

# Guide sur la sécurité laser

Service de sécurité et de prévention

Août 2020

Service de sécurité  
et de prévention



UNIVERSITÉ  
**LAVAL**

## TABLE DES MATIÈRES

1. QU'EST-CE QU'UN LASER ?.....	1
2. LES DIFFÉRENTES CLASSES DE LASERS ET LEURS DANGERS.....	2
3. LES DANGERS POUR LA SANTÉ : L'ŒIL ET LA PEAU.....	6
3.1 Dangers reliés aux réflexions sur l'œil.....	7
3.2 Protection oculaire.....	7
3.3 Consignes d'utilisation des lunettes de sécurité.....	7
3.4 Protection de la peau.....	8
3.5 Les autres dangers reliés à l'utilisation des lasers.....	8
3.6 Exposition maximale permise et distance nominale de danger oculaire.....	9
4. TRAVAIL SÉCURITAIRE EN LABORATOIRE.....	10
4.1 Conseils pour un aménagement sécuritaire.....	10
4.2 Consignes de sécurité pour les utilisateurs de lasers.....	11
4.3 Quelles sont les étapes pour mettre en place un montage laser de manière sécuritaire ?.....	13
5. PROCÉDURE D'INTERVENTION : ACCIDENT LASER.....	15
6. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	16
ANNEXE A - Modèle de procédure opérationnelle normalisée pour une institution d'enseignement.....	17



## 1. QU'EST-CE QU'UN LASER ?

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

Amplification de la lumière par émission stimulée de rayonnement

Les sources lumineuses rayonnent généralement dans toutes les directions. Plus un objet est éloigné d'une source lumineuse, plus l'énergie rayonnée reçue est faible. Par contre, la lumière générée dans le laser est concentrée et dirigée en un faisceau collimaté dès son origine. Lorsqu'un rayon laser touche un objet, toute l'énergie rayonnante du laser se concentre en un minuscule point d'impact.

Les points essentiels à connaître sur les lasers sont les suivants :

- Un laser est caractérisé par sa longueur d'onde, par sa puissance et son type d'émission, et par le diamètre et la divergence de son faisceau.
- Les principaux types de lasers sont à gaz, à solide, à liquide ou à semi-conducteur (diode).
- Les rayonnements lasers peuvent être émis en impulsions déclenchées (*Q-switch*), en impulsions relaxées ou en émission continue ( $> 0,25$  s).
- Les fibres optiques servent à transporter la lumière laser et peuvent être assimilées à une source laser.

Les longueurs d'onde du rayonnement laser sont généralement exprimées en nanomètre (nm). Un nanomètre équivaut à un millionième de millimètre, soit  $10^{-9}$  mètres ou encore 0,000 000 001 mètre. Les longueurs d'onde de la lumière émise par les différents lasers s'échelonnent entre 180 nm et  $10^6$  nm

## 2. LES DIFFÉRENTES CLASSES DE LASERS ET LEURS DANGERS

Il existe à ce jour 8 classes différentes de lasers. Ces classes représentent leur niveau de dangerosité.

**Avant 2007**, les normes américaines régissant la classification des lasers étaient différentes des normes internationales. Il est donc possible de trouver un ancien type de classification pour certains lasers dans les laboratoires, en fonction du lieu et de l'année de leur fabrication. Cependant, depuis 2007, le système de classification de la norme américaine s'est harmonisé avec la norme internationale.

Vous trouverez ci-dessous la description des classes selon la version la plus récente de la norme internationale *IEC 60825-1-2014 Ed.3.0*, en ordre croissant de danger oculaire. Les descriptions de ces 8 classes sont similaires dans la norme *ANSI Z136.1-2014*.

### CLASSE 1

Lasers qui sont sans danger pendant leur utilisation, y compris la vision directe dans le faisceau sur une longue période, même lorsqu'une exposition se produit lors de l'utilisation des dispositifs optiques télescopiques.

La classe 1 comprend également les lasers de forte puissance qui sont totalement enfermés de sorte qu'aucun rayonnement potentiellement dangereux ne soit accessible pendant l'utilisation (appareil avec laser incorporé).



Comme le montre la figure ci-contre, les portes d'un appareil laser de classe 1 sont fermées, ce qui élimine les dangers d'exposition au faisceau.

### CLASSE 1M

Lasers qui sont sans danger, y compris la vision directe dans le faisceau sur une longue période pour l'œil nu. L'EMP (exposition maximale permise) peut être dépassée et des lésions oculaires peuvent apparaître après une exposition avec un dispositif optique comme des jumelles.

#### À noter pour les classes 1 et 1M :

La vision dans le faisceau des appareils à laser de classe 1 et 1M qui émettent une énergie rayonnante visible peut encore produire des effets visuels d'éblouissement, en particulier à de faibles niveaux de lumière ambiante.

## **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.

Cette classe a été introduite, car ces appareils sont actuellement disponibles à la vente et que les mesures de contrôle spécifiées normalement pour les appareils à laser des classes 3B ou 4 ne leur sont pas adaptées.

## **CLASSE 2**

Lasers qui émettent un rayonnement visible dans la gamme de longueurs d'ondes de 400 nm à 700 nm, qui sont sans danger pour des expositions momentanées (0,25 s), mais qui peuvent être dangereux pour une vision délibérée dans le faisceau.

Les utilisateurs sont avertis par les étiquetages de ne pas regarder dans le faisceau, c'est-à-dire d'avoir des réactions actives de protection, en bougeant la tête ou en fermant les yeux, et d'éviter de regarder dans le faisceau en continu et de manière intentionnelle.

## **CLASSE 2M**

Lasers qui émettent des faisceaux laser visibles et qui sont sans danger pour une exposition de courte durée uniquement, à l'œil nu. L'EMP peut être dépassée et des lésions oculaires peuvent apparaître après une exposition avec un dispositif optique comme des jumelles.

Les utilisateurs sont avertis par les étiquetages de ne pas regarder dans le faisceau, c'est-à-dire d'avoir des réactions actives de protection, en bougeant la tête ou en fermant les yeux, et d'éviter de regarder dans le faisceau en continu et de manière intentionnelle. L'étiquetage des appareils de la classe 2M met aussi en garde contre une exposition des utilisateurs aux instruments optiques télescopiques.

## **CLASSE 3R**

Lasers qui émettent des rayonnements pouvant dépasser l'EMP pour une vision directe dans le faisceau, mais le risque de lésions dans la plupart des cas est relativement faible.

Le risque de lésions augmente avec la durée d'exposition et l'exposition peut être dangereuse pour une exposition oculaire dans la condition la plus défavorable (alignement du faisceau avec une pupille dilatée avec la totalité du faisceau entrant dans l'œil) ou une vision directe dans le faisceau de manière intentionnelle.

**LORSQUE LE CONFINEMENT EST IMPOSSIBLE, LE PORT DE LUNETTES DE PROTECTION EST**

**OBLIGATOIRE pour rayonnement UV (180-400 nm) et IR (700-106 nm)**

**FORTEMENT CONSEILLÉ pour rayonnement visible (400-700 nm)**

### **À noter pour les classes 2, 2M et 3R :**

Les éblouissements, les aveuglements par l'éclair et les images consécutives peuvent être provoqués par un faisceau provenant d'un appareil à laser de classe 2, 2M et 3R, en particulier dans des conditions de faibles niveaux de lumière ambiante.

Cela peut avoir des implications de sécurité générales indirectes résultant de troubles visuels temporaires ou d'effets de surprise.

Ces troubles visuels peuvent être particulièrement préoccupants lorsqu'ils sont liés à des activités critiques du point de vue de la sécurité, comme le travail avec des machines ou en hauteur, en présence de hautes tensions, ou pendant la conduite.

### **CLASSE 3B**

Lasers qui sont normalement dangereux lorsque l'exposition oculaire dans le faisceau se produit (c'est-à-dire à l'intérieur de la DNDO), y compris une exposition de courte durée accidentelle. La vision de réflexions diffuses est normalement sans danger.

Les lasers de classe 3B qui s'approchent de leur LEA (limite d'émission accessible<sup>1</sup>) peuvent produire des lésions mineures de la peau, voire présenter un risque d'inflammation de matériaux inflammables. Cependant, cela n'est susceptible de se produire que si le faisceau a un petit diamètre ou s'il est focalisé.

**PORT DE LUNETTES DE PROTECTION OBLIGATOIRE, LORSQUE CONFINEMENT IMPOSSIBLE**

<sup>1</sup> Définition de limite d'émission accessible :

Émission maximale accessible permise dans une classe particulière (en W ou en J).

### **CLASSE 4**

Lasers pour lesquels la vision dans le faisceau et l'exposition de la peau sont dangereuses, et pour lesquels la vision de réflexions diffuses peut être dangereuse. Ces lasers représentent aussi souvent un danger d'incendie.

**PORT DE LUNETTES DE PROTECTION OBLIGATOIRE, LORSQUE CONFINEMENT IMPOSSIBLE**

Quelles sont les principales causes d'accidents impliquant un laser ?

- Exposition de l'œil lors de l'alignement du faisceau.
- Protection oculaire non utilisée.
- Confinement inadéquat du faisceau.
- Choix erroné des lunettes.
- Utilisation de lunettes en mauvais état.
- Non-respect des règles de sécurité.

### 3. LES DANGERS POUR LA SANTÉ : L'ŒIL ET LA PEAU

Plusieurs effets pathologiques sont associés à une exposition excessive au rayonnement d'une source laser. Le tableau 1 résume les effets sur l'œil et sur la peau selon la longueur d'onde à laquelle on s'expose.

**Tableau 1 - Effets pathologiques associés à une exposition excessive au rayonnement d'un laser**

Région spectrale	Oeil	Peau
UV C 180-280 nm	Photokératite (inflammation de la cornée)	Érythème (coup de soleil) Accélération du processus de vieillissement de la peau Augmentation de la pigmentation
UV B 280-315 nm		
UV A 315-400 nm	Cataracte photochimique	Brunissement du pigment Réactions photosensibles Brûlure de la peau
Visible 400-780 nm	Lésion photochimique et thermique de la rétine	
IR A 780-1400 nm	Cataracte, brûlure de la rétine	Brûlure de la peau
IR B 1400-3000 nm	Inflammation aqueuse, cataracte, brûlure de la cornée	
IR C 3000 nm-1 mm	Brûlure de la cornée seulement	

Tableau tiré de la norme IEC-60825-1 Ed. 3.0

#### 3.1 Dangers reliés aux réflexions sur l'œil

L'œil est sans contredit la partie du corps la plus sensible au rayonnement laser. L'exposition à un faisceau laser peut survenir de différentes façons :

- Vision directe dans le faisceau
- Réflexion spéculaire
- Réflexion diffuse.

**Réflexion spéculaire      Réflexion diffuse**



Les réflexions causées par les objets réfléchissants présentent un danger presque identique aux rayonnements directs, car non seulement elles sont insidieuses, mais elles peuvent contenir jusqu'à 90 % de l'énergie initiale.

## Fibre optique

Toute zone où se trouve une arrivée de fibres optiques véhiculant un faisceau laser doit être considérée comme une zone laser, même si le laser lui-même ne se trouve pas dans la zone considérée.

### 3.2 Protection oculaire

Lorsque le confinement total du trajet du faisceau laser est impossible, le port de lunettes de protection est **obligatoire** :

1. lors de l'utilisation de lasers de classe **3R (UV et IR)** et tout laser de classe **3B et 4** ;
2. pendant les opérations de maintenance préventive ou corrective.

Les lunettes constituent une protection individuelle qui doit intervenir en plus des mesures élémentaires de sécurité. Même avec des lunettes, **il ne faut en aucun cas regarder volontairement le faisceau laser direct ou une de ses réflexions.**

### 3.3 Consignes d'utilisation des lunettes de sécurité

- Choisir les lunettes offrant la protection en fonction de la longueur d'onde, de la puissance et du type de laser.
- Utiliser de préférence des lunettes conformes aux exigences des normes EN-207 et EN-208.
- Lire la notice d'utilisation fournie par le fabricant.
- Ne jamais regarder volontairement le faisceau laser direct ou une de ses réflexions, même avec un protecteur oculaire.
- Nettoyer régulièrement les lunettes.
- Remettre après utilisation les lunettes de protection laser dans leur étui ou dans les boîtes de rangement des lunettes à l'entrée des laboratoires.
- Ranger les étuis hors de la zone laser ;
- Éliminer et signaler toutes paires de lunettes défectueuses (filtres rayés ou endommagés).
- Prévoir des lunettes supplémentaires pour les visiteurs.



**Note :** Pour un laser en mode continu, les lunettes conformes à la norme EN-207 garantissent une protection jusqu'à une durée d'exposition de 5 s. Pour un laser à impulsions, la protection est pour un maximum de 5 s et de 50 impulsions. **Il n'y a donc aucune garantie de protection pour des temps d'exposition supérieurs à ces durées.**

**INFORMEZ-VOUS** auprès du Service de sécurité et de prévention. Contactez Mme Annie Mercier au 418 656-2131, poste 414882, ou par courriel à l'adresse : [annie.mercier@ssp.ulaval.ca](mailto:annie.mercier@ssp.ulaval.ca).

### 3.4 Protection de la peau

Lors de l'utilisation de lasers de classe 4, il convient de porter un sarrau ininflammable en coton (surtout pas de vêtements en fibres synthétiques) ainsi que des gants de protection.

De plus, lors de l'utilisation d'un laser émettant dans l'UV, il convient de porter une visière par-dessus les lunettes de protection ainsi qu'un sarrau et des gants.



### 3.5 Les autres dangers reliés à l'utilisation des lasers

- Produits chimiques : utilisation de colorants, solvants, azote liquide, gaz asphyxiant ou toxique et production d'ozone.
- Incendie et explosion : papiers, tissus, matières plastiques, bois. Les gaz et les solvants utilisés sont parfois inflammables et le risque d'explosion s'ajoute à celui d'incendie.
- Électriques : les alimentations des lasers délivrent presque toujours de la haute tension et il y a un risque que les piles de condensateurs de grande capacité restent chargées même lorsque l'appareil n'est plus sous tension.
- Cylindres de gaz : les cylindres doivent être placés à la verticale et fixés au mur pour prévenir le renversement.

En conséquence à ces risques, les précautions suivantes doivent être respectées :

- Signalisation de la présence de haute tension (ex : danger 600 V).
- Enceintes autour des condensateurs ou des tubes flash.
- Capots autour des éléments sources de rayons X.
- Contact coupant l'alimentation électrique quand le capot ou une partie du capot est enlevée ou soulevée.
- Aspiration et aération si risque toxique.
- Mise à la terre de l'équipement.

### 3.6 Exposition maximale permise et distance nominale de danger oculaire

Afin d'assurer la sécurité du rayonnement laser, il faut toujours tenir compte de :

- 1) L'exposition maximale permise (EMP) : « Niveau du rayonnement laser auquel des personnes peuvent être exposées dans les conditions normales sans subir des effets nuisibles ». Ses unités sont en  $J/m^2$  (laser mode pulsé) ou en  $W/m^2$  (laser mode continu).
- 2) Distance nominale de danger oculaire (DNDO) : « Distance à partir de l'ouverture de sortie, pour laquelle l'éclairement énergétique ( $W/m^2$ ) ou l'exposition énergétique ( $J/m^2$ ) reste inférieur(e) à l'exposition maximale permise (EMP) appropriée au niveau de la cornée ». Au-delà de cette distance, le niveau de rayonnement ne dépasse pas l'EMP.

Il est recommandé de ne pas entrer dans la zone où le niveau d'éclairement énergétique est plus élevé que l'EMP. Il est cependant rare de pouvoir respecter la DNDO dans les laboratoires de l'Université. Il est donc primordial de tenter de confiner entièrement le trajet du faisceau laser.

Lorsque ce n'est pas possible de le confiner complètement, il faut porter les protections individuelles prescrites (lunettes, gants, sarraus, etc.) et suivre les procédures établies. Pour un modèle de procédure opérationnelle normalisée pour une institution d'enseignement, voir l'[Annexe A](#).

## 4. TRAVAIL SÉCURITAIRE EN LABORATOIRE

Il est de la responsabilité de tous les chercheurs, employés de l'Université, étudiants et visiteurs de respecter en tout temps les règles et les consignes de sécurité, que ce soit lors de l'utilisation de laser ou lors de l'entrée dans une pièce comportant un laser. Ces règles et consignes ont été établies afin d'augmenter votre propre sécurité et celle de vos collègues.

### 4.1 Conseils pour un aménagement sécuritaire

Les laboratoires sont conçus de manière à diminuer les risques d'accident de tout genre. Pour cela, certains éléments doivent être présents :

- une affiche « Danger Laser » près de la porte d'entrée du laboratoire indiquant la classe la plus haute des lasers présents dans le laboratoire ;
- un panneau lumineux près de la porte d'entrée du laboratoire qui clignote lorsqu'un laser de classe 3B ou 4 est en fonction ;
- un bouton d'arrêt d'urgence qui sert à éteindre tous les lasers du laboratoire en cas de problème ;
- un téléphone ou un interphone dans la pièce ;
- les murs doivent être peints avec de la peinture au fini mat ou avec très peu de brillance (moins de 15 %) ;
- les matériaux dans le laboratoire doivent être peu ou pas inflammables ;
- l'éclairage doit être minimal, puisqu'il est dangereux de travailler dans l'obscurité totale ;
- des écrans doivent être collés devant les fenêtres donnant sur l'extérieur du laboratoire ;
- un sas ou des rideaux coupant le volume de la pièce ;
- des obturateurs de faisceaux ;
- les postes informatiques et écrans doivent être à une hauteur supérieure au faisceau (environ 1,5 m) ;
- les tableaux de commande, appareils de mesure et oscilloscopes doivent être en hauteur ;
- la procédure en cas d'accident doit être affichée à l'intérieur du laboratoire, près de la porte d'entrée.



## 4.2 Consignes de sécurité pour les utilisateurs de lasers

Tout le personnel doit être informé des risques et des mesures préventives. Les utilisateurs doivent avoir suivi une formation de sécurité laser. La formation doit être renouvelée tous les trois ans. Dans cette formation, on y apprend les règles et les consignes de sécurité de base, dont voici la liste :

### 4.2.1 Règles de sécurité

- Il est **obligatoire de porter des lunettes de sécurité** et de s'assurer qu'elles soient **adéquates au type de laser utilisé** (voir la fiche technique du laser). Cette règle s'applique également pendant les opérations de maintenance préventive ou corrective.
- Il est **obligatoire d'enlever toute surface réfléchissante avant d'entrer dans une zone laser** : bijou, montre, ceinture, stylo, vêtement avec fermeture éclair métallique, etc. Si les bagues ne peuvent être enlevées, mettre un ruban adhésif non réfléchissant autour.
- Lors de l'utilisation de laser de classe 4, **portez un sarrau ininflammable en coton** (surtout pas de vêtements en fibres synthétiques).
- Prenez connaissance de la fiche technique murale du ou des lasers en place avant d'entrer dans le local : la classe de laser, la puissance, les risques, les mesures d'urgence, le type de lunettes de sécurité laser à porter.
- Prenez connaissance et respectez la signalisation à l'extérieur et à l'intérieur du local :
  - Signal lumineux clignotant à l'extérieur de la zone laser.
  - Affiches indiquant « Danger ».
  - Étiquette identificatrice de la classe du laser.



#### 4.2.2 Consignes générales d'utilisation spécifiques aux lasers

S'ajoutent aux règles de sécurité les consignes d'utilisation suivantes :

- utilisez des lunettes de protection adaptées à votre laser ;
- portez des vêtements de protection en coton ;
- si aucun sarrau n'est fourni, ne portez pas de vêtements à manches amples pouvant accrocher des éléments optiques ;
- activez le laser seulement après vous être assuré que personne ne se trouve en position dangereuse ;
- ne dirigez jamais volontairement le faisceau vers une personne ou l'œil de quelqu'un ;
- assurez-vous que les faisceaux ne soient jamais dirigés vers les portes ou les fenêtres ;
- ne regardez pas dans le faisceau, ni à l'œil nu ni à l'aide d'un instrument optique ;
- assurez-vous que la hauteur du faisceau soit différente d'où se trouve l'œil humain ;
- utilisez une puissance faible (inférieure à 10 mW si possible) pour les alignements ;
- atténuez au maximum le faisceau (filtres, diaphragmes) chaque fois que l'émission maximale n'est pas nécessaire ;
- à chaque fois qu'une optique doit être déplacée, assurez-vous que le faisceau soit bloqué avant et que l'élément permettant de bloquer le faisceau soit fixé correctement ;
- réduisez le nombre de personnes au minimum lors de l'utilisation du laser et réservez l'accès au personnel expérimenté durant le fonctionnement ;
- supprimez les objets réfléchissants apparents : montre, bijou, stylo, bague, boucle de ceinture, vêtements avec fermeture éclair métallique ;
- considérez toute zone où se trouve une arrivée de fibres optiques véhiculant un faisceau laser comme une zone laser ;
- consultez la Procédure en cas d'accident laser placée à l'entrée de chaque laboratoire ;
- éliminez tous les câbles et fiches électriques au niveau du sol.



#### 4.2.3 Consignes pour les autres risques présents dans le laboratoire

- Laissez le personnel qualifié ouvrir les appareils lasers pour éviter tout risque d'électrocution.
- Placez toujours à la verticale et fixez au mur les cylindres de gaz pour éviter tout risque de déversement.
- Soyez prudent avec le papier, les tissus, les matières plastiques, le bois, les gaz et les solvants pour éviter tout risque d'incendie et d'explosion.
- Déclarez tout équipement défectueux à votre responsable.
- Ne débranchez jamais l'appareil laser pour éviter tout risque d'électrocution.
- Manipulez les colorants et solvants selon les règles de sécurité.

#### 4.2.4 Consignes supplémentaires pour les visiteurs

Prenez en charge les visiteurs, informez-les sur les règles et consignes de sécurité laser et assurez-vous qu'ils portent les lunettes de sécurité laser appropriées.

- Tout visiteur doit avoir une autorisation spéciale pour entrer dans un local où il y a présence de lasers.
- Tout visiteur doit être accompagné par une personne responsable, autorisée à faire visiter les lieux.
- En tant que visiteur, assurez-vous d'avoir pris en compte l'ensemble des consignes de sécurité avant d'entrer dans le local.
- Sélectionnez les lunettes de sécurité parmi celles disponibles à l'entrée, en fonction du ou des types de lasers présents à l'intérieur du local. Il est important de faire valider votre choix de lunettes par la personne responsable. Lorsque vous avez terminé, remplacez les lunettes à l'entrée en sortant.

#### 4.3 Étapes pour mettre en place un montage laser de manière sécuritaire

Toute personne qui commence à travailler dans un laboratoire qui contient des lasers doit prendre connaissance de ce qui suit.

##### 4.3.1 Avant la mise en place du montage

Tout nouvel étudiant dans le laboratoire doit connaître les propriétés suivantes avant de débiter la mise en place de son montage :

- Les miroirs ne réfléchissent pas à 100 %. Il y a des fuites (transmission).
- Sur une lentille, une partie du faisceau est réfléchi.
- Un réseau diffracte plusieurs ordres. Toujours s'assurer de la position des différents ordres.
- Certains obturateurs mécaniques comportent une surface réfléchissante.
- Apprendre à aligner un périscope avec deux cartes d'alignement afin de toujours bloquer le faisceau.

##### 4.3.2 Les techniques d'alignement

Tout nouvel étudiant doit être à l'aise avec ces techniques de base avant de s'aventurer dans des alignements plus complexes.

- Utilisez des cartes infrarouges (cartes de visualisation). **ATTENTION** : n'utilisez pas ces cartes avec des surfaces de hautes énergies, car leurs surfaces sont en plastique, donc réfléchissantes. Faites également attention à l'angle utilisé.
- Alignez un périscope avec deux cartes de visualisation.
- Alignez un faisceau au travers de deux iris en utilisant une carte de visualisation (et non pas en regardant le faisceau sur l'iris).

- En l'absence de carte de visualisation, utilisez des **viseurs infrarouges** et soyez conscient qu'ils ne **protègent pas les yeux**.
- Essayez au maximum d'aligner les optiques avec des lasers de faible puissance, soit de classe 1 et 2.

#### 4.3.3 Mise en place au sein du montage

- Identifiez parfaitement le trajet du faisceau laser : si celui-ci traverse une salle, faites passer le faisceau dans un tube en plastique pour le cacher.
- Sécurisez le montage en bloquant **toutes** les fuites ou rétro-réflexions provenant de chacune des optiques grâce à des **cartons noirs** mis à la disposition des étudiants dans les laboratoires.
- Assurez-vous que **toutes** les optiques soient **fixées solidement**: ne fixez pas d'optique avec du ruban adhésif, car cela risque de tomber. Utilisez des montures fixées sur la table optique avec des vis.
- Ne mettez pas d'instruments en dessous de la table.
- Confinez la zone de montage pour sécuriser les autres personnes travaillant dans le laboratoire (rideau noir, paravent, etc.).

*Référence : Étudiants des laboratoires du COPL et Direction santé et mieux-être au travail*

## 5. PROCÉDURE D'INTERVENTION : ACCIDENT LASER

Voir la dernière page de l'[Annexe A](#) de ce document.

## 6. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. J. MÜLLER, Bruno, *Danger: rayonnement laser*, feuillet d'information sur les lasers N.66049f, SUVA PRO, 2000, 11 p.
2. ROSS, Marie-Josée, *La sécurité reliée aux lasers*, ASPME, 2004, 38 p.
3. *Les lasers dans les laboratoires de recherche, Guide de sécurité*, Commissariat à l'énergie atomique, Groupe d'études de prévention CEQ, 1995, 109 p.
4. BALTY, I. HÉE. G, INRS, ND 2093-173-98, *Les lasers, risques et prévention, Cahier de notes documentaires - Hygiène et sécurité du travail*, 4e trimestre, 1998, p.445-463
5. American National Standard Institute, *American national standard for safe use of lasers*, ANSI Z136.1-2014
6. *Secourisme en milieu de travail*, publié par la CSST en 1996
7. *Le choc électrique - Sur les lieux de l'accident: quoi faire ?* Édition 1991, Hydro Québec, 98G520-1
8. Norme internationale « *Sécurité des appareils à laser* », IEC 60825-1: 2014 Ed.3.0
9. Directive EN-207:2017: « Protection individuelle de l'œil - Filtres et protecteurs de l'œil contre les rayonnements laser (lunettes de protection laser) »
10. Sliney, David H. et Wolbarsht, Myron, *Safety with Lasers and Other Optical Sources: A Comprehensive Handbook*. New-York: Plenum, 1980, 1035p.
11. Programme de sécurité laser de l'Université de Toronto: <https://ehs.utoronto.ca/laser-safety-program/>
12. *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*: <https://www.icnirp.org/>

## ANNEXE A

### Modèle de procédure opérationnelle normalisée pour une institution d'enseignement

Date : AAAA-MM-JJ

Rédigé par:

Vérifié par le LSO (Annie Mercier):

Approuvé par le gestionnaire :

Liste des lasers:

	Code QR, Longueur d'onde, Puissance ou Énergie, Durée d'impulsion, Taux de répétition, classe, diamètre, paramètres fibre (NA ou $w_0$ )		Code QR, Longueur d'onde, Puissance ou Énergie, Durée d'impulsion, Taux de répétition, classe, diamètre, paramètres fibre (NA ou $w_0$ )
1.		2.	
3.		4.	

Lieu: (département, pavillon, local):	
Danger liés au faisceau laser: (danger oculaire, danger pour la peau):	
Densité optique (OD) requise pour l'utilisation du laser: (ex: 1064nm OD $\geq$ 5, 532nm OD $\geq$ 4):	
OD requise pour l'alignement du laser: (ex: 1064nm OD $\geq$ 2, 532nm OD $\geq$ 1):	
Identifier les dangers non liés aux faisceaux laser <sup>1</sup> (p. ex., produits chimiques, échantillons biologiques, haute tension, bouteilles de gaz, cryogénie, incendie, etc.):	

---

<sup>1</sup> Pour consulter la liste des responsables des autres secteurs du SSP : <https://www.ssp.ulaval.ca/nous-joindre/>

Moyens de contrôle mis en place pour minimiser les dangers non liés aux faisceaux : (p. ex., les produits chimiques sont préparés sous une hotte chimique; les bouteilles de gaz sont enchaînées, etc.

### **Procédure de mise en fonction d'un appareil à laser/laser**

1. Obtenir la clé de fonctionnement de l'appareil;
2. Voir que toutes les personnes non autorisées quittent la salle;
3. Fermer la porte du laboratoire et activer le système de verrouillage du laboratoire (s'il y a lieu) et la boîte noire reliée au panneau lumineux d'avertissement « DANGER LASER ». Être prêt à éteindre l'appareil à laser si une personne sans lunettes ou une personne non autorisée entre dans le laboratoire;
4. Connaître le numéro de téléphone d'urgence et avoir un téléphone à portée de main (hors du montage);
5. S'assurer que toutes les personnes retirent les montres ou autres bijoux réfléchissants;
6. Configurer les composants optiques nécessaires à l'expérience;
7. Activer l'eau de refroidissement au laser (le cas échéant).

### **Procédure d'arrêt de l'appareil à laser/laser**

1. Éteindre l'appareil;
2. Enlever les lunettes de sécurité laser et les placer dans la zone de stockage appropriée;
3. Laisser refroidir le laser et désactiver l'eau de refroidissement;
4. Retirer la clé de l'interrupteur de verrouillage laser;
5. Éteindre le système de verrouillage s'il y a lieu et désactiver la boîte noire reliée au panneau lumineux d'avertissement DANGER LASER du laboratoire;
6. Retourner la clé au superviseur laser ou à l'emplacement approprié.

### **Procédure d'alignement**

1. Vérifier que tous les arrêts de faisceau sont en place et qu'il n'y a pas de surfaces réfléchissantes inutiles dans la trajectoire optique. Un arrêt de faisceau doit être placé derrière le premier élément optique. Un deuxième arrêt de faisceau doit être placé derrière le deuxième élément optique, etc.
2. Régler le contrôle de puissance laser à la puissance la plus basse possible;
3. S'assurer que tout le monde dans la salle porte les lunettes de protection appropriées (lunettes d'alignement);

4. Aligner les éléments optiques en commençant par l'élément le plus proche du laser. Lorsqu'il est aligné, déplacer le premier bloqueur de faisceau derrière le troisième élément optique. Répéter cette procédure jusqu'à ce que l'ensemble du système optique soit aligné. Il est important que le faisceau laser soit limité à un nouvel élément à la fois jusqu'à ce que le système soit aligné. Cela permettra de minimiser les réflexions incontrôlées pendant la procédure d'alignement;
5. Rechercher toutes les réflexions indésirables et les bloquer pour éviter qu'elles ne quittent la table optique.
6. Ne pas retirer ses lunettes de sécurité pendant la phase d'alignement. S'il n'est pas possible de voir une faible image du faisceau qui touche une surface, les lunettes ne sont pas appropriées. Éteindre le laser, informer le superviseur laser et contacter le LSO : [Annie Mercier](#) au 418 656-2131, poste 414882.

### **Nouveaux montages optiques ou montages modifiés**

1. Faire une esquisse de la configuration optique souhaitée, si possible à l'échelle;
2. Discuter de cette conception avec certains de ses collègues utilisateurs laser ou son superviseur laser;
3. Si une vérification d'une partie de la nouvelle configuration est nécessaire, utiliser un laser de faible puissance (classe 2) chaque fois que c'est possible;
4. Lorsque la configuration est terminée, demander à son superviseur laser (si la modification est mineure) et au LSO (si la modification est majeure) de faire une inspection finale et de l'approuver;
5. Lors de l'utilisation pour la première fois, régler le laser à la puissance minimale possible, mettre les lunettes d'alignement et suivre l'instruction de la procédure d'alignement;
6. Une fois l'alignement terminé, échanger les lunettes d'alignement contre les lunettes d'expérience et augmenter la puissance à celle nécessaire à l'expérience.

### **Lors de l'expérience**

1. Échanger les lunettes d'alignement contre les lunettes d'expérience;
2. S'assurer que toute personne dans la salle porte le matériel de sécurité laser approprié;
3. Augmenter la puissance du faisceau (si nécessaire) et accomplir la tâche assignée;
4. Utiliser toujours la puissance de faisceau la plus basse nécessaire pour la procédure.

### **Numéros de téléphone en cas d'urgence**

Pour joindre les services d'urgence (police, pompier, ambulance) : 911

Pour joindre le Service de sécurité et de prévention :

- 555 par téléphone fixe ou utiliser un téléphone rouge
- 418 656-5555 par cellulaire

Mesures d'urgence :

Pour des consignes destinées aux usagers du campus afin de savoir quoi faire lors d'une situation d'urgence pouvant survenir sur le campus, consulter le : <https://www.ulaval.ca/mesures-urgence>.

### **Procédure en cas d'exposition accidentelle aux yeux**

1. Couper le contact du laser en appuyant sur le bouton d'arrêt d'urgence situé à l'entrée du laboratoire
2. Faire asseoir la personne blessée (ne pas la coucher)
3. Communiquer avec les services d'urgence (police, pompier, ambulance)
  - 911
4. Communiquer avec le Service de sécurité et de prévention
  - 555 par téléphone fixe ou utiliser un téléphone rouge
  - 418 656-5555 par cellulaire
5. Mettre une compression sèche et stérile sur les deux yeux.
6. Noter les caractéristiques du laser (puissance et longueur d'onde) pour le médecin.
7. Suivre les consignes des intervenants d'urgence.
8. Faire le suivi après l'accident:  
Pour les accidents/incidents impliquant des étudiants, la déclaration s'effectue en deux étapes :

- a. Contacter le Service de sécurité et de prévention via le 555 pour une prise de déclaration
- b. Contacter la Direction Santé et mieux être au travail au poste 402110

Pour les accidents/incidents impliquant des employés, la déclaration s'effectue en une seule étape :

- a. Contacter la Direction Santé et mieux être au travail au poste 402110

La procédure d'intervention est disponible sur le site Web du SSP à l'adresse :

<https://www.ssp.ulaval.ca/matieres-dangereuses/urgence-impliquant-matieres-dangereuses/#1522849565238-4b90f3cb-2d17>.