

8. Les risques associés et leur prévention

8.1. Risque électrique

Le fonctionnement du laser nécessite une source électrique pour alimenter les dispositifs de pompage optique ou électrique. Pour les lasers de puissance, il s'agit la plupart du temps de haute tension pouvant s'élever jusqu'à plusieurs kilovolts.

Une attention particulière doit être portée aux lasers impulsions contenant des batteries de condensateurs de fortes capacités qui peuvent conserver la charge longtemps après la mise hors tension de l'alimentation.

Le risque électrique comprend le risque de contact, direct ou non, avec une pièce nue sous tension, le risque de court-circuit, et le risque d'arc électrique. Ses conséquences sont l'électrisation (passage d'un courant électrique dans le corps) voire l'électrocution (entraînant la mort) mais aussi l'incendie, voire l'explosion. Le seuil de dangerosité pour l'homme dépend des niveaux de tension et de courant rencontrés.

Une électrisation peut être plus ou moins grave selon la fréquence, l'intensité, la durée de passage dans le corps du courant mais aussi la surface de la zone de contact, l'état de la peau (sèche, humide, mouillée...) et la nature du sol.

La grande majorité des lasers utilisent des courants élevés allant de 1 à 500 A.

D'une manière générale, les alimentations électriques, de même que les montages expérimentaux, doivent présenter un niveau d'isolement approprié et être réalisés de façon à rendre impossible l'accès aux pièces nues sous tension. Toutes les masses conductrices doivent être reliées à la terre par le conducteur de protection du réseau de distribution. Les règles de conception et d'installation doivent être respectées et les installations doivent être vérifiées périodiquement.

Dans le cas des installations lasers 3B et 4, la prévention des risques « électrique » et « incendie » impose l'installation d'un dispositif de coupure d'urgence visible et facilement accessible à toute personne. Dans certains cas, il peut être installé un bouton d'arrêt d'urgence ne coupant que la partie dangereuse de l'équipement (par exemple en isolant la partie haute tension, uniquement). Cet arrêt d'urgence permet également à un sauveteur secouriste du travail de se mettre facilement en sécurité en cas d'accident corporel.



Domaines de tension	Valeur de la tension U (en Volts)		Nature des risques	Exemple de tension d'alimentation de laser
	Courant alternatif	Courant continu		
Très Basse Tension (TBT)	$U \leq 50$	$U \leq 120$	Très peu de risque d'électrisation	Diode laser basse puissance (5 - 80 V CC)
Basse Tension (BT)	$50 < U \leq 1000$	$120 < U \leq 1500$	Risque important d'électrisation et risque d'électrocution	Laser pompé par flash (100 - 1500 V)
Haute Tension (HT)	$U > 1000$	$U > 1500$	Risque important d'électrocution	Laser à gaz (2000 à 6000 V)

Tableau 4 Seuils de courant électrique et niveaux de danger correspondants

Intensité du courant	Effet sur l'organisme
0,5 mA	Perception cutanée
5 mA	Secousse électrique
10 mA	Contracture entraînant une incapacité à lâcher prise
25 mA	Tétanisation des muscles respiratoires (asphyxie au-delà de 3 min)
40 mA pendant 5 secondes	Fibrillation ventriculaire
50 mA pendant 1 seconde	Fibrillation ventriculaire
2 000 mA	Inhibition des centres nerveux

Tableau 5 Effet du courant électrique alternatif en fonction de son intensité sur l'organisme humain

Une intervention sur une installation électrique doit être autant que possible effectuée hors tension et dans tous les cas par des personnes disposant d'une habilitation électrique adaptée. Dans le cas des lasers de puissance, l'intervenant doit prendre soin de décharger les condensateurs et les maintenir en court-circuit.

8.2. Risque lié à la présence de gaz

Des gaz sont présents dans les installations laser dans les cas suivants :

- le milieu actif du laser est un gaz, appelé gaz « lasant »,
- certains procédés lasers nécessitent l'utilisation de gaz d'assistance,
- certaines conditions d'interaction laser - matière produisent des éléments gazeux.

Le gaz « lasant » (gaz pur ou mélange) est enfermé dans une cavité, et est maintenu à basse pression (laser à hélium-néon, laser à argon ionisé...) ou à haute pression (laser à excimère).

Les gaz utilisés peuvent être irritants, nocifs, toxiques, et/ou inflammables. C'est le cas notamment des lasers à excimère, constitués de mélanges gazeux de krypton-fluor, argon-fluor ou encore de xénon-chlore. Dans la plupart des cas, les mélanges gazeux sont maintenus dans des cavités scellées (laser hélium-néon, certains lasers à CO₂...) et n'ont pas besoin d'être renouvelés, contrairement aux lasers à excimère et à certains lasers à CO₂ dont les mélanges ont une durée de vie limitée et nécessitent donc une alimentation en gaz (bouteille de gaz).

De la même manière, certains procédés d'interaction laser – matière, notamment pour les procédés d'usinage (découpe, perçage, soudage) font appel à l'utilisation de gaz d'assistance tels que l'azote, l'oxygène, l'argon, l'hélium en vue :

- d'améliorer l'efficacité du procédé,
- d'isoler le procédé de l'atmosphère ambiante,
- d'évacuer les scories formées sur les bords de coupe.

En cas de fuite de gaz, l'oxygène, en tant que comburant, peut favoriser le développement d'incendie. De même, une fuite de gaz neutre (azote, argon, hélium) engendre un risque d'anoxie en raison de la diminution de la teneur en oxygène de l'air.

Le risque de fuite lié à l'utilisation de gaz dans les procédés lasers est à prendre en considération et doit donner lieu à la mise en place de mesures de prévention.

Pour plus de précisions sur la prévention liée à l'utilisation des bouteilles de gaz, se reporter au [cahier de prévention « Équipements sous pression »](#).

8.3. Risque chimique

8.3.1. Lasers à colorants

Ces colorants se présentent sous la forme de poudre ou de liquide qui sont mis en solution dans des solvants puis injectés et mis en circulation dans l'installation laser.

Les plus couramment utilisés sont des rhodamines, coumarines, dicyanométhylène (DCM). Ce sont des agents chimiques dangereux qui peuvent être irritants, toxiques pour la reproduction...

Les solvants (éthanol, méthanol, DMSO...) dans lesquels ils sont mis en solution peuvent favoriser le passage des colorants à travers la barrière cutanée. Ils sont par ailleurs le plus souvent inflammables et peuvent présenter des risques de formation d'atmosphère explosive. De plus, ils peuvent également être toxiques, irritants...

L'utilisation de ces colorants nécessite la mise en œuvre de moyens de protection et de prévention adaptés :

- détenir les fiches de données de sécurité (FDS) des colorants et solvants utilisés ;
- préparer les colorants sous une sorbonne en état de marche ;
- porter les EPI adaptés pour éviter tout contact avec la peau et les yeux pendant la manipulation ;
- stocker les produits dans des armoires sécurisées et ventilées ;
- mettre en place un protocole pour la récupération et la gestion des déchets.

Pour plus de précisions sur la prévention liée à l'utilisation de produits chimiques, se reporter au [cahier de prévention « Risque chimique »](#).

8.3.2. Vapeurs, aérosols, poussières

Les processus d'interaction laser - matière (découpe, marquage, perçage, soudage, traitement thermique...) peuvent être à l'origine de l'émission de vapeurs, aérosols et poussières en quantité plus ou moins importante, due à la vaporisation et la décomposition des matériaux. Les produits de ces émissions peuvent s'avérer dangereux (toxiques, irritants voire CMR).

Les locaux abritant des installations laser susceptibles de générer ce type d'émissions doivent être équipés d'un système de ventilation

adapté ainsi qu'un dispositif d'aspiration/captation et filtration des vapeurs, aérosols et poussières de produits. Un contrôle régulier de l'atmosphère de travail doit être effectué.

8.3.3. Nature chimique des optiques

Les constituants des optiques peuvent également présenter des risques chimiques. A titre d'exemple, il est possible de rencontrer des éléments contenant du séléniure de zinc (ZnSe, toxique), des fluorures de calcium et de baryum (CaF₂ et BaF₂, irritants/toxiques), de l'arséniure de gallium (GaAs, toxique)...

Leur manipulation requiert le port de gants spécifiquement conçus pour se protéger du risque chimique.

► Exemples

- La découpe laser de PVC provoque l'émission d'acide chlorhydrique, toxique mais également néfaste pour le matériel environnant.
- La découpe de la cellophane, du papier et du bois entraîne l'émission de sous-produits normaux de la cellulose mais également l'émission d'esters, d'acides, d'alcools et de benzène.
- L'usinage de matières plastiques génère des substances potentiellement dangereuses pouvant entraîner des émissions de produits :
 - allergènes ou/et irritants : acrylates, isocyanates,
 - cancérogènes : benzène, certains HAP (Hydrocarbonés Aromatiques Polycycliques),
 - irritants des muqueuses respiratoires : acroléine, amines, formaldéhyde,
 - toxiques : cyanure, dérivés du benzène, monoxyde de carbone.
- Lors du soudage ou du brasage de métaux, il peut également y avoir émission de vapeurs de métaux lourds.

8.4. Exposition au bruit

Les alimentations électriques, circuits de refroidissement et pompes à vide peuvent générer un bruit continu important. Dans certains cas, les impacts laser et les décharges haute tension peuvent également produire un niveau sonore élevé. Le dépassement des valeurs limites d'exposition au bruit peut entraîner une baisse de l'audition. Par ailleurs, l'exposition régulière prolongée peut causer une fatigue excessive physique et psychologique, et des troubles somatiques (troubles cardio-vasculaires...).

Les valeurs inférieures d'exposition déclenchant l'action correspondent aux valeurs à partir desquelles des EPI (casques auditifs, bouchons...) sont mis à disposition.

Les valeurs supérieures d'exposition déclenchant l'action correspondent aux valeurs à partir desquelles des EPI doivent être portés.

Dans la mesure du possible, les sources de bruit sont déportées dans un autre local où la présence de personnels est occasionnelle. Les portes de ce local devant rester fermées, il doit être convenablement climatisé pour éviter l'échauffement des équipements. Les équipements bruyants qui doivent rester à proximité du laser peuvent être installés dans un caisson d'insonorisation.

En dernier recours, les utilisateurs sont équipés de protections individuelles : bouchons d'oreilles, casques anti-bruit. Dans ce cas, les alarmes sonores (incendie, anoxie) doivent être doublées de signaux lumineux.

	Paramètres	Seuil
Valeur inférieure d'exposition déclenchant l'action	Exposition moyenne 8 h/j	80 dB(A)
	Niveau de crête	135 dB(C)
Valeur supérieure d'exposition déclenchant l'action	Exposition moyenne 8 h/j	85 dB(A)
	Niveau de crête	137 dB(C)
Valeur limite d'exposition	Exposition moyenne 8 h/j	87 dB(A)
	Niveau de crête	140 dB(C)

Tableau 6 Valeurs limites d'exposition au bruit