

Directive complémentaire à la LEX 1.5.1 : Contrôle des risques liés aux lasers

1 Introduction

Un laser est une source de lumière monochromatique et hautement collimatée. En tant que telle, son énergie peut facilement être concentrée dans un point de taille micrométrique, pouvant causer de graves dommages à la santé et aux objets. Selon les dommages que le rayonnement laser peut induire, les lasers sont classés en quatre classes (voir Annexe 1: Résumé des classes laser) de la classe 1 (sans danger) à la classe 4 (dangereux pour les yeux, la peau et pouvant provoquer un incendie). Un danger pour les yeux peut exister non seulement avec un faisceau laser direct, mais également lorsque le faisceau laser est réfléchi (lasers de classe 3B et 4) ou diffusé par une surface (lasers de classe 4).

Cette directive est basée sur la norme SN EN 60825-1: 2014 «*Sécurité des produits laser - Partie 1: Classification et exigences du matériel*» et sur la fiche d'information de la SUVA sur les lasers «*Attention rayonnement laser*» 66049.f: 2016. Elle s'applique à **tous les lasers appartenant aux classes 3B et 4** et émettant des rayonnements dans la plage de longueurs d'onde de 180 nm à 1 mm à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne.

Des recommandations spécifiques concernent les lasers suivants:

- Machines à lasers intégrés ;
- les lasers de classe 3R ;
- les lasers des classes 1M et 2M utilisés avec des instruments optique.

Celles-ci sont énumérés à Annexe 2.

Toutes les dérogations à cette directive doivent être approuvées par le service de Sécurité et Santé au travail (DSE-OHS)¹.

2 Classification

Les lasers doivent être clairement marqués en fonction de leur classe:

- Les systèmes laser commerciaux sont classés et marqués par le fabricant.
- Les lasers fabriqués à l'interne ou modifiés doivent être classés par le chercheur principal, avec le soutien du DSE-OHS².

3 Enregistrement des lasers

Le DSE-OHS possède une base de données sur les lasers existants à l'EPFL et les laboratoires sont régulièrement audités. Lorsqu'un nouveau laser appartenant aux classes 3B ou 4 est acquis par un groupe de recherche, le DSE-OHS doit être informé² pour s'assurer que toutes les exigences de la présente directive sont satisfaites.

4 Mesures de sécurité

Les mesures de sécurité varient en fonction du laser utilisé, de la configuration expérimentale (voir les exemples dans Annexe 3 : Figure 1 et Figure 2) et du degré de formation des utilisateurs. Elles comprennent des mesures techniques (p.ex. les verrouillage, confinement du faisceau), organisationnelles (p.ex. la formation des utilisateurs, restriction d'accès) et des mesures de protection individuelle (p.ex. les lunettes de protection laser et protection de la peau). La sécurité de tout le personnel entrant dans la zone à risque laser³ doit être assurée à tout moment.

4.1 Mesures de sécurité fournies par l'EPFL

- a. L'accès au laboratoire est réservé au personnel autorisé, au moyen d'un système de contrôle d'accès. Les portes des laboratoires doivent être à fermeture automatique.
- b. Une sonnette doit être installée près de la porte afin que les visiteurs puissent demander la permission d'entrer.
- c. Un panneau d'avertissement laser lumineux, avec une lumière blanche clignotante à base de LED, doit être installé au-dessus de la porte (voir Annexe 4: Panneau d'avertissement laser). De préférence, le panneau s'active automatiquement dès que le laser est allumé. Sinon, il doit être activé manuellement par l'utilisateur avant la mise en marche du laser.
- d. L'entrée doit avoir une configuration avec sas (voir Annexe 3, Figure 4a) pour un exemple), avec au moins un rideau de protection certifié empêchant le rayonnement laser d'atteindre la porte.

¹ L'adresse email : ohs-pr@epfl.ch

² Faire une demande de support via : go.epfl.ch/support-ohs

³ La zone de danger laser est définie comme «la zone dans laquelle l'exposition de l'œil et / ou de la peau dépasse les valeurs d'exposition maximales admissibles respectives», qui sont les «niveaux de rayonnement laser auxquels, normalement, des personnes peuvent être exposées sans subir d'effets nuisibles», SN EN 60825-1: 2014. Compte tenu de la taille des laboratoires de l'EPFL, la zone de danger laser correspond à l'ensemble du laboratoire pour les configurations à faisceau ouvert.

- e. Si une fenêtre est présente dans le laboratoire, elle doit également être protégée par un rideau de protection à l'épreuve des lasers afin d'éviter tout faisceau laser parasite à l'extérieur du laboratoire.
- a. L'installation d'interrupteurs d'arrêt d'urgence est recommandée. Ils doivent être situés dans le sas (voir point c et Annexe 3, *Figure 4 a*) ou à proximité de l'entrée.

4.2 Mesures de sécurité organisée par le groupe de recherche

4.2.1 Mesures techniques

- a. Tous les éléments optiques et les écrans doivent être fixés à la table optique (voir Annexe 3 : *Figure 3 a*)).
- b. Les arrêts de faisceau (blocs, trappes) doivent être utilisés comme pièces terminales des systèmes optiques laser. Le système de dissipation thermique des arrêts de faisceau doit être compatible avec la puissance de sortie du laser.
- c. Le faisceau doit être parallèle au plan de la table optique et des écrans compatibles avec la puissance et la longueur d'onde du faisceau doivent être utilisés pour le confiner dans la zone de la table (voir *Figure 1* et *Figure 2* pour quelques exemples).
- d. Le plan du faisceau doit être à un niveau inférieur à celui des yeux d'une personne en position assise ou debout. Le mobilier de laboratoire doit être choisi en conséquence (voir Annexe 3, *Figure 3b*).
- e. Si un trajet vertical du faisceau est nécessaire pour réaliser l'expérience, le faisceau doit être entièrement clos par des écrans compatibles avec sa puissance et sa longueur d'onde.
- f. S'il y a plus d'un laser, le confinement individuel de chaque faisceau est recommandé.

4.2.2 Mesures organisationnelles

- a. L'accès à la zone de danger du laser est autorisé après avoir réussi la formation laser (voir Annexe 5 : Formation, pour plus de détails).
- b. Les visiteurs et le personnel qui n'ont pas suivi la formation laser ne sont autorisés à entrer que sous la supervision d'un utilisateur formé.
- c. Tous les rideaux (portes d'entrée et fenêtres) doivent être fermés avant d'allumer le laser.
- d. Pour éviter les réflexions indésirables, les montres et les bijoux doivent être retirés (mis dans une poche ou hors de la zone de danger) avant de commencer à travailler avec des lasers. N'utilisez que des outils et instruments à surface mate.
- e. La trajectoire du faisceau doit être exempte d'objets inflammables lorsque le laser est allumé.

4.2.3 Mesures de protection personnelle

- a. Les **lunettes de protection laser** doivent être portées par tout le personnel présent dans la zone à risque laser³ en fonction du laser utilisé. De plus, les mesures organisationnelles suivantes concernant les lunettes de protection laser s'appliquent :
 - Les lunettes de protection certifiées (EN 207 ou EN 208) doivent être disponibles dans chaque laboratoire en fonction de la longueur d'onde et de la puissance du laser utilisées, et en nombre suffisant en fonction de l'occupation du laboratoire ;

- À l'entrée du laboratoire, il doit y avoir une étagère ou une boîte réservée aux lunettes de protection laser.
- Les lunettes de protection laser doivent porter une étiquette indiquant le nom du laser pour lequel elles sont utilisées (voir Annexe 3, Figure 4b) ;
- Le groupe est responsable de l'achat⁴ et de la maintenance des lunettes.
- Pour vérifier si les lunettes déjà utilisées conviennent à un système laser spécifique, contactez le DSE-OHS².

b. L'exposition directe au faisceau doit toujours être évitée, même en portant des lunettes de protection.

c. Pour certaines installations laser couvrant de larges gammes de longueurs d'onde, il n'existe pas de filtre/ lunettes de protection adaptée à l'ensemble de la gamme. Dans ce cas, il est nécessaire de choisir les lunettes les plus "approchantes" et adapter les procédures de travail. Contactez² DSE-OHS pour obtenir un conseil.

Seul le personnel dûment formé pour cette situation (par exemple, les scientifiques senior, les techniciens de service laser) est autorisé à effectuer les tâches nécessaires et est autorisé à être présent dans le laboratoire.

d. Si vous travaillez avec des lasers UV, où les réflexions diffuses ne peuvent pas être bien protégées, contactez DSE-OHS² pour obtenir des conseils sur la protection appropriée de la peau.

5 Comportement à adopter en cas d'accident

- a. Appeler le 115 (021 693 3000 depuis un téléphone mobile)
- b. Éteindre le laser (le moyen le plus rapide est d'appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence s'il y en a un).
- c. Assoir la personne blessée (ne pas l'allonger). Placer une gaze sèche et stérile sur les deux yeux.
- d. Noter les caractéristiques du laser (longueur d'onde et puissance) afin de les communiquer au personnel de premiers secours.
- e. Le personnel de premiers secours emmène la personne blessée à l'hôpital ophtalmique.
- f. Annoncer l'incident ou presque accident⁵. (Uniquement à des fins d'analyse et d'amélioration de la sécurité).

⁴ Pour l'achat des lunettes de protection adaptées au système laser utilisé, l'utilisateur doit contacter le fournisseur de lunettes de sécurité laser. Le coût est payée par le groupe de recherche.

⁵ L'annonce d'accident se fait en utilisant le lien disponible sur : go.epfl.ch/lab-safety

Annexe 1: Résumé des classes laser

Table 1 Classes laser basées sur la directive SUVA 66049.f et la norme SN EN 60825- 1.

Classe	Explication	Equipment personnel
1	Le rayonnement émis par le laser n'est pas dangereux.	Pas d'équipement de protection nécessaire.
1M	Sans danger pour les yeux lorsqu'il est utilisé sans instruments optiques. Peut être dangereux lorsqu'il est utilisé avec des instruments optiques. Plage de longueur d'onde entre 302,5 nm et 4000 nm.	Pas d'équipement de protection nécessaire. En cas d'utilisation d'instruments optiques, il est recommandé de porter des lunettes de protection.
1C	Le rayonnement émis par le laser peut correspondre aux classes 3R, 3B ou 4, mais le faisceau est focalisé uniquement sur la cible et les mesures de protection garantissent que le rayonnement ne dépasse pas les valeurs de la classe 1. Ils sont généralement utilisés pour le traitement médical / cosmétique de la peau et des tissus.	Pas d'équipement de protection nécessaire.
2	Sans danger pour les yeux pour des expositions inférieures à 0,25 s. Plage de longueur d'onde entre 400 nm et 700 nm.	Pas d'équipement de protection nécessaire.
2M	En fonction de la divergence et de l'élargissement du faisceau, il peut être dangereux lorsqu'il est utilisé avec des instruments optiques. La longueur d'onde varie entre 400 nm et 700 nm.	Pas d'équipement de protection nécessaire. En cas d'utilisation d'instruments optiques, il est recommandé de porter des lunettes de protection.
3R	Le rayonnement émis par le laser peut correspondre à cinq fois la limite d'émission des lasers de classe 1 (rayonnement invisible) ou de classe 2 (rayonnement visible). Sûr à condition d'être manipulés avec une visualisation directe restreinte.	Lunettes de sécurité laser obligatoires si le laser émet dans la partie invisible de spectre.
3B	Le regard direct dans le faisceau laser et la réflexion spéculaire sont dangereux. Également dangereux pour la peau. Les réflexions diffuses ne sont normalement pas dangereuses.	Lunettes de sécurité laser obligatoires.
4	Le regard direct dans le faisceau laser et la réflexion spéculaire sont dangereux. L'exposition à des réflexions diffuses est également dangereuse pour les yeux. Dangereux pour la peau. Peut provoquer un incendie.	Lunettes de sécurité laser et manches longues obligatoires.

Annexe 2: Cas spéciaux

Machine à laser intégré

Selon la norme SN EN 60825-1:2014, une machine à laser intégré est définie comme «un produit laser qui, en raison de caractéristiques techniques limitant l'émission accessible, est d'une classe inférieure à la capacité inhérente du laser incorporé».

Si la machine à laser intégré appartient à une classe inférieure à 3B, cette directive n'est pas applicable même si le laser incorporé dans la machine appartient à une classe égale ou supérieure à la classe 3B.

Classe 3R

Le personnel travaillant avec des lasers appartenant à la classe 3R dans la plage invisible (180 nm à 400 nm et 700 nm à 1 mm) doit contacter le DSE-OHS² pour obtenir des instructions.

Classe 1M et 2M utilisés avec un instrument optique

Pour ces lasers, des instruments optiques ou des expériences optiques peuvent accroître les risques. Deux cas typiques sont:

Un faisceau laser traversant un système contenant un microscope optique avec un oculaire. La personne qui regarde dans cet oculaire est ensuite exposée au faisceau laser.

Un faisceau laser est focalisé sur un petit point (limité par la diffraction), où sa densité de puissance peut provoquer un risque d'incendie.

Le chercheur doit veiller à éviter de telles configurations ou à prendre des mesures pour assurer la sécurité. Par exemple, dans le premier cas, retirer l'oculaire et utiliser une caméra vidéo peut réduire les risques.

Annexe 3



Figure 1 a) Machine à laser intégré avec verrouillage; Figure 1 b) installation fermée sans verrouillage.

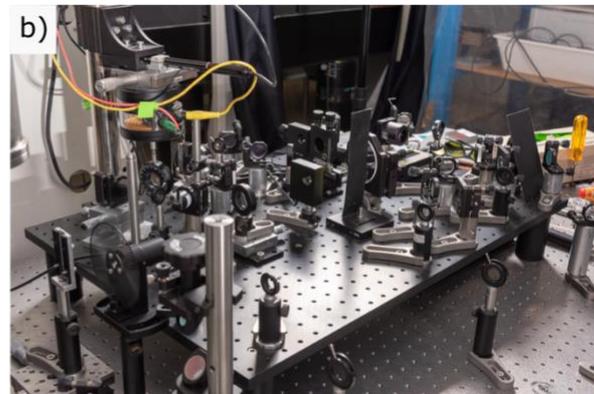
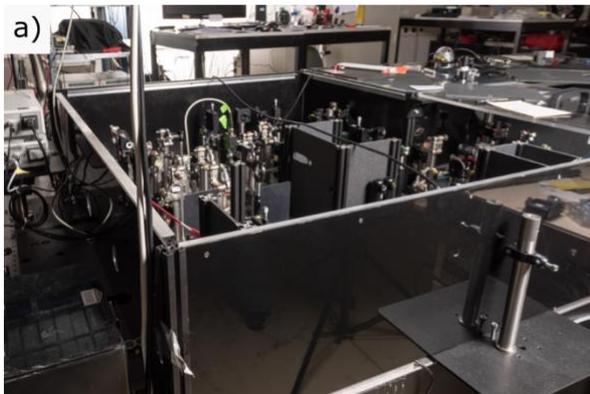


Figure 2 a) Système expérimental laser partiellement confiné; Figure 2 b) Système expérimental ouvert.

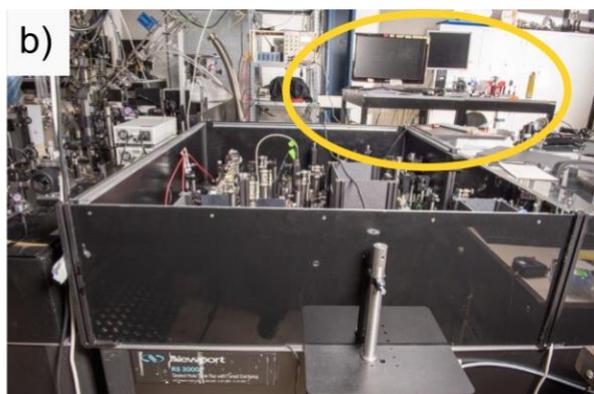
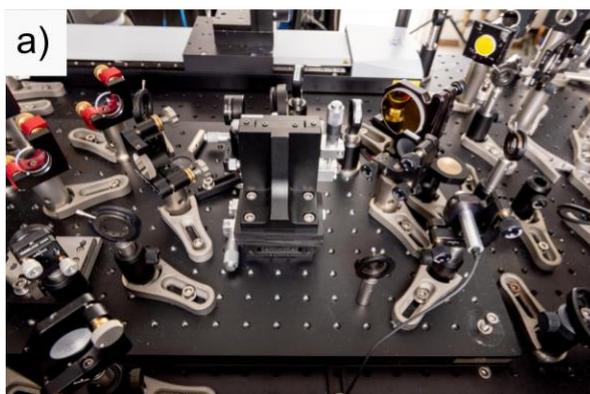


Figure 3 a) Éléments optiques fixé à une table optique; Figure 3 b) Le mobilier de laboratoire choisit de telle manière que le plan de faisceau ne puisse pas être au niveau des yeux d'une personne assise ou debout.

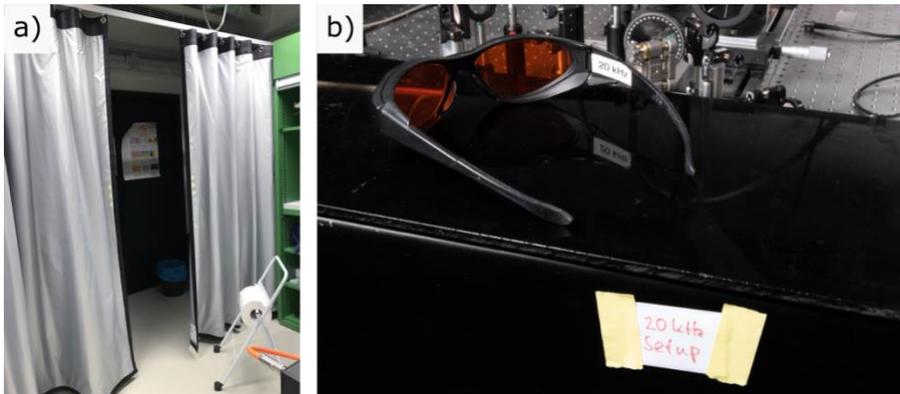


Figure 4 a) Sas d'entrée; Figure 4 b) Lunettes de protection laser correctement étiquetées.

Annexe 4: Panneau d'avertissement laser



Figure 5 Panneau d'avertissement de danger laser. Fond blanc, lettres rouges et symbole de danger ISO 7010.

Annexe 5 : Formation

Pour pouvoir travailler avec des lasers de classe 3B et 4, l'utilisateur doit suivre au préalable la formation Laser. Cette formation est composée de deux parties obligatoires distinctes :

- Une formation spécifique à l'équipement laser organisée par le groupe.
- Une formation générale sur la sécurité laser organisée par le DSE-OHS.

Formation spécifique à l'équipement laser:

Le chef de laboratoire est responsable de l'organisation de la formation spécifique à l'équipement, généralement dispensée par le personnel senior. L'utilisateur doit être informé de la configuration du laser qu'il va utiliser et des mesures de sécurité spécifiques au laboratoire. Le groupe doit conserver une preuve écrite des formations données.

Formation sécurité laser :

Il peut s'agir d'une formation en classe **ou** en ligne, fournies par DSE-OHS. Ces deux formations contiennent un test dont la réussite nécessite un score $\geq 80\%$.

Le contenu de la formation sur la sécurité laser en classe est similaire à celui de la formation en ligne, mais il est plus complet. Si une formation en classe sur la sécurité laser est bientôt disponible, l'utilisateur devrait la privilégier.

Le calendrier de la formation en classe et le lien vers la formation en ligne sont disponibles dans la section Danger laser/Formation des utilisateurs du site web de DSE-OHS⁶.

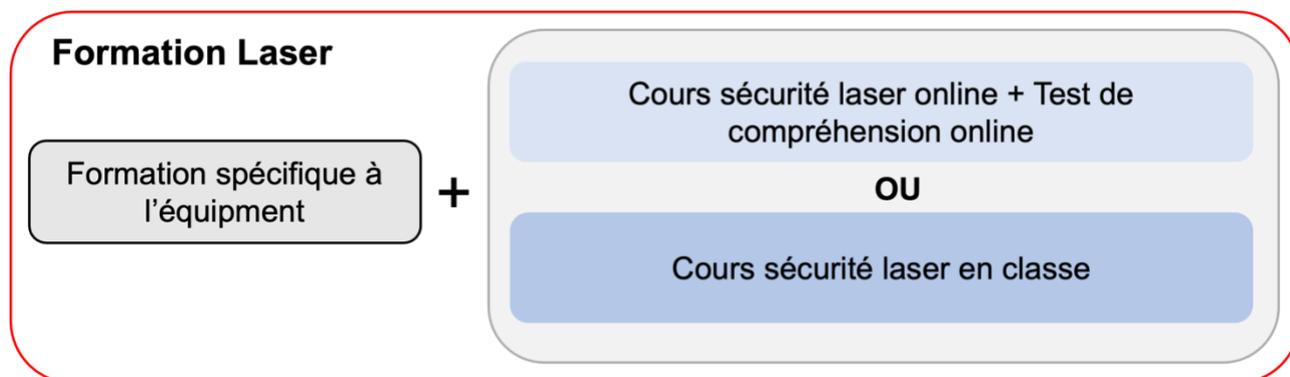


Figure 6: Schéma de la formation Laser.

⁶ Disponible à l'adresse : go.epfl.ch/laser-hazards