



# **Risques infectieux et toxiques des lasers**

---

**Dr Jean-Luc MARANDE**  
**Service de santé au travail AP-HP Paris**  
**ANMTEPH**



# Plan

---

- Les lasers
- Les risques pour l'homme
- Les fumées chirurgicales
- Les mesures de prévention
- Le rôle du médecin du travail



# Les lasers

---

- Le laser (Lumière Amplifiée par Stimulation d'Émission de Rayonnements) :  
c'est une source de rayonnements optiques cohérents, incorporée dans un appareil, émettant un faisceau de rayonnements monochromiques
  - Ultraviolets
  - Visibles
  - Infrarouges



# Les lasers

---

- Il existe différents type de lasers médicaux dont le matériau actif est variable (excimères, vapeurs métalliques (or), hélium-néon, argon krypton, CO, CO<sub>2</sub>, Yag-Erbium, Yag-Holmium, diodes lasers, rubis, titane saphir) responsable de :
  - longueur d'onde variable (de 190 à 2930 nm),
  - de régime pulsé ou continu,
  - d'énergie ou puissance variablesen fonction des utilisations
- On utilise des lasers pour de nombreux actes médicaux et dans de nombreuses spécialités médicales.



## Les lasers : les risques pour l'homme

<b>laser</b>	<b>service</b>	<b>Longueur d'onde du faisceau</b>	<b>Troubles cutanés</b>	<b>Troubles oculaires</b>
<b>excimères</b>	<b>ophtalmo</b>	<b>UVC 193 nm</b>	<b>érythèmes</b>	<b>Conjonctivite kératite</b>
<b>Yag</b>	<b>ophtalmo</b>	<b>IRA 1064 nm</b>	<b>brûlures</b>	<b>Rétine +++ cristallin-iris</b>
<b>Argon krypton</b>	<b>dermato</b>	<b>Visible 488 / 647 nm</b>	<b>brûlures</b>	<b>Rétine +++ cristallin-iris</b>
<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>Blocs gynéco...</b>	<b>IRC 10600 nm</b>	<b>brûlures</b>	<b>kératite</b>
<b>KTP</b>	<b>ORL</b>	<b>Visible 532 nm</b>	<b>brûlures</b>	<b>Rétine +++ cristallin-iris</b>



## Les lasers : les risques pour l'homme

---

- Risques électriques et électromagnétiques
- Risques indirects machines : incendie, projections de particules incandescentes, appauvrissement en oxygène de l'air (dégagement d'azote), nuisances sonores intenses, émanations de solvants ou colorants, risques mécaniques de la robotique
- Risques liés à l'organisation et au comportement individuel pouvant exposer les yeux de l'opérateur
- **Risques des fumées chirurgicales**



## Les lasers : les fumées chirurgicales

---

- Les fumées chirurgicales sont des ensembles de sous-produits générés par l'action des instruments de section et d'hémostase (lasers, instruments pour électrocoagulation) sur les tissus vivants.
- Le NIOSH estime à 350 000 par an les personnes exposées à ce type de fumée.
- L'odeur nocive des fumées fait partie des conditions de travail dans une salle d'opération.



## Les lasers : les fumées chirurgicales

---

- Les fumées gênent la visibilité de l'opérateur pouvant perturber sa concentration.
- L'odeur, en plus d'être désagréable et déplaisante, est une indication des éléments contenus dans la fumée.
- Symptômes habituels chez les personnels exposés : maux de tête, nausées, irritation et picotement des yeux, irritation du nez, irritation de la gorge, irritation de la peau du visage, sécheresse de la bouche (Texler 1998).





## Les lasers : les fumées chirurgicales

---

- Création d'aérosols ou de gaz toxiques résultant de la dégradation thermique de la peau traitée, des tissus infectés (VIH), des tumeurs, des matériaux et/ou celle de substances adhérant éventuellement à leur surface (revêtement anticorrosion, traces de solvants...) contenant :
  - 1° des substances chimiques toxiques,
  - 2° des virus viables,
  - 3° des particules de taille respirable et
  - 4° des cellules.



## Les lasers : les fumées chirurgicales

---

- Dans les fumées générées par les lasers ont été retrouvés des sous-produits des protéines et des lipides calcinés, hautement toxiques  
⇒ chromatographie en phase gazeuse, spectroscopie de masse (Martinez 1995).
- Plus de 80 produits chimiques organiques ont été identifiés (NIOSH, Kokosa 1989).
- Pouvoir cancérogène, mutagène, tératogène (Tomita 1981, Gatti 1992, Ulmer 1996).
- Une étude canadienne sur peau de porc retrouve des toxiques connus dans les fumées  
⇒ cyanure d'hydrogène, acroléine, acétaldéhyde (Frenette 2003).



## Les lasers : étude Frénette 2003

Contaminant mg/m <sup>3</sup>	Laser ND:Yag	Laser à CO <sub>2</sub>	Valeur plafond
cyanure d'hydrogène	<b>65</b>	<b>28</b>	<b>5,2</b>
acroléine	<b>0,66</b>	<b>0,32</b>	<b>0,23</b>
acétaldéhyde	<b>4,11</b>	<b>6,69</b>	<b>45</b>



## Les lasers : les fumées chirurgicales

---

- Des composés chimiques ont été retrouvés dans les fumées chirurgicales

⇒ acétonitrile<sup>1</sup>, acroléine<sup>1</sup>, acrylonitrile<sup>1</sup>, benzaldéhyde<sup>1</sup>, cyanure d'hydrogène<sup>1</sup>, acrylonitrile<sup>1</sup>, benzène<sup>1346</sup>, butadiène<sup>14</sup>, formaldéhyde<sup>1234</sup>, furfural<sup>13</sup>, hydrocarbures aromatiques polycycliques (benzo(a)pyrène)<sup>3</sup>, indole<sup>1</sup>, phénol<sup>1</sup>, polypropylène<sup>12</sup>, pyridine<sup>16</sup>, sulfure de carbone<sup>1</sup>, styrène<sup>236</sup>, toluène<sup>6</sup>, xylène<sup>6</sup>, m-crésols<sup>1</sup>... (NIOSH, Kokosa 1989)  
⇒ monoxyde de carbone (*En Surg, 1993*)

**1 irritant pour la peau et les voies respiratoires 2 sensibilisant respiratoire 3 cancérogène 4 mutagène 5 toxique pour la reproduction 6 dépression du SNC**



## Les lasers : les fumées chirurgicales

---

- Des virus viables VIH, VHB ont été identifiés dans les fumées générées par des lasers à CO<sub>2</sub>, ER:Yag, ND:Yag (Baggish 1991, Garden 1988).
- L'ARN du VIH contenu dans les fumées émanant de cellules contaminées et irradiées par un laser à CO<sub>2</sub> peut rester intact jusqu'à 14 jours (Baggish 1991).
- De l'ADN de papilloma-virus humains (PVH) a été détecté dans les fumées de condylomes traités par laser (Garden 1988, Sawchuck 1989, Ferenczy 1990).



## Les lasers : les fumées chirurgicales

---

- L'inhalation des fumées de laser contenant des PVH augmente le risque de développement de verrues naso-pharyngées chez les chirurgiens (Gloster 1995).
- A été publiée une association du développement d'un papillome laryngé chez un chirurgien utilisant un laser ND:Yag et la présence de PVH dans les fumées de laser provenant de l'un de ses malades (Hallmo 1991).
- Des cas de papillomatose laryngée chez des gynécologues vaporisant au laser à CO2 des condylomes ont été rapportés (Sawchuk 1989, Ferenczy 1990, Bergbrant 1994).



## Les lasers : les fumées chirurgicales

---

- Des particules de taille respirable de 0,1 à 0,8  $\mu\text{m}$ , donc susceptibles de se loger au niveau des alvéoles pulmonaires ont été retrouvées dans les fumées générées par les lasers à  $\text{CO}_2$  (Nezhat 1987).
- Les risques à long terme d'une inhalation de fines particules en suspension dans les fumées par les personnels sont inconnus mais des études chez l'animal ont montré que les dépôts sur les alvéoles étaient responsables d'une pneumopathie interstitielle, d'une bronchiolite et d'un emphysème (Baggish 1987).



## Les lasers : les fumées chirurgicales

---

- Des auteurs ont montré que des cellules intactes et des éléments sanguins sont aérosolisés par les lasers (Oosterhuis 1982, Champault 1997, Ziegler 1998) et que ces cellules restent vivantes (Fletcher 1999).
- Il y a potentiellement un risque d'exposition à des agents pathogènes d'origine hématogène via les aérosols sanguins (Jewett 1992, Eubanks 1993, Perdelli 2005) .





## Les lasers : les fumées chirurgicales

---

- La libération de cellules au cours d'une intervention sous laparoscopie pourrait être un vecteur de métastases (Ziegler 1998, Wang 1999). Ces cellules seraient transportées par l'intermédiaire du flux gazeux dans le pneumopéritoine, en raison des fuites localisées au niveau des points d'incision par un effet cheminée (Nduka 1994, Tseng 1998). Des métastases ont été décrites au niveau des sites de trocart à distance de la zone d'ablation de la tumeur (Cavina 1998, Tseng 1998, Ziegler 1998).



# Les lasers : les moyens de protection

Centre Canadien d'Hygiène et de Sécurité au Travail

constituants de la fumée	sources	Risques pour la santé	Moyens de protection
fumée	Faisceau laser	Irritation, lésions des VAS, des yeux, gêne de l'opérateur	<b>aspiration à la source</b> <b>lunettes, masque</b>
Substances chimiques	Faisceau laser	Brûlure, incendie, pouvoir CMR	<b>aspiration à la source</b> <b>masque</b>
Agents biologiques	Faisceau laser	Infection	<b>tenue adaptée</b> <b>aspiration à la source, masque</b>
poussière	Laser à CO <sub>2</sub>	Lésions pulmonaires	<b>aspiration à la source, masque</b>



# Les lasers : les recommandations aux USA

---

- La ventilation générale est insuffisante en elle-même pour capter à leur point d'origine les contaminations générées par les lasers (NIOSH).
- Les masques chirurgicaux ne sont pas agréés pour la protection du personnel médical (OSHA).
- Obligation de l'employeur de fournir un matériel de protection individuelle approprié (OSHA).
- Les contaminations aéroportées doivent être évacuées du site opératoire (ANSI).
- L'utilisation d'un système d'évacuation assure une protection contre les irritations au niveau des yeux, du nez et des poumons et réduit l'exposition à des agents infectieux (AORN).

**NIOSH** National Institute of Occupational Safety and Health **OSHA** Occupational Safety and Health Administration **ANSI** American

National Standards Institute **AORN** Association of peri-Operative Registered Nurses



## Les lasers : les mesures de prévention

---

- Réglementer l'accès de la salle pendant l'utilisation du laser (affiche avec sigle international laser apposée sur la porte).
- Contrôler les dispositifs de sécurité et respecter les consignes de sécurité.
- Contrôler le bon éclairage de la salle.
- Bien maîtriser le faisceau laser (au-dessus ou très en-dessous du niveau des yeux de l'opérateur).
- Supprimer les causes de réflexion et de diffusion accidentelles du faisceau laser.
- Porter des lunettes protectrices adaptées à la longueur d'onde CE, conformes au type de laser utilisé en plus de la tenue chirurgicale classique (gants, blouse, coiffe).



## Les lasers : les mesures de prévention

---

- Capturer les fumées au plus proche de leur source et au fur et à mesure de leur production
  - ⇒ **aspirateur de fumée spécial laser** mobile, pourvu d'un tuyau flexible avec une buse d'aspiration et disposant d'un filtre HEPA captant 99,97 % des particules de  $0,3 \mu\text{m}$  ± un filtre ULPA ou VLSI capturant 99,9999 % des particules de  $0,12 \mu\text{m}$ .
  - ⇒ **système de filtration des fumées de laparoscopie** adapté à la coelioscopie, connectable à un trocart pour une évacuation sécurisée et rapide des fumées disposant d'un pré-filtre, d'un filtre particulaire à haute performance et d'un filtre charbon actif.



## Les lasers : les mesures de prévention

---

- Humidifier les champs opératoires ou utiliser des champs ininflammables.
- Vérifier la ventilation de la salle (15 à 20 cycles/heure).
- Au mieux, utiliser une salle en dépression.
- Porter un masque à haute efficacité de rétention particulaire dit masque laser  $0,1 \mu\text{m}$  (Chenk 1994) ou masque de type NBC (Perrot 2000).



## Les lasers : rôle du médecin du travail

---

- Les personnels utilisant des lasers doivent avoir un examen d'aptitude, une surveillance périodique et un bilan ophtalmologique.
- En cas d'incident ou d'accident d'exposition ⇒ contrôle ophtalmologique.
- Information et formation des salariés: « laser et sécurité ».
- Participation aux choix des protections collectives et individuelles appropriées.
- Pas de surveillance médicale renforcée.



## Conclusion

---

- L'utilisation de lasers lors des interventions chirurgicales est à l'origine de la production de fumées chirurgicales qui contiennent des substances chimiques toxiques, des virus viables, des particules de taille respirable et des cellules vivantes.
- Les fumées gênent la visibilité de l'opérateur, génèrent une odeur désagréable et déplaisante et mettent en danger l'équipe chirurgicale si elles ne sont pas immédiatement aspirées et filtrées à la source.