



05 - 08 juillet 2021  
Nancy



## Le risque laser



CANIZARES Aurélien, CEMHTI  
IDIR Mahmoud, ICARE  
PICHARD Cécile, Polytech' Orléans  
RABAT Hervé, GREMI

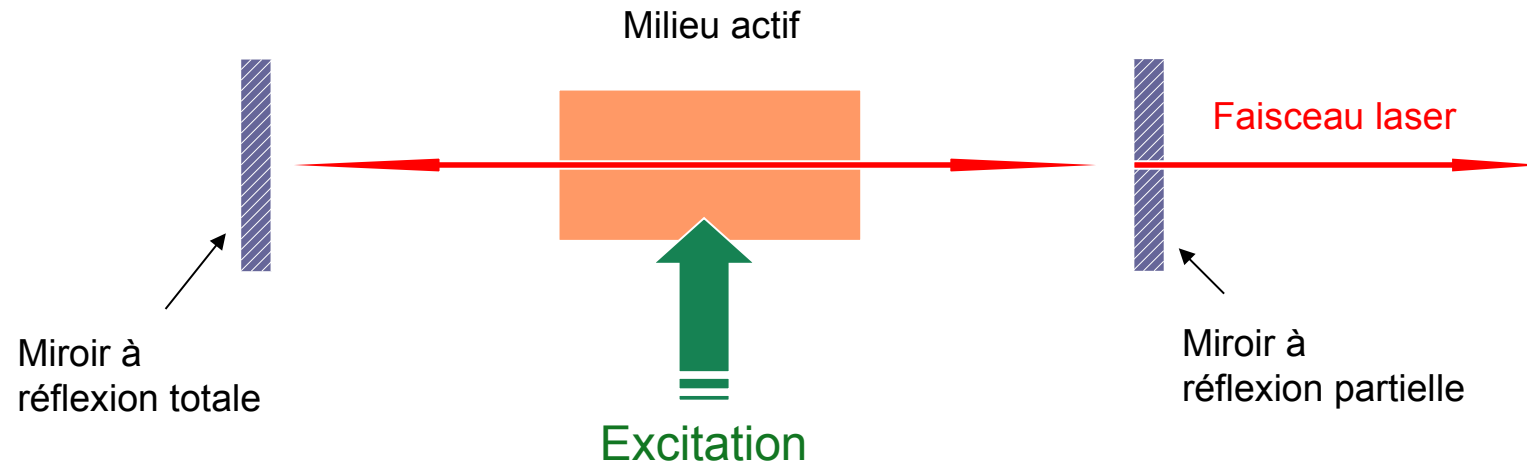
# Plan de la présentation

---

- Définition et propriétés du laser
- Nature des Risques liés aux lasers
- Aspect réglementaire et Classification des lasers
- Protection – Prévention – Organisation

# Définition

## Light **A**mplification by **S**timulated **E**missions of **R**adiation



# Grandeurs et unités photométriques

	Symbole	Unité
Flux énergétique (ou puissance rayonnante)	$\Phi$ (ou P)	W
Eclairement énergétique	E	W.m <sup>-2</sup>
Exposition énergétique	H	J.m <sup>-2</sup>
Luminance énergétique	L	W.m <sup>-2</sup> .sr <sup>-1</sup>
Densité Optique	D. O.	

# Propriétés du faisceau

- Monochromatique
- Faible section et très directif (faible divergence)
  - luminance importante même à très grande distance
- Cohérent (spatialement et temporellement)
- Comparaison avec d'autres sources lumineuses :
  - Bougie  $10^{-5}$  W/cm<sup>2</sup>
  - Lampe à incandescence dépolie  $10^{-4}$  W/cm<sup>2</sup>
  - Soleil  $0.14$  W/cm<sup>2</sup>
  - Arc de soudure  $10$  W/cm<sup>2</sup>
  - **Laser 1 mW à 6 mètres  $10^{+2}$  W/cm<sup>2</sup>**

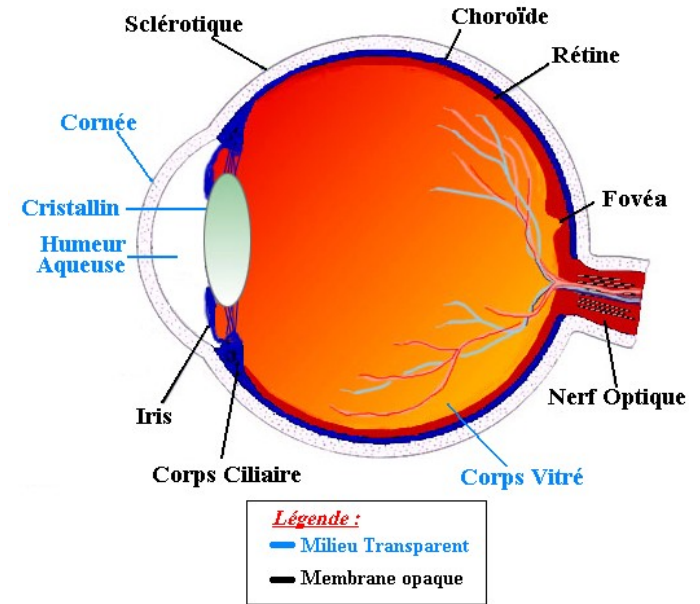
# Type de laser

Milieu actif	$\lambda$ (nm)	Régime: pulsé / continu	Cadence	Energie / puissance
<b>GAZ</b>				
Azote	337	100 ns	1 à 10 Hz	1 mJ à 100 mJ
Excimères	190 à 350	10 à 60 ns	1 Hz à 10 kHz	1 mJ à 700 mJ
Hélium/Néon	632	continu		0.1 à 100 mW
Gaz ionisé (Kr, Ar)	350 à 800	continu		0.1 à 40 W
CO2	10600	10 à 100 ns	10 kHz	1 W à 50 kW
<b>SOLIDE</b>				
Rubis	694	30 ns à 50 $\mu$ s	0.03 Hz à 10 Hz	0.1 à 10 J
Nd:YAG	1064, 532 (2 $\omega$ ), 355 (3 $\omega$ ), 266 (4 $\omega$ )	30 ps à 30 ns	1 à 80 kHz	1 mJ à 50 J, jusqu'à qq kW
Titane Saphir	Accord. de 370 à 3000	<80fs	1 à 50 kHz	0.01 à 0.2 J
Diodes lasers	Accord. de 447 à 3000	continu		1 à 200 mW
<b>LIQUIDE</b>				
Colorants	Accord. de 350 à 1000			

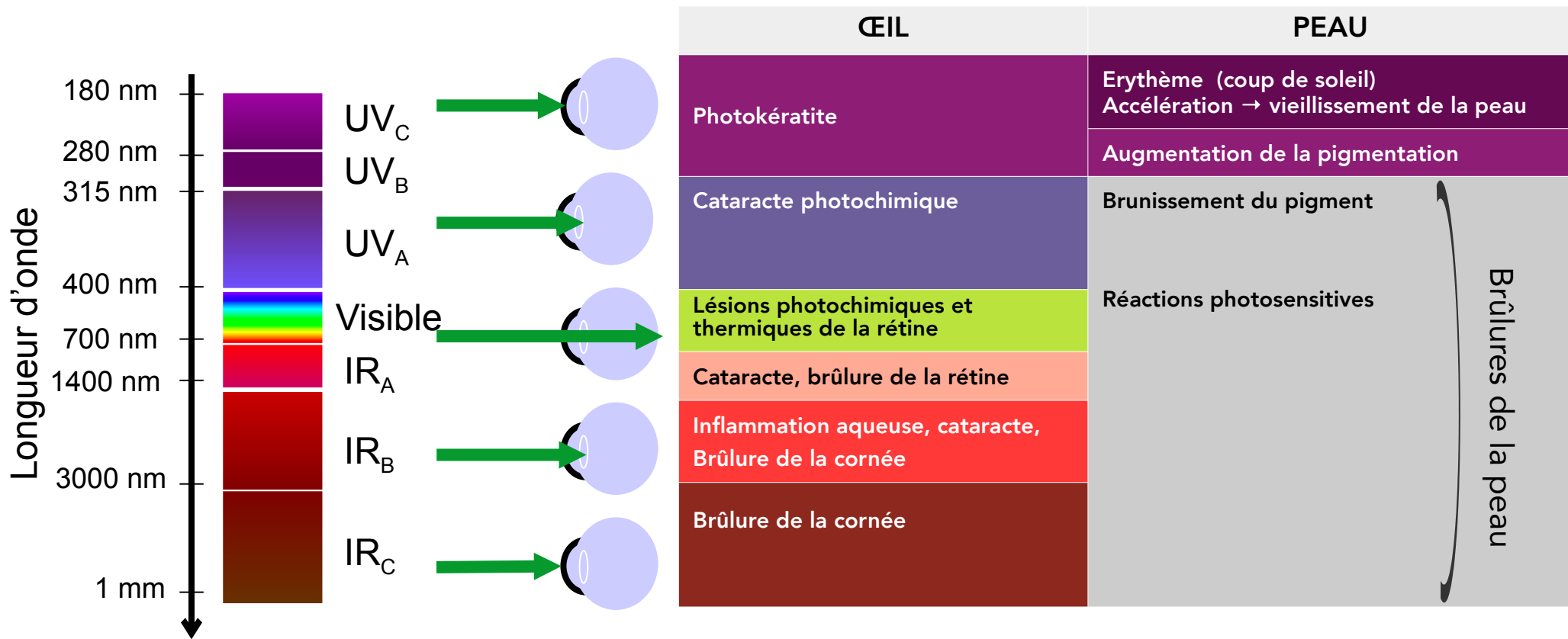
# Risques liés au faisceau

- Principalement l'œil, la peau
  - effet thermique (hyperthermie, coagulation, volatilisation, carbonisation)
  - effet photochimique (production de composés toxiques, voire létaux, activation ou inhibition d'un métabolisme particulier)
  - effet photoablatif

→ L'œil est l'organe le plus sensible !



# Longueur d'onde sur l'œil et la peau





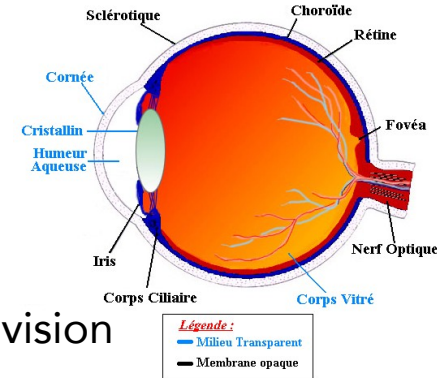
# Causes de danger pour l'œil

- Le faisceau direct
- Le faisceau volontairement focalisé par un dispositif optique approprié
- Le faisceau mis en divergence par un dispositif optique approprié
- Les réflexions spéculaires :
  - miroirs, réseaux, montures polies, montres, outils
  - cas particuliers des surfaces convexes et concaves
- Les réflexions diffuses : angle solide de diffusion important

# Exemple : Cas d'un impact laser sur la rétine

Dimensions de la zone détruite de la rétine :  $> 10 \mu\text{m}$

- Destruction de la fovéola ( $\phi 0.2 \text{ mm}$ )
  - chute de l'acuité visuelle de moitié
- Destruction d'une partie de la fovéa
  - présence d'un « scotome » (zone sans vision) dans le champ de vision
- Destruction totale de la fovéa
  - chute de l'acuité visuelle  $> 3/4$
  - vision de type crépusculaire (: floue)
- Impact rétinien hors de la fovéa
  - perte d'une partie du champ de vision périphérique



→ **La perception d'un accident oculaire peut n'intervenir que plusieurs heures après l'impact**

# Autres risques

Risques électriques	<ul style="list-style-type: none"><li>- Alimentations haute tension</li><li>- Condensateurs chargés</li></ul>
Rayonnements connexes (UV, IR)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lasers à gaz</li><li>- Lampes flash</li><li>- Impacts sur cibles</li></ul>
Risques RX	<ul style="list-style-type: none"><li>- Utilisation de très haute tension</li></ul>
Risques physico – chimiques	<ul style="list-style-type: none"><li>- Solvants</li><li>- Colorants</li><li>- Gaz lasants et d'assistance</li><li>- Produits d'interaction laser-matière</li></ul>
Risques d'incendie	<ul style="list-style-type: none"><li>- Présence de matériaux, gaz et/ou vapeurs inflammables</li></ul>
Risques dus au bruit	<ul style="list-style-type: none"><li>- Blocs d'alimentation</li><li>- Systèmes de ventilation / extraction</li></ul>
Risques d'inondation	<ul style="list-style-type: none"><li>- Systèmes de refroidissement</li></ul>

- 
- 
- QUE DIT LA REGLEMENTATION ?

# Les textes

---

- Directive Européenne :
  - NF – EN60825
  - EPI : NF EN207, NF EN208, NF EN12554
  
- Décret n° 2010-750 du 2 juillet 2010 relatif à la **Protection des travailleurs contre les risques dus aux Rayonnements Optiques Artificiels**
  - Modification du Code du Travail
  - Création des articles R4452-1 à 17

# Exposition maximale permise (EMP)

**Définition:** valeur limite de l'éclairement (ou de l'exposition) énergétique d'un rayonnement laser auquel peut être soumis l'œil sans subir de dommage consécutif immédiatement ou à long terme.

$$\mathbf{EMP = f(\lambda, \Delta t, \nu, \phi_{\text{laser}})}$$

Attention : l'EMP se définit pour un diaphragme limite !

Domaine spectrale (nm)	Durée (s)	Diamètre diaphragme limite (mm)	
		œil	peau
180 - 400	$t \leq 3 \cdot 10^4$	1	1
400 - 1400	$t \leq 3 \cdot 10^4$	7	3.5
1400 – $10^5$	$t \leq 3$	1	1
1400 – $10^5$	$t > 3$	3.5	3.5
$10^5 - 10^6$	$t \leq 3 \cdot 10^4$	11	11

# Classification des lasers (LEA : Limite d'Emission Accessible)

<b>CLASSE 1</b>	Lasers intrinsèquement sans danger
<b>CLASSE 1M</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lasers émettant dans le visible avec <math>P \leq 1</math> mW en continu (<math>t &gt; 0.25</math>s). Plage 302.5 nm - 4000 nm</li><li>- La protection de l'œil est normalement assurée par les réflexes de défense.</li><li>- Pouvant être dangereux si l'utilisateur emploie une optique dans le faisceau</li></ul>
<b>CLASSE 2</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lasers émettant dans le visible avec <math>P \leq 1</math> mW en continu (<math>t &gt; 0.25</math>s).</li><li>- La protection de l'œil est normalement assurée par les réflexes de défense.</li></ul>
<b>CLASSE 2M</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Classe 2, mais la vision du faisceau avec un instrument optique peut s'avérer dangereuse.</li><li>- Hors du domaine visible, la LEA doit être <math>&lt;</math> LEA d'un laser de classe 1M</li></ul>
<b>CLASSE 3R</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Entre 302.5nm et <math>10^6</math> nm, la vision directe du faisceau est potentiellement dangereuse</li><li>- Dans la gamme 400 – 700 nm : <math>LEA(\text{classe } 3R) = 5 \times LEA(\text{classe } 2)</math></li><li>- Pour les autres longueurs d'onde : <math>LEA(\text{classe } 3R) = 5 \times LEA(\text{classe } 1)</math></li></ul>
<b>CLASSE 3B</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Dangereux en vision directe du faisceau</li><li>- Réflexions diffuses normalement sans danger</li></ul>
<b>CLASSE 4</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Capables de produire des réflexions diffuses dangereuses.</li><li>- Peuvent provoquer des dommages sur la peau et peuvent aussi constituer un danger d'incendie.</li><li>- Leur utilisation requiert des précautions extrêmes.</li></ul>

# Catégories d'installation laser

	<b>Lasers industriels de production</b>	<b>Lasers de Recherche – Expérimentation - Mesures</b>
<b>Types d'installations</b>	Fixes	<ul style="list-style-type: none"><li>- caractère évolutif</li><li>- travail à faisceau découvert</li><li>- prototypes</li></ul>
<b>Méthodes de protection</b>	Intégrées, et prévues par la réglementation en vigueur	Reposent prioritairement sur : <ul style="list-style-type: none"><li>- l'utilisateur</li><li>- les modes opératoires</li></ul>



# Origine des risques

---

- L'installation laser elle-même
- La modification de l'environnement de travail
- Le problème d'organisation du local (salle de manip) et les comportements individuels

# Cas des lasers 3B et 4

Peuvent présenter un danger pour l'utilisateur mais également pour l'entourage, sur des distances considérables.

→ **Applications de mesures de sécurité et de moyens de prévention.**

L'article R4452-21 du code du travail **impose que les établissements disposent en interne de la compétence appropriée** afin de gérer les risques liés aux rayonnements optiques artificiels (notion de **Référent Sécurité Laser**).

→ La réglementation EN60825-1 propose la « désignation » d'un **Responsable Sécurité Laser** (ni une contrainte, ni une exigence...)

# Mesures de prévention et moyens de protection

**Définition d'une « Zone Laser »** : Zone à l'intérieur de laquelle l'éclairement ou l'exposition énergétique est susceptible de dépasser l'EMP.

**ZNRO** : Zone Nominale de Risque Oculaire

Avec la notion de **DNRO** : Distance Nominale de Risques Oculaire

## Cas des fibres optiques :

Toute zone où se trouve une arrivée de fibre optique 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.

# Organisation de la zone laser

- EXTERIEUR DE LA SALLE
  - Accès réservé et règlementé
  - Signalisation sur les portes d'accès

→ Pictogramme « danger laser » sur la porte d'entrée de la salle

→ Lampe flash (clignote quand laser en fonctionnement)



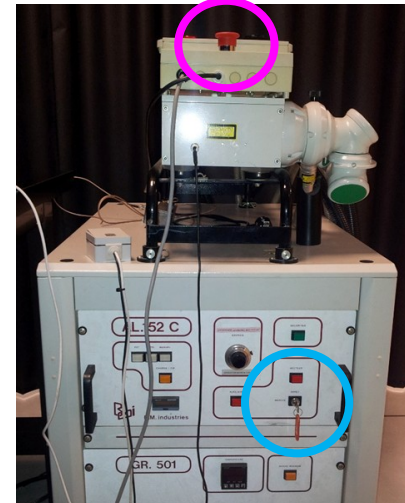
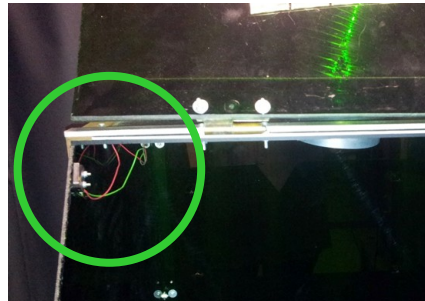
# Organisation de la zone laser

- ENTREE DE LA SALLE
  - SAS d'entrée contenant les EPI



# Organisation de la zone laser

- LE POSTE LASER
  - Présence de systèmes de sécurité
    - Clé de commande
    - Bouton d'arrêt d'urgence
    - Système de coupure




# Organisation de la zone laser

- LE POSTE LASER

- Fiche de poste
- Aire de circulation dégagée
- Eviter de travailler avec un faisceau à hauteur des yeux ; rester en position debout
- Ne pas positionner le poste de travail sur le trajet du faisceau laser
- Eclairage ambiant suffisant (500 lux)

Notice de poste:

**LASER** (référence de l'appareil), He/Ne, Nd:YAG...  
Phase de travail Maintenance / alignement / ...



Lunettes Réf normative: (A, mode, niv de protect)  
Où trouver les lunettes

LASER				
CLASSE				
Longueur d'onde (nm)				
Mode				
Puissance / VLE				

Consignes de sécurité

Risques associés

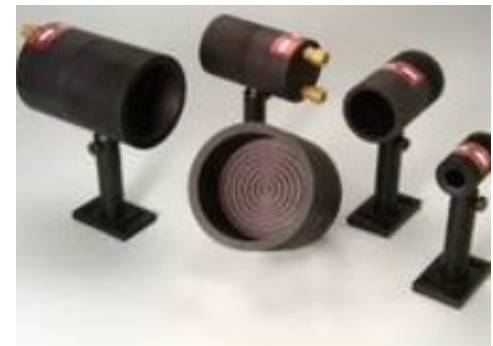
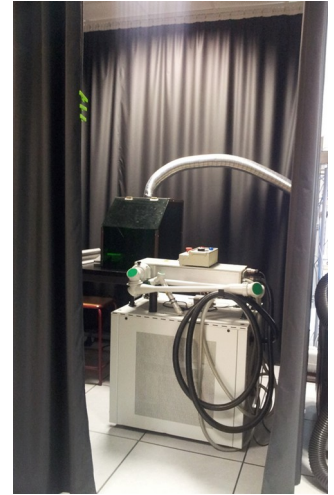
COORDONNÉES	
Référent Sécurité LASER	
ACMO	
Responsable de l'équipement	

Date de la mise à jour



# Organisation de la zone laser

- PROTECTIONS COLLECTIVES
  - Mise en place de capots, de panneaux et d'écrans de protection
  - Tube pour éviter de traverser le faisceau laser
  - Ecran ou piège pour arrêter le faisceau





# Organisation de la zone laser

- PROTECTION INDIVIDUELLE
  - **Etre informé des risques**
  - **Porter des lunettes laser adaptées à chaque type de laser**
    - Marquage CE (longueurs d'onde, densités optiques, puissance rencontrée)
    - 2 types de lunettes :
      - Lunettes de protection
      - Lunettes d'alignement (domaine visible,  $P < 100$  W)



**Même avec des lunettes, ne jamais regarder volontairement le faisceau laser direct ou une de ses réflexions**

# Protection individuelle : Lunettes de réglage

Selon norme EN 208 : Lunettes de protection pour les travaux de réglage sur les lasers et sur les systèmes laser (lunettes de réglage laser) - février 2010

Tableau 1 — Numéros d'échelon, facteur de transmission spectrale et puissance maximale du laser

Numéro d'échelon	Facteur de transmission spectrale du filtre	Monture	Lasers continus et lasers impulsionnels avec une durée d'impulsion $\geq 2 \times 10^{-4}$ s	Lasers impulsionnels avec une durée d'impulsion comprise entre $10^{-9}$ s et $2 \times 10^{-4}$ s
			Puissance maximale du laser W	Énergie maximale des impulsions J
RB 1	$10^{-2} < \tau(\lambda) = 10^{-1}$	$\tau(\lambda) = 10^{-1}$	0,01	$2 \times 10^{-6}$
RB 2	$10^{-3} < \tau(\lambda) = 10^{-2}$	$\tau(\lambda) = 10^{-2}$	0,1	$2 \times 10^{-5}$
RB 3	$10^{-4} < \tau(\lambda) = 10^{-3}$	$\tau(\lambda) = 10^{-3}$	1	$2 \times 10^{-4}$
RB 4	$10^{-5} < \tau(\lambda) = 10^{-4}$	$\tau(\lambda) = 10^{-4}$	10	$2 \times 10^{-3}$
RB 5	$10^{-6} < \tau(\lambda) = 10^{-5}$	$\tau(\lambda) = 10^{-5}$	100	$2 \times 10^{-2}$

Tableau 2 — Éclairement et exposition énergétiques pour les essais

Numéro d'échelon	Éclairement énergétique $E$ W/m <sup>2</sup>	Exposition énergétique $H$ J/m <sup>2</sup>
RB 1	$1 \times 10^4$	2
RB 2	$1 \times 10^5$	20
RB 3	$1 \times 10^6$	200
RB 4	$1 \times 10^7$	2 000
RB 5	$1 \times 10^8$	20 000

# Protection individuelle : Lunettes de réglage

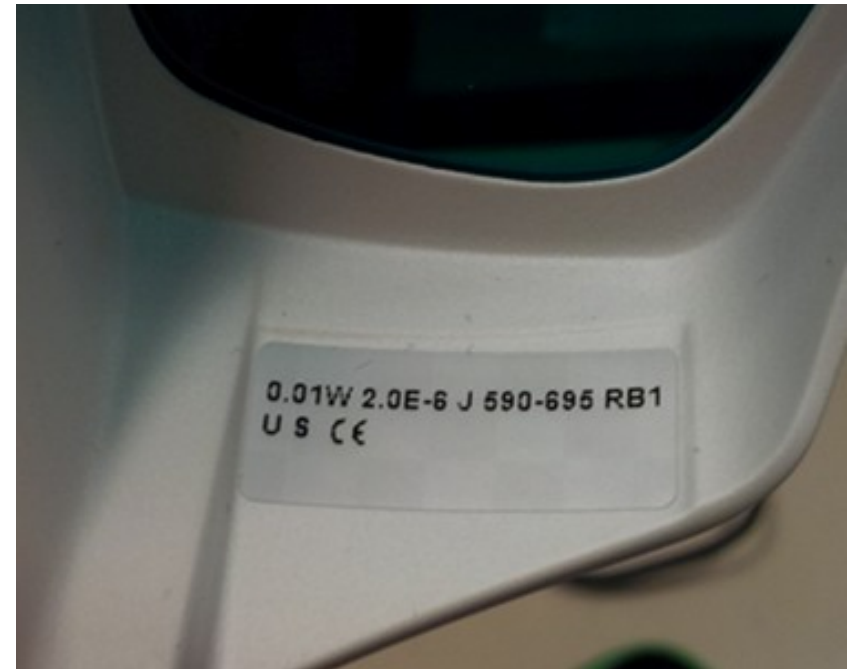
EXEMPLE 1 : 1 W 2 × 10<sup>-4</sup> J

514 RB3 X ZZ

EXEMPLE 2 : 10 W 2 × 10<sup>-3</sup> J

500-550 RB4 X ZZS

- Puissance maximale du laser
- Energie maximale par impulsion
- Domaine spectral du rayonnement laser pour lequel les lunettes de protection sont spécifiées
- Numéro d'échelon tel que spécifié dans le tableau 1 de la norme EN207
- Marquage d'identification du fabricant
- Marque de certification, s'il y a lieu
- Symbole de résistance mécanique



# Protection individuelle : Lunettes de protection

Tableau 1 — Numéros d'échelon (facteur maximal de transmission spectrale et résistance maximale au rayonnement laser) des filtres et/ou des protections oculaires contre le rayonnement laser

Numéro d'échelon	Facteur maximal de transmission spectrale à la longueur d'onde laser	Éclairement ( $E$ ) et exposition ( $H$ ) énergétiques pour les essais relatifs à la protection contre le rayonnement laser et à la résistance au rayonnement laser pour les domaines spectraux								
		180 nm à 315 nm			> 315 nm à 1 400 nm			> 1 400 nm à 1 000 $\mu\text{m}$		
		Pour les conditions d'essai/durées d'impulsions en secondes (s)								
		$D$ $\geq 3 \times 10^4$	$I, R$ $10^{-9}$ à $3 \times 10^4$	$M$ $< 10^{-9}$	$D$ $> 5 \times 10^{-4}$	$I, R$ $10^{-9}$ à $5 \times 10^{-4}$	$M$ $< 10^{-9}$	$D$ $> 0,1$	$I, R$ $10^{-9}$ à $0,1$	$M$ $< 10^{-9}$
$\tau(\lambda)$	$E_D$ $\text{W/m}^2$	$H_{I, R}$ $\text{J/m}^2$	$E_M$ $\text{W/m}^2$	$E_D$ $\text{W/m}^2$	$H_{I, R}$ $\text{J/m}^2$	$H_M$ $\text{J/m}^2$	$E_D$ $\text{W/m}^2$	$H_{I, R}$ $\text{J/m}^2$	$E_M$ $\text{W/m}^2$	
LB1	$10^{-1}$	0,01	$3 \times 10^2$	$3 \times 10^{11}$	$10^2$	0,05	$1,5 \times 10^{-3}$	$10^4$	$10^3$	$10^{12}$
LB2	$10^{-2}$	0,1	$3 \times 10^3$	$3 \times 10^{12}$	$10^3$	0,5	$1,5 \times 10^{-2}$	$10^5$	$10^4$	$10^{13}$
LB3	$10^{-3}$	1	$3 \times 10^4$	$3 \times 10^{13}$	$10^4$	5	0,15	$10^6$	$10^5$	$10^{14}$
LB4	$10^{-4}$	10	$3 \times 10^5$	$3 \times 10^{14}$	$10^5$	50	1,5	$10^7$	$10^6$	$10^{15}$
LB5	$10^{-5}$	$10^2$	$3 \times 10^6$	$3 \times 10^{15}$	$10^6$	$5 \times 10^2$	15	$10^8$	$10^7$	$10^{16}$
LB6	$10^{-6}$	$10^3$	$3 \times 10^7$	$3 \times 10^{16}$	$10^7$	$5 \times 10^3$	$1,5 \times 10^2$	$10^9$	$10^8$	$10^{17}$
LB7	$10^{-7}$	$10^4$	$3 \times 10^8$	$3 \times 10^{17}$	$10^8$	$5 \times 10^4$	$1,5 \times 10^3$	$10^{10}$	$10^9$	$10^{18}$
LB8	$10^{-8}$	$10^5$	$3 \times 10^9$	$3 \times 10^{18}$	$10^9$	$5 \times 10^5$	$1,5 \times 10^4$	$10^{11}$	$10^{10}$	$10^{19}$
LB9	$10^{-9}$	$10^6$	$3 \times 10^{10}$	$3 \times 10^{19}$	$10^{10}$	$5 \times 10^6$	$1,5 \times 10^5$	$10^{12}$	$10^{11}$	$10^{20}$
LB10	$10^{-10}$	$10^7$	$3 \times 10^{11}$	$3 \times 10^{20}$	$10^{11}$	$5 \times 10^7$	$1,5 \times 10^6$	$10^{13}$	$10^{12}$	$10^{21}$

Les symboles D, I, R et M, relatifs aux conditions d'essai, sont expliqués dans le Tableau 4.

Selon norme EN 207 : Protection individuelle de l'œil - Filtres et protecteurs de l'œil - contre les rayonnements laser (lunettes de protection laser) - juin 2010

Conditions d'essai pour les types de laser	Dénomination du type de laser
$D$	Laser continu
$I$	Laser impulsionnel
$R$	Laser déclenché
$M$	Laser impulsionnel à modes couplés

# Protection individuelle : Lunettes de protection

EXEMPLE 1 :            633    D            LB5 X  
EXEMPLE 2 :            1064    DI            LB7 X  
EXEMPLE 3 :    630-700    DR    LB8            X    S

Tableau 4 — Durées de l'essai pour les filtres et les lunettes de protection laser

Conditions d'essai pour les types de laser	Dénomination du type de laser	Durée d'impulsion s	Nombre d'impulsions
<i>D</i>	Laser continu	5	1
<i>I</i>	Laser impulsionnel	$> 10^{-6}$ à 0,25	50
<i>R</i>	Laser déclenché	$> 10^{-9}$ à $10^{-6}$	50
<i>M</i>	Laser impulsionnel à modes couplés	$< 10^{-9}$	50

NOTE Les durées d'impulsions pour les conditions d'essai I et R ne sont pas consécutives. De même, elles ne font pas directement suite à la durée de la condition d'essai D. Les durées d'impulsions indiquées sont caractéristiques de lasers courants. Il est recommandé d'utiliser un laser dont la durée d'impulsion se situe dans cette gamme.

- Longueur d'onde pour laquelle le protecteur de l'œil assure une protection
- Condition d'essai conformément au tableau 4 de la norme EN 207
- Numéro d'échelon tel que spécifié dans le tableau 1 de la norme EN207
- Identification du fabricant
- Symbole de résistance mécanique

# Protection individuelle : Lunettes laser

Prière de répondre aussi précisément que possible aux questions suivantes pour chacun des laser utilisés :

1. Votre demande se rapporte-t-elle à :

Des lunettes de protection (EN 207)

Des lunettes d'alignement (EN 208)

Les utilisateurs portent-ils des lunettes correctrices ?

Oui  Non

2. Type de laser et niveau de protection requis s'il est connu (Classes L pour D, I, R ou M) : \_\_\_\_\_

3. Laser à émission continue :

Longueur d'onde \_\_\_\_\_ nm

Puissance optique \_\_\_\_\_ W

Plus petit diamètre de faisceau accessible \_\_\_\_\_ mm

Divergence de faisceau (demi-angle) \_\_\_\_\_ mrad.

Pour les laser avec une sortie fibrée : \_\_\_\_\_ Ø ON

\_\_\_\_\_ NA

4. Laser à impulsions :

Longueur d'onde \_\_\_\_\_ nm

Puissance moyenne \_\_\_\_\_ W

Plus petit diamètre de faisceau accessible \_\_\_\_\_ mm

Divergence de faisceau (demi-angle) \_\_\_\_\_ mrad.

Energie maximale par impulsion \_\_\_\_\_ J

Durée d'impulsion minimum \_\_\_\_\_ sec.

Taux de répétition maximum \_\_\_\_\_ Hz

Puissance crête maximum \_\_\_\_\_ W

Puissance crête maximum \_\_\_\_\_ rad./°

Pour les fibres : \_\_\_\_\_ Ø ON

\_\_\_\_\_ NA

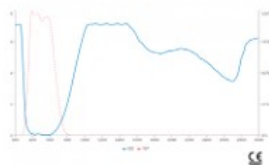
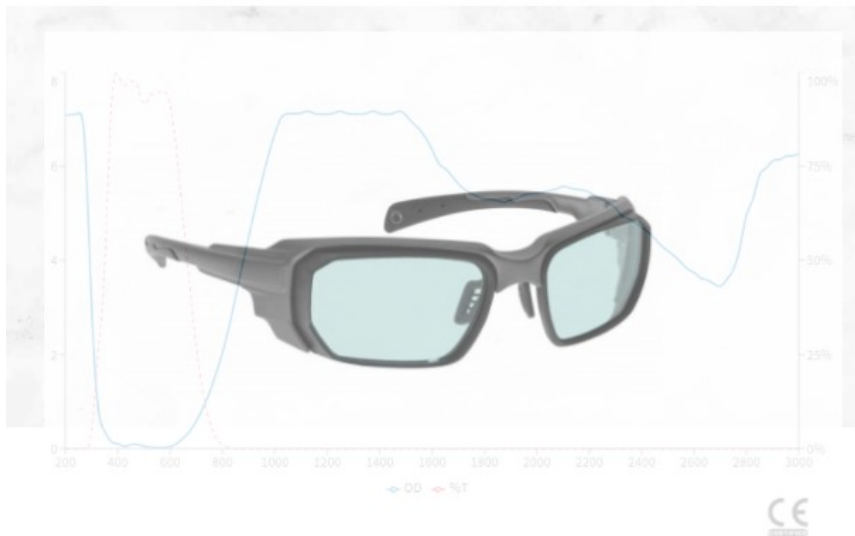
5. Nom du responsable sécurité laser concerné, pour d'éventuelles questions complémentaires :

\_\_\_\_\_  
Nom et prénom

\_\_\_\_\_  
Société / Laboratoire

\_\_\_\_\_  
N° téléphone et fax

\_\_\_\_\_  
Courriel



Référence de la lunette laser : **NIR-FG1-46**

**Caractéristiques de la monture laser :**

Couleur du filtre laser : clair

Type du filtre laser : verre

VLT : 75%

Ne permet pas le port de lunettes de correction

Produit CE

Couleur de la monture laser : noire

**Niveau de protection laser suivant la norme EN 207:**

850-900 DIR LB3

>900-950 + >1400-2200 DIR LB4

>950-1000 DIR LB5

>1000-1063 DIR LB6

>1063-1400 D LB6 + IRM LB7Y

2900-3200 + 10600 DI LB4

**Densités optiques :**

850-2800 3+

900-2600 4+

950-1010 5+

>1010-1500 7+

>1500-2350 5+

>2800-10600 5+

**ARDOP**  
INDUSTRIE

# Maitrise du faisceau et habitudes de travail

**TOUJOURS** : Port de lunettes laser adaptées et en bon état

- Vêtements adaptés (pas de vêtements amples)
- Pas de bijoux
- Cheveux longs attachés



**Surveillance médicale** (absence de réglementation nationale)

*Remarque : les examens ophtalmiques de pré emploi n'ont de valeur que pour des considérations médico-légales et ne constituent pas une partie nécessaire d'un programme de sécurité*

# Maitrise du faisceau et habitudes de travail

- Ne pas laisser un **laser en fonctionnement sans surveillance**
- Faisceau(x) non dirigé(s) vers **la porte ou les fenêtres**
- Présence de **capots, écrans** de protection, **tubes** de transport.
- Utilisation **d'écrans et/ou d'absorbeurs** pour interrompre ou piéger les faisceaux directs et/ou réfléchis
- **Ne pas manipuler d'objets réfléchissants** sur le parcours du faisceau  
ex : bagues, montres, bracelets, stylos, outils...
- Toutes les **interventions de maintenance** doivent être faites par du personnel habilité. (Ne pas enlever les capots de protection. Ne pas court-circuiter les sécurités).



# Maitrise du faisceau et habitudes de travail

- Bonne connaissance du parcours du (des) faisceau(x)
  - surtout pour des faisceaux non visibles
- Diminuer autant que possible la puissance du (des) faisceau(x) laser
  - Si possible utiliser un laser visible de classe 1 ou 2 pour les alignements
- Supports d'optiques stables et fixés
  - idem pour les matériels d'expérimentations

# Maitrise du faisceau et habitudes de travail

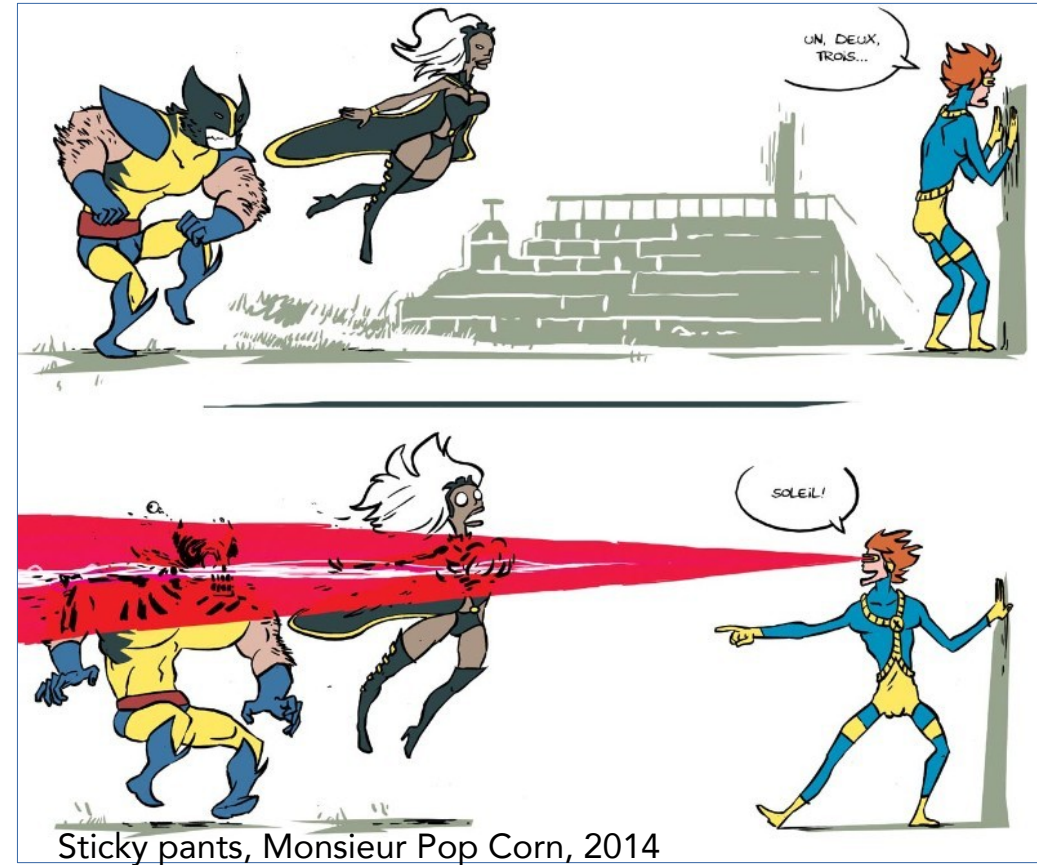
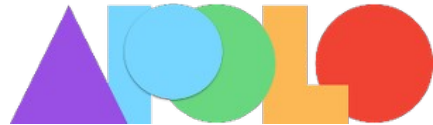
- Utiliser des composants optiques adaptés aux caractéristiques du (des) faisceau(x) qui les traverse(nt)
    - traitements anti-reflet, tenue au flux, transmissivité
  - Bonne connaissance des caractéristiques et propriétés des optiques rencontrées par le(s) faisceau(x)
    - réseaux, prismes et lames séparateurs, filtres, cristaux biréfringents, etc
- Déclencher les tirs après s'être assuré que personne n'est en position dangereuse**

# Maitrise du faisceau et habitudes de travail

---

- Respecter le matériel (notamment les temps de chauffe et de refroidissement)
- Eviter les retours de faisceau dans la cavité du laser
- Veiller à la propreté des composants optiques
  - nettoyer les composants optiques
  - protéger les composants de la poussière
- Tenue d'un cahier d'entretien et de maintenance des lasers

Merci pour votre attention



## A.N.F. Plasma-Microorganismes – Les plasmas pour désinfecter, décontaminer, stériliser : principes, enjeux et bonnes pratiques

13-15 octobre 2021, Orléans



- Du **13 au 15 octobre 2021**, GREMI, Orléans
- Le nombre de places est **limité à 25**.  
Date limite d'inscription : **1 octobre 2021**
- Frais d'inscription:
  - × Personnel CNRS : **Gratuit**
  - × Personnel non-CNRS (académique) : **250 €**
  - × Non académique : **250 €**
  - × les frais de formation = **2 nuitées, 4 repas et les pauses.**
- Un site internet : <https://plasmicroorga.sciencesconf.org/>



- Du 15 au 17 novembre 2021, GREMI, Orléans

- Le nombre de places est **limité à 22**.

Date limite d'inscription : **15 octobre 2021**

- Frais d'inscription:

- × Personnel CNRS : **Gratuit**
- × Personnel non-CNRS (académique) : **250 €**
- × Non académique : **250 €**
- × Les frais de formation = **2 nuitées, 4 repas et les pauses.**

- Un site internet : <https://anfplasmalaser.sciencesconf.org/>





<https://emili2021.sciencesconf.org/resource/page/id/5>

Communauté "plasmas froids et lasers" autour des aspects fondamentaux des milieux ionisés.

- du 25 au 28 octobre 2021 à l'école Polytechnique.
- Frais = GRATUIT, date limite le 10 septembre 2021
- Jeunes chercheurs (doctorants, post-doctorants)
- Soumission de résumé : oral ou poster (date limite 3 septembre 2021)

**VENEZ NOMBREUX !!**

# RETOUR D'EXPERIENCE



05 - 08 juillet 2021  
Nancy



- Avez-vous un sujet que vous voudriez aborder, une question ?
- Pensez-vous que cette formation devrait être renouvelée ?
- Voyez-vous des sujets à aborder ou à approfondir ?
- Avez-vous d'autres thématiques pour une ANF (action nationale de formation)?