de mesure doit être telle que le luminancemètre soit parfaitement aligné avec le centre de référence du module d'essai, perpendiculairement à l'axe de référence. L'essai se déroulera comme suit :

- a) Les mesures de luminance doivent être effectuées avec le module d'essai alimenté à la tension de fonctionnement spécifiée ou selon les instructions du fabricant conformément à l'Art. 6.2.c) de la présente norme.
- b) Une lecture de luminance doit être effectuée pour chacune des différentes couleurs de drapeau dans la direction de l'axe de référence et la valeur correspondante doit être enregistrée et exprimée en candela par mètre carré (cd/m^2).

6.3.1.2 Critères de performance

Lorsque le module d'essai est testé conformément à l'Art. 6.3.1.1 de la présente norme :

- a) Pour l'homologation de Degré 1, la luminance minimale sur l'axe doit être de $60\,000\text{ cd/m}^2$ pour le drapeau jaune et de $37\,000\text{ cd/m}^2$ pour le drapeau rouge.
- b) Pour l'homologation de Degré 2, la luminance minimale sur l'axe doit être de $33\,000\text{ cd/m}^2$ pour le drapeau jaune et de $16\,000\text{ cd/m}^2$ pour le drapeau rouge.
- c) Pour l'homologation de Degré 3, la luminance minimale sur l'axe doit être de $10\,000\text{ cd/m}^2$ pour le drapeau jaune et de $8\,000\text{ cd/m}^2$ pour le drapeau rouge.

6.3.2 Uniformité de la luminance

Le module d'essai doit apparaître uniformément lumineux sur toute sa zone graphique frontale et ne doit pas présenter de variations brusques de luminance. Les mesures d'uniformité de la luminance doivent être effectuées conformément à l'Art. 6.3.2.1 de la présente norme et doivent s'appliquer aux couleurs de drapeau suivantes : blanc, jaune, rouge, bleu et vert.

6.3.2.1 Conditions d'essai

Les mesures d'uniformité de luminance sont effectuées dans les conditions environnementales spécifiées à l'Art. 6.1.2 de la présente norme et dans les mêmes conditions d'essai que celles décrites à l'Art. 6.3.1.1 de la présente norme. Pour mesurer l'uniformité de la luminance, la zone graphique frontale du module d'essai doit être virtuellement divisée en $3 \times 3 = 9$ zones d'essai et la valeur de luminance doit être mesurée et calculée en moyenne sur chacune de ces zones. Les valeurs correspondantes sont enregistrées et exprimées en candela par mètre carré (cd/m^2).

6.3.2.2 Critères de performance

Lorsque le panneau lumineux est testé conformément à l'Art. 6.3.2.1 de la présente norme, le rapport des valeurs de luminance les plus élevées et les plus faibles (cd/m^2) mesurées dans chacune de ces zones ne doit pas s'écarter de plus de 20 %.

6.3.3 Coordonnées chromatiques

Les coordonnées chromatiques indiquent les couleurs autorisées pour les feux de signalisation fixes et les feux de signalisation clignotants. Les coordonnées chromatiques sont mesurées conformément à l'Art. 6.3.2.1 de la présente norme.

6.3.3.1 Procédure d'essai

Les mesures des coordonnées chromatiques sont effectuées dans les conditions environnementales spécifiées à l'Art. 6.1.2 de la présente norme et dans les mêmes conditions d'essai que celles énoncées à l'Art. 6.3.1.1 de la présente norme. La distribution spectrale de la puissance de la lumière émise par un signal lumineux doit être mesurée à l'aide d'un spectroradiomètre et les coordonnées chromatiques CIE 1931 (x, y) doivent être calculées selon les méthodes et tableaux décrits dans la norme européenne CIE S004 - Couleurs des signaux lumineux. D'autres méthodes peuvent être utilisées, à condition qu'elles aient été validées par référence à la méthode spectroradiométrique et approuvées par la FIA avant l'essai.

6.3.3.2 Critères de performance

Lorsque le panneau lumineux est testé conformément à l'Art. 6.3.3.1 de la présente norme, les couleurs des signaux lumineux doivent avoir des coordonnées chromatiques (x,y) situées à l'intérieur des zones de chromaticité du diagramme colorimétrique CIE 1931 défini comme suit :

- a) Couleurs du signal lumineux **rouge** : **Classe A1**
Les couleurs du signal lumineux rouge doivent se situer dans la zone de chromaticité ABC'D' du système colorimétrique de la norme CIE 1931, comme indiqué à l'Annexe 1 de la présente norme. Sont incluses les personnes du groupe d'utilisateurs ayant une mauvaise vision des couleurs.
- b) Couleurs du signal lumineux **blanc** : **Classe A**
Les couleurs du signal lumineux blanc doivent se situer dans la zone de chromaticité IJKL du système colorimétrique de la norme CIE 1931, comme indiqué à l'Annexe 1 de la présente norme. Etant donné que la couleur d'un signal blanc tend au jaune-orange lorsqu'on le regarde de plus loin, cette classe aide à distinguer les couleurs du signal lumineux jaune.
- c) Couleurs du signal lumineux **vert** : **Classe A**
Les couleurs du signal lumineux vert doivent se situer dans la zone de chromaticité MNOP du système colorimétrique de la norme CIE 1931, comme indiqué à l'Annexe 1 de la présente norme. Sont incluses les personnes du groupe d'utilisateurs ayant une mauvaise vision des couleurs.
- d) Couleurs du signal lumineux **bleu** : **Classe A**
Les couleurs du signal lumineux bleu doivent se situer dans la zone de chromaticité QRST du système colorimétrique de la norme CIE 1931, comme indiqué à l'Annexe 1 de la présente norme. Sont incluses les personnes du groupe d'utilisateurs ayant une mauvaise vision des couleurs.
- e) Couleurs du signal lumineux **jaune** : **Classe FIA 1**
Les couleurs du signal lumineux jaune doivent se situer dans la zone de chromaticité "Jaune sélectif" de la norme CEE-ONU R48, comme détaillé également à l'Annexe 1 de la présente norme.

Des informations détaillées concernant les limites des zones de chromaticité recommandées sont détaillées à l'Annexe 1 de la présente norme.

6.3.4 Angles de vue

Les angles de vue d'un panneau lumineux sont mesurés horizontalement et verticalement, et indiquent sur quelle plage et avec quelle luminance les informations affichées sur la zone graphique du panneau sont visibles par rapport à l'axe de référence de la zone graphique frontale du module d'essai. Ceci est considéré comme d'une grande importance pour assurer une perception correcte de l'information affichée.

6.3.4.1 Conditions d'essai

Les mesures de l'angle de vue sont effectuées dans les conditions environnementales spécifiées à l'Art. 6.1.2 de la présente norme et dans les mêmes conditions d'essai que celles énoncées à l'Art. 6.3.1.1 de la présente norme. Les essais se dérouleront comme suit :

- a) Une lecture de luminance doit être effectuée pour chacune des couleurs à des intervalles de 5 degrés à droite et à gauche de l'axe de référence et les valeurs correspondantes doivent être enregistrées et exprimées en candela par mètre carré (cd/m²).
- b) Une lecture de luminance doit être effectuée pour chacune des couleurs à des intervalles de 5 degrés au-dessus et au-dessous de l'axe de référence et les valeurs correspondantes doivent être enregistrées et exprimées en candela par mètre carré (cd/m²).

6.3.4.2 Critères de performance // minimum

Lorsque le module d'essai est testé conformément à l'Art. 6.3.4.1 de la présente norme, la répartition requise de la luminance doit être la suivante :

- a) L'intensité mesurée dans un angle de 40° à droite et à gauche de l'axe de référence doit être supérieure à 50 % de l'intensité mesurée sur l'axe de référence.
- b) L'intensité mesurée dans un angle de 20° au-dessous et au-dessus de l'axe de référence doit être supérieure à 50 % de l'intensité mesurée sur l'axe de référence.

Les valeurs indiquées ci-dessus s'appliquent respectivement aux Degrés d'homologation 1, 2 et 3.

6.3.5 Spectre solaire

Le spectre solaire est un faux signal lumineux causé par la réflexion du rayonnement de l'éclairage solaire par la zone graphique du module d'essai. L'effet du spectre solaire donne l'impression qu'un panneau lumineux est allumé alors qu'il est éteint, confondant ainsi le pilote.

6.3.5.1 Conditions d'essai

Les mesures du spectre solaire sont effectuées dans les conditions environnementales spécifiées à l'Art. 6.1.2 de la présente norme et dans les mêmes conditions d'essai que celles énoncées à l'Art. 6.3.1.1 de la présente norme. Les essais se dérouleront comme suit :

- a) La surface frontale du module d'essai doit être éclairée par un projecteur simulant la lumière directe du soleil. L'axe de référence du module d'essai et l'axe optique du projecteur doivent former un angle de 10° sous l'axe de référence. L'angle d'ouverture de la surface d'émission du projecteur vu de la face avant de la rondelle (angle α) doit être inférieur à 1°, tandis que l'angle d'ouverture du photomètre vu de la face avant de la rondelle doit être inférieur à 3°. La distance entre la face avant et le photomètre situé sur l'axe de référence de la rondelle doit être de 10 m.
- b) La luminance du module d'essai doit être mesurée le long de l'axe de référence lorsque le module d'essai est allumé et le projecteur éteint (L_{signal}).
- c) La luminance du module d'essai doit être mesurée le long de l'axe de référence lorsque le module d'essai est éteint et le projecteur allumé : ($L_{\text{phant},10\text{klx}}$). Le projecteur doit produire un éclairage dans le plan de la surface avant de [10 000 lux]. Si l'éclairage effectif ($E_{\text{t,eff}}$) dans le plan de la surface avant n'est pas de [10 000 lx], alors $L_{\text{phant},10\text{klx}}$ peut être calculé à partir du $L_{\text{phant,eff}}$ mesuré comme spécifié dans la norme européenne CIE S006.1/E.

6.3.5.2 Critères de performance

Lorsque le panneau lumineux est testé conformément à l'Art. 6.3.5.1 de la présente norme, le rapport luminance-lumière fantôme $L_{\text{signal}} / L_{\text{phant},10\text{klx}}$ de l'intensité des signaux réels à faux doit être d'au moins 15 pour 1.

7 MARQUAGE ET ETIQUETAGE

Un dispositif lumineux approuvé par la FIA en vertu de la présente norme doit être correctement marqué et porter un hologramme de la FIA, conformément aux instructions données ci-dessous.

7.1 Marquage

Le marquage du produit doit comporter au moins les informations suivantes :

1. Numéro de la norme de la FIA ;
2. Nom du fabricant, qui peut être remplacé par son logo ;
3. Numéro de série (numéro de série unique par produit) ;
4. Nom du modèle ;
5. Numéro d'homologation attribué par la FIA.

Dans la mesure du possible, le marquage doit être apposé à l'arrière du boîtier. Le positionnement exact des marquages, leur taille et leur couleur seront décidés au cas par cas en fonction de la configuration du panneau, à l'appréciation de la FIA.

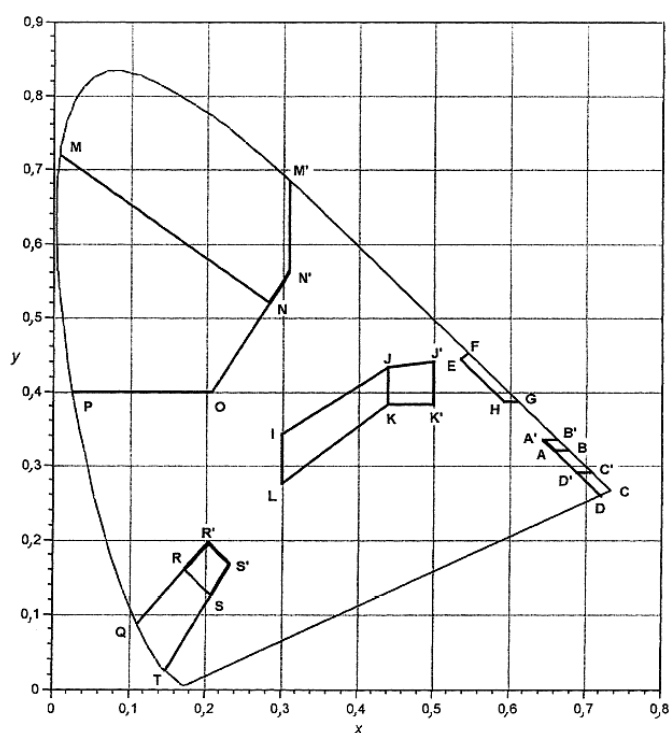
7.2 Hologramme de la FIA

Il est recommandé de placer l'hologramme FIA à l'arrière du boîtier pour qu'il soit facilement visible et/ou accessible. La FIA se réserve le droit de définir l'emplacement exact en fonction de la configuration du panneau. L'hologramme de la FIA ne doit pas être disponible en dehors du lieu de fabrication et la maintenance ne peut être effectuée que par le fabricant ou son représentant officiel. L'hologramme de la FIA sera contrôlé par la FIA, qui réserve à ses officiels, ou à ceux d'une ASN, le droit d'enlever ou d'annuler l'hologramme. L'hologramme de la FIA doit être acheté auprès de la FIA.

ANNEXE 1. COORDONNEES CHROMATIQUES

Coordonnées des points d'intersection des limites des zones de chromaticité autorisées

COULEUR	COORDONNEES CHROMATIQUES				
COULEURS DU SIGNAL LUMINEUX ROUGE		A	B	C'	D'
CLASSE A1	x	0,660	0,680	0,710	0,690
<i>Les personnes ayant une mauvaise vision des couleurs sont incluses dans le groupe d'utilisateurs.</i>	y	0,320	0,320	0,290	0,290
COULEURS DU SIGNAL LUMINEUX BLANC		I	J	K	L
CLASSE A	x	0,300	0,440	0,440	0,300
<i>Les personnes ayant une mauvaise vision des couleurs sont incluses dans le groupe d'utilisateurs.</i>	y	0,342	0,432	0,382	0,276
COULEURS DU SIGNAL LUMINEUX VERT		M	N	O	P
CLASSE A	x	0,009	0,284	0,209	0,028
<i>Les personnes ayant une mauvaise vision des couleurs sont incluses dans le groupe d'utilisateurs.</i>	y	0,720	0,520	0,400	0,400
COULEURS DU SIGNAL LUMINEUX BLEU		Q	R	S	T
CLASSE A	x	0,109	0,173	0,208	0,149
<i>Les personnes ayant une mauvaise vision des couleurs sont incluses dans le groupe d'utilisateurs.</i>	y	0,087	0,160	0,125	0,025



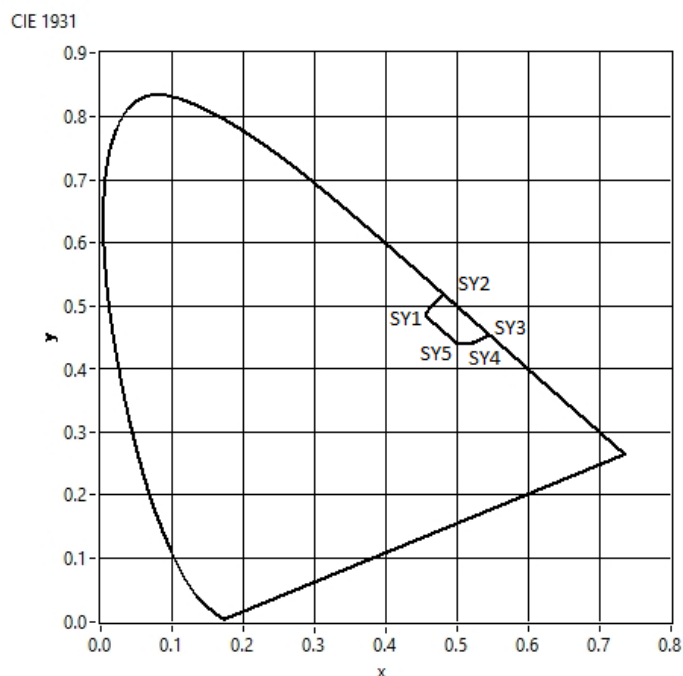
Extrait R48 CEE-ONU :

Par "jaune sélectif", on entend les coordonnées chromatiques (x, y) de la lumière émise comprises dans les zones de chromaticité définies par les limites suivantes :

SY12	limite vers le vert	$y = 1,290 x - 0,100$
SY23	lieu spectral	
SY34	limite vers le rouge	$y = 0,138 + 0,580 x$
SY45	limite vers le blanc jaunâtre	$y = 0,440$
SY51	limite vers le blanc	$y = 0,940 - x$

Points d'intersection :


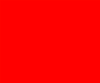





	x	y
SY1	0.454	0.486
SY2	0.480	0.519
SY3	0.545	0.454
SY4	0.521	0.440
SY5	0.500	0.440





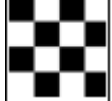







De plus amples informations sont disponibles sur le site Web de la CEE-ONU:

<http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/2015/R048r12e.pdf>

ANNEXE 2. MODES D’AFFICHAGE DES DRAPEAUX

TYPE DE DRAPEAU	CONCEPTION ACTUELLE DES DRAPEAUX	AUTRE CONCEPTION
Drapeau jaune		<i>Fréquence de clignotement recommandée = 2 Hz</i>
Drapeau jaune double		<i>Fréquence de clignotement recommandée = 2 Hz</i>
Drapeau blanc		
Drapeau vert		
Drapeau bleu		
Drapeau rouge		
Drapeau Surface glissante		
Drapeau Voiture de Sécurité (SC)		
Drapeau Voiture de Sécurité Virtuelle (VSC)		
Drapeau Full Course Yellow		
Code 60		
Drapeau Entrée des stands		
Drapeau Entrée des stands fermée		
Drapeau Custom Blue		

Drapeau Départ arrêté / lancé		
Drapeau Problème mécanique		<i>Fréquence de clignotement recommandée = 4 Hz</i>
Drapeau Comportement antisportif		<i>Fréquence de clignotement recommandée = 4 Hz</i>
Drapeau noir		<i>Fréquence de clignotement recommandée = 4 Hz</i>
Drapeau à damier		
Next Slow		
Slow Zone		
Pluie FIM		
Pluie + Surface glissante FIM	