

**Direction des Risques Professionnels
Laboratoire Interrégional de Chimie de l'Ouest**

UTILISATION EN SECURITE DES POSTES DE SOUDAGE LASER MANUEL

La technologie du soudage laser manuel est actuellement en fort développement à la faveur de prix d'équipements proches des procédés classiques. Cette technologie offre de nombreux avantages comme la rapidité d'exécution, un geste technique simplifié, un parachèvement limité et une grande qualité et résistance des soudures réalisées. Elle utilise des lasers de classe 4 à forte énergie travaillant dans l'infrarouge. Ce matériel nécessite des précautions particulières avant achat et lors de l'utilisation pour limiter les risques sur la santé et la sécurité. Elle génère de nouveaux risques peu ou pas identifiés par les utilisateurs.

1. Risque étudié : effets des lasers sur la santé

a. Risques pour les yeux

Ces effets constituent un risque majeur et sont fonction principalement des caractéristiques physiques du laser et de facteurs dépendant des propriétés optiques des différents milieux oculaires.



b. Transmission des rayonnements par les milieux oculaires

Ces milieux transparents transmettent bien les rayonnements visibles, moins bien ceux du proche infrarouge et absorbent considérablement les rayonnements ultraviolets (surtout UVB et UVC) ainsi que les rayonnements infrarouges moyens et lointains IRB / IRC. L'épithélium pigmentaire de la rétine ainsi que la choroïde, qui tapissent le fond de l'œil, absorbent fortement les rayonnements incidents de lumière visible, plus particulièrement ceux dont les longueurs d'onde sont courtes et, à un degré moindre, les infrarouges proches IRA.

Les rayonnements ultraviolets moyens et lointains UVB / UVC, absorbés par les parties antérieures de l'œil, peuvent provoquer une kératoconjunctivite (inflammation de la cornée et de la conjonctive). Ce risque n'est guère encouru que pour les lasers UV, dont les excimères. Les UVB sont susceptibles de provoquer une lésion du cristallin à la suite d'une seule exposition, contrairement aux UVA dont l'action cataractogène n'apparaît qu'après des expositions chroniques.

Les rayonnements infrarouges moyens et lointains IRB / IRC sont susceptibles d'occasionner des brûlures de la cornée. Pour des longueurs d'onde comprises entre 0,8 et 2,0 μm , ils peuvent également entraîner l'apparition d'une cataracte dans le cas d'exposition prolongée avec des éclaircissements énergétiques importants.

c. Risques pour la peau

Le risque de dommages à la peau dépend du type de laser, de la puissance du faisceau laser et de la durée de l'exposition. Ils peuvent aller de la brûlure localisée à la lésion profonde.

Le danger du rayonnement laser pour la peau résulte essentiellement de ses effets thermiques qui sont fonction tant de la surface stimulée que de la région du corps exposée, de sa vascularisation et de la pigmentation.

Outre la **longueur d'onde** du rayonnement, d'autres facteurs de nature physique interviennent : essentiellement l'**énergie** (dans le cas d'impulsions) et la **puissance** (dans le cas des lasers continus). Encore faut-il noter que l'énergie absorbée peut être en partie évacuée par rayonnement calorifique ou par l'intermédiaire de la circulation sanguine.

En cas d'exposition accidentelle, les effets induits varient d'un érythème bénin (faible rougeur de la peau) à la phlyctène (ampoule ou cloque) pour toutes les longueurs d'onde du spectre.

Les rayonnements ultraviolets UVB / UVC ainsi que les infrarouges IRB / IRC sont les plus agressifs car, ils sont fortement absorbés à la surface de la peau, voire plus profondément dans le cas du laser YAG. Une exposition à ces rayonnements sous forme d'impulsions courtes et de grande puissance de crête peut engendrer une carbonisation superficielle de couleur grise de la couche cornée de l'épiderme. Toutefois, l'exposition à des éclairagements énergétiques particulièrement intenses, comme ceux émis dans l'IRC par certains lasers CO₂, peut induire une lésion profonde susceptible, dans certains cas, d'atteindre l'os.

d. Autres risques

L'utilisation de lasers peut également entraîner des risques d'incendie, électriques, électromagnétiques et chimiques.

2. Mesures de prévention

Les équipements de travail utilisant des lasers sont classés selon leur dangerosité et relèvent de dispositions réglementaires spécifiques à la prévention des risques d'exposition aux ROA - rayonnements optiques artificiels (articles R. 4452-1 à R. 4452-31 du Code du Travail).

Les mesures de prévention à respecter, permettant une utilisation en toute sécurité, sont fonction de la classe du laser utilisé.

La réglementation fixe des mesures d'évaluation et de prévention, notamment les valeurs limites d'exposition (VLE) ainsi que diverses dispositions concernant la formation, l'information et la surveillance médicale des travailleurs susceptibles d'être exposés aux ROA (Rayonnement Optique Artificiel).

Avant l'acquisition, il est nécessaire de mener une réflexion en amont concernant le besoin afin d'établir un cahier des charges et d'anticiper l'aménagement du lieu de travail :

- s'assurer de l'absence d'autres procédés de travail n'exposant pas aux rayonnements optiques artificiels ou entraînant une exposition moindre pour atteindre le même objectif,
- orienter le choix de l'équipement en prenant en compte :
 - les dispositifs de sécurité intégrés,
 - l'intensité de l'émission de rayonnements optiques artificiels (distance nominale de danger oculaire),
 - les contraintes de maniabilité du "pistolet",
 - le captage des fumées,
- identifier une zone de travail spécifique dans laquelle utiliser l'équipement,
- aménager la zone de travail pour limiter au maximum l'exposition aux rayonnements optiques artificiels et d'incendie (voir chapitre « moyens de prévention »),
- avant utilisation, s'assurer de disposer d'une personne compétente en sécurité laser,
- faire vérifier l'installation par un organisme compétent,
- mettre en œuvre les mesures de prévention collective,
- former les utilisateurs aux risques.
- doter les utilisateurs des Équipements de Protections Individuels adaptés (yeux, mains, tête et voies respiratoires).

a. Exigences spécifiques concernant l'appareil et le responsable de la mise sur le marché

Chaque laser a une classe, indiquée par le constructeur, qui donne une idée de sa dangerosité. La norme EN60825-1 « Sécurité des appareils laser » précise les mentions à apposer sur les appareils pour chaque classe de laser.

La documentation fournie par les fabricants d'équipements lasers de soudage doit contenir des informations indispensables pour l'évaluation des risques, notamment :

- les caractéristiques et classe de l'équipement laser,
- les prescriptions d'utilisation et de sécurité pour les opérateurs en conditions d'utilisation normale,
- les interventions autorisées à l'utilisateur,
- les prescriptions d'interventions et de sécurité notamment pour les opérations de maintenance.

Spécificité des lasers de classe 4 : ce sont des appareils à laser pour lesquels l'exposition de l'œil et de la peau sont dangereuses (faisceau direct et réflexions spéculaires ou diffuses)

Ces lasers représentent aussi un danger d'incendie.

Les appareils à laser de classe 4 présentent intrinsèquement un risque de dépassement des valeurs limites d'exposition pour les yeux et la peau. Ainsi, un certain nombre de dispositions réglementaires en matière de prévention s'appliquent.

Des données techniques relatives au laser (puissance, longueur d'onde, paramètres de projection, mode d'exploitation) et à la distance de sécurité (NOHD = nominal ocular hazard distance) doivent être précisées.

b. Evaluation

Pour procéder à l'évaluation des risques et mettre en place des mesures de prévention adaptées, l'employeur peut se baser sur les règles de prévention établies pour les rayonnements lasers présentées dans les dossiers de l'INRS ainsi que sur la documentation fournie par le fabricant des équipements lasers.

L'employeur doit établir une notice de poste pour chaque poste de travail ou situation de travail. Cette 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.

c. Mesures de prévention collectives

Dispositifs concernant le poste de soudage laser :

- Il doit exister un dispositif technique sur le poste de soudage laser qui, en usage normal et en cas d'erreur, empêche l'émission involontaire du rayonnement laser (distance entre le laser et la pièce à usiner conforme à la notice d'instructions).
Il peut s'agir par exemple d'un dispositif de contrôle de la distance sans contact ou d'un système de surveillance des contacts entre le pistolet laser et la pièce à usiner. Ce dispositif technique ne doit pas pouvoir être facilement neutralisé.
- Interrupteur principal
L'installation laser doit être équipée d'un interrupteur principal actionné par une clé.
Lorsque l'opérateur de l'appareil à laser cesse de travailler et avant de quitter la zone contrôlée du laser, il doit :
 - mettre le commutateur à clé sur OFF,
 - retirer la clé et la ranger dans un endroit sûr afin d'empêcher tout personnel non autorisé et non formé d'utiliser l'appareil laser.
- Protection de mise en marche
Le bouton de commande du pistolet laser ne doit pas pouvoir être actionné involontairement.

Zone de travail

Le poste de soudage laser doit être installé dans une zone dédiée.

L'environnement de travail peut consister en un local dédié ou une aire délimitée par des cloisons, fixes ou mobiles (cabine, enceinte de protection...).

Il est considéré comme une zone à accès réservé au personnel autorisé et formé.

Si le poste de soudage laser est utilisé sur site de manière mobile (pour des interventions de maintenance ou des réparations...), la zone du laser doit être protégée au moyen de protecteurs pour lasers ou de rideaux de protection laser mobile et être raccordée à la commande de sécurité de l'installation laser. Son utilisation devra faire l'objet en amont d'une évaluation des risques pour application de mesures de prévention adaptées (prise en compte de la coactivité notamment).

La zone dédiée à l'utilisation de l'appareil doit présenter les éléments suivants :

- **Accès à la zone**

Le laser ne peut être utilisé que dans une zone fermée, repérée par un marquage et équipée de protecteurs pour lasers, avec accès contrôlé. Pour cela, l'ouverture de la porte peut être couplée au système de sécurité de l'installation laser.

L'accès à la zone dans laquelle a lieu le soudage laser doit être limité : seules des personnes autorisées et formées peuvent y avoir accès ou y être présentes.

La présence dans la zone durant l'opération de soudage doit être limitée aux seules personnes nécessaires. Idéalement, l'opérateur peut être observé et surveillé depuis l'extérieur de la salle de la zone laser à l'aide d'une caméra.

- **Signalisation des zones d'émission laser**

Une signalétique adaptée doit être mise en place à chaque accès à la zone, indiquant la présence d'un laser et son niveau de risque. Cette signalétique doit être clairement visible et lisible. Elle comprend :

- le pictogramme « Risque laser »,
- présence des informations :
 - o Danger – Rayonnement laser.
 - o Exposition dangereuse de l'œil ou de la peau au rayonnement direct ou diffus.
 - o Appareil à laser de classe 4



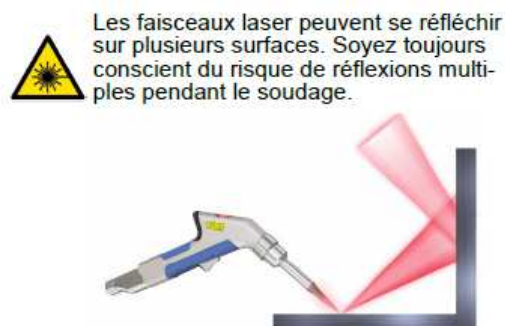
Il est conseillé pour les lasers de puissance, de placer un panneau d'interdiction d'approche aux porteurs d'implants actifs.

L'état de fonctionnement du laser doit être visible tant à l'extérieur qu'à l'intérieur de la zone de surveillance du laser : une signalisation lumineuse avertissant de la mise en route du laser doit être mise en place aux accès.

Si plusieurs lasers de classe 4 sont utilisés dans la zone, le voyant lumineux doit être activé dès qu'une des sources est sous tension.

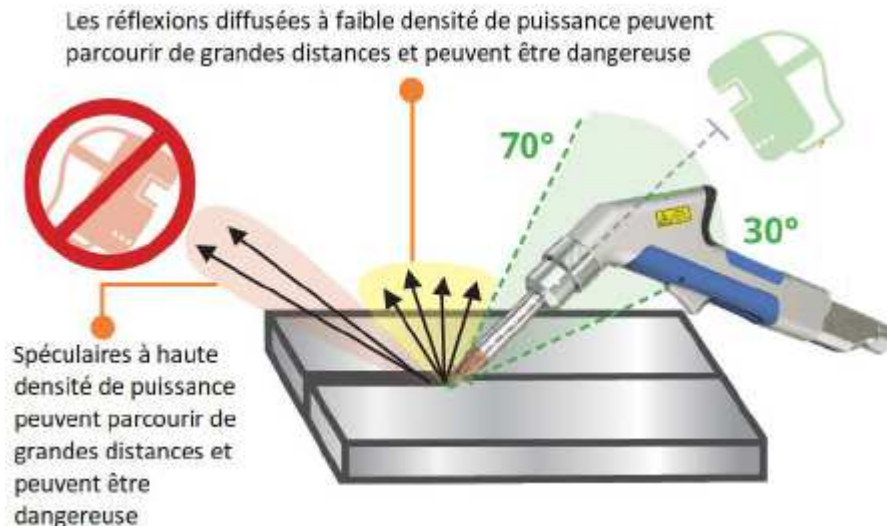
Quand cela est possible, il est recommandé d'asservir le voyant lumineux à l'alimentation du laser.

Eviter la présence de surfaces métalliques réfléchissantes dans la zone afin de limiter le risque de réflexions multiples.



Source : Guide utilisateur IPG Photonics

- **Obligation du port des EPI (voir § mesures de protections individuelles)**
- **Portes et fenêtres non situées dans l'axe du faisceau laser,**
- **Évitement des réflexions du faisceau primaire vers l'opérateur,**
Les réflexions du faisceau primaire vers l'opérateur, et en particulier les réflexions spéculaires, doivent être évitées.



Source : Guide utilisateur IPG Photonics

À cette fin, les surfaces sur lesquelles le faisceau laser pourrait se réfléchir ainsi, doivent être éliminées autant que possible et les matériaux sur lesquels le faisceau laser pourrait impacter, doivent être choisis et dimensionnés de façon à absorber l'énergie.

Les revêtements des murs et cloisons doivent être non réfléchissants, mats et, notamment pour les lasers de classe 4, non inflammables. Il ne doit pas y avoir de surfaces polies.

La présence d'objets réfléchissants dans le local et le port de bijoux sont à proscrire.

- **Prévention des risques d'incendie**
Lors de l'utilisation des postes de soudage laser de classe 4, il faut éliminer les possibilités d'impact du faisceau sur des matériaux inflammables (bois, papier, tissus ou matières plastiques) qui peuvent être à l'origine d'incendies.
- **Captage des émissions polluantes**
Les fumées de soudage de métaux présentent des effets néfastes pour la santé et être à l'origine de pathologies professionnelles. Les risques concernent non seulement les soudeurs, mais également les personnes qui travaillent à proximité.

Il convient d'installer un dispositif de ventilation par aspiration localisée spécifiquement adapté au poste de travail (à la technique de soudage employée, aux pièces à souder, à l'environnement et aux conditions de travail, etc.).

L'air chargé de fumées doit être rejeté à l'extérieur.

- **Eclairage minimal de 500 Lux**

L'éclairage doit être le plus élevé possible (minimum recommandé de 500 lux) pour maintenir une vision suffisante à travers les lunettes de sécurité et pour réduire l'ouverture de la pupille.

Il existe des restrictions ou interdictions d'utiliser des postes de soudage laser dans les environnements pollués par les hydrocarbures, environnements soumis à des vibrations, de la corrosion, des émissions sonores hautes fréquences, des environnements humides ou contenant de fortes concentrations d'oxydes de carbone, d'azote et de soufre.

d. Mesures de protections individuelles

Les lésions sur l'œil sont les principaux risques liés à l'utilisation des lasers. Le degré d'atteinte est fonction des caractéristiques du laser, du temps d'exposition, de la distance et des propriétés optiques des différents milieux.

Dans la zone laser, les salariés doivent obligatoirement porter des équipements de protection individuelle (EPI) qui protègent la peau et les yeux contre les rayons laser.

Cet équipement comprend des lunettes de protection laser **et** un casque de soudage auto-obscureissant avec les filtres appropriés/ou un casque de protection laser, des gants ainsi que des vêtements appropriés.

L'EPI doit être certifié et choisi selon le type de laser.

- **La protection individuelle des yeux**

L'emploi de lunettes de protection est indispensable pour des postes de travail où il existe un risque d'atteinte oculaire en direct ou en réfléchi : impossibilité de canaliser le faisceau laser et ses éventuelles réflexions, dérèglements accidentels, opérations d'entretien, ...

On y ajoutera un casque enveloppant dont le filtre doit bloquer les longueurs d'onde dangereuses qui peuvent être réfléchies par le bain de fusion et les pièces soudées (et donc protéger des rayonnements UV et IR).

Les lunettes existent sous plusieurs formes : lunette-masque à écran plat couvrant les deux yeux, lunettes à branches enveloppantes portables par-dessus des lunettes correctrices, lunettes classiques : elles doivent répondre à la norme NF EN 207.

Les lunettes laser sont conçues pour une longueur d'onde et une densité d'énergie maximale bien déterminées. Elles doivent porter le marquage CE, attestant de la conformité de l'ensemble de l'équipement (monture et verre) pour leur mise sur le marché européen.

Les informations suivantes se retrouvent sur le verre et/ou la monture :

- longueur d'onde (nm),
- type de rayonnement (continu (D), déclenchés (I), à impulsions relaxées (R) ou à modes couplés (M)),
- échelon d'atténuation (valeur LB pour la monture et/ou OD pour le verre) de 1 (faible) à 10 (fort).

La VLT ou valeur de transfert de lumière visible indique dans quelle mesure la lumière visible est transmise par les lunettes de sécurité laser. Une valeur élevée laisse passer plus de lumière qu'une valeur faible.

Les lunettes de protection n'ont pas de date de péremption, mais elles doivent être vérifiées et entretenues régulièrement (absence de rayures, de dépôts) et si nécessaire remplacées, car tout défaut affaiblit la protection procurée.

ATTENTION : les protections dédiées au soudage MIG/MAG ou TIG ne sont pas adaptées au soudage laser et inversement.

- **La protection de la peau**

La protection de la peau vis-à-vis du rayonnement laser direct et réfléchi et vis-à-vis des échauffements sur les pièces nécessite le port de gants et de vêtements de protection résistants au feu, à la chaleur et aux arcs électriques.

e. Mesures organisationnelles

Des obligations pour les employeurs concernant les rayonnements optiques artificiels (décret n° 2010-750 de juillet 2010) entraînent la nécessité d'assurer la maîtrise de la sécurité des installations laser.

L'employeur doit s'assurer qu'il dispose d'une personne compétente en sécurité laser.

Cette personne possède les connaissances nécessaires pour pouvoir évaluer et définir les mesures de prévention spécifiques à cette activité : conformité et vérification du matériel, local dédié avec accès restreint, protection des yeux et des surfaces visibles du soudeur, choix des EPI, formation des soudeurs, notices et consignes d'utilisation, habilitations...

Pour l'utilisation des appareils laser de classe supérieure à la classe 1, une formation du personnel à la sécurité laser est nécessaire.

- **information** des opérateurs des risques encourus lorsqu'ils travaillent sur des équipements lasers,
- **formation** des opérateurs à l'utilisation d'équipements lasers. La lecture du manuel d'instructions est obligatoire et il est très important de disposer de toutes les **informations relatives à la sécurité** et à l'utilisation de l'équipement.

f. Surveillance et aptitude médicales

L'employeur tient une liste actualisée des travailleurs susceptibles d'être exposés à des rayonnements optiques artificiels. Cette liste précise la nature de l'exposition, sa durée ainsi que son niveau, tel qu'il est connu, le cas échéant, par les résultats du calcul ou du mesurage.

L'employeur établit pour ces travailleurs une fiche d'exposition comprenant les informations suivantes :

- la nature du travail accompli ;
- les caractéristiques des sources émettrices auxquelles le travailleur est exposé ;
- la nature des rayonnements ;
- le cas échéant, les résultats des mesurages des niveaux de rayonnements optiques artificiels ;
- les périodes d'exposition.

En cas d'exposition anormale, l'employeur porte sur la fiche d'exposition la durée et la nature de cette dernière. Une copie de la fiche d'exposition est remise au médecin du travail. Elle est tenue à disposition, sur sa demande, de l'inspection du travail. Chaque travailleur intéressé

est informé de l'existence de la fiche d'exposition et a accès aux informations y figurant le concernant.

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 que s'il a fait l'objet d'un examen médical préalable par le médecin du travail.

La fiche médicale d'aptitude indique la date de l'étude du poste de travail et celle de la dernière mise à jour de la fiche d'entreprise.

Lorsqu'une exposition au-delà des valeurs limites est détectée ou lorsque la surveillance médicale fait apparaître qu'un travailleur est atteint d'une maladie ou d'une anomalie susceptible de résulter d'une exposition à des rayonnements optiques artificiels, le médecin du travail informe le travailleur des résultats le concernant et lui indique les suites médicales nécessaires. Il détermine la pertinence et la nature des examens éventuellement nécessaires pour les travailleurs ayant subi une exposition comparable.

Quand une maladie ou une anomalie mentionnée à l'article R. 4452-29 lui est signalée par le médecin du travail, une nouvelle évaluation des risques est réalisée par l'employeur.

3. Document de référence

Les recommandations sont essentiellement basées sur les documents et dossiers INRS :



[Rayonnements lasers \(ED6071\)](#)

Principe, application, risque et maîtrise du risque d'exposition



[Dossier rayonnement Laser - INRS](#)