



Comptage automatique de passagers

# IRMA 6 R2

## Fiche technique du produit

IRMA6-R2-SENSOR-HD-00-...[-IO]-00[-R]

**iris** INTELLIGENT  
SENSING

[www.iris-sensing.com](http://www.iris-sensing.com)

## Table des matières

1	Produit .....	3
1.1	Brève description .....	3
1.2	Variantes du produit .....	3
1.2.1	Liste des modèles IRMA 6 R2 disponibles .....	4
1.3	Composants .....	5
1.3.1	Module de capteur .....	5
1.3.2	Module d'Interface avec connecteurs M12 .....	6
1.3.3	Module d'Interface avec connecteur RJ45 .....	7
2	Caractéristiques techniques .....	8
2.1	Champ de vision .....	8
2.2	Informations générales .....	9
2.3	Poids et dimensions .....	10
2.3.1	IRMA 6 avec module d'Interface RJ45 .....	10
2.3.2	IRMA 6 avec module d'Interface ETH ou POE .....	11
2.4	Alimentation électrique .....	12
2.5	Entrée du signal de porte .....	13
3	Fonctions de sécurité .....	13
4	Protocoles de communication .....	14
5	Respect des réglementations et des normes .....	15
5.1	Généralités .....	15
5.1.1	Essais de type supplémentaires .....	15
5.2	Application automobile .....	15
5.3	Application ferroviaire .....	16
5.3.1	Essais selon la norme EN 50155:2021 .....	16

## Coordonnées

### iris-GmbH infrared & intelligent sensors

Schnellerstrasse 1–5                      Tél. : +49 30 5858 14-0  
 12439 Berlin                                Web: [www.iris-sensing.com](http://www.iris-sensing.com)  
 Allemagne

## Avis de non-responsabilité

Les informations contenues dans la documentation IRMA 6 sont basées sur les données relatives au produit, obtenues à l'issue des phases de développement et d'approbation, ainsi que lors de la production et de l'expérience sur le terrain. Ces documents n'ont pas la prétention d'être parfaits et seront mis à jour ou corrigés. Ces modifications peuvent être mises en œuvre par iris-GmbH infrared & intelligent sensors (ci-après seulement « iris-GmbH ») sans préavis.

Les clients iris-GmbH sont autorisés à utiliser la documentation ou des parties de celle-ci pour créer leurs propres documents dans le but de documenter l'utilisation du produit dans leur environnement d'utilisation ou leur projet. iris-GmbH n'est pas responsable de l'exactitude, de l'exhaustivité ou de la facilité d'utilisation de tels documents. Ces documents relèvent de la seule responsabilité de leur créateur.

iris-GmbH recommande de garder à disposition un jeu complet de documents et de logiciels tels que décrits dans le document *Présentation du système IRMA 6*, et de mettre régulièrement à jour cette documentation et ces logiciels. iris-GmbH informe ses clients et partenaires commerciaux des mises à jour ou des corrections des documents et des logiciels/firmwares dès qu'elles sont disponibles. iris-GmbH n'assume aucune responsabilité concernant les documents ou les logiciels incomplets ou périmés.

Dans le cadre de l'ensemble complet susmentionné, iris-GmbH fournit des mises à jour du firmware, qui peuvent inclure des mises à jour de sécurité. Il est de la seule responsabilité des utilisateurs, propriétaires ou prestataires de services de mettre régulièrement à jour le logiciel des capteurs afin d'éviter de compromettre les capteurs ou le réseau. iris-GmbH n'assume aucune responsabilité pour les failles de sécurité et les problèmes qui en résultent si ceux-ci ont été rendus possibles par l'utilisation d'un logiciel ou d'un firmware obsolète, qu'il n'ait pas été mis à jour ou qu'il ait été déclassé.

Il n'est pas permis de mettre à la disposition de tiers le logiciel ou la documentation, des parties de ceux-ci ou des documents contenant des informations tirées de la documentation, sans le consentement écrit préalable d'iris.

# 1 Produit

## 1.1 Brève description

L'IRMA 6 est un capteur de comptage automatique de passagers fonctionnant avec la technologie ToF (Time-of-Flight) de 76 800 pixels. Il est conçu pour les applications dans les véhicules et les chemins de fer, et se monte au-dessus des portes.

IRMA 6 génère des données de comptage en temps réel pour un traitement ultérieur via Ethernet vers le système d'aide à l'exploitation.

## 1.2 Variantes du produit

IRMA 6 est disponible en 3 variantes de base.

### **Modèles avec connecteurs M12 pour Ethernet, alimentation électrique et IO**

**Variante ETH :** L'interface est conçue pour être connectée à une installation Ethernet via un commutateur ou un routeur. Le capteur a besoin d'une alimentation électrique, typiquement 24 V provenant de l'alimentation embarquée du véhicule.

**Variante POE :** Dans le cas d'une variante PoE (Power over Ethernet), l'alimentation électrique est fournie par le câble Ethernet, 48 V typique. Une alimentation électrique séparée n'est pas nécessaire.

Toutes les variantes sont disponibles avec un connecteur IO supplémentaire pour le contact de porte (option IO).

Toutes les variantes de capteurs sont disponibles avec connecteur M12 dans des versions conformes aux différentes réglementations pour les applications ferroviaires ou automobiles (bus, voitures).

### **Modèles avec connecteur RJ45 pour Ethernet et connexion unifilaire pour alimentation électrique et IO**

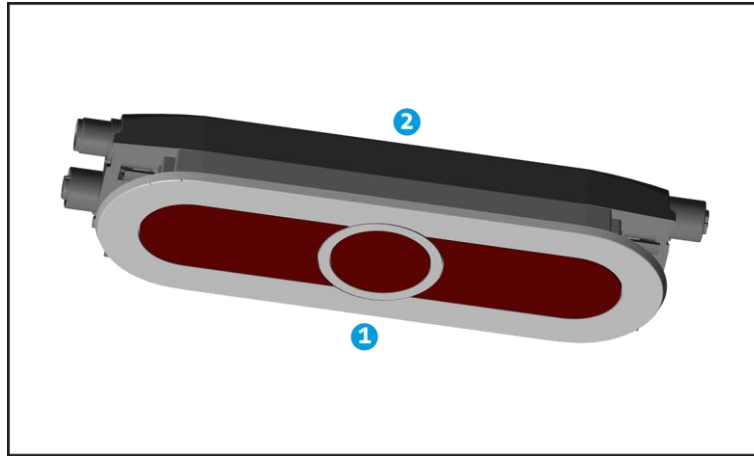
**Variante RJ45 :** L'interface est conçue pour être connectée à une installation Ethernet via un commutateur ou un routeur. Le capteur a besoin d'une alimentation électrique typique de 24 V.

La variante RJ45 est conçue pour une utilisation dans les applications automobiles ou stationnaires. Des câbles RJ45 standard étant utilisés, la résistance des interfaces aux charges mécaniques ou environnementales (vibrations, humidité) est limitée.

### 1.2.1 Liste des modèles IRMA 6 R2 disponibles

Variante du produit	Nom du produit	N° de l'article	Domaine d'utilisation	Description
IRMA 6 ETH	IRMA6-R2-SENSOR-HD-00-ETH-IO-00-R	5301_06	Ferroviaire	Variante Ethernet, avec option IO, application ferroviaire
	IRMA6-R2-SENSOR-HD-00-ETH-00-R	5301_07		Variante Ethernet, application ferroviaire
IRMA 6 POE	IRMA6-R2-SENSOR-HD-00-POE-IO-00-R	5301_08		Variante PoE, avec option IO, application ferroviaire
	IRMA6-R2-SENSOR-HD-00-POE-00-R	5301_09		Variante POE, application ferroviaire
IRMA 6 ETH	IRMA6-R2-SENSOR-HD-00-ETH-IO-00	5301_00	Automobile	Variante Ethernet, avec option IO, application automobile
	IRMA6-R2-SENSOR-HD-00-ETH-00	5301_01		Variante Ethernet, application automobile
IRMA 6 POE	IRMA6-R2-SENSOR-HD-00-POE-IO-00	5301_02		Variante PoE, avec option IO, application automobile
	IRMA6-R2-SENSOR-HD-00-POE-00	5301_03		Variante PoE, application automobile
IRMA 6 RJ45	IRMA6-R2-SENSOR-HD-00-RJ45-IO-00	5301_12		Variante RJ45, avec option IO, application automobile

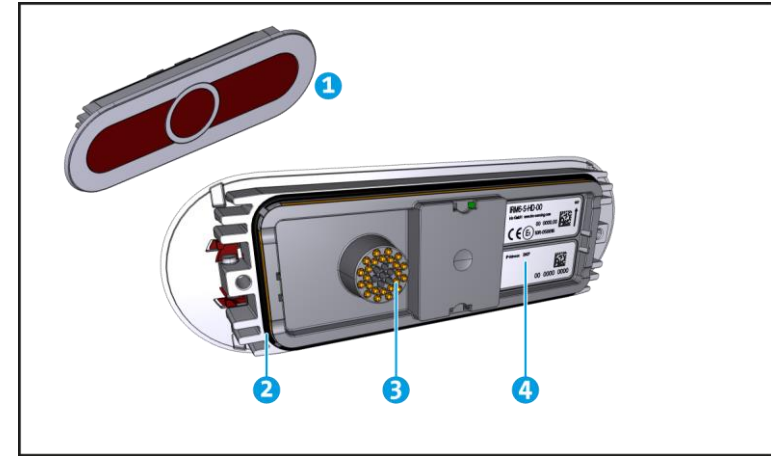
## 1.3 Composants



IRMA 6 se compose d'un module de capteur et d'un module d'Interface

- 1 Module de capteur
- 2 Module d'Interface

### 1.3.1 Module de capteur



- 1 Face fonctionnelle du capteur – derrière les fenêtres de protection se trouvent l'émetteur laser et les capteurs de temps de vol.
- 2 Étanchéité entre le module de capteur et le module d'Interface.
- 3 Connecteur au module d'Interface
- 4 Étiquettes

### 1.3.2 Module d'Interface avec connecteurs M12

Le module d'Interface connecte le capteur au réseau et à l'alimentation électrique. En option, des signaux IO peuvent être connectés.

L'image montre la variante ETH du module d'Interface avec option IO. Les autres variantes se ressemblent, sauf qu'elles ont moins de connecteurs.

- 1 Connecteur d'alimentation (pour la variante ETH)
- 2 Connecteur IO (en option)
- 4 Connecteur Ethernet

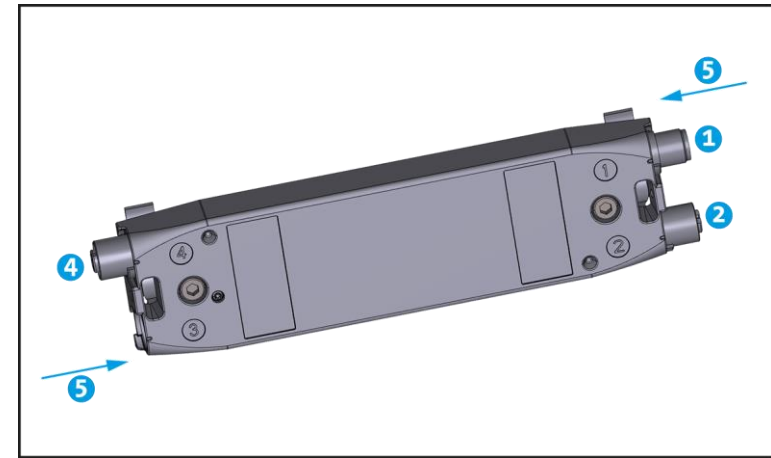


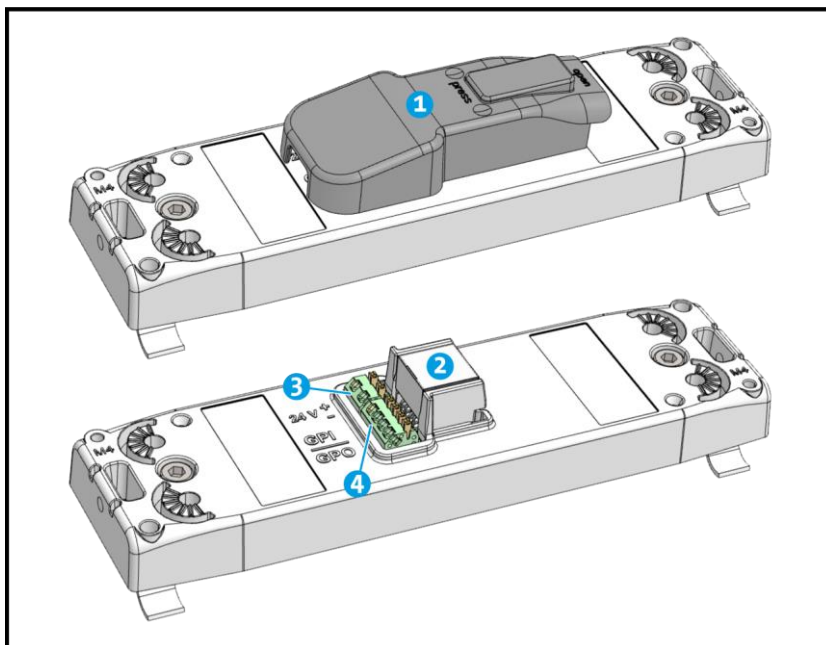
Tableau des connexions

N°	Fonction	Variante :		Type de connecteur <sup>1</sup>	Affectation des broches :				
		ETH	POE		1	2	3	4	5
1	Alimentation électrique	X	n/a	M12 broches de contact Codage A			VP+	VP-	n/c
2	GPIO (option IO)	o	o	M12 doublés de contact Codage B			Signal de porte +	Signal de porte -	Door Clear + Door Clear - n/c
4	Ethernet	X	X	M12 doublés de contact Codage D			TD+ (DC+) <sup>2</sup>	RD+ (DC-) <sup>2</sup>	TD- (DC+) <sup>2</sup> RD- (DC-) <sup>2</sup>

X = existant ; o = facultatif ; n/a = non applicable ; n/c = non connecté

- 1 Sens de visualisation sur les connecteurs : voir les flèches 5 sur l'image.
- 2 Variante POE uniquement, conforme à IEEE 802.3af : type 1, classe 0, mode A

### 1.3.3 Module d'Interface avec connecteur RJ45



- ❶ Capuchon de protection (en option, augmente la classe de protection à IP41)
- ❷ Connecteur Ethernet RJ45
- ❸ Borne à ressort pour la connexion à l'alimentation électrique unifilaire
- ❹ Borne à ressort pour la connexion IO unifilaire (en option)

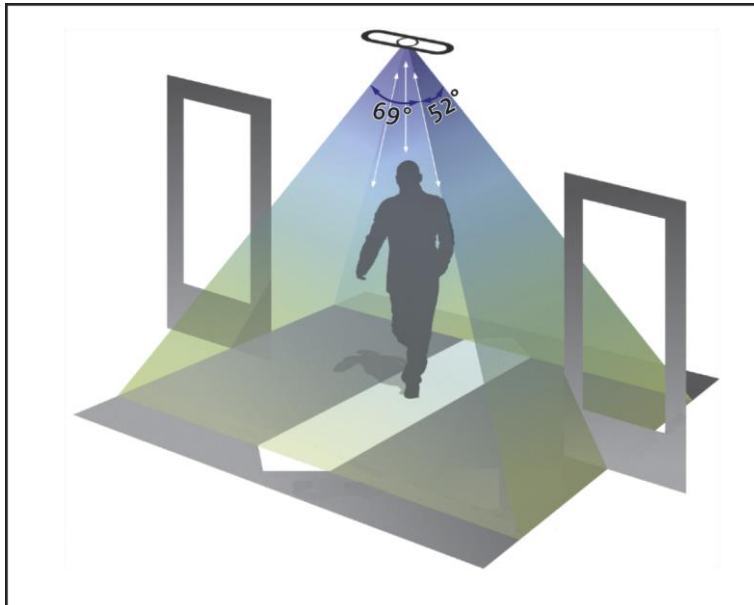
#### Tableau des connexions

Fonction	Type de connecteur	Affectation des broches/ des contacts
Alimentation électrique	Borne	+ VP+ - VP-
Option IO	Borne	GPI <sup>1</sup> Signal de porte +
		GPO <sup>1</sup> Signal de porte -
Ethernet	Douille RJ45	1 TD+
		2 TD-
		3 RD+
		6 RD-

1 Les connexions IO (GPI, GPO) sont bipolaires, il n'est pas nécessaire de tenir compte de la polarité, cf. [2.5 Entrée du signal de porte, p. 13](#).

## 2 Caractéristiques techniques

### 2.1 Champ de vision



Le champ de vision est déterminé par les angles d'ouverture du capteur temps de vol. Pour des angles d'ouverture de 69° (dans le sens de la largeur de la porte) et de 52° (dans le sens du mouvement du passager), la largeur de porte couverte dépend de la hauteur de montage du capteur, comme indiqué dans le tableau.

Le champ d'éclairage est déterminé par les angles d'ouverture de la lumière infrarouge émise par le capteur.

Afin d'assurer un éclairage adéquat du champ de vision, le champ d'éclairage a été conçu pour être un peu plus large.

Paramètre	Valeur	Remarque
Champ de vision	69° x 52°	FOV
Champ d'éclairage	86° x 68°	FOI
Hauteur d'installation	1,80 m à 2,50 m	Pour la précision du comptage, les passagers doivent pouvoir passer debout sous le capteur.

Hauteur d'installation	Largeur de porte couverte au maximum
1 800 mm	1 250 mm
1 900 mm	1 400 mm
2 000 mm	1 550 mm
2 100 mm	1 700 mm
2 200 mm	1 850 mm
2 300 mm	2 000 mm
2 400 mm	2 150 mm
2 500 mm	2 300 mm

Les valeurs ci-dessus sont des **valeurs standard**. En règle générale, des plages plus larges peuvent être analysées.

Pour toute aide supplémentaire, veuillez contacter le service d'assistance à la clientèle iris : <https://www.iris-sensing.com/support/>



## 2.2 Informations générales

Paramètre	Valeur	Remarque
Résolution	320 x 240 px	
Matériau du boîtier	Aluminium moulé	
Matériau des ouvertures optiques	Polycarbonate	
Code couleur du capteur	RAL 9005	Surface extérieure de l'avant du capteur en structure perlée
Cache intérieur	Plastique renforcé fibre de verre	Caches entre le module de capteur et le module d'Interface
Conditions ambiantes		
Plage de température de fonctionnement (TB)	-25 °C (-13 °F) à +70 °C (158 °F)	Selon la norme EN 50155:2021, OT3
	-40 °C (-40 °F) à +85 °C (185 °F)	
Plage de températures pour le transport, le stockage	max. 95 %	
Humidité relative		
Classe de protection du boîtier (variantes M12)	IP65	une fois installé, selon la norme CEI 60529:1989+A1:1999+A2:2013
Classe de protection du boîtier (variante RJ45)	IP41	avec capuchon de protection
	IP20	sans capuchon de protection
Classe de protection IK	IK06	selon la norme EN 50102:1995
Éclairage		
Classe de laser	1	selon la norme CEI 60825-1:2014, pour le fonctionnement normal, le réglage, la maintenance
Longueur d'onde	850 nm	
Éclairage requis de l'environnement	Aucun	
Temps moyen entre défaillances (MTBF)	1,24 x 10 <sup>6</sup> h	Condition : 25 °C, 77 °F
Ethernet	max. 100 Mbit/s	selon la norme IEEE 802.3 Pour la variante POE : selon la norme IEEE 802.3af, type 1, classe 0 (12,95 W), mode A

## 2.3 Poids et dimensions

Paramètre	Variante ETH	Variante PoE	Variante RJ45	
			sans capuchon	avec capuchon
Poids du module de capteur [g]	280 ±2 %	280 ±2 %	280 ±2 %	280 ±2 %
Poids du module d'Interface [g]	205 ±2 %	191 ±2 %	n/a	n/a
Poids total [g]	485 ±2 %	471 ±2 %	n/a	n/a
Poids du module d'Interface avec option IO [g]	221 ±2 %	207 ±2 %	193 ±2 %	205 ±2 %
Poids total avec option IO [g]	501 ±2 %	487 ±2 %	473 ±2 %	485 ±2 %
Longueur x largeur x hauteur [mm x mm x mm]	211±2 x 62 x 32,3	201,2±2 x 62 x 32,3		n/a
Longueur x largeur x hauteur avec option IO [mm x mm x mm]		211±2 x 62 x 32,3	192 x 62 x 46,7	192 x 62 x 50,2

Les croquis suivants montrent les dimensions du capteur IRMA 6

### 2.3.1 IRMA 6 avec module d'Interface RJ45

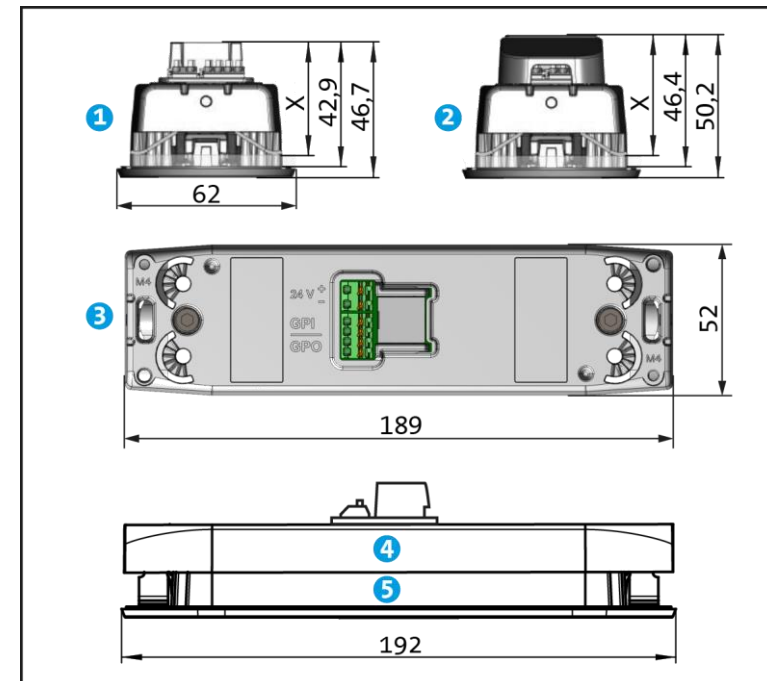
#### Hauteur au-dessus du voussoir

La dimension X dans la vue latérale est l'épaisseur du module d'Interface derrière le matériau, où le capteur IRMA 6 est monté. Elle se calcule comme suit :  $X = \text{« hauteur du capteur - 3,8 mm »} - \text{« épaisseur du voussoir »}$ .

- ① Variante RJ45 sans capuchon de protection
- ② Variante RJ45 avec capuchon de protection (approx.)

#### Longueur x largeur

- ③ Longueur x largeur (mm) du module d'Interface RJ45
- ⑤ Module de capteur monté avec module d'Interface ④.  
La longueur x la largeur du capteur complet est la longueur x la largeur du module de capteur ⑤, 192 mm x 62 mm.



## 2.3.2 IRMA 6 avec module d'Interface ETH ou POE

### Hauteur au-dessus du voussoir

La dimension X dans la vue latérale **5** est l'épaisseur du module d'Interface derrière le matériau, où l'IRMA 6 est monté. Elle se calcule comme suit :  $X = \text{« hauteur du capteur - 3,8 mm »} - \text{« épaisseur du voussoir »}$ .

Exemple : Si le capteur IRMA 6 **5** avec connecteurs M12 est monté sur un voussoir d'une épaisseur de 4 mm, alors X est de  $28,5 \text{ mm} - 4 \text{ mm} = 24,5 \text{ mm}$ .

Attention : il doit également y avoir de la place pour serrer les 2 vis M5x20 **10**, qui fixent le module d'Interface **6** au module de capteur **7**.

### Longueur x largeur

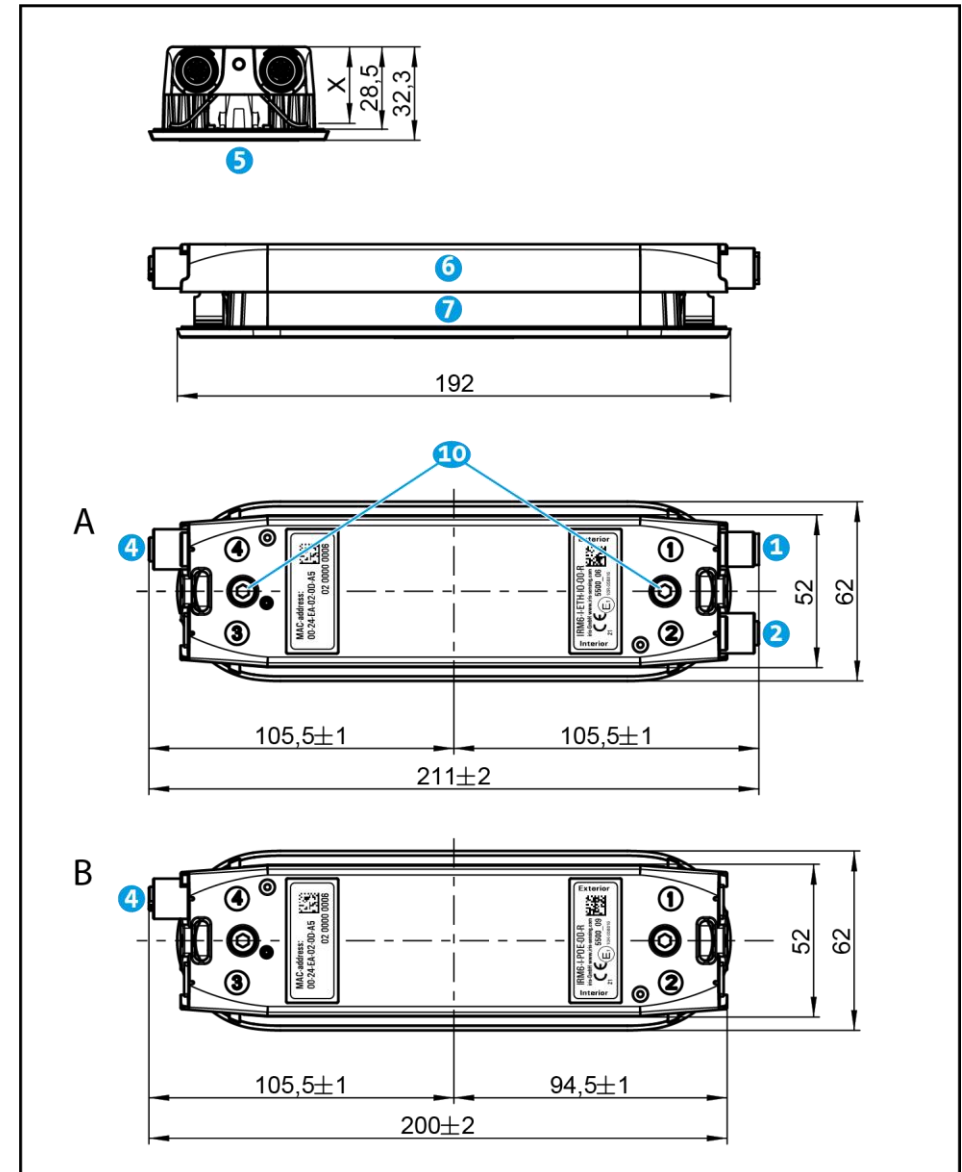
La vue « A » montre une variante ETH avec l'option IO. C'est la seule variante avec 3 connecteurs M12 (**1**, **2**, **4**).

La vue « B » montre une variante POE sans l'option IO. C'est la seule variante M12 sans connecteurs à l'extrémité « gauche ». Un seul connecteur M12 est nécessaire **4**.

Pour toutes les variantes ETH et pour la variante POE avec option IO, la longueur du capteur complet est égale à la longueur du module d'Interface **6**,  $211 \pm 2 \text{ mm}$ .

Pour la variante POE sans option IO, la longueur du capteur complet ( $201,2 \pm 2 \text{ mm}$ ) est déterminée par la combinaison du module de capteur **7** et du module d'Interface.

La largeur de tous les capteurs complets est la largeur du module de capteur,  $62 \text{ mm}$



## 2.4 Alimentation électrique

Paramètre		Valeur de variante :			Remarque
		ETH	POE	RJ45	
Tension d'alimentation	$U_{min.}$	16 V	n/s	16 V	Variante POE : Power over Ethernet selon la norme IEEE 802.3af : Type 1, classe 0 (12,95 W), mode A (alimentation par lignes de données) Variantes ETH et RJ45 : 24 V conformément à EN 50155:2021 pour les versions ferroviaires, ECE R10/ISO 16750-2 Code F pour les versions automobiles
	$U_{max.}$	32 V	57 V	32 V	
	$U_{Nominal}$	24 V	48 V	24 V	
Consommation électrique	$P_{avg, comptage inactif}$	3 W	3 W	3 W	Température ambiante 25 °C, 77 °F Pour les variantes ETH et RJ45 : <ul style="list-style-type: none"> <li>Tension d'alimentation 24 V</li> <li>Durée max. de <math>P_{Peak}</math> : 1,37 ms</li> </ul>
	$P_{avg, comptage actif}^1$	5 W	5 W ( $V_{POE} = 54 V$ )	5 W	
	$P_{avg\_max, comptage inactif}$	3,5 W		3,5 W	
	$P_{avg\_max, comptage actif}^1$	7 W	6 W ( $V_{POE} = 48 V$ )	7 W	
	$P_{Peak, comptage inactif}$	13 W		13 W	
	$P_{Peak, comptage actif}^1$	30 W	15,4 W <sup>2</sup>	30 W	

1 Mode actif : comptage actif. Le capteur est en mode d'exploitation et les algorithmes fonctionnent.

2 À des fins de planification du budget électricité du commutateur POE, son alimentation électrique doit fournir une puissance de pointe conforme à la norme IEEE 802.3af (15,4 W), en prenant en compte une compensation d'affaiblissement des câbles de 2,45 W maximum.

## 2.5 Entrée du signal de porte

Paramètre	Valeur	Remarque
Entrée		Bipolaire (+/-)
Niveau d'entrée bas	-6 V à +6 V	
Niveau d'entrée haut	-60 V à -9 V, +9 V à +60 V	Limite de protection : 60 V
Fréquence de commutation	20 Hz	
Séparation galvanique contre les E/S	60 V	
Courant (24 V <sub>alim</sub> )	8 mA	R <sub>in</sub> : 2 800 Ω
Séparation galvanique contre V <sub>alim</sub> et la masse du châssis	500 V <sub>AC</sub>	

## 3 Fonctions de sécurité

### Détection de sabotage

Comme les capteurs sont utilisés dans un environnement accessible au public et doivent avoir un champ de vision libre, il n'est pas possible de protéger entièrement la surface contre les dommages. Le capteur détecte et signale les dommages de la surface qui sont critiques pour la fonction.

### Fonctions de cybersécurité

La configuration, la mise à jour et la communication du capteur et de son logiciel sont protégées par des mesures de cybersécurité.

- Gestion de l'authentification des utilisateurs.
- Gestion des accès basés sur les rôles.
- Gestion des certificats.
- Procédure de mise à jour sécurisée.

## 4 Protocoles de communication

### Protocoles de communication réseau

Pour la communication réseau, les protocoles suivants sont disponibles : DHCP, HTTP, HTTPS, MQTT, SNMP, mDNS, DNS-SD, TCP/IP UDP

### Protocoles de communication des applications

Le tableau énumère les protocoles de communication disponibles pour l'application de comptage automatique de passagers.

Protocole	Description sommaire
<b>UIP<sup>RETROFIT</sup></b>	UIP <sup>RETROFIT</sup> est une implémentation minimale de l'ancien protocole UIP d'IRMA MATRIX utilisée pour les projets rétrofit. Toutes les fonctionnalités d'UIP sont implémentées, sauf la diffusion continue des images et la mise à jour des paramètres/du firmware. L'interface web d'IRMA 6 ou l'API web peut être utilisée pour le réglage des paramètres et les mises à jour du firmware.
<b>IBIS-IP</b>	La norme IBIS-IP (VDV 301) fournit est une norme succédant à l'IBIS Wagenbus définie dans la VDV 300, orientée sur le service et basée sur l'IP. Les capteurs IRMA 6 intègrent des services de comptage des passagers, de gestion des dispositifs et d'état des portes. La communication est assurée par des messages au format HTTP XML.  IBIS-IP est recommandée pour les régions commerciales suivantes : Allemagne, Autriche, Suisse.  Veuillez vous référer au site de l'association VDV pour les spécifications : <a href="https://www.vdv.de/ip-kom-oev.aspx">https://www.vdv.de/ip-kom-oev.aspx</a>

Protocole	Description sommaire
<b>ITxPT</b>	ITxPT est une norme européenne qui vise à définir une architecture informatique orientée sur les services pour les transports publics. Les capteurs IRMA 6 intègrent le service de comptage automatique de passagers et le service de Module Inventory et sont capables d'interagir avec d'autres services de l'architecture de communication du véhicule, tels que les services Time ou VehicleToIP.  Il existe deux profils : <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Le profil embarqué dans lequel la communication est gérée par des messages au format HTTP XML dans le réseau IP du véhicule.</li> <li>2 Le profil en liaison radio où les données de comptage sont transmises par MQTT.</li> </ol> <p>Veuillez vous référer au site web de ITxPT pour les spécifications.: <a href="https://itxpt.org/technology/itxpt-specifications/">https://itxpt.org/technology/itxpt-specifications/</a></p>
<b>QIP</b>	Le QIP ou Quick Integration Protocol est le protocole de communication IRMA 6 par défaut. Il s'agit d'un protocole simple sur HTTP offrant les fonctions requises pour le fonctionnement du capteur. Il est préconisé dans tous les projets ne nécessitant pas ITxPT ou IBIS-IP. Les données sont échangées au format XML et différents niveaux de conformité avec ITxPT sont proposés.

## 5 Respect des réglementations et des normes

Les tableaux suivants énumèrent les normes et les règlements, qui s'appliquent à IRMA 6 R2.

### 5.1 Généralités

Réglementation	Remarque
2014/30/UE	Directive européenne relative à la compatibilité électromagnétique
2011/65/UE 2015/863/UE	Directive européenne relative à la limitation de l'utilisation de substances dangereuses dans les composants et équipements électriques et électroniques (RoHS)
2006/25/CE	Directive européenne concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (rayonnements optiques artificiels)
Réglementation (CE) n° 1907/2006	Règlement européen sur l'enregistrement, l'évaluation, l'autorisation et la restriction des substances chimiques (REACH)
Réglementation (CE) n° 1272/2008	Règlement européen sur la classification, l'étiquetage et l'emballage des substances et des mélanges (CLP)

Norme	Remarque
CEI 60529:1989+A1:1999+A2:2013 EN 60529:1991+A1:2000+A2:2013	Degrés de protection fournis par les boîtiers (code IP)
CEI 60825-1:2014	Sécurité des produits laser - Partie 1 : Classification et exigences des équipements

### 5.1.1 Essais de type supplémentaires

Essais de type supplémentaires	Spécification de l'essai	Limite/ classe
Essai de stockage à la chaleur sèche	CEI 60068-2-2:2007 (Bb)	+85 °C
Essai de résistance aux chocs	EN 50102:1995	IK06

### 5.2 Application automobile

Réglementation	Remarque
CEE/ONU-R 118	Règlement n° 118 de la Commission économique pour l'Europe des Nations unies (CEE-ONU) - Prescriptions techniques uniformes relatives au comportement de combustion des matériaux utilisés dans l'aménagement intérieur de certaines catégories de véhicules à moteur
CEE/ONU R 10	Règlement n° 10 de la Commission économique pour l'Europe des Nations unies (CEE-ONU) — Prescriptions uniformes relatives à l'homologation des véhicules en ce qui concerne la compatibilité électromagnétique

Norme	Remarque	Limite
CEI 60721-3-5:1997 EN 60721-3-5:1997	Classification des conditions environnementales – Partie 3 : Classification des groupes de paramètres environnementaux et de leurs gravités ; Section 5 : Installations de véhicules terrestres"	Tab. 6, cl. 5M3

## 5.3 Application ferroviaire

Norme	Remarque
EN 50155:2021	Applications ferroviaires – Matériel roulant – Équipement électronique
EN 45545-2:2020	Applications ferroviaires – Protection contre les incendies dans les véhicules ferroviaires – Partie 2 : Exigences relatives au comportement au feu des matériaux et des composants
CEI 61373:2010 EN 61373:2010	Applications ferroviaires – Équipement du matériel roulant – Essais de chocs et de vibrations
CEI 60721-3-5:1997 EN 60721-3-5:1997	Classification des conditions environnementales – Partie 3 : Classification des groupes de paramètres environnementaux et de leurs gravités ; Section 5 : Installations de véhicules terrestres
EN 50121-3-2:2016 + A1:2019	Applications ferroviaires – Compatibilité électromagnétique – Partie 3-2 : Matériel roulant – Appareils
AK EMV Réglementation n° EMV 06 du 09/05/2019	Compatibilité radio des véhicules ferroviaires avec les services radio des chemins de fer (réglementation technique de l'« Eisenbahnbundesamt », l'autorité allemande de surveillance et d'approbation des chemins de fer publics)

### 5.3.1 Essais selon la norme EN 50155:2021

Exigences de la norme EN 50155:2021	Spécification de l'essai	Limite/classe
13.4.1	Inspection visuelle	– n/a
13.4.2	Essai du comportement opérationnel	– n/a

Exigences de la norme EN 50155:2021	Spécification de l'essai	Limite/classe
13.4.3	Essai de l'alimentation électrique CC	– 24 V   S2   C1
13.4.4	Essai à basse température	CEI 60068-2-1:2007 (Ad) OT3 (-25 °C)
13.4.5	Essai à chaleur sèche	CEI 60068-2-2:2007 (Be) OT3/ST1 (+85 °C)
13.4.6	Essai de stockage à basse température	CEI 60068-2-1:2007 (Ab) -40 °C
13.4.7	Test d'isolation	– > 20 MΩ (pour 500 V <sub>cc</sub> )
13.4.8	Essai avec chaleur humide cyclique	EN 60068-2-30:2005 (Db) +25 à +55 °C pour 95 % hr
13.4.9	Essai de compatibilité électromagnétique	EN 50121-3-2:2016+A1:2019 n/a
13.4.10	Essai de vibration et de choc	CEI 61373:2010 Pt. 8-10 + CEI 60721-3-5 classe B, cat. 1 + Tab. 6, cl. 5M3
13.4.10.5	Essai de la classe de protection du boîtier (code IP)	CEI 60529:1989+A1:1999 +A2:2013 IP65
13.4.11	Évaluation des contraintes sur l'équipement	CEI 60068-2-64:2008 +A1:2019 + CEI 60068-2-2:2007 n/a
13.4.12	Essai des changements rapides de température	CEI 60068-2-14:2009 n/a
13.4.13	Essai au brouillard salin	CEI 60068-2-11:2021 (Ka) n/a
11.4	Exigences en matière de comportement au feu	EN 45545-2:2020 HL3