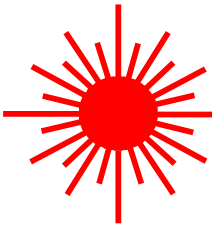


Guide d'utilisation des LASER



**POLYTECHNIQUE
MONTREAL**

LE GÉNIE
EN PREMIÈRE CLASSE



Mai 2013
Mikael Leduc, département de génie physique
Officier en Sécurité Laser

Table des matières

1. Laser	
1.1 Classes et dangers	p.2
1.2 Exposition maximum permise	p.3
2. Risques	
2.1 Pour l'œil et la peau	p.4
2.2 Autres	p.5
3. Consignes de sécurité	
3.1 Installation sécuritaire	p.6
3.2 Protection oculaire	p.7
3.3 Autres protections	p.8
3.4 Formation	p.8
4. Annexes	
4.1 Procédure d'intervention en cas d'accident laser	p.9
4.2 Formulaire d'attestation de formation	p.10
4.3 Tableau d'inspection des laboratoires	p.11
5. Références bibliographiques	p.12

Laser

1.1. Classes et dangers

Classification						
1	1M	2	2M	3R	3B	4

Limite d'exposition maximale permise (EMP)							
180 à 10 ⁶ nm	calcul				5 x calcul	<0,5W	>0,5W
Visible 400 à 700 nm	<0,4mW		<1mW		<5mW		
Mode pulsé						<10 ⁵ J/m ²	>10 ⁵ J/m ²

Risques associés							
Oeil - avec lentille		X	*	X	XX	XX	XX
Oeil - Faisceau direct			*	*	*,X	XX	XX
Oeil - réflexion diffuses						°	XX
Peau						X	XX
Incendie							X

Le fabricant doit fournir les protections suivantes							
Clef de sécurité						X	X
Obturateur de faisceau					+	X	X
"Interlock"						X	X
Signal en fonction					+	X	X
Mise à la terre	X	X	X	X	X	X	X

- XX Dangereux
- X Danger potentiel
- * Sans danger entre 400 à 700nm et temps <0,25sec (réflexe d'aversion de l'oeil)
- ° Danger si distance < 13cm et temps >10sec

1.3. Exposition maximum permise

Exposition maximale permise (EMP) :

« Le niveau de rayonnement laser auquel des personnes peuvent être exposées dans les conditions normales sans subir des effets nuisibles ».

Il est recommandé de toujours se situer où le niveau de radiation est inférieur à cette limite.

Distance nominale de risque oculaire (DNRO):

« La distance pour laquelle, l'éclairement énergétique est égale à l'EMP appropriée au niveau de la cornée ».

Au delà de cette distance, le niveau de rayonnement ne dépasse pas l'EMP.

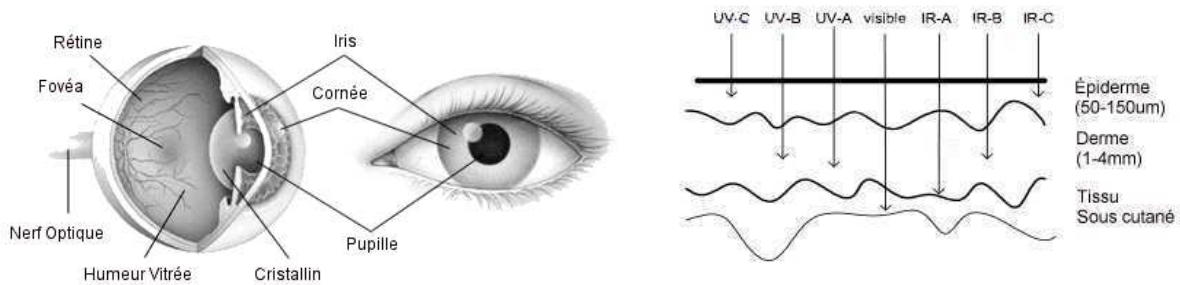
Il est recommandé de ne pas entrer dans la zone où le niveau de rayonnement est plus élevé que l'EMP. Il est cependant rare de pouvoir respecter la DNRO dans les laboratoires de l'Université. Il est donc primordial de porter les protections individuelles prescrites (lunettes, gants, sarraus, etc.) et suivre les procédures établies.

Logiciel de calcul

<http://lasersafetyu.kentek.com/easy-haz-laser-hazard-software-basic-web-version/>

Risques

2.1 Pour l'œil et la peau



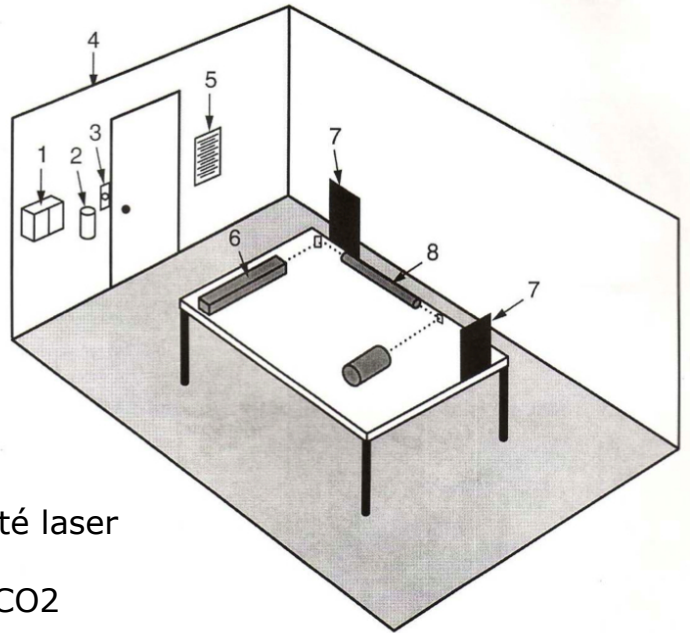
Spectre Électromagnétique	Longueur d'onde	Organes affectées
Onde Radio (RF)	0,1 - 10 m	Absorption légère
Micro-ondes	1 - 100 mm	Pénètre environ 10 cm
Infra-Rouge Lointain (IR-C)	3 - 1000 µm	Cornée et Peau en surface
Infra-Rouge (IR-B)	1,4 - 3,0 µm	Cornée et Peau
Proche Infra-Rouge (IR-A ou NIR)	700 - 1400 nm	Cristallin, Rétine et Peau en profondeur
Visible	400 - 700 nm	Rétine et Peau en profondeur
Ultraviolet (UV-A)	315 - 400 nm	Cristallin et Peau
Ultraviolet (UV-B)	280 - 315 nm	Cornée et Peau
Ultraviolet (UV-C)	100 - 280 nm	Cornée et Peau
Rayon X	0,01 - 10 nm	Absorption par les os

2.2 Autres risques

- 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 : l'alimentation électrique de presque tous les lasers fournie de la haute tension et il y a risque que les condensateurs de grande capacité restent chargés même lorsque l'appareil n'est plus sous tension
- Cylindres de gaz : les cylindres doivent être placés à la verticale et solidement fixés au mur
- Tous alignements de faisceau laser doit être effectué avec le minimum de puissance

Consignes de sécurité

3.1. Installation sécuritaire



- 1 – Support pour lunettes de sécurité laser
- 2 – Extincteur de fumée à base de CO2
- 3 – Bouton d’extinction du faisceau laser
- 4 – Affichage « Laser en fonction »
- 5 – Procédure d’intervention en cas d’accident
- 6 – Laser en direction autre que les portes et fenêtres et montage bien fixé sur la table
- 7 – Cage ou panneaux de protections à la hauteur du faisceau laser
- 8 – Tube suivant le parcours du faisceau laser

À noter:

Il est préférable d’installer une zone tampon (SAS) entre la porte et le laser pour mettre les lunettes de sécurité appropriées. Idéalement, un système d’affichage à DEL indique que le laser est en fonction.

3.2. Protection oculaire

- Le port de lunettes de protection est obligatoire lors de l'utilisation de lasers de classe 3B et de classe 4
- Choisir les lunettes de protection en fonction de la longueur d'onde, de la puissance et du type de laser
- Ne jamais regarder volontairement le faisceau laser direct ou une de ses réflexions, même avec des lunettes de protection oculaire
- Nettoyer régulièrement et ne pas les utiliser si elles sont endommagées

Numéro d'échelon	Facteur spectral maximal de transmission aux longueurs d'onde laser	Éclairement et/ou exposition énergétique (E,H) maximal pour les gammes de longueurs d'onde								
		180 nm à 315 nm			> 315 nm à 1 400 nm			> 1 400 nm à 10 ⁶ nm		
		E (W/m ²)	H (J/m ²)	E (W/m ²)	E (W/m ²)	H (J/m ²)	H (J/m ²)	E (W/m ²)	H (J/m ²)	E (W/m ²)
		D	I,R	M	D	I,R	M	D	I,R	M
L1	10 ⁻¹	0,01	3.10 ²	3.10 ¹¹	10 ²	0,05	1,5.10 ⁻³	10 ⁴	10 ³	10 ¹²
L2	10 ⁻²	0,1	3.10 ³	3.10 ¹²	10 ³	0,5	1,5.10 ⁻²	10 ⁵	10 ⁴	10 ¹³
L3	10 ⁻³	1	3.10 ⁴	3.10 ¹³	10 ⁴	5	0,15	10 ⁶	10 ⁵	10 ¹⁴
L4	10 ⁻⁴	10	3.10 ⁵	3.10 ¹⁴	10 ⁵	50	1,5	10 ⁷	10 ⁶	10 ¹⁵
L5	10 ⁻⁵	10 ⁰	3.10 ⁶	3.10 ¹⁵	10 ⁶	5.10 ²	15	10 ⁸	10 ⁷	10 ¹⁶
L6	10 ⁻⁶	10 ³	3.10 ⁷	3.10 ¹⁶	10 ⁷	5.10 ³	1,5.10 ²	10 ⁹	10 ⁸	10 ¹⁷
L7	10 ⁻⁷	10 ⁴	3.10 ⁸	3.10 ¹⁷	10 ⁸	5.10 ⁴	1,5.10 ³	10 ¹⁰	10 ⁹	10 ¹⁸
L8	10 ⁻⁸	10 ⁵	3.10 ⁹	3.10 ¹⁸	10 ⁹	5.10 ⁵	1,5.10 ⁴	10 ¹¹	10 ¹⁰	10 ¹⁹
L9	10 ⁻⁹	10 ⁶	3.10 ¹⁰	3.10 ¹⁹	10 ¹⁰	5.10 ⁶	1,5.10 ⁵	10 ¹²	10 ¹¹	10 ²⁰
L10	10 ⁻¹⁰	10 ⁷	3.10 ¹¹	3.10 ²⁰	10 ¹¹	5.10 ⁷	1,5.10 ⁶	10 ¹³	10 ¹²	10 ²¹

D	=	Laser Continu	>0,25	sec	1	impulsion
I	=	Laser Relaté	10 ⁻⁶ à 0,25	sec	100	impulsions
R	=	Laser Déclenché	10 ⁻⁹ à 10 ⁻⁶	sec	100	impulsions
M	=	Laser à Modes Bloqués	<10 ⁻⁹	sec	100	impulsions

À noter :

Ceci représente la norme Européenne. En Amérique, les lunettes de protection sont classées selon leur densité optique (OD), où une OD de 5 à 9 est recommandé plus la puissance du laser est élevée et une OD de 3 convient pour effectuer un alignement

3.3. Autres protections

- ne jamais dirigez volontairement le faisceau vers une personne ou l'œil de quelqu'un
- Lors de l'utilisation de lasers de classe 4, il convient de porter un sarrau ininflammable ainsi que des gants. S'il y a production de plasma, il convient de se protéger du spectre entier de longueur d'onde. S'il y a production de vapeur toxique, il convient d'utiliser une extraction à la source et de bien ventiler la pièce.
- 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. L'utilisation de crème solaire peut aussi convenir. S'il y a production d'ozone, il convient de contenir le faisceau en présence d'un gaz neutre ou d'utiliser une extraction à la source et de bien ventiler la pièce.
- Il est obligatoire d'enlever toute surface réfléchissante avant d'entrer dans une zone laser : bijou, montre, ceinture, stylo

3.4. Formation

- Vidéo en anglais 37 minutes
- Présentation PowerPoint
- Formulaire d'attestation de formation laser, voir annexe 4.2

Annexes 4.1

Procédure d'intervention en cas d'accident laser

- 1) **Couper l'alimentation** du laser
- 2) Faire **asseoir** la personne blessée (ne pas la coucher)
- 3) Appeler le **4444** ou le **911**, ou décrocher un téléphone rouge en mentionnant :
Votre nom, le lieu de l'incident, la nature du problème et les dangers potentiels
- 4) Mettre une **compresse sèche et stérile** sur les deux yeux
- 5) Noter les **caractéristiques** du laser (puissance et longueur d'onde)
- 6) **Suivre les consignes** du représentant de la Sûreté
- 7) Emmener la personne blessée à la **Clinique Universitaire de la vision de l'UdeM**
3744 Jean-Brillant, bureau 110, (514) 343-6082, du lundi au vendredi de 9h à 17h
par ambulance, si la situation le requiert ou par taxi, accompagné d'un collègue ou
de la personne ayant donné les premiers soins. En dehors de ces heures, vous
devez vous rendre à **l'urgence de l'hôpital le plus près.**
- 8) **Compléter un rapport d'accident** au *Service de santé et sécurité du travail*
Pavillon principal, local A-429.19.1

Que s'est-il passé exactement?
Qu'est-ce que les témoins ont vu ?
Y a-t-il une perte de conscience, spasmes musculaires, arrêt respiratoire, arrêt
cardiaque, brûlures, blessures, etc?
Quel est le comportement de la victime après l'accident?

Risque d'électrocution

ATTENTION

Si la victime semble toujours en contact avec le courant : n'y touchez surtout pas, vous risquez d'être électrocuté vous aussi. Couper le contact à la source.

Dégager la victime en utilisant un objet isolant, comme votre ceinture ou un sarreau

Il pourrait y avoir lésion cardiaque même s'il n'y a pas de blessures apparentes. Le pouls peut s'arrêter n'importe quand au cours des 24 heures qui suivent. Veuillez-vous rendre à l'urgence.

Annexes 4.2



Comité Santé et Sécurité au Travail
Département de génie physique



ÉCOLE
POLYTECHNIQUE
MONTRÉAL

Attestation de formation Laser

Laser				
Fabriqueur				
Modèle				
Classe				
Longueur d'onde				
Mode				
Puissance				
Fréquence				
Durée du pulse				
Source Électrique				
Refroidissement				
Local				
Département				

Le titulaire s'engage à avoir compris et à appliquer les règles de sécurité énumérées sur ce formulaire

	Titulaire	Responsable	Professeur
Nom			
Fonction			
Date			
Signature			
Renouvelable tous les 3 ans			

Mesure de sécurité applicables	Oui	Non	N/A
Lecture du guide d'utilisation des lasers			
Visionnement vidéo			
Procédure d'utilisation			
Procédure d'alignement			
Affiche identifiant <small>Classe et consignes</small>			
Affiche "En cas d'accident"			
Témoin lumineux "laser en fonction"			
Zone tampon (Sas d'entrée)			
Lunette de protection adéquate			
Sensibilisation à la hauteur du faisceau			
Confinement des faisceaux			
Zone délimitée pour chaque laser			
Composantes bien fixées			
Faisceau non dirigé vers la porte			
Risque électrique			
Risque pour la peau et vêtements			
Bouton d'arrêt d'urgence			
Extincteur de fumée			
Vérification des réflexions <small>spéculaires ou diffuses</small>			
Objets personnels réfléchissants			
Fenêtre du local bloquée			
Sécuriser les autres portes du local			
Espace de travail dégagé			
Éclairage de la pièce <small>500 à 1200 Lux</small>			
Examen oculaire <small>Classe 3b et 4, 400-1400nm</small>			

Préparé par : Mikael Leduc, membre du comité SST-Génie Physique
Fichier : Attestation de formation.docx

Annexes 4.3



Comité Santé et Sécurité au Travail
Département de génie physique



Inspection des laboratoires

		Mesure de sécurité applicables			Oui	Non	N/A	Commentaire
Affichage	Affiche identifiant laser <small>Classe et consignes</small>							
	Affiche "En cas d'accident"							
	Procédure d'utilisation							
	Procédure d'alignement							
	Accès limitée aux personnels formés							
Protection	Faisceau non dirigé vers la porte							
	Fenêtre du local bloquée							
	Zone délimitée pour chaque laser							
	Lunette de protection adéquate disponible							
	Objet réfléchissant dans la zone du faisceau							
	Possibilité de s'asseoir à la hauteur du faisceau							
	Confinement du faisceau adéquat <small>(cage, tube, panneaux)</small>							
	Laser et composantes optiques bien fixées							
	Espace de travail dégagé							
	Éclairage de la pièce 500 à 1200 Lux							
Classe 3b et 4	Laser classe 3b ou 4							
	Zone tampon <small>(Sas d'entrée)</small>							
	Sécuriser les autres portes du local							
	Témoin lumineux "laser en fonction"							
	Obturbateur de faisceau <small>(shutter optique)</small>							
	Bouton d'arrêt d'urgence <small>(électrique ou parcourt lumineux)</small>							
	Préciser quel type d'interlock, s'il y en a un							
	Encombrement des câbles électriques							
	Extincteur de fumée près de l'entrée							
	Sarraux à disposition							
	Gants à disposition							
	Atténuateur de puissance <small>(électrique ou optique)</small>							
	Confinement à la fin de trajectoire des faisceaux							
	Contrôle des rejets de gaz ou fluide toxique							
Contrôle des autres longueurs d'onde émises								

	Auditeur	Responsable du laboratoire
Nom		
Fonction		
Signature		

Préparé par : Mikael Leduc, membre du comité SST-Génie Physique
Fichier : Inspection des laboratoires laser.docx

Références bibliographiques

ANSI Z136.5 - Safe Use of Lasers in Educational Institutions (traite entre autres des mesures à prendre durant les activités d'enseignement et aussi des pointeurs lasers) (<http://www.laserinstitute.org/store/ANSI/114>)

Laser Institute of America. Laser Safety Guide, tenth Edition. 2000

CEI 60825-1 de septembre 2007 « Sécurité du rayonnement des appareils à laser : classification des matériels et exigences. »

CEI 60825-2 Ed 3 (2010) « Sécurité des appareils à laser, sécurité des systèmes de télécommunications des fibres optiques. »

CEI 60825-4 Ed 2 (2008) « Barrières laser ». Rapport technique

CEI 60825-9 (1999) « Sécurité du rayonnement des sources lumineuses étendues spatialement et spectralement ». Rapport technique

CEI 60825-14 (2004) « Guide de l'utilisateur ». Rapport technique

I.N.R.S. Les lasers. Risques et moyens de protection. Cahier de notes documentaires de l'INRS. CDU 621.384. Note documentaire ND 1246-9980, Edition à jour au 15 octobre 1988.

Sliney, Wolbarsht. Safety with lasers and other Optical sources. Acomprehensive handbook. Plenum Press (New-york, Londres) 1980

ANSI Z136.1 (2007) Safe Use of Lasers (traite spécifiquement des mesures à prendre pour les lasers de classe III B et 4)
(<http://www.laserinstitute.org/store/ANSI/106A>)

norme canadienne
CAN/CSA-Z386-01: Laser Safety in Health Care Facilities