



# FICHES TECHNIQUES

EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS  
OPTIQUES ARTIFICIELS INCOHÉRENTS  
SUR LES LIEUX DE TRAVAIL

— JANVIER 2020 —

Société Française de Radioprotection  
Société Française de Radioprotection

**EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS OPTIQUES**  
**ARTIFICIELS INCOHÉRENTS SUR LES LIEUX DE TRAVAIL**  
 FICHE RÉDIGÉE PAR ANNICK BARLIER-SALSI ET EMMANUEL NICOLAS

Tous les secteurs d'activité sont concernés par l'exposition aux rayonnements optiques artificiels, ne serait-ce que par la présence de luminaires pour l'éclairage. Depuis 2010, la réglementation française impose aux employeurs d'évaluer les risques résultant de l'exposition aux rayonnements optiques artificiels. Cependant toutes les sources de rayonnement ne présentent pas nécessairement un risque. Cette fiche a donc pour objectif de guider les employeurs dans l'identification des sources potentiellement à risque et dans la démarche d'évaluation des risques liés à l'exposition aux sources incohérentes (autres que les lasers).

**1 - DE QUOI S'AGIT-IL ?**

Les rayonnements optiques sont les rayonnements électromagnétiques dont les longueurs d'onde sont comprises entre 100 nm et 1 mm. Ils se répartissent entre l'ultraviolet, le visible et l'infrarouge. Le domaine étroit à partir de 380-400 nm et jusqu'à 780 nm est le seul visible par l'œil humain. La Commission Internationale de l'Eclairage <sup>(1)</sup> divise les deux autres domaines, ultraviolet et infrarouge, en 3 bandes spectrales A, B et C dont les bornes sont spécifiées à la figure 1. Les rayonnements optiques dits « cohérents » sont produits par émission stimulée (laser), ceux provenant de tous les autres types de sources sont alors dits « incohérents ».

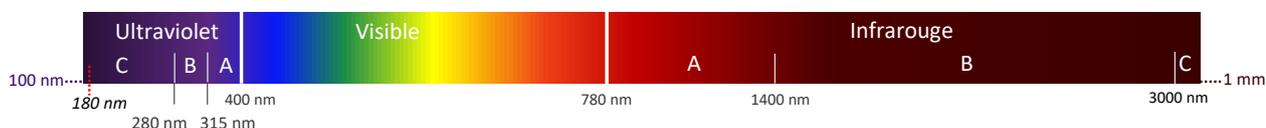


Figure 1 : Domaines spectraux des rayonnements optiques.

**2 - LES SOURCES DE RAYONNEMENT OPTIQUE ARTIFICIELS**

Les lampes d'usage général destinées à l'éclairage sont de loin les sources les plus nombreuses, la nature des rayonnements qu'elles émettent varie selon les technologies employées. L'effet recherché est la production d'un rayonnement visible, néanmoins ce dernier s'accompagne parfois de rayonnements indésirables ultraviolet (lampes à décharge) ou infrarouge (lampes à filament). L'émission de rayonnements optiques parasites sur l'ensemble du domaine spectral est également observée dans divers processus industriels comme le soudage à l'arc ou la fusion du verre ou des métaux. Par ailleurs, des applications spécifiques dans les secteurs industriels et médicaux mettent en œuvre les propriétés des rayonnements ultraviolet et infrarouge. Par exemple, les effets photochimiques et germicides du rayonnement ultraviolet, ou encore sa capacité à exciter des substances fluorescentes, sont utilisés pour la polymérisation des colles et vernis, le séchage des encres d'imprimerie, la stérilisation, les contrôles qualités...

Société Française de Radioprotection

## EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS OPTIQUES ARTIFICIELS INCOHÉRENTS SUR LES LIEUX DE TRAVAIL

FICHE RÉDIGÉE PAR ANNICK BARLIER-SALSI ET EMMANUEL NICOLAS

### 3 - LES EFFETS POSSIBLES SUR LA SANTÉ

L'étendue de la gamme spectrale des rayonnements optiques conduit à des effets multiples sur les yeux et/ou la peau<sup>[2]-[4]</sup>. Leur action, d'ordre thermique (échauffement) ou photochimique (effets chimiques), est liée à la longueur d'onde, à la puissance mise en jeu et aux conditions d'exposition (distance, durée). Les effets directs immédiats sur l'œil se traduisent, selon le domaine spectral du rayonnement, par des lésions de la cornée, de la conjonctive ou de la rétine alors que l'exposition chronique peut entraîner une opacification du cristallin (cataracte). Au niveau de la peau, il existe plusieurs niveaux de gravité qui vont du simple érythème à des lésions plus importantes. A long terme la répétition de lésions actiniques cutanées peut entraîner des lésions précancéreuses voire des cancers cutanés.

### 4 - LA RÉGLEMENTATION

La directive européenne 2006/25/CE<sup>[5]</sup>, qui régit l'exposition des travailleurs aux rayonnements optiques artificiels (ROA), est transposée dans les articles R. 4452-1<sup>[6]</sup> à R. 4452-31 du code du travail. Les premiers articles rappellent les principes de prévention, notamment **la suppression ou la réduction des risques à la source**. Les articles suivants fixent les Valeurs Limites d'Exposition (VLE), listent les obligations des employeurs en ce qui concerne l'évaluation des risques, et les dispositions à mettre œuvre en cas de dépassement des VLE : mesures et moyens de prévention, information, formation et surveillance médicale des travailleurs.

Les modalités d'évaluation des risques et les conditions d'accréditation des organismes pouvant procéder au mesurage de l'exposition aux ROA en milieu de travail sont explicitées dans deux arrêtés<sup>[7],[8]</sup> du 1<sup>er</sup> mars 2016.

### 5 - LES SOURCES CONCERNÉES

Toutes les sources produisant des rayonnements optiques artificiels cohérents (lasers) entre 180 nm et 1 mm ou incohérents entre 180 et 3000 nm sont concernées. Toutefois, les VLE, les méthodes d'évaluation des risques, les protocoles de mesure, les normes sont spécifiques à chacun de ces rayonnements. C'est pourquoi, seuls les rayonnements incohérents sont traités dans cette fiche. Pour ce qui concerne les lasers, il est possible de se reporter à la norme NF EN 60825-1<sup>[9]</sup> référencée dans la réglementation<sup>[7]</sup>.

## EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS OPTIQUES ARTIFICIELS INCOHÉRENTS SUR LES LIEUX DE TRAVAIL FICHE RÉDIGÉE PAR ANNICK BARLIER-SALSI ET EMMANUEL NICOLAS



Figure 2 : Exemples de sources rencontrées sur les lieux de travail classées selon un degré croissant de risque. Source INRS ED 6113<sup>[10]</sup>.

Les sources de ROA (figure 2) qui ne présentent pas ou peu de risques dans des conditions normales d'utilisation sont les luminaires masqués par un diffuseur ou classés sans risque (GR0 selon la norme NF EN 62471<sup>[11]</sup>), les tubes fluorescents au plafond, les écrans, les LEDs de faible puissance (quelques mW), les désinsectiseurs UV, certains phares de véhicules. En revanche, dans certains secteurs d'activité professionnelle des risques liés aux ROA sont avérés lors de l'utilisation de sources comme le soudage à l'arc, les fours de fusion (métaux et verreries), les lampes de stérilisation ou de polymérisation et les éclairages scéniques.

### 6 - LES VALEURS LIMITES D'EXPOSITION

Les VLE fixées par la réglementation du code du travail sont issues des recommandations de l'ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation) de 2004<sup>[12]</sup> pour l'ultraviolet et de 1997<sup>[13]</sup> pour le visible et l'infrarouge. A noter que, depuis la parution de la directive de 2006, l'ICNIRP a publié en 2013<sup>[14]</sup> de nouvelles préconisations pour le visible et le proche infrarouge. Cependant l'employeur doit s'en tenir aux VLE réglementaires.

## EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS OPTIQUES ARTIFICIELS INCOHÉRENTS SUR LES LIEUX DE TRAVAIL FICHE RÉDIGÉE PAR ANNICK BARLIER-SALSI ET EMMANUEL NICOLAS

Sept VLE sont définies pour évaluer les risques entre 180 et 3000 nm ; chacune correspond à un risque spécifique lié à un domaine spectral donné. Les VLE peuvent varier en fonction de la durée d'exposition et de l'angle apparent de la source. Selon les domaines spectraux, les grandeurs physiques à comparer aux VLE sont exprimées en terme :

- ⌘ d'exposition énergétique efficace ( $J.m^{-2}$ ) :  $H_{eff}$  pondéré par la fonction  $S(\lambda)$ ,
- ⌘ d'exposition énergétique ( $J.m^{-2}$ ) :  $H_{UVA}$ ,  $H_{peau}$ ,
- ⌘ d'éclairement énergétique efficace ( $W.m^{-2}$ ) :  $E_B$  pondéré par la fonction  $B(\lambda)$ ,
- ⌘ d'éclairement énergétique ( $W.m^{-2}$ ) :  $E_{IR}$ ,
- ⌘ de luminances énergétiques efficaces ( $W.m^{-2}.sr^{-1}$ ) :  $L_B$  et  $L_R$ , pondérées respectivement par les fonctions  $B(\lambda)$  et  $R(\lambda)$ .

Les VLE ainsi que les formules de calcul des différentes grandeurs sont détaillées dans les annexes du chapitre du code du travail relatif aux ROA.

La fonction de pondération  $S(\lambda)$  tient compte des effets sanitaires des ultraviolets sur les yeux et la peau en fonction de la longueur d'onde des ultraviolets. La fonction  $B(\lambda)$  pondère le risque de lésion de l'œil par effet photochimique provoqué par la lumière bleue et  $R(\lambda)$  le risque de lésion de l'œil par effet thermique pour des rayonnements dans le visible et l'infrarouge (cf. figure 3).

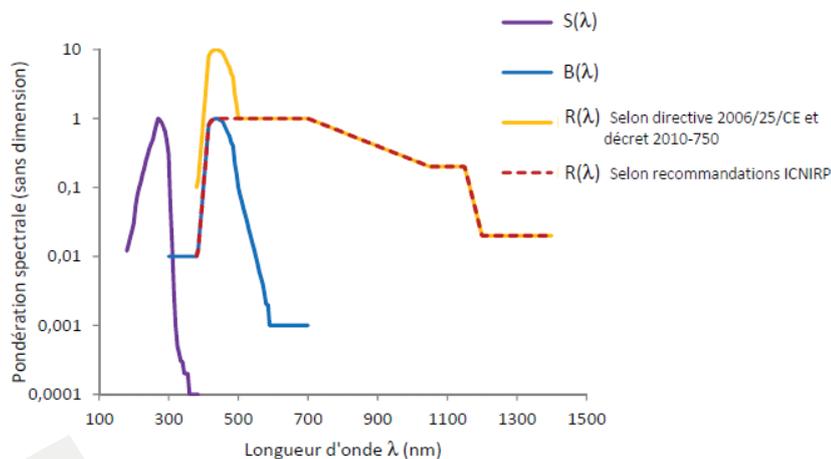


Figure 3 : Fonctions de pondération spectrales  $S(\lambda)$ ,  $B(\lambda)$  et  $R(\lambda)$ . Source INRS NS 347<sup>151</sup>

## 7 - EVALUER LES RISQUES

L'employeur doit évaluer les risques afin de vérifier le respect des VLE. L'article R.4452-6 spécifie : « Si une évaluation à partir des données documentaires techniques disponibles ne permet pas de conclure à l'absence de risque, il calcule et, le cas échéant, mesure les niveaux de rayonnements optiques artificiels auxquels les travailleurs sont exposés. » Par conséquent, la réglementation préconise d'abord une analyse documentaire qui peut permettre d'éviter de réaliser ou faire réaliser des calculs ou des mesures.

**EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS OPTIQUES**  
**ARTIFICIELS INCOHÉRENTS SUR LES LIEUX DE TRAVAIL**  
 FICHE RÉDIGÉE PAR ANNICK BARLIER-SALSI ET EMMANUEL NICOLAS

**Evaluer les risques par la documentation**

La première étape consiste à recenser les différentes sources de rayonnement optique présentes dans l'entreprise. Ensuite, pour chaque source répertoriée, comme cité dans l'arrêté<sup>[7]</sup>, « les données documentaires techniques disponibles et toutes sources d'informations telles que les données techniques fabricant, les normes, les guides pratiques et publications scientifiques reconnus et validés par un organisme de référence » seront utilisés pour déterminer s'il est possible ou non de conclure à l'absence de risque.

**Les données fournies par les fabricants :** un étiquetage sur l'appareil ou un encart sur la notice informe l'utilisateur d'un danger potentiel dû aux rayonnements émis. Cette indication relève souvent d'un marquage réglementaire. Par exemple, la norme NF EN 12198<sup>[16]</sup> harmonisée dans le cadre de la directive 2006/42/CE<sup>[17]</sup>, classe les machines en 3 catégories (0 à 2) selon le niveau de rayonnement émis. Pour les catégories 1 et 2, des restrictions d'utilisation sont imposées et un étiquetage mentionnant la catégorie est obligatoire (figure 4a). On peut citer également la classification des lampes en 4 groupes de risque (GR0 à GR3) selon la norme NF EN 62471<sup>[11]</sup>. Par exemple un luminaire fixe d'éclairage général équipé de LED<sup>[18]</sup> classé en GR2 (Risque modéré) doit comporter la mention d'une distance de sécurité, (figure 4b) qui est un indicateur du niveau de risque, et un pictogramme visible sur le luminaire.

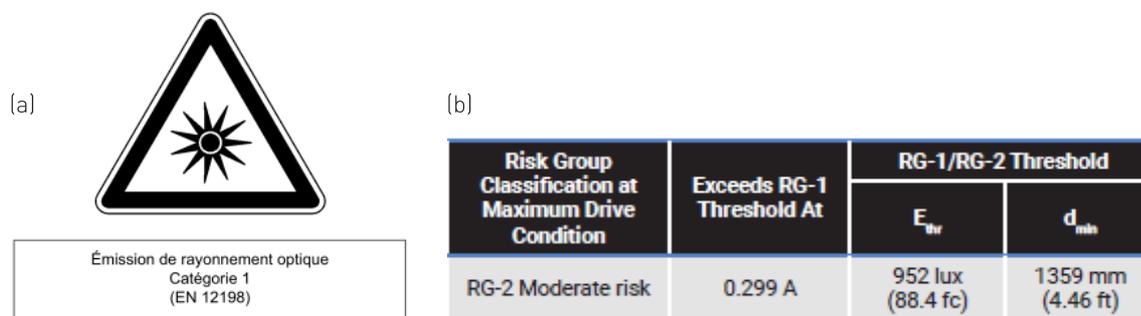


Figure 4: Exemple de données fournies par les fabricants : (a) pour une machine, (b) pour une lampe.

**Autres documents disponibles :** afin de faciliter la mise en œuvre des dispositions réglementaires, la commission européenne a publié un « Guide à caractère non contraignant pour la mise en œuvre de la directive 2006/25/CE » comportant de nombreux exemples. Un guide<sup>[19]</sup> édité par le gouvernement belge ainsi que l'ED 6113<sup>[10]</sup> de l'INRS (institut national de recherche et de sécurité) proposent un classement de divers équipements ou activités professionnelles qui présentent soit un risque avéré soit aucun risque ou un risque négligeable sous certaines conditions d'exposition. Des informations sont également disponibles dans les actes de colloques spécifiquement dédiés aux rayonnements optiques ou organisés par des organismes ayant un champ d'action plus large comme la SFRP.

Société Française de Radioprotection

## EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS OPTIQUES ARTIFICIELS INCOHÉRENTS SUR LES LIEUX DE TRAVAIL FICHE RÉDIGÉE PAR ANNICK BARLIER-SALSI ET EMMANUEL NICOLAS

### Evaluer les risques par le calcul

L'évaluation des risques s'effectue au poste de travail et nécessite une analyse détaillée des conditions d'exposition : zones du corps exposées (yeux, mains, bras, cou...), distances et durées d'exposition, rayonnement direct ou réfléchi. Les normes NF EN 14255-1 et 2<sup>[20],[21]</sup> proposent aussi un tableau d'analyse des tâches.

Selon les sources et les conditions d'utilisation, plusieurs solutions sont possibles pour déterminer les niveaux d'exposition :

Une analyse d'exposition à une source ayant les mêmes caractéristiques a déjà été réalisée et a fait l'objet d'une publication. Les conditions d'exposition sont identiques et les résultats sont alors directement transposables, ou bien il existe des courbes d'expositions en fonction de la distance ou de la durée d'exposition qui permettent d'évaluer les risques.

Des outils de simulation numérique de l'exposition aux rayonnements optiques sont également disponibles et téléchargeables gratuitement. On peut citer le logiciel CatRayon<sup>[22]</sup>, qui permet d'évaluer les risques dans une configuration simplifiée avec une source et un observateur, ou dans une configuration complète avec plusieurs sources et travailleurs exposés. Les bases de données de sources sont complétées par une base de données de filtres de protection. D'autres instituts européens de prévention des risques professionnels, comme l'institut autrichien AUVA (Allgemeine Unfallversicherungsanstalt), proposent des outils de calcul (dans leur langue d'origine) pour des sources spécifiques : l'un concerne les sources thermiques<sup>[23]</sup> (fours pour la fusion du verre ou de divers métaux), l'autre les arcs de soudage<sup>[24]</sup>.

Des informations complémentaires sur l'évaluation des risques sans mesure figurent dans l'ED 6343<sup>[25]</sup> de l'INRS.

### Evaluer les risques par la mesure

Le mesurage est le dernier recours dans les situations suivantes :

- Ⓛ absence d'information : aucune information n'est disponible sur l'appareil ou le processus concerné.
- Ⓛ analyse documentaire non concluante : aucun des moyens documentaires à disposition : notice du constructeur, normes, guides pratiques... n'a permis de conclure à l'absence de risque.
- Ⓛ analyse par le calcul non concluante : les calculs montrent que le rayonnement direct de la source présente un risque ; or le travailleur est exposé uniquement au rayonnement réfléchi et aucun modèle de réflexion n'est disponible pour calculer le rayonnement réfléchi. Par exemple, dans les opérations de contrôle qualité ou à l'entrée d'un tunnel de séchage, l'opérateur n'est exposé qu'au rayonnement réfléchi par l'objet inspecté ou réfléchi par les parois.

Pour le mesurage au poste de travail, l'arrêté<sup>[7]</sup> renvoie aux normes NF EN 14255-1 et 2<sup>[20],[21]</sup>. Ces normes décrivent en détail les protocoles de mesure, les exigences sur la sensibilité des appareils ainsi que les différents appareils utilisables dans chaque domaine spectral. Elles comportent par ailleurs des annexes présentant les avantages et inconvénients liés à chaque méthode de mesure.

**EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS OPTIQUES**  
**ARTIFICIELS INCOHÉRENTS SUR LES LIEUX DE TRAVAIL**  
FICHE RÉDIGÉE PAR ANNICK BARLIER-SALSI ET EMMANUEL NICOLAS

**8 - COMMENT RÉALISER LES MESURES ?**

Deux méthodes de mesure (figure 5) sont utilisables pour déterminer les différentes grandeurs à comparer aux VLE :

|| Mesurer directement les éclairagements énergétiques efficaces (pondérés) ( $E_{eff}$ ,  $E_{UVA}$ ...) à l'aide d'un radiomètre

**ou**

|| Mesurer les grandeurs énergétiques spectrales  $E_\lambda$  et  $L_\lambda$  à l'aide d'un spectroradiomètre et calculer ensuite les grandeurs nécessaires à l'aide des courbes de pondération  $S(\lambda)$ ,  $B(\lambda)$  et  $R(\lambda)$ .

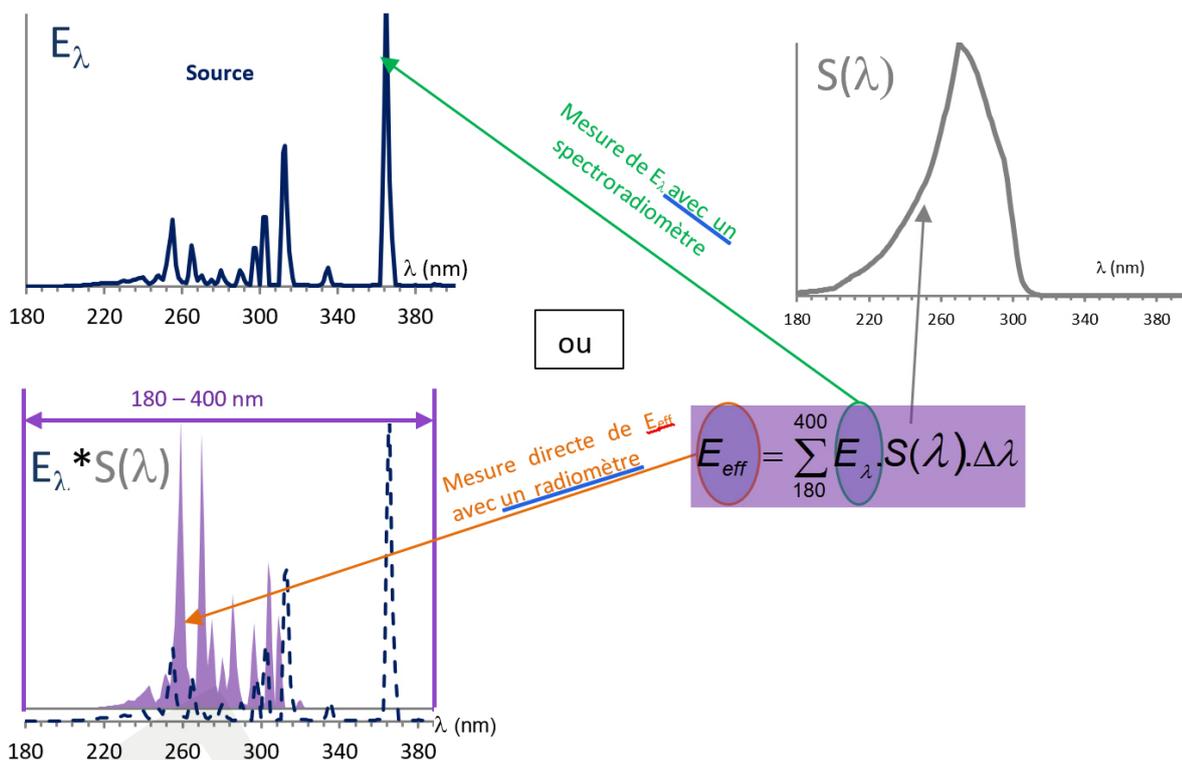


Figure 5 : Illustration des méthodes de mesure des rayonnements optiques : soit en mesurant directement la grandeur  $E_{eff}$  soit en mesurant la grandeur  $E_\lambda$  et en déterminant  $E_{eff}$  par calcul. Source INRS NS 347<sup>[5]</sup>.

**Les radiomètres**

Ils donnent une lecture directe de la grandeur, permettent un mesurage instantané ou moyenné sur un intervalle de temps, notamment lorsque l'émission de la source fluctue. Ils sont relativement simples d'utilisation. En revanche la qualité des mesures est très liée à la qualité de réponse des filtres utilisés pour les pondérations  $S(\lambda)$ ,  $B(\lambda)$  et  $R(\lambda)$  et la délimitation du domaine spectral analysé. Ils sont étalonnés en éclairage énergétique à l'aide d'une lampe étalon et donc sur un spectre particulier correspondant à celui de la lampe utilisée pour l'étalonnage.

Société Française de Radioprotection

## EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS OPTIQUES ARTIFICIELS INCOHÉRENTS SUR LES LIEUX DE TRAVAIL

FICHE RÉDIGÉE PAR ANNICK BARLIER-SALSI ET EMMANUEL NICOLAS

### Les spectroradiomètres

La mesure des grandeurs spectrales  $E_\lambda$  et  $L_\lambda$  permet de déterminer les grandeurs pondérées à partir des valeurs exactes des courbes de pondération (donc non liées aux qualités optiques des filtres de pondération). Par ailleurs, en caractérisant uniquement l'émission de la source, les mesures restent pérennes même en cas de modification des courbes de pondération ou du mode de calcul des grandeurs à comparer aux VLE. A ce jour, par exemple, la courbe de pondération  $R(\lambda)$  présente dans la directive (issue des recommandations de l'ICNIRP de 1997) est différente de celle recommandée depuis 2013 par l'ICNIRP. Si la directive était amenée à évoluer il ne serait pas nécessaire de refaire des mesures. Les mesures spectrales permettent également d'évaluer a posteriori l'efficacité de tout équipement de protection dont on connaît la courbe spectrale de transmission. Les spectroradiomètres utilisables sont de deux types :

**Les spectroradiomètres à balayage et à double monochromateur :** ces appareils sont de loin les plus fiables pour mesurer les spectres énergétiques, mais leur coût, leur encombrement et la fragilité des éléments qui les composent, conduit à les restreindre aux mesures en laboratoire. Compte tenu du temps nécessaire au balayage des différentes longueurs d'onde, ils sont réservés à la mesure de sources stables dans le temps.

**Les spectroradiomètres à barrettes de détecteurs CCD ou InGaAs :** comme les radiomètres ils permettent un mesurage instantané ou moyenné sur un intervalle de temps. Ils sont peu encombrants pour des mesures in-situ et relativement robustes comparativement aux appareils à balayage puisqu'aucune pièce n'est en mouvement. Il est nécessaire de recourir à au moins 2 appareils pour couvrir l'ensemble du domaine spectral. Malgré leurs nombreux avantages, le défaut le plus important des détecteurs CCD est le niveau de lumière parasite (stray light) qui est notamment préjudiciable aux mesures dans l'ultraviolet. Ce phénomène s'observe principalement lorsque les sources mesurées ont une faible émission dans ce domaine ultraviolet et un niveau élevé dans le visible et le proche infrarouge. Il est donc nécessaire que ces appareils intègrent des dispositifs optiques ou numériques de réduction de la lumière parasite.

### Les angles à évaluer

**Angle d'admission (figure 6a) :** si les normes prennent en compte de très nombreux aspects du mesurage, en revanche, elles ne fixent aucune valeur sur les angles d'admission à respecter pour la détermination des différentes grandeurs. Seuls les documents<sup>[14], [26]</sup> de l'ICNIRP donnent des limites selon les parties du corps exposées et les domaines spectraux concernés. L'éclairement énergétique est déterminé avec un angle de  $180^\circ$  pour tout ce qui concerne la peau et de  $80^\circ$  pour les segments antérieurs de l'œil. Pour le risque rétinien, la luminance énergétique est moyennée sur un angle qui varie selon la durée d'exposition. Ces contraintes sont à prendre en compte soit par l'appareil de mesure (mise en place d'un diaphragme avant le détecteur), soit directement au niveau de la source quand cela est possible, soit a posteriori au niveau du calcul des expositions.

## EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS OPTIQUES ARTIFICIELS INCOHÉRENTS SUR LES LIEUX DE TRAVAIL

FICHE RÉDIGÉE PAR ANNICK BARLIER-SALSI ET EMMANUEL NICOLAS

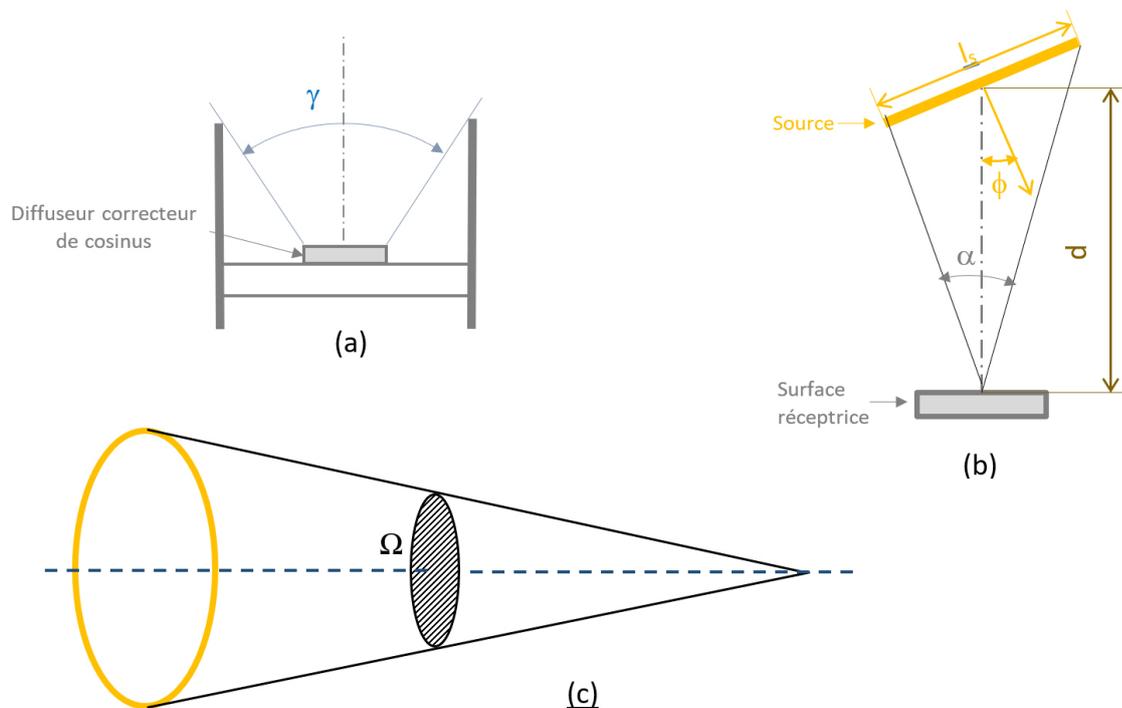


Figure 6 : (a) Angle d'admission  $\gamma$  pour la mesure de l'éclairement énergétique par exemple, (b) angle apparent  $\alpha$ . [Source INRS NS 347<sup>[15]</sup>], (c) angle solide  $\Omega$ .

**Angle apparent (figure 6b) :** l'angle apparent est l'angle correspondant à la surface de la source vue par l'opérateur. Les dimensions de la source peuvent varier énormément en fonction du type de source. Si on considère une LED de quelques millimètres de diamètre l'angle apparent est inférieur à 11 mrad, pour une lampe il se situe entre 11 et 100 mrad, et pour des ouvertures rayonnantes étendues (fours à verre, projecteurs), il dépasse 100 mrad.

**Angle solide (figure 6c) :** cet angle est indispensable pour pouvoir accéder à des valeurs de luminance. L'angle solide ne peut être calculé qu'à partir des conditions géométriques d'exposition (dimension de la source et distance de l'opérateur) mais il nécessite de faire des approximations notamment lorsque la source est rectangulaire (cas des plafonniers ou des tubes fluorescents). Il est préférable de privilégier une mesure de luminance avec un luminancemètre dans la bande spectrale considérée (lumière bleue et/ou infrarouge).

Les angles, et par conséquent les mesures, se compliquent lorsque le rayonnement n'est pas direct mais réfléchi par une surface proche du poste de travail (mur, objet, pièce métallique). Des informations complémentaires sur les méthodes de mesure figurent dans le guide méthodologique NS 347<sup>[15]</sup> de l'INRS.

## EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS OPTIQUES ARTIFICIELS INCOHÉRENTS SUR LES LIEUX DE TRAVAIL

FICHE RÉDIGÉE PAR ANNICK BARLIER-SALSI ET EMMANUEL NICOLAS

### 9 - CONCLURE SUR LA PRÉSENCE OU L'ABSENCE DE RISQUE ET PROTÉGER DU RISQUE SI NÉCESSAIRE

Le respect de toutes les VLE permet de conclure à l'absence de risque au poste de travail analysé. Si une VLE est dépassée et que le temps d'exposition est un paramètre prépondérant, il est possible de calculer une durée d'exposition maximale à ne pas dépasser afin de respecter les VLE. En fonction des contraintes des tâches à réaliser au poste de travail, ce temps pourra être acceptable ou non. Dans ce dernier cas, il faudra envisager l'utilisation d'équipements de protections collectives (EPC) tels que des écrans, rideaux... ou individuelles (EPI), comme des lunettes, visières, gants, combinaisons de travail..., afin de protéger les opérateurs et le personnel autour.

Cependant, il est préférable de s'attaquer systématiquement à la source avant de se lancer dans des calculs ou des mesures, notamment si l'analyse documentaire laisse entrevoir un risque potentiel d'exposition des opérateurs.

#### Réduire l'exposition à la source

Si l'analyse préliminaire conclut que la source présente un risque avéré, il convient de s'interroger sur la possibilité de réduire voire supprimer le risque à la source avant de poursuivre l'analyse des risques :

- ⌘ La source peut-elle être remplacée par une source sans risque ? Une source moins puissante est peut-être suffisante pour le processus et présenter moins de risque.
- ⌘ Le processus nécessite-il de voir la source ? Certains processus industriels autonomes peuvent être totalement capotés.
- ⌘ Est-il possible de limiter le nombre de personnes exposées ? Dans les activités de soudage par exemple, l'utilisation de rideaux de soudage permet de ne pas exposer les personnes travaillant dans l'environnement du poste.

Une réflexion en amont accompagnée de dispositions organisationnelles permet dans de nombreuses situations de réduire le risque à un niveau acceptable, c'est-à-dire sans danger pour les travailleurs exposés. De plus, les mesures sont complexes et délicates, une mauvaise mise en œuvre des appareils ou de la méthode pourrait laisser conclure à tort à la présence ou l'absence d'un risque. La demande de la Direction générale du travail va dans ce sens, les laboratoires de mesures et d'essais doivent être accrédités par le COFRAC afin d'être reconnus compétents pour les mesures de rayonnements artificiels incohérents.

Enfin, la conclusion de l'évaluation du risque d'exposition des travailleurs aux rayonnements optiques artificiels, pour l'ensemble des postes de travail concernés, doit être consignée par l'employeur dans le document unique de l'entreprise. Cette évaluation doit être revue annuellement pour prendre en compte de nouvelles sources ROA ou des changements dans les postes de travail.

# FICHES TECHNIQUES DE LA SFRP

Société Française de Radioprotection

## EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS OPTIQUES ARTIFICIELS INCOHÉRENTS SUR LES LIEUX DE TRAVAIL FICHE RÉDIGÉE PAR ANNICK BARLIER-SALSI ET EMMANUEL NICOLAS

### BIBLIOGRAPHIE

- [1] CIE. e-ILV CIE <http://eiv.cie.co.at/>
- [2] Césarini J-P. Le soleil et le rayonnement ultraviolet. In : Champs électromagnétiques, environnement et santé. EDP Sciences ; 2018. p. 177-96.
- [3] Court L, Point S. La lumière et le rayonnement visible. In : Champs électromagnétiques, environnement et santé. EDP Sciences ; 2018. p. 159-76.
- [4] Court L. Le chauffage et le rayonnement infrarouge. In : Champs électromagnétiques, environnement et santé. EDP Sciences ; 2018. p. 151-8.
- [5] Directive 2006/25/CE, prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (rayonnements optiques artificiels). JOUE L 114/38 du 27 avril 2006.
- [6] Code du travail - Articles 4452-1 et suivants, à consulter sur le site [www.legifrance.fr](http://www.legifrance.fr)
- [7] Arrêté du 1<sup>er</sup> mars 2016 relatif aux modalités de l'évaluation des risques résultant de l'exposition aux rayonnements optiques artificiels en milieu de travail. A consulter sur le site [www.legifrance.fr](http://www.legifrance.fr), texte 30
- [8] Arrêté du 1<sup>er</sup> mars 2016 relatif aux conditions d'accréditation des organismes pouvant procéder au mesurage de l'exposition aux rayonnements optiques artificiels en milieu de travail. A consulter sur le site [www.legifrance.fr](http://www.legifrance.fr), texte 31
- [9] NF EN 60825-1. Sécurité des appareils à laser - Partie 1 : classification des matériels et exigences. AFNOR. 2014 ; 121.
- [10] INRS. ED 6113 - Sensibilisation à l'exposition aux rayonnements optiques artificiels (ROA) sur les lieux de travail (hormis laser et appareils à laser). Décembre 2019. <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206113>
- [11] EN 62471. Sécurité photobiologique des lampes et appareils utilisant des lampes. AFNOR. 2008 ; 46.
- [12] ICNIRP. Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths 180 nm to 400 nm (incoherent optical radiation). HEALTH PHYS 2004 ; 87:171-86.
- [13] ICNIRP. Guidelines on limits of exposure to broad-band incoherent optical radiation (0.38 to 3 µm). HEALTH PHYS 1997 ; 73:539-54.
- [14] ICNIRP. ICNIRP guidelines on limits exposure to incoherent visible and infrared radiation. HEALTH PHYS 2013 ; 105:74-91.
- [15] Barlier-Salsi A. Mesurer et évaluer l'exposition professionnelle aux rayonnements optiques artificiels (hors laser). Guide méthodologique. NS 347. INRS ; 2016. <http://www.inrs.fr/inrs/recherche/etudes-publications-communications/doc/publication.html?refINRS=C.4%2F1.018%2FP2016-107%2FNS347>
- [16] EN 12198-1. Sécurité des machines. Estimation et réduction des risques engendrés par les rayonnements émis par les machines. AFNOR. 2000 ; 23.
- [17] Directive 2006/42/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 mai 2006 relative aux machines et modifiant la directive 95/16/CE. JOUE L 157/24 du 9 juin 2006.
- [18] Point S, Barlier-Salsi A. Fiches techniques de la SFRP - lampes à LED et risque rétinien, 2017 ; [https://www.sfrp.asso.fr/medias/sfrp/documents/Divers/Fiche\\_SFRP\\_lampes\\_a\\_LED\\_janvier\\_2017.pdf](https://www.sfrp.asso.fr/medias/sfrp/documents/Divers/Fiche_SFRP_lampes_a_LED_janvier_2017.pdf)
- [19] Service public fédéral Emploi, Travail et Concertation sociale. Rayonnements optiques artificiels. 2015 ; <http://www.emploi.belgique.be/publicationDefault.aspx?id=34609>
- [20] NF EN 14255-1. Mesurage et évaluation de l'exposition des personnes aux rayonnements optiques incohérents - Partie 1 : Rayonnements ultraviolets émis par des sources artificielles sur les lieux de travail. AFNOR. 2005 ; 29.
- [21] NF EN 14255-2. Mesurage et évaluation de l'exposition des personnes aux rayonnements optiques incohérents - Partie 2 : Rayonnements visibles et infrarouges émis par des sources artificielles sur les lieux de travail. AFNOR. 2006 ; 43.
- [22] INRS. CatRayon 5, logiciel d'évaluation de l'exposition aux rayonnements optiques dans les locaux de travail. 2018 ; <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=outil03>
- [23] AUVA. Evaluierungshilfe Thermische Strahler (Excel). <https://www.eval.at/spezielle-evaluierung-nach-vopst/evaluierung-thermische-strahler>
- [24] AUVA. Evaluierungshilfe Schweißumgebungen (Excel mit Makros). <https://www.eval.at/spezielle-evaluierung-nach-vopst/evaluierung-schweißumgebung>
- [25] INRS. ED 6343 - Exposition professionnelle aux rayonnements optiques artificiels - Guide d'évaluation des risques sans mesure. Décembre 2019 ; <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206113>
- [26] ICNIRP. ICNIRP Statement - Protection of Workers against Ultraviolet Radiation. HEALTH PHYS 2010 ; 99:66-87.