

INFORMATION SUR LES RISQUES LASER

UTILISATION INDUSTRIELLE DU LASER

INCLUS
NOUVELLES
RÉGLEMENTATIONS



Alsace Media Science • www.amscience.com • Octobre 2015 • reproduction interdite

IREPA LASER
INSTITUT CARNOT MICA

Parc d'Innovation
F-67400 Illkirch
T : + 33 (0)3 88 65 54 00
F : + 33 (0)3 88 65 54 01
fr@irepa-laser.com
www.irepa-laser.com



Édition 2015

IREPA LASER
INSTITUT CARNOT MICA

Sommaire

- 4 Les rayonnements optiques
- 5 Les lasers
- 6 Caractéristiques des lasers courants
- 6 Position des différents lasers sur le spectre
- 7 Inventaire des risques connexes
- 9 Les risques dus au rayonnement laser
- 14 La classification des lasers
- 16 Normes et réglementations
- 21 Conduite à tenir en cas d'accident
- 22 Signalisation et étiquetage
- 22 Documentation et bibliographie

L'objectif de ce recueil est de sensibiliser les personnes qui, dans le cadre de leur fonction, côtoient régulièrement ou ponctuellement une source laser de puissance (Classes > 2) ou un système sécurisé (classe 1) intégrant une source laser de classe supérieure à 2. Les nouvelles réglementations en vigueur et notamment le décret 2010-750 du 2 juillet 2010 (transcription de la directive 2006/25/CE) ont permis de clarifier quelque peu les règles d'utilisation des systèmes laser aussi bien dans les domaines industriel, médical, scientifique que dans le cadre de la vie de tous les jours. Le contenu de ce livret a pour but d'informer sur les risques liés à l'utilisation des lasers. Il doit permettre aux personnels exposés de déterminer les risques auxquels ils peuvent être exposés et mettre en œuvre les moyens de protection nécessaires à leur sécurité et à celle de leur environnement proche. Nous l'avons rédigé dans le but d'apporter des éléments de réponses concrets face à des attitudes, des habitudes ou des négligences qui peuvent provoquer des accidents plus ou moins graves. Ce guide a été réalisé par des spécialistes des applications et de la sécurité laser. Ils participent fréquemment à des actions de sensibilisation, d'information et de formation sur ce thème.

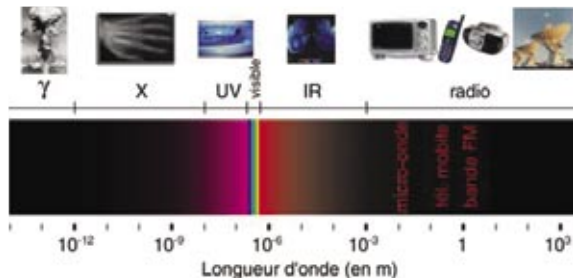
■ Les rayonnements optiques

Le domaine spectral du rayonnement optique est compris entre 100 nm et 1 mm. Il est divisé en rayonnements ultraviolet (UV), visible et infrarouge (IR). Les longueurs d'onde de la lumière visible se situent entre 400 et 760 nm.

Alors que les rayonnements infrarouges chauffent les matières qu'ils irradient, les rayonnements UV ont un effet photo-chimique sur les matériaux. Les UV et les IR sont subdivisés en plusieurs catégories (tableau ci-dessous).

Type de rayonnement	Limites des longueurs d'ondes [nm]
UVC	100 - 280
UVB	280 - 315
UVA	315 - 400
Visible	400 - 760
IRA	760 - 1400
IRB	1 400 - 3 000
IRC	3 000 - 1 000 000

Subdivision du spectre des rayonnements optiques



Spectre des rayonnements électromagnétiques

■ Les lasers

La lumière émise par une ampoule à incandescence se compose de plusieurs fréquences superposées et se propage dans toutes les directions. Elle est dite incohérente.

Les lasers sont des sources émettant une lumière artificielle monochromatique et directive, composée d'une seule longueur d'onde et n'éclairant que dans une direction. Elle est dite cohérente.

Le mot LASER est l'acronyme de : Light Amplification by Stimulated Emission of Radiations (Amplification de lumière par émission de radiations stimulées)

► Durée d'émission

Le rayonnement laser peut être émis :

En mode continu : émission supérieure à 0,25 secondes et dépassant généralement plusieurs secondes.

En mode impulsionnel : émission d'impulsions longues de quelques μs (10^{-6} s) à 0,25 s.

En mode déclenché : émission d'impulsions courtes de quelques nanosecondes (10^{-9} s) à quelques dizaines de μs (10^{-6} s).

En mode couplé : inférieur à 10^{-9} s.

► Puissance

La quantité d'énergie transportée par le faisceau en un temps donné définit sa puissance. Pour les lasers continus, la puissance peut varier de quelques microwatts à plusieurs dizaines de kilowatts, fournie sur une longue durée alors que les lasers à impulsions peuvent délivrer des puissances crêtes dépassant le gigawatt pendant la durée de l'impulsion.

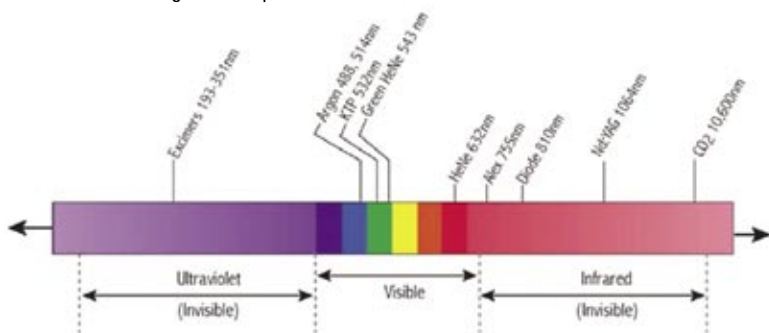


■ Caractéristiques des lasers courants

Matériau actif	Longueur d'onde (nm)	Durée d'impulsion	Énergie ou puissance	Utilisation
CO ₂	10 600	Continu	1 W à 50 kW	Découpe, marquage, soudage, chirurgie,...
Nd : YAG	1064, 532 et 355	De la ns (10 ⁻⁹ s) à plusieurs dizaines de ms	0,1 J à 50 J 0,2 jusqu'à plusieurs KW	Soudage, découpe, marquage, gravure, dermatologie, spectacle,...
Laser fibre	1070	Continu ou pulsé	Quelques mW à plusieurs KW	Soudage, découpe, marquage, traitement de surface, dermatologie,...
Laser disque	1030	Continu	10 W à plusieurs kW	Soudage, découpe,...
Semi-conducteur	Grande variété	Continu	mW à plusieurs dizaines de Watts	Métriologie, guidage, soudage des polymères,...
Hélium-Néon	633	Continu	Plusieurs mW	Métriologie, télémétrie, alignement,...

■ Position des différents lasers sur le spectre

Le schéma ci-dessous situe les principaux lasers sur le spectre de lumière. Les lasers les plus couramment utilisés (laser CO₂ et laser YAG) se situent principalement dans l'infrarouge et procurent donc une énergie thermique dense.



■ Inventaire des risques connexes

► Les risques électriques

Tous les lasers fonctionnent sous haute tension. Toute action inappropriée, notamment lors d'intervention de maintenance ou d'entretien, constitue un danger de mort. Pour les tensions dépassant le kilovolt, ces circuits d'alimentation peuvent générer des champs électriques de forte intensité dangereux. Les travaux sur les circuits basse et haute tension doivent être réalisés par des personnes habilitées.

► Les risques mécaniques

La mise en œuvre des lasers, notamment dans l'industrie, fait appel à des technologies de transport mécanique d'éléments mobiles. Les vitesses et les accélérations de ces systèmes peuvent être la cause de collisions. La présence de câbles et de tuyaux de transport de fluide à proximité ou dans la machine peut provoquer la chute ou engendrer des comportements à risques.



► Incendies et explosions

Les lasers, même de faible puissance, peuvent causer des incendies ou des explosions, notamment lorsque le faisceau est fortement concentré dans un milieu inflammable comme les gaz ou les fortes concentrations de poussières. Il peut également enflammer les vêtements.

► Les risques chimiques

La dégradation thermique des matériaux à transformer entraîne bien souvent une pollution chimique. Elle peut se présenter sous la forme d'aérosols ou de gaz toxiques.

Les fumées des métaux lourds sont créées essentiellement lors de la découpe (et dans une moindre mesure le soudage) d'alliages pour l'aéronautique ou des métaux à base zinc.

Parmi les éléments potentiellement dangereux on peut citer: le Manganèse, le Cobalt, le Zinc, le Béryllium, le Nickel,...

Pendant la découpe de polymères, une grande variété de substances dangereuses est émise. La dégradation à haute température entraîne une augmentation des hydrocarbures aromatiques de type Benzène ou polycycliques (cancérogènes) et des hydrocarbures polynucléaires polyhalogénés (dioxines, furanes). Certains matériaux peuvent entraîner des émissions de cyanure, de chlorure d'hydrogène (PVC) qui sont toxiques, d'isocyanate (PU) et d'acrylates (PMMA) reconnus comme irritants.

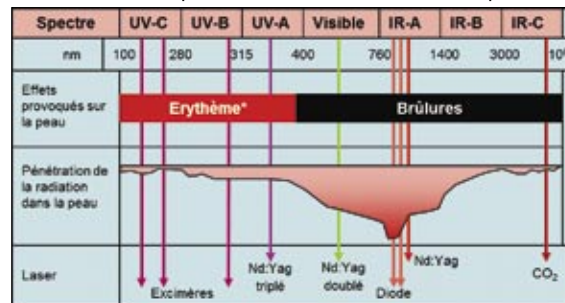
Pour les lasers CO₂, la lentille de focalisation est en sélénium de zinc (ZnSe). Cette lentille d'aspect jaune peut également être la cause de danger chimique grave, notamment lors de la casse ou de la pyrolyse (décomposition) de cet élément sous l'effet du faisceau. Dans tous les cas, il est recommandé de manipuler le ZnSe avec grande précaution, et si possible, muni de gants de protection.

■ Les risques dus au rayonnement laser

Le rayonnement laser peut être dangereux pour la peau et les yeux. Le danger peut provenir d'un faisceau direct ou, comme dans la majorité des accidents recensés, d'un faisceau réfléchi sur une surface polie ou diffusante.

► Les effets sur la peau

La peau est naturellement capable de résister à des expositions supérieures à celles de l'œil. L'érythème est une affection occasionnée par une exposition aux rayons ultra-violets de forte intensité. Il est caractérisé par une rougeur prononcée. La brûlure est une destruction partielle ou totale du derme et de l'épiderme.



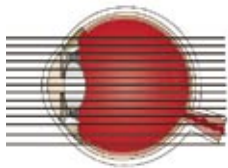
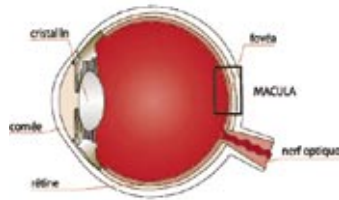
► Les effets sur l'œil

Le degré d'atteinte de l'œil est fonction des caractéristiques du laser, du temps d'exposition, de la distance et des propriétés optiques des différents milieux oculaires. Les effets sont également liés aux types d'exposition de l'œil au faisceau :

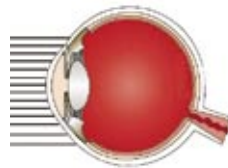


■ Structure de l'œil

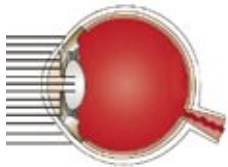
L'œil est un organe qui permet à un être vivant de capter la lumière pour ensuite l'analyser et interagir avec son environnement.



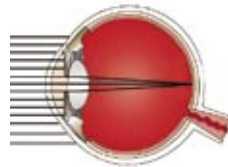
Micro ondes et rayonnement ionisant :
Le rayonnement traverse tous les tissus.



Ultra Violet lointain et Infrarouge lointain (Laser CO₂) : Les premiers tissus frappés par le faisceau absorbent totalement le rayonnement.



Proche Ultra Violet (Laser excimère et Nd:YAG Triplé) : Une partie du rayonnement atteint le cristallin.



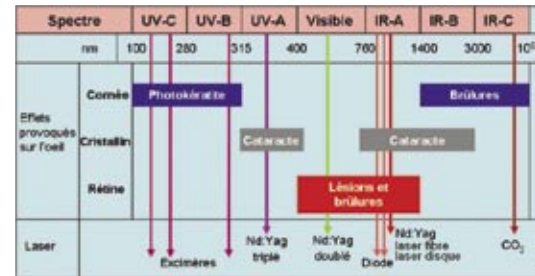
Visible et proche infrarouge (laser HeNe, Argon, Nd:YAG, diodes, fibre, disque,...) : Le rayonnement est focalisé sur la rétine générant une très forte densité d'énergie.

Les cas d'interaction de l'œil avec des rayonnements laser visibles et infrarouge A sont les plus dangereux. Dans ces cas, la densité d'énergie du rayonnement peut être amplifiée 500000 fois par l'œil. Même une faible réflexion spéculaire ou diffuse peut provoquer un échauffement des tissus, une brûlure et une lésion de la rétine. Les fonctions visuelles à l'endroit de l'impact sont irrémédiablement perdues. Les impacts au niveau de la fovéa sont les plus graves car elles entraînent une diminution sensible de l'acuité visuelle.

Un pointeur laser équipé d'une diode laser à 632nm (faisceau rouge) de 1mW (classe 2) produit un éclairement de 100 W/cm² sur la rétine... Soit 100 fois plus que le soleil !!!

► Effets physiologiques des rayonnements laser sur l'œil

Valeur Limite d'Exposition



Le décret 2010-750 définit la Valeur Limite d'Exposition(VLE) comme le niveau du rayonnement laser maximal auquel des personnes peuvent être exposées dans des conditions normales sans subir d'effets nuisibles immédiats ou à long terme. Les VLE sont mesurées au niveau de la peau et de la cornée, et se déterminent en fonction de la longueur d'onde, de la durée et des conditions d'exposition. En utilisation normale d'un système laser (production par exemple),

ces valeurs ne doivent en aucun cas être dépassées. Pour les travaux nécessitant un dépassement de ces valeurs (réglages, entretien, maintenance, interventions médicales,...), des mesures particulières de protection doivent être mises en place.

Les équipements de protections collectifs seront alors toujours préférés aux équipements de protection individuels.

Lasers	Impulsion	VLE	
		œil	peau
Diode (pointeur rouge)	Continu	25 W/m ²	30 000 W/m ²
CO₂	Continu	1 000 W/m ²	1 000 W/m ²
Laser solide 1050 ≤ λ ≤ 1400	t = 10 ns t = 10 μs t = 1 ms	0,05 J/m ² 0,05 J/m ² 0,5 J/m ²	1 000 J/m ² 3 092 J/m ² 9 780 J/m ²
Excimère	Pulsé	30 J/m ²	30 J/m ²

L'exposition des travailleurs ne peut dépasser les valeurs limites d'exposition pour les rayonnements lasers (Code du travail : Art. R. 4452-6).

■ La classification des lasers

En raison de l'étendue des valeurs possibles pour la longueur d'onde, l'énergie et les caractéristiques des impulsions d'un faisceau laser, les risques causés par leur utilisation sont très variables. Une classification des lasers en fonction de leur Limite d'Émission Accessible (LEA) a été définie. La Limite d'Émission Accessible définit le niveau de rayonnement laser accessible par un individu au cours du fonctionnement, de l'entretien et du réglage du laser. Cette classification s'applique à la source, à l'appareil ou à la machine laser.

SÉCURITÉ LASER



DES **FORMATIONS ADAPTÉES**
À CHAQUE CATÉGORIE
DE PERSONNEL

- NIVEAU 1** • Personne Informée en Sécurité Laser
- NIVEAU 2** • Personne Exposée aux Risques Laser
- NIVEAU 3** • Personne Compétente en Sécurité Laser
- OPTION**
AU NIVEAU 3 • Kit de sensibilisation à la Sécurité Laser

Nos formations sont labellisées CNSO (Comité National de Sécurité Optique)

IREPA LASER
CENTRE DE FORMATION LASER
www.irepa-laser.com



■ Tableau de classification des lasers

Classe 1 **Aucun risque pour les yeux** **et la peau.**

Les produits laser de la classe 1 sont considérés comme sûrs dans des conditions normales d'utilisation. Outre des lasers et des produits laser de faible puissance, les produits laser de la classe 1 incluent également les produits intégrés qui renferment une classe supérieure de laser comme la plupart des machines industrielles de traitement par laser.

Classe 1M **$302,5 \text{ nm} \leq \lambda \leq 4\ 000 \text{ nm}$** **Faible risque pour les yeux.** **Aucun risque pour la peau.**

Les produits lasers de la classe 1M sont considérés comme sûrs dans des conditions normales d'utilisation, y compris l'observation directe du faisceau laser, mais seulement à condition que l'utilisateur n'emploie pas d'optiques qui pourraient concentrer la puissance du laser dans l'œil.

Classe 1C

Appareils à laser destinés à une application directe du rayonnement laser sur la peau ou les tissus corporels internes dans le cadre de procédures médicales, de diagnostic, thérapeutiques ou cosmétiques comme l'épilation, la réduction des rides et de l'acné. Bien que le rayonnement laser émis puisse être aux niveaux des classes 3R, 3B ou 4, les expositions oculaires sont empêchées grâce à un ou plusieurs moyens techniques.

Classe 2 **$400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 700 \text{ nm}$** **(visible)** **Faible risque pour les yeux.** **Aucun risque pour la peau.**

Les produits lasers de la classe 2 sont considérés comme ceux émettant de la lumière visible pour lesquels la réponse de défense naturelle à une forte lumière (réflexe palpébral) évite un dommage rétinien, y compris l'observation directe du faisceau laser avec des optiques qui pourraient concentrer la puissance du laser dans l'œil. Cependant ces lasers présentent un risque d'éblouissement.

Classe 2M **$400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 700 \text{ nm}$** **(visible)** **Faible risque pour les yeux.** **Aucun risque pour la peau.**

Les produits lasers de la classe 2M sont considérés comme ceux émettant de la lumière visible pour lesquels la réponse de défense naturelle à une forte lumière (incluant le réflexe palpébral) évite un dommage rétinien en cas d'observation directe du faisceau laser, comme pour les produits laser de la classe 1M, à condition seulement que l'utilisateur n'emploie pas d'optiques qui pourraient concentrer la puissance du laser dans l'œil.

Classe 3R **$302,5 \text{ nm} \leq \lambda \leq 10^6 \text{ nm}$** **Risque modéré pour les yeux.** **Faible risque pour la peau.**

Le risque de dommage pour l'observation directe d'un faisceau laser de classe 3R reste faible, mais de plus grandes précautions sont nécessaires lors de l'utilisation de ces lasers pour éviter une exposition directe à l'œil, en particulier pour les lasers invisibles de classe 3R.

Classe 3B **Exposition directe** **dangereuse pour les yeux.** **Risque de faible brûlure** **pour la peau.**

Les produits lasers de la classe 3B sont considérés comme ceux pour lesquels l'exposition directe à l'œil est dommageable, même en prenant en compte les réponses de défense naturelle, mais la lumière diffuse du laser est normalement sûre. Les lasers de plus forte puissance de classe 3B présentent également un risque pour la peau mais la réponse de défense naturelle à un échauffement localisé évite généralement une brûlure de la peau.

Classe 4 **Risque élevé pour les yeux** **et la peau.**

Les produits lasers de la classe 4 sont considérés comme ceux pour lesquels l'exposition directe à l'œil et à la peau est risquée, et la lumière diffuse peut être dommageable pour les yeux. Ces lasers comportent également un risque d'incendie.



■ Normes et réglementations

Les normes, prescriptions, directives de sécurité et d'hygiène et les règles de l'art à appliquer lors de la conception, de la construction, du montage, de l'aménagement et de l'exploitation des installations à laser sont les normes européennes (EN) et les directives afférentes les plus récentes en vigueur.

► Directives

- Directive européenne "EPI" n° 89/686/CEE du 21 décembre 1989, modifiée par les directives 93/68/CEE du 22 juillet 1993, 93/95/CEE du 29 octobre 1993 et 96/58/CE du 3 septembre 1996
- Directive européenne "Machines" n° 2006/42/CE du 17 mai 2006.

► Réglementation française

- Décret 2010-750 modifiant le code du travail : livre IV, titre V, Chapitre II, Prévention des risques d'exposition aux rayonnements optiques artificiels. Art R 4452-1 à 4452-31 (Transcription de la directive 2006/25/CE " Rayonnements optiques artificiels ")
- Décret n°2007-665 du 2 mai 2007 relatif à la sécurité des appareils à laser sortant.
- Décret n° 2012-1303 du 26 novembre 2012 fixant la liste des usages spécifiques autorisés pour les appareils à laser sortant d'une classe supérieure à 2.
- Arrêté du 11 décembre 2009 modifiant le règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public. (lasers de spectacle)

► Normes

- NF EN 60825-1 octobre 2014 - Sécurité des appareils à laser
 - > Partie 1 : Classification des matériels et exigences
- NF EN 60825-3 (mars 08) - Sécurité des appareils à laser
 - > Part 3: Guidance for laser displays and shows.
- NF EN 60825-4 /A1/A2(Décembre 11) - Sécurité des appareils à laser
 - > Partie 4 : Protecteur pour lasers

CEI/TR 60825-8 (Décembre 2006) - Sécurité des appareils à laser
- Part 8 :Guidelines for the safe use of laser beams on humans (Médical; en anglais)

CEI/TR 60825-14 (Février 2004) Sécurité des appareils à laser
- Part 14 : A user's guide (guide de l'utilisateur; en anglais)

NF EN 207 (Juin 2010) Protection individuelle de l'œil
Filtres et protecteurs de l'œil contre les rayonnements laser (lunettes de protection laser)

NF EN 208 (Février 2010) Protection individuelle de l'œil
Lunettes de protection pour les travaux de réglage sur les lasers et sur les systèmes laser (lunettes de réglage laser)

NF EN ISO 11553-1 (Février 2009) Sécurité des machines - Machines à laser
- Partie 1 : Prescriptions générales de sécurité

NF EN ISO 11553-2 Février 2009 Sécurité des machines - Machines à laser
- Partie 2 : Exigences de sécurité pour dispositifs de traitement laser portatifs

► Obligations de l'employeur

En s'assurant qu'il en a les compétences dans son entreprise, l'employeur doit évaluer les risques résultant de l'exposition aux rayonnements optiques artificiels.

En cas de dépassement des valeurs limites d'exposition, l'employeur est tenu de mettre en œuvre un plan d'action visant à ramener l'exposition en deçà de ces valeurs limites. Cette évaluation est renouvelée périodiquement, notamment lorsqu'une modification des installations ou des modes de travail est susceptible de faire varier les niveaux d'exposition aux rayonnements.

L'employeur doit établir une notice de poste pour chaque poste



de travail ou situation de travail où, d'après les résultats de l'évaluation des risques, les travailleurs sont susceptibles d'être exposés à des rayonnements optiques artificiels dépassant les valeurs limites d'exposition. La notice est destinée à informer les travailleurs des risques auxquels leur travail peut les exposer et des dispositions prises pour les éviter. Elle rappelle en particulier les règles de sécurité applicables et les consignes relatives à l'emploi des équipements de protection collective ou individuelle.

L'employeur doit mettre en place des fiches d'expositions pour les personnels exposés (maintenance par exemple).

► Obligations du travailleur

- Ne pas diriger volontairement le faisceau vers une personne
- Ne jamais garder volontairement l'œil dans le faisceau (même lors de l'alignement)
- Utiliser un laser de classe 1 ou 2 pour les alignements
- Choisir et porter des lunettes de protection appropriées
- Porter les lunettes quand il y a un risque de réflexion
- Porter des vêtements de protection si exposition à un laser de classe 3B ou 4
- Atténuer au maximum le faisceau (par filtres et diaphragme) chaque fois que l'émission maximale n'est pas nécessaire
- Déclencher un tir seulement après s'être assuré que personne n'est en danger
- Réduire au minimum le nombre de personnes présentes
- Réserver l'accès au personnel expérimenté et formé
- Prendre en charge les visiteurs
- Enlever tout objet réfléchissant apparent (montre, stylo, bijoux, etc.)
- Consulter les services médicaux rapidement en cas d'accident

► Surveillance médicale

■ Visite d'aptitude à l'embauche

Un travailleur ne peut être affecté à des travaux où il est susceptible d'être exposé à des rayonnements optiques artificiels dépassant les valeurs limites d'exposition de la classe 2 que s'il a fait l'objet d'un examen médical préalable par le médecin du travail. Le but de cette visite est de mettre en évidence d'éventuelles pathologies préexistantes, notamment ophtalmologiques, pouvant entraîner l'inaptitude au travail sur appareil ou machine laser.

■ Suivi médical

Le médecin du travail constitue et tient pour chaque travailleur susceptible d'être exposé à des rayonnements optiques artificiels un dossier individuel de suivi médical spécifique. L'état ophtalmologique de la personne doit être comparé régulièrement à l'état observé lors de sa précédente visite d'aptitude.

S'il existe une présomption que des lésions oculaires aient pu être créées par un rayonnement laser, l'exploitant doit veiller à ce que la victime se présente sans délai auprès d'un médecin compétent.

► Les protections collectives

Les protections collectives doivent être privilégiées face aux protections individuelles.

- Pour les lasers de classe égale ou supérieure à 3B, un local spécifique doit être conçu avec balisage et signal lumineux indiquant l'état de marche du laser.
- Ce local ne doit être accessible qu'aux personnes autorisées et équipées de lunettes de protection adaptées.
- Pour les machines laser, le faisceau doit être protégé au maximum. Le faisceau ne doit pas être accessible.
- Le faisceau doit être arrêté dès l'ouverture d'un capot ou d'une porte qui rendrait le faisceau laser accessible.

■ Pour les cas où le faisceau laser peut être rendu accessible (maintenance), une zone de danger laser doit être matérialisée et protégée par des écrans opaques au faisceau, et l'accès limité aux personnes autorisées et équipées de lunettes de protection adaptées.

■ Une fibre optique transmettant un faisceau laser doit être considérée comme une source laser.

■ Les causes de réflexion et de diffusion accidentelles de faisceau laser doivent être supprimées (petits objets réfléchissants, cloisons, revêtements de sol,...).

■ Les réflexions spéculaires ou diffuses sur les pièces à travailler ou leurs supports doivent être interceptées.

■ Éviter les matériaux inflammables dans la zone laser.

■ Le sol doit être libre d'obstacles.

■ Eclairage suffisant (500 lux minimum).

► Les protections individuelles

La mise à disposition et l'utilisation de protections individuelles, telles que lunettes ou gants, ont pour but de pallier à une protection collective qui s'avère impossible à mettre en place en cas d'intervention brève ou ponctuelle.

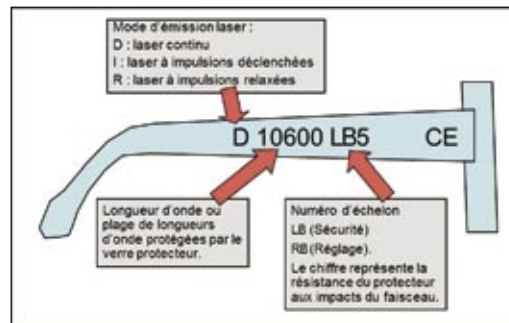
■ Les lunettes de protection

Les lunettes vendues en Europe doivent porter le marquage CE, attestant qu'elles sont conformes aux exigences essentielles de sécurité de la directive européenne n°89/686/CEE relative aux équipements de protection individuelle.



En outre, les normes NF EN 207 et NF EN 208 définissent des

spécifications et des méthodes d'essais. Elles imposent également un marquage d'identification.



Quelle que soit la qualité des lunettes, il est formellement interdit de regarder dans l'axe du faisceau.

■ Conduite à tenir en cas d'accident

- Mettre en sécurité la machine laser (arrêt d'urgence)
- Prendre en charge la personne accidentée et l'allonger en maintenant la tête plus haute que le reste du corps
- Prévenir les secours
- Préciser la partie du corps atteinte
- Identifier le laser (classe, énergie, longueur d'onde, rayon direct ou réflexion)
- En cas d'atteinte aux yeux, mettre plusieurs compresses sur chacun des 2 yeux pour empêcher la lumière de pénétrer. Les fixer avec une bande de gaze
- Faire subir un examen ophtalmologique immédiatement et renouveler après 15 jours.

■ Signalisation et étiquetage

► Indication minimum

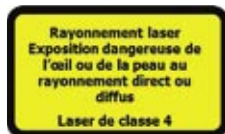
- Une plaque d'avertissement de danger (à partir de la classe 2)

- Une plaque indicatrice de la classe avec le texte d'avertissement correspondant (à partir de la classe 1M)

- Une plaque indicatrice d'ouverture (à partir de la classe 3R) tout près de chaque ouverture à travers laquelle est émis un rayonnement laser supérieur aux limites de la classe 2.

- Une plaque signalétique d'identification du laser

- Une plaque signalétique d'identification du fabricant



■ Documentation et bibliographie

- *Le laser* - Fabien Bretenaker – Nicolas Treps – EDP Sciences - 2010
- *Les lasers – Le point des connaissances sur...* - INRS – 2004
- *Rayonnements lasers - Principe, application, risque et maîtrise du risque d'exposition* - INRS – 2010
- *Évaluation et prévention des risques optiques induits par le nettoyage laser des bâtiments - Risques et Prévention* - Cahier de notes documentaires INRS – 2004
- *Risques biologiques dus aux lasers* - CRAM Centre – P. Caillard - 2002
- *Attention : rayonnement laser !* - SUVAPRO – 2010 - (Suisse)
- *Rayonnements optiques artificiels* - Steven Van Cauwenberghé – 2010 – Editions Kluwer - (Belgique)
- *Nombreuses informations sur www.cnso.fr*

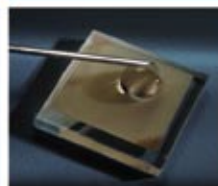
IREPA LASER
INSTITUT CARNOT MICA

PROCÉDÉS LASER INDUSTRIELS ET MATÉRIAUX

SOCIÉTÉ DE RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT INDUSTRIELS fondée en 1982



FABRICATION ADDITIVE
SOUDAGE MÉTALLIQUE
SOUDAGE DE POLYMÈRES
FONCTIONNALISATION DE SURFACE
SÉCURITÉ LASER



■ NOS SERVICES SUR MESURE

- Études
- Ingénierie
- Formation

www.irepa-laser.com