

# NORME INTERNATIONALE

---

**Sécurité des machines - Équipements de protection électrosensibles -  
Partie 3: Exigences particulières pour les équipements utilisant des dispositifs  
protecteurs optoélectroniques actifs sensibles aux réflexions diffuses  
(AOPDDR)**

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	4
INTRODUCTION .....	6
1 Domaine d'application .....	7
2 Références normatives .....	8
3 Termes, définitions et abréviations .....	9
3.1 Termes et définitions .....	9
3.2 Abréviations .....	11
4 Exigences de fonctionnement, de conception et d'environnement .....	11
4.1 Exigences de fonctionnement .....	11
4.2 Exigences de conception .....	12
4.3 Exigences relatives aux conditions ambiantes .....	22
5 Essais .....	26
5.1 Généralités .....	26
5.2 Essais de fonctionnement .....	27
5.3 Essais de performance sous condition de défaut .....	38
5.4 Essais d'environnement .....	39
6 Marquage d'identification et de sécurité .....	58
6.1 Généralités .....	58
7 Documents d'accompagnement .....	58
Annexe A (normative) Fonctions facultatives de l'ESPE .....	60
Annexe B (normative) Catalogue des premiers défauts affectant l'équipement électrique d'un ESPE à appliquer selon 5.3 .....	68
Annexe AA (informative) Exemples d'utilisation d'un AOPDDR dans différentes applications .....	69
AA.1 Placement de l'AOPDDR tridimensionnel par rapport aux parties du corps et calcul des distances de séparation .....	69
AA.1.1 Généralités .....	69
AA.1.2 Calcul de la distance de séparation totale $S$ en cas de traversée d'une zone de détection verticale .....	70
AA.1.3 AOPDDR tridimensionnel avec une taille d'objet minimale détectable $40 \text{ mm} < d \leq 55 \text{ mm}$ .....	71
AA.1.4 AOPDDR tridimensionnel avec une taille d'objet minimale détectable $55 \text{ mm} < d \leq 200 \text{ mm}$ .....	72
AA.1.5 Exemples de zone de détection et de zone de tolérance .....	72
AA.1.6 Exemples d'application d'un AOPDDR tridimensionnel pour la détection du corps .....	75
AA.2 Exemples d'utilisation d'un AOPDDR .....	77
AA.2.1 Généralités .....	77
AA.2.2 Distance limitée .....	77
AA.2.3 Chevauchement par la zone de tolérance .....	79
AA.2.4 Surveillance de la frontière de référence .....	80
AA.3 Zone de détection angulaire par rapport à la direction d'approche – Approche orthogonale .....	81
AA.4 Exemple de calcul du temps de réponse d'un AOPDDR bidimensionnel .....	82
Annexe BB (informative) Relation entre l'exactitude de position et la probabilité de détection pour un AOPDDR de type 3 .....	83
Bibliographie .....	89

Figure 1 – Zone de détection d'un AOPDDR bidimensionnel .....	16
Figure 2 – Zone de détection d'un AOPDDR tridimensionnel.....	17
Figure 3 – Forme des éprouvettes pour un AOPDDR tridimensionnel.....	20
Figure 4 – Réflectivité diffuse minimale des matières.....	21
Figure 5 – Insertion de l'éprouvette dans la zone de détection pour l'essai .....	28
Figure 6 – Influence de la lumière incandescente sur la capacité de détection – Exemple 1 .....	33
Figure 7 – Influence de la lumière incandescente sur la capacité de détection – Exemple 2 .....	34
Figure 8 – Influence de la lumière réfléchiée par l'arrière-plan sur la capacité de détection.....	35
Figure 9 – Configuration pour l'essai d'endurance – Exemple 1 .....	36
Figure 10 – Configuration pour l'essai d'endurance – Exemple 2.....	37
Figure 11 – Interférence entre deux AOPDDR tridimensionnels de conception identique (montage opposé).....	47
Figure 12 – Interférence entre deux AOPDDR tridimensionnels de conception identique (montage parallèle).....	48
Figure 13 – Exemple d'émetteur d'un AOPDDR .....	50
Figure 14 – Exemple de récepteur d'un AOPDDR .....	51
Figure 15 – Influence de l'arrière-plan sur la capacité de détection .....	53
Figure 16 – Essai de réflexion par trajets multiples (vue de dessus) .....	54
Figure 17 – Essai de réflexion par trajets multiples (vue de côté).....	54
Figure A.1 – Surveillance de la frontière de référence – Distribution des valeurs de mesure .....	62
Figure A.2 – Utilisation d'un AOPDDR avec surveillance de la frontière de référence.....	63
Figure A.3 – Utilisation d'un AOPDDR comme dispositif de déclenchement pour les parties d'un corps .....	64
Figure A.4 – AOPDDR utilisé comme dispositif de déclenchement avec une approche orthogonale (taille d'objet minimale détectable de 150 mm) .....	65
Figure A.5 – AOPDDR utilisé comme dispositif de déclenchement avec une approche orthogonale (taille d'objet minimale détectable de 200 mm) .....	66
Figure AA.1 – Distance de séparation $S$ – Exemple 1 .....	72
Figure AA.2 – Distance de séparation $S$ avec zone de tolérance – Exemple 1 .....	73
Figure AA.3 – Distance de séparation $S$ – Exemple 2 .....	74
Figure AA.4 – Distance de séparation $S$ avec zone de tolérance – Exemple 2.....	75
Figure AA.5 – Exemple d'application d'un AOPDDR tridimensionnel pour la détection du corps .....	76
Figure AA.6 – Distance limitée .....	78
Figure AA.7 – Chevauchement.....	79
Figure AA.8 – Surveillance de la frontière de référence – Distribution des valeurs de mesure .....	80
Figure AA.9 – Zone de détection angulaire par rapport à la direction d'approche pour un AOPDDR bidimensionnel – Approche orthogonale .....	81
Figure AA.10 – Zone de détection angulaire par rapport à la direction d'approche pour un AOPDDR tridimensionnel – Approche orthogonale .....	82
Figure BB.1 – Relation entre l'exactitude de position et la zone de détection .....	83

Figure BB.2 – Relation entre l'exactitude de position, la zone de détection et la partie de la zone de tolérance liée au calcul de probabilité – Exemple 1 .....	85
Figure BB.3 – Relation entre l'exactitude de position, la zone de détection et la partie de la zone de tolérance liée au calcul de probabilité – Exemple 2 .....	85
Figure BB.4 – Relation entre l'exactitude de position, la zone de détection et la zone de tolérance – Exemple 1 .....	86
Figure BB.5 – Relation entre l'exactitude de position, la zone de détection et la zone de tolérance – Exemple 2 .....	87
Figure BB.6 – POD d'un mesurage unique (échelle logarithmique) pour une évaluation MooM avec $1 \leq M \leq 50$ .....	88
Figure BB.7 – POD d'un mesurage unique pour une évaluation MooM avec $1 \leq M \leq 50$ en fonction de $\sigma$ dans le cas d'une distribution normale .....	88
Tableau 1 – Essais minimaux exigés pour vérifier les exigences de capacité de détection (voir aussi le 4.2.12.1) .....	29
Tableau 2 – Vue d'ensemble des essais d'interférence lumineuse .....	42
Tableau B.1 – Matrice de capteurs pour mesurage des distances .....	68

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

**Sécurité des machines - Équipements de protection électrosensibles -  
Partie 3: Exigences particulières pour les équipements utilisant  
des dispositifs protecteurs optoélectroniques actifs  
sensibles aux réflexions diffuses (AOPDDR)**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 61496-3 a été établie par le comité d'études 44 de l'IEC: Sécurité des machines – Aspects électrotechniques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette quatrième annule et remplace la troisième édition parue en 2018. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) certains articles d'exigences et certaines procédures d'essai ont été adaptés ou supprimés, car ils ont été consolidés dans l'IEC 61496-1:2020 (par exemple, le 5.4.6.2 "Sources de lumière" et l'Article A.9);
- b) la probabilité de détection minimale et les exigences de détection des défauts pour un AOPDDR de type 2 ont été modifiées;
- c) l'utilisation de l'AOPDDR comme dispositif de déclenchement est décrite comme une fonction facultative à l'Article A.13.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
44/1061/FDIS	44/1065/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à son approbation.

Le présent document doit être utilisé conjointement avec l'IEC 61496-1:2020.

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61496, publiées sous le titre général *Sécurité des machines – Équipements de protection électrosensibles*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous [www.iec.ch/members\\_experts/refdocs](http://www.iec.ch/members_experts/refdocs). Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous [www.iec.ch/publications](http://www.iec.ch/publications).

Le présent document complète ou modifie les articles correspondants de l'IEC 61496-1:2020 afin de spécifier des exigences particulières pour la conception, la construction et les essais des équipements de protection électrosensibles (ESPE, *Electro-Sensitive Protective Equipment*) destinés à la sécurité des machines et qui utilisent des dispositifs protecteurs optoélectroniques actifs sensibles aux réflexions diffuses (AOPDDR, *Active Opto-Electronic Protective Devices Responsive To Diffuse Reflection*) pour la fonction de détection.

Lorsqu'un article ou un paragraphe particulier de l'IEC 61496-1:2020 n'est pas mentionné dans le présent document, cet article ou ce paragraphe s'applique pour autant que cela soit raisonnable. Lorsque le présent document mentionne "addition" ou "remplacement", le texte correspondant de l'IEC 61496-1:2020 est adapté en conséquence.

Les articles et paragraphes qui s'ajoutent à ceux de l'IEC 61496-1:2020 sont numérotés dans l'ordre, à partir du dernier numéro disponible dans l'IEC 61496-1:2020. Les articles terminologiques (définis à l'Article 3) qui s'ajoutent à ceux de l'IEC 61496-1:2020 sont numérotés à partir de 3.301. Les annexes qui sont ajoutées sont désignées AA, etc.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous [webstore.iec.ch](http://webstore.iec.ch) dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

## INTRODUCTION

Des équipements de protection électrosensibles (ESPE) sont installés sur les machines qui présentent un risque de dommage corporel. Ils procurent une protection en mettant la machine dans des conditions de sécurité avant qu'une personne puisse se retrouver dans une situation dangereuse.

Le présent document complète ou modifie les articles correspondants de l'IEC 61496-1:2020 afin de spécifier des exigences particulières pour la conception, la construction et les essais des équipements de protection électrosensibles (ESPE) destinés à la sécurité des machines et qui utilisent des dispositifs protecteurs optoélectroniques actifs sensibles aux réflexions diffuses (AOPDDR) pour la fonction de détection.

Chaque type de machine présente ses propres dangers (phénomènes dangereux), et le présent document n'a pas pour objet de recommander la méthode d'application de l'ESPE à une quelconque machine particulière. L'application de l'ESPE relève d'un accord entre le fournisseur de l'équipement, l'utilisateur de la machine et l'organisme de sécurité. Dans ce contexte, l'attention est attirée sur les recommandations internationales pertinentes, par exemple dans l'IEC 62046 et l'ISO 12100.

Le groupe en charge de l'élaboration du présent document a souligné que, en raison de la complexité de la technologie déployée, de nombreuses questions dépendaient en grande partie de l'analyse et de l'expertise en matière de techniques d'essai et de mesure spécifiques. Une revue indépendante par des experts compétents est donc recommandée pour assurer un haut niveau de confiance. Si ce haut niveau de confiance ne peut pas être établi, ces dispositifs ne sont alors pas adaptés pour les applications relatives à la sécurité.

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie des exigences supplémentaires pour la conception, la construction et les essais des équipements de protection électrosensibles (ESPE) sans contact, conçus spécifiquement pour détecter des personnes ou des parties de leurs corps, dans le cadre d'un système relatif à la sécurité, et qui utilisent des dispositifs protecteurs optoélectroniques actifs sensibles aux réflexions diffuses (AOPDDR) pour la fonction de détection. Une attention particulière est portée aux exigences qui permettent de s'assurer qu'une performance relative à la sécurité appropriée est atteinte. Un ESPE peut comporter des fonctions relatives à la sécurité facultatives; les exigences de ces fonctions sont spécifiées à l'Annexe A du présent document et à l'Annexe A de l'IEC 61496-1:2020.

NOTE L'expression "sans contact" signifie qu'un contact physique n'est pas exigé pour la détection.

Le présent document ne spécifie pas les dimensions ou les configurations de la zone de détection, ni son emplacement par rapport aux parties dangereuses dans une application particulière, ne définit pas non plus ce qui constitue un état dangereux pour une machine donnée. Il se limite au fonctionnement de l'ESPE et à son interface avec la machine.

Les AOPDDR sont des dispositifs qui comportent soit

- une ou plusieurs zones de détection bidimensionnelles (AOPDDR bidimensionnel), soit
- une ou plusieurs zones de détection tridimensionnelles (AOPDDR tridimensionnel)

dans laquelle ou lesquelles le rayonnement dans le champ proche infrarouge est émis par un ou plusieurs émetteurs. Lorsque le rayonnement émis heurte un objet (par exemple, une personne ou une partie de son corps), une partie du rayonnement émis est réfléchi par réflexion diffuse sur un ou plusieurs récepteurs. Cette réflexion permet de déterminer la position de l'objet.

Les équipements optoélectroniques qui réalisent un seul mesurage de distances unidimensionnelles ponctuelles, par exemple les interrupteurs de proximité optiques, ne sont pas couverts par le présent document.

Le présent document se limite aux ESPE qui n'exigent pas d'intervention humaine pour la détection. Il se limite aux ESPE qui détectent les objets qui entrent ou sont présents dans une ou plusieurs zones de détection.

Le présent document ne traite pas des aspects exigés pour une classification complexe ou une différenciation de l'objet détecté.

Le présent document ne traite pas des exigences ni des essais pour une application extérieure.

Les AOPDDR qui utilisent des longueurs d'onde de crête de rayonnement en dehors de la plage de 820 nm à 1 100 nm ainsi que ceux dont les longueurs d'onde de rayonnement sont différentes de celles générées par l'AOPDDR lui-même sont exclus du présent document. Ce dernier peut servir de guide pour les dispositifs de détection qui utilisent des longueurs d'onde de rayonnement en dehors de cette plage. Le présent document est pertinent pour les AOPDDR dont la taille d'objet minimale détectable est comprise dans la plage entre 30 mm et 200 mm.

Le présent document peut être pertinent pour les applications autres que la protection des personnes, par exemple la protection des machines ou des produits contre des dommages mécaniques. Dans ces applications, des exigences différentes peuvent être appropriées, par exemple lorsque les matières qui sont reconnues par la fonction de détection possèdent des propriétés différentes de celles des personnes et de leurs vêtements.

Le présent document ne traite pas des exigences d'émission concernant la compatibilité électromagnétique (CEM).

## 2 Références normatives

L'IEC 61496-1:2020, Article 2 s'applique, avec l'exception suivante.

*Addition:*

IEC 60068-2-14:2023, *Essais d'environnement - Partie 2-14: Essais - Essai N: Variation de température*

IEC 60068-2-75:2014, *Essais d'environnement - Partie 2-75: Essais - Essai Eh: Essais au marteau*

IEC 60825-1:2014, *Sécurité des appareils à laser - Partie 1: Classification des matériels et exigences*

IEC 61496-1:2020, *Sécurité des machines - Équipements de protection électrosensibles - Partie 1: Exigences générales et essais*

IEC 62471:2006, *Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes*

IEC TS 62998-1:2019, *Safety of machinery - Safety-related sensors used for the protection of persons* (disponible en anglais seulement)

IEC TS 62998-3:2023, *Safety of machinery - Safety-related sensors used for the protection of persons - Part 3: Sensor technologies and algorithms* (disponible en anglais seulement)

ISO 13855:2024, *Sécurité des machines - Positionnement des moyens de protection par rapport à l'approche du corps humain*

ISO 20471:2013, *Vêtements à haute visibilité - Méthodes d'essai et exigences*