

Risques infectieux des fumées laser : exemple des papillomavirus humains

EN RÉSUMÉ

Lors du traitement par laser de lésions cutanées ou muqueuses dues à des papillomavirus humains (lésions HPV), le personnel médical peut être exposé par voie respiratoire à ces virus par le biais des fumées chirurgicales. Une revue de la littérature et une enquête sur les pratiques en milieu hospitalier ont conduit à proposer des pistes d'amélioration de la sécurité des soignants exposés.

AUTEURS :

S. Peyrot, G. Brochard, C. Le Bâcle, département Études et assistance médicales INRS

MOTS CLÉS

Risque biologique / Laser / Fumée / Personnel soignant / Milieu de soins / Chirurgie



© Photo Alto

En santé au travail, les fumées chirurgicales constituent une nuisance pour le personnel du bloc opératoire [1]. La question du risque infectieux lié à ces fumées revient régulièrement, en particulier depuis que l'usage du laser s'est répandu en chirurgie pour de nombreuses indications. Deux cas d'infections respiratoires à papillomavirus chez des soignants exposés à la fumée laser ont été décrits dans la littérature (encadré 1). L'infection par le papillomavirus humain (HPV) est très répandue. Les lésions cliniques sont variées et incluent notamment les verrues ano-génitales ou condylomes, le cancer du col de l'utérus, les verrues cutanées et la papillomatose laryngée. Le traitement par laser fait partie de l'arsenal thérapeutique

courant du traitement de ces différentes lésions virales. Le nombre de soignants potentiellement exposés aux fumées laser provenant du traitement de ces lésions HPV est important. Ces personnels relèvent de différentes spécialités comme la dermatologie, la gynécologie, l'oto-rhinolaryngologie, la pédiatrie... Contrairement à d'autres pays, la France ne dispose pas de réglementation ni de recommandation officielle sur la prévention contre les risques infectieux liés aux fumées laser. Une revue de la littérature et une enquête sur les pratiques en milieu hospitalier ont fait l'objet d'une thèse en médecine du travail [4] qui a conduit à proposer des pistes d'amélioration de la sécurité des soignants exposés.

Risques infectieux des fumées laser

Exemple des papillomavirus humains

↓ Encadré 1

> CAS CLINIQUES PUBLIÉS

Cas cliniques publiés

Deux cas cliniques d'infection respiratoire à HPV chez le personnel de santé, suspectés être d'origine professionnelle, ont été publiés.

Le premier cas [2], publié en 1991, est rapporté chez un chirurgien viscéral de 44 ans travaillant dans un hôpital d'Oslo et ayant été exposé aux fumées laser lors de traitements de lésions ano-génitales à HPV. Il a développé des lésions laryngées multiples, dues à HPV de type 6 et 11. Ces virus, isolés des lésions du chirurgien, sont connus pour provoquer des lésions ano-génitales comme celles traitées par le chirurgien. Celui-ci a été soigné par exérèse des lésions à HPV au laser. Il n'a pas eu de récurrence jusqu'à l'année de publication de ce cas. L'étude du poste de travail du chirurgien a révélé des mesures de prévention inadaptées contre les risques infectieux des fumées laser : absence de système d'aspiration à la source, utilisation de masques inappropriés contre le risque infectieux. L'origine professionnelle de sa contamination a donc été fortement suspectée.

Le deuxième article [3], publié en 2003 en Allemagne, décrit le cas d'une infirmière en chirurgie gynécologique victime d'une papillomatose laryngée qui a bénéficié d'une reconnaissance en maladie professionnelle. Les antécédents médicaux de cette patiente retrouvaient

l'existence d'un épisode de pneumonie avec leucocytopénie 6 mois avant le diagnostic de papillomatose laryngée. Elle avait exercé à plusieurs reprises la fonction d'aide opératoire lors de l'exérèse au laser de condylomes ano-génitales. L'évolution de son infection à HPV a été marquée par la survenue de plusieurs récurrences. L'étude du poste de travail a révélé que l'infirmière a travaillé sans protection respiratoire et sans dispositif de captage adéquats. Il n'y a pas eu d'identification des HPV ni dans les lésions de l'infirmière ni dans les lésions des patients traités. Il est permis de penser que la baisse des défenses immunitaires a pu, lors de la reprise du travail, favoriser l'infection laryngée de l'infirmière par des HPV contenus dans les fumées laser provenant des lésions des patients (les HPV 6 et 11, principaux agents de condylomes ano-génitales, sont également agents de la papillomatose laryngée).

Pour ces deux cas, la question du risque de transmission du HPV lors des activités professionnelles est difficile à apprécier car le virus peut rester à l'état latent dans l'organisme pendant plusieurs années après la contamination. Cependant, la localisation laryngée des lésions oriente vers une contamination possible par inhalation des fumées laser contenant des particules infectantes de HPV.

PAPILLOMAVIRUS HUMAINS [5]

PROPRIÉTÉS

Les papillomavirus sont des virus extrêmement répandus, spécifiques de l'homme ou d'une espèce animale. Ce sont des virus à acide désoxyribonucléique (ADN), non enveloppés, de petite taille, à tropisme épithélial. La capsid (structure protéique entourant le génome) des HPV les rend extrêmement résistants dans le milieu extérieur facilitant ainsi leur transmission.

Il existe plus de 100 types de HPV parmi lesquels plus de 40 ont un tropisme muqueux et peuvent infecter le tractus ano-génital et les

voies aérodigestives supérieures. D'autres ont un tropisme cutané spécifique. Tous ont pour caractéristique essentielle de favoriser la prolifération bénigne ou maligne des cellules qu'ils infectent.

PATHOLOGIES ASSOCIÉES AUX HPV

(tableau 1)

Les pathologies associées aux HPV chez l'homme varient selon le génotype impliqué. Parmi les différents types, il faut distinguer les HPV dits à haut risque (HPV-HR) dont les lésions provoquées ont un risque élevé d'évolution vers un cancer et les HPV dits à bas risque (HPV-BR) car ils ne sont pas, en général, associés au développement d'un cancer.

Mais les co-infections par des papillomavirus de différents types sont fréquentes et une infection à HPV peut associer des HPV-HR et des HPV-BR.

> PAPILLOMAVIRUS À BAS RISQUE (HPV-BR)

La plupart des HPV entraînent des lésions bénignes, comme par exemple les HPV 1 et HPV 2 qui sont à l'origine des verrues cutanées et plantaires, ou les HPV 6 et HPV 11 qui représentent plus de 85 % des HPV impliqués dans les verrues ano-génitales (condylomes acuminés). Les mêmes HPV 6 et HPV 11 peuvent également provoquer une autre maladie, la papillomatose laryngée. Toutes les parties de

l'arbre respiratoire peuvent être atteintes, depuis les narines jusqu'au parenchyme pulmonaire, avec une prédilection pour le larynx. Ce fait important doit être pris en compte lors de l'évaluation du risque des soignants exposés par voie aérienne aux fumées laser, en particulier lors du traitement des condylomes acuminés.

> PAPILOMAVIRUS À HAUT RISQUE (HPV-HR)

Certains HPV sont impliqués dans de nombreux cancers en différents sites.

Sphère ano-génitale

Les HPV-HR sont responsables de la quasi-totalité des cancers du col utérin, en particulier deux d'entre eux, puisque le HPV 16 et le HPV 18 sont à l'origine d'environ 70 à 90 % de ces cancers selon les pays, et de plus de 60 % des néoplasies intra-épithéliales cervicales (CIN) de grade 3. Les HPV-HR, essentiellement le HPV 16, sont aussi associés à la grande majorité des cancers du vagin et de la région anale et à des cancers de la vulve et du pénis.

Sphère ORL

L'intoxication alcoolo-tabagique est classiquement le facteur causal majeur des cancers de la sphère ORL, mais les papillomavirus jouent eux aussi un rôle pour un certain nombre de ces cancers [6]. Les HPV-HR seraient impliqués dans environ 25 % des cancers de l'oropharynx, toutes localisations confondues, et dans au moins 50 % des cancers de l'amygdale. Le HPV 16 est le plus fréquemment en cause.

La transformation maligne d'une papillomatose laryngée est rare, elle survient chez seulement 3 % à 7 % des patients. Les papillomatoses associées aux HPV 6 ou 11 (donc non oncogènes) ont un risque de transformation cancé-

↓ **Tableau I**

> TYPES DE HPV LES PLUS FRÉQUEMMENT RENCONTRÉS, LÉSIONS PROVOQUÉES ET LEUR CLASSEMENT PAR LE CENTRE INTERNATIONAL DE RECHERCHE SUR LE CANCER (CIRC)

Type HPV	Tropisme	Lésions	Classement CIRC
HPV1 et HPV2	Cutané	<ul style="list-style-type: none"> • Verrues cutanées • Verrues plantaires 	Non classés
HPV6 et HPV11	Muqueux	<ul style="list-style-type: none"> • Condylomes acuminés • Papillomatose laryngée 	Groupe 3*
HPV16 et HPV18	Muqueux	<ul style="list-style-type: none"> • Néoplasies cervicales intra-épithéliales • Cancer du col de l'utérus • Cancer de la sphère ano-génitale (anus, vulve, vagin, pénis) • Cancer de la sphère ORL (cavité buccale, amygdales, pharynx, larynx) 	Groupe 1**

* Groupe 3 : L'agent est inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme

** Groupe 1 : L'agent est cancérogène pour l'homme

reuse très faible mais certaines formes de papillomatose laryngée sont liées à des HPV-HR, majoritairement le HPV 16, avec un risque très augmenté de transformation en dysplasie de haut grade, en carcinome *in situ* ou en carcinome épidermoïde infiltrant. Toutefois, le déterminisme entre HPV et cancérogénèse des voies aérodigestives supérieures est loin d'être aussi clair que celui qui existe entre HPV et cancer du col utérin.

ÉVOLUTION DES INFECTIONS À HPV

L'infection par les HPV est très fréquente. À l'âge de 20 ans, près de 40 % des jeunes femmes sont infectées. Un deuxième pic est observé chez les femmes au moment de la ménopause. Le portage (ou la contamination) chez les hommes est tout aussi fréquent. Selon certaines études, des HPV ont été retrouvés dans près de 20 % des cas dans la muqueuse des voies respiratoires supérieures ne présentant pas d'anomalies à l'examen macroscopique.

Les infections à HPV sont le plus souvent transitoires. La plupart régresse en 1 an à 18 mois, mais 10 à 20 % persistent et exposent, en cas de HPV-HR, au développement éventuel d'un cancer. Celui-ci est précédé de lésions dysplasiques, dont les plus sévères pourraient apparaître parfois rapidement après l'infection (entre 1 et 2 ans) [5]. C'est la persistance de l'infection à HPV-HR qui est le principal facteur de risque de développement des lésions préinvasives et invasives du col de l'utérus.

En cas de régression des lésions, il est difficile de savoir si l'infection est totalement éliminée ou si elle persiste sous forme latente. L'infection latente peut, sous l'influence de certains facteurs (immunodépression, par exemple) évoluer à nouveau vers une reprise de la prolifération des cellules infectées et la formation des lésions dues au HPV. La réponse immunitaire est essentiellement spécifique du type de HPV. Néanmoins une protection croisée est observée pour certains HPV.

Risques infectieux des fumées laser

Exemple des papillomavirus humains

Face à une contamination par des HPV, la réponse immunitaire induite est très variable d'un individu à l'autre en fonction de facteurs génétiquement déterminés. Cette variabilité conditionne le risque de persistance virale et le risque de survenue de tumeurs. L'immunité cellulaire joue un rôle majeur dans la régression de l'infection et la prévention des réinfections avec un même type viral. La réponse humorale prévient l'infection de nouveaux sites et les réinfections par la présence d'anticorps neutralisants. L'altération des défenses immunitaires cellulaires, spontanée (facteurs génétiques) ou acquise (maladies, traitements...), augmente la persistance et la fréquence, non seulement des infections HPV-HR, mais aussi des infections bénignes, condylomes ou lésions cutanées.

TRANSMISSION

Les papillomavirus sont essentiellement transmis d'un individu à un autre par contact direct de peau à peau ou de muqueuse à muqueuse. Chez un même individu, le virus peut se propager après desquamation des cellules infectées d'un épithélium à un autre par un phénomène d'auto-inoculation. Cette transmission par contact serait favorisée par les microabrasions cutanées ou muqueuses. La transmission par les mains, le linge ou les surfaces contaminées paraît également possible. L'infection par les HPV est la plus fréquente des infections sexuellement transmises. Les lésions bénignes sont très contagieuses, puisqu'associées à une charge virale⁽¹⁾ élevée, alors que les lésions précancéreuses ou cancéreuses associées aux HPV-HR sont peu contagieuses, du fait de l'intégration des virus au génome des cellules infectées et de la faible production virale en surface des cellules. Les études suggèrent également

la possibilité d'une transmission verticale, de la mère à l'enfant au moment de l'accouchement. Certains auteurs discutent la possibilité d'une contamination précoce en période *post-partum* ou périnatale, lors des soins à l'enfant. Une contamination par passage transplacentaire a également été évoquée.

TRAITEMENT

En fonction du type de lésions et de leur localisation, différents traitements de l'infection par les HPV sont utilisés, notamment la cryothérapie, l'exérèse chirurgicale, un traitement kératolytique ou antiviral... Le traitement au laser fait partie de l'arsenal thérapeutique courant de certaines lésions dues aux HPV. Mais quelle que soit la méthode thérapeutique utilisée, aucune ne permet l'éradication du virus, ce qui explique la fréquence des récidives, ce d'autant plus que le virus persiste en zone périlésionnelle. La chimiothérapie et la radiothérapie font partie du traitement des lésions cancéreuses. Il existe actuellement deux vaccins développés contre le HPV dans le cadre de la prévention du cancer du col de l'utérus. Le vaccin quadrivalent protège contre les infections par les HPV 6, 11, 16 et 18, le vaccin bivalent contre les HPV 16 et 18.

LASER ET FUMÉES LASER

Le laser (lumière amplifiée par stimulation d'émission de rayonnements) est une source de rayonnements optiques cohérents (les ondes qui constituent le faisceau sont en phase), incorporée dans un appareil, émettant un faisceau de rayonnements monochromatiques (c'est-à-dire ayant une longueur d'onde définie) ultraviolets, visibles ou infrarouges [7].

Les divers caractéristiques et paramètres de réglage du faisceau (longueur d'onde, durée de l'exposition, énergie délivrée) lui confèrent la possibilité d'induire dans les matériaux et tissus biologiques des effets thermiques, photochimiques, photoablatifs ou disruptifs sur les tissus vivants. L'effet thermique résulte de l'absorption par les tissus de l'énergie transportée par le faisceau laser et de sa dégradation locale en chaleur. Cette action constitue de très loin le mécanisme prédominant dans les applications thérapeutiques du laser, en particulier en chirurgie. Les effets obtenus varient de l'hyperthermie à la coagulation, voire à la volatilisation du tissu, en fonction du degré d'échauffement et de la durée de l'exposition.

Lors du traitement laser, les tissus infectés sont échauffés et volatilisés. Le terme « fumées laser » désigne la fumée dégagée par les cellules lors de cet échauffement. Cette fumée est composée à 95 % de vapeur d'eau et à 5 % de substances nocives, parmi lesquelles se trouvent des substances chimiques toxiques (oxydes d'azote et de soufre, ammoniac...), des particules de taille respirable, des cellules viables, des bactéries et des virus. La vapeur d'eau sert de véhicule à ces différents composants [1].

FUMÉES LASER ET HPV

PRÉSENCE DE HPV DANS LES FUMÉES LASER

Plusieurs études [4] ont mis en évidence la présence d'ADN de HPV dans la fumée de traitement au laser de lésions chez l'homme, sans préjuger du caractère infectieux de cet ADN. Cela a été prouvé aussi bien lors du traitement de verrues plantaires que de condylomes ano-

(1) La charge virale est la quantité de virus présente dans un milieu biologique donné

génétaux ou de néoplasies cervicales intra-épithéliales ou de papillomes laryngés. Lors du traitement par laser, ces particules d'ADN peuvent circuler à des vitesses élevées et sur des distances pouvant aller jusqu'à 2 mètres du champ opératoire.

POTENTIEL INFECTIEUX DES PARTICULES DE PAPILOMAVIRUS RETROUVÉES DANS LES FUMÉES LASER

La présence d'ADN nu de HPV est-elle une condition suffisante pour contaminer les personnes exposées à la fumée ou l'ADN doit-il être sous forme de virions pour être infectant ? (encadré 2)

En expérimentation animale [4], il a été prouvé *in vitro* que l'ADN de papillomavirus bovin, retrouvé dans les fumées de fibropapillomes bovins traités au laser, garde un potentiel infectieux. Les résultats de ce test ont montré qu'une proportion significative de l'ADN viral détecté dans la fumée était sous forme de virions.

↓ Encadré 2

> PAPILOMAVIRUS : ADN NU, VIRION ET INFECTIOSITÉ

Les virions se forment uniquement au niveau des cellules épithéliales différenciées les plus externes.

Un virion est une particule virale complète, en situation extracellulaire et capable de survivre sous forme cristalline et d'infecter une cellule vivante. Cette particule comprend le matériel génétique (ADN) et la capsid. C'est l'interaction entre les protéines de la capsid et des récepteurs à la surface de l'épithélium d'une cellule qui conditionne l'entrée du virus dans la cellule. Ainsi, au moins en théorie, les virions représentent un risque d'infection plus élevé que l'ADN viral nu.

Compte tenu de la spécificité d'espèce et de la difficulté à cultiver ces virus, le potentiel infectieux des HPV retrouvés dans les fumées de traitement laser de lésions humaines à HPV s'est révélé difficile à déterminer. Par ailleurs, les études mettant en évidence la présence d'ADN de HPV dans les fumées laser n'ont pas toujours pu préciser si l'ADN retrouvé était sous forme de virions ou non. Les données bibliographiques ne permettent pas à l'heure actuelle d'obtenir une représentation nette du risque infectieux associé à l'exposition aux fumées laser chez l'homme dans les conditions réelles. Néanmoins, la présence de fragments de papillomavirus humain ayant conservé leur pouvoir infectieux dans les fumées laser de lésions à HPV est actuellement fortement suspectée. Le risque, s'il existe, paraît peu important mais ne doit pas être négligé en raison des conséquences d'une infection respiratoire à papillomavirus.

ÉVALUATION DU RISQUE

Le degré de risque dépend à la fois de la nature du danger (le type de HPV, HPV-BR ou HPV-HR) et de la nature de l'exposition (charge virale élevée, présence d'ADN sous forme de virions). Selon la spécialité médico-chirurgicale, les lésions traitées

sont donc plus ou moins à risque de contaminer les voies aériennes des soignants suite à l'inhalation de fumées laser. Le risque est plus important d'une part lorsque la charge virale des lésions traitées est élevée et d'autre part lorsque qu'il s'agit d'un HPV-HR.

Le plus grand risque de contracter des lésions par inhalation est en association avec le traitement des lésions génitales à HPV-BR 6 et 11 car ces types de HPV les plus fréquemment retrouvés dans les verrues génitales sont aussi capables d'infecter la muqueuse des voies respiratoires. Ces verrues génitales en phase proliférative contiennent de grandes quantités de virions. Elles peuvent également être très nombreuses et parfois volumineuses, de telle sorte que les masses de tissus à retirer sont très importantes ce qui peut augmenter l'intensité et la durée d'exposition des soignants (photos ci-dessous).

Il y aurait potentiellement plus de virions libérés lors du traitement des lésions génitales bénignes à HPV que lors du traitement des lésions du cancer génital à HPV. Le génome des HPV-BR n'est pas intégré au génome de la cellule hôte comme c'est le cas pour les HPV-HR responsables de lésions de haut grade ou de cancer (HPV 16 et 18).



Traitement des lésions génitales au laser : à gauche avant l'intervention, à droite après celle-ci.

Risques infectieux des fumées laser

Exemple des papillomavirus humains

Ces lésions contiennent habituellement peu de virions, ce qui, théoriquement, diminue le risque de contamination du tractus respiratoire (*encadré 2*). Néanmoins, il faut rappeler que le HPV 16 est de loin la cause la plus fréquemment retrouvée parmi les 25 % de cancers des voies aérodigestives supérieures sans origine identifiée (ni alcool ni tabac) [6].

L'exposition aux fumées laser lors du traitement de lésions laryngées est considérée comme étant moins à risque du fait du peu de virus retrouvé dans ces lésions et des masses de tissus à traiter généralement moins importantes. Par ailleurs, l'exérèse microlaryngoscopique présente l'avantage de se pratiquer à travers un tube fermé, ce qui facilite l'aspiration d'un maximum de fumées. Le risque de développer un papillome après exposition à la fumée laser lors du traitement des lésions laryngées est probablement très bas.

Les lésions cutanées à HPV 1 ont habituellement les plus hautes concentrations de particules virales et presque tous les ADN viraux dans les lésions à HPV 1 sont retrouvés sous forme de virions. Les lésions à HPV 2 ont généralement une plus basse concentration de virions que celles à HPV 1. Toutefois, les lésions causées par HPV 1 ou 2, les différents types de verrues cutanées et plantaires, sont bénignes. La probabilité d'infection des muqueuses laryngées par un HPV 1 ou 2 présents dans les fumées laser de lésions traitées est nulle car ces types de HPV ne se développent pas au niveau des muqueuses respiratoires.

Certains paramètres de réglage des lasers sont également associés à un risque plus important de retrouver des particules virales infectantes dans les fumées dégagées. Il a été démontré que l'utilisation du laser

à une faible puissance rendait plus probable la présence de virus viable dans les fumées laser. Par ailleurs, l'utilisation d'une faible intensité nécessite un temps de contact plus long et dégage plus de fumée, d'où une exposition plus importante des soignants. L'utilisation du laser avec un réglage de sa puissance optimisé par rapport à la nature des tissus à traiter permettrait de réduire ce risque.

RECOMMANDATIONS EN FRANCE SUR LA PRÉVENTION CONTRE LES RISQUES DES FUMÉES LASER

Les recommandations en termes de sécurité lors de l'utilisation de laser élaborées jusqu'à ce jour en France ont pour seul but de limiter les risques de brûlures pour l'œil et la peau, et de prévenir le risque incendie.

La France ne dispose pas de réglementation ni de recommandation officielle sur la prévention contre les risques infectieux liés aux fumées laser, contrairement aux pays de l'Europe du nord et à ceux du continent nord-américain. La norme ANSI Z136.1, préparée par l'*American National Standards Institute*, décrit les méthodes de travail sécuritaires à respecter (*encadré 3*). Elle recommande l'établissement d'un programme de sécurité des lasers pour les lieux de travail où l'on se sert de lasers de classe 3B ou 4⁽²⁾. Ces mesures pourraient servir de base à l'élaboration d'un programme cohérent dans les hôpitaux français où le laser est utilisé. Après l'étude de la littérature et des recommandations internationales et après les observations faites dans différents services hospitaliers, plusieurs mesures sont pro-

posées ci-dessous afin d'améliorer la prévention des risques infectieux liés aux fumées laser.

PRÉVENTION ORGANISATIONNELLE

Il est nécessaire d'envisager la mise en place d'un programme standardisé de prévention, de formation et d'information concordant au sein des hôpitaux afin d'homogénéiser la prévention contre les risques liés aux lasers et notamment les risques infectieux liés aux fumées laser.

Au niveau de l'établissement, il est proposé de nommer un responsable de sécurité laser « établissement » et au niveau de chaque salle de traitement, un responsable sécurité laser « salle ». La nature de ces deux responsables de sécurité est laissée à la libre appréciation de chaque établissement. Le responsable sécurité « établissement » pourrait, par exemple, être un ingénieur biomédical et le responsable sécurité « salle », une infirmière.

Le responsable sécurité laser « établissement », en concertation avec les utilisateurs et le médecin du travail, pourrait diriger une évaluation des risques liés aux lasers présents dans l'établissement et mettre en place un programme de prévention consigné dans les protocoles d'utilisation des lasers. Ce programme doit proposer des mesures de prévention collective et individuelle, ainsi que des mesures de suivi permettant de s'assurer du bon fonctionnement et de la bonne utilisation des équipements de protection, de leur efficacité et du maintien de la compliance au fil du temps. C'est également lui qui doit mettre en place des procédures de recueil et d'analyse de tout incident, même mineur, survenu lors de l'utilisation d'un laser et en retirer les conclusions nécessaires.

(2) Les classes de danger des lasers sont définies par la norme EN 60825-1/A2. En pratique médico-chirurgicale, les lasers employés appartiennent à la classe 4 : laser capable de produire des réflexions diffuses dangereuses.

↓ Encadré 3

➤ EXEMPLES DE PRÉCONISATIONS SELON LA NORME AMÉRICAINE ANSI Z136.1

Les grandes lignes d'un programme de sécurité à mettre en place en entreprise pour l'emploi des lasers de classe 3B et 4 peuvent être ainsi définies :

« *Mesures administratives*

- Politique écrite sur la sécurité des lasers.
- Affichage de panneaux d'avertissement.
- Définition de l'autorité et des responsabilités attribuées au responsable de la sécurité des lasers concernant l'évaluation et la maîtrise des risques liés au laser.
- Gestion des incidents et des accidents, y compris le signalement, les enquêtes, les analyses et les mesures de correction.
- Formation et instruction du personnel chargé de l'utilisation et de l'entretien des lasers.
- Constitution d'un comité sur la sécurité des lasers.
- Établissement d'un programme d'assurance qualité, y compris l'inspection régulière des appareils au laser.
- Système de jumelage (compagnonnage) durant les travaux d'entretien pour assurer la fourniture des premiers soins et l'appel à l'aide en cas de blessures ou d'accident.
- Examen de la vue à intervalles réguliers.

Mesures d'ingénierie

- Ventilation par aspiration à la source.
- Méthodes de sécurité intégrée (i.e. commandes automatiques d'obturation pour protéger les yeux de l'utilisateur du faisceau laser réfléchi).
- Mécanisme de verrouillage et clef de commande pour interdire toute mise en marche non autorisée du laser.
- Suppression des surfaces réfléchissantes présentes dans la pièce.
- Couvre-fenêtre pour absorber le faisceau laser diffusé.
- Verrouillages intégrés aux panneaux d'accès et obturation automatique pour protéger le personnel chargé de l'entretien.
- Verrous de sécurité ou verrouillage des commandes pour interdire tout accès non autorisé à la zone des lasers sous surveillance.

Protection individuelle

- Protection oculaire appropriée.
- Appareil de protection respiratoire adéquat.
- Gants et vêtements protecteurs.
- Programme de formation des employés relative à l'utilisation et à l'entretien de l'équipement de protection individuelle. »

Au niveau de la salle de traitement, le responsable sécurité laser « salle » doit s'assurer que les mesures de prévention sont bien respectées pendant les traitements.

MESURES DE PROTECTION COLLECTIVE

➤ **SIGNALISATION**

Pendant l'utilisation du laser, l'accès de la salle doit être réglementé (pictogramme laser apposée sur la porte, lumière rouge...) afin de tenir à l'écart des fumées laser les employés du service non indispensables aux interventions.

➤ **VENTILATION GÉNÉRALE**

La ventilation générale est insuffisante en elle-même pour capter à leur point d'origine les fumées générées par les lasers. Toutefois, il faut s'assurer de la bonne ventila-

tion de la salle (renouvellement de l'air 15 à 20 cycles/heure).

➤ **ASPIRATION LOCALE**

L'aspiration des fumées laser au plus proche de leur source et au fur et à mesure de leur production est une des mesures de protection les plus efficaces contre les irritations au niveau des yeux, du nez et des poumons, et elle réduit l'exposition aux agents infectieux.

La première étape est de choisir entre un système d'aspiration centrale avec raccord fixé au mur et un système d'aspiration portable. Les critères à prendre en compte sont l'encombrement physique du système, l'importance du bruit délivré lors de sa mise en marche et son efficacité.

Les usagers des systèmes muraux d'aspiration doivent s'assurer que des filtres appropriés sont utilisés

en ligne, positionnés correctement, et que la fente est propre. Un indicateur de changement de filtre doit être présent sur l'unité ou une procédure préventive de maintenance doit être établie afin de surveiller la durée de vie du filtre et son efficacité résiduelle et de prévoir un remplacement avant qu'il ne devienne saturé et donc inefficace.

Les unités portables utilisant des filtres jetables sont facilement intégrables dans la plupart des blocs opératoires et constituent le plus souvent la solution la plus économique, la plus pratique et la plus efficace. Un système mobile d'aspiration a souvent une capacité d'aspiration plusieurs fois supérieure aux systèmes d'aspiration muraux classiques.

La buse d'aspiration des dispositifs mobiles de captage des fumées chirurgicales ou du système d'aspi-

Risques infectieux des fumées laser

Exemple des papillomavirus humains

ration du bloc doit être maintenue au plus près du site opératoire, si possible à moins de 1 cm des lésions, pour capturer de façon efficace les contaminants aéroportés générés. L'évacuateur de fumée doit être activé à chaque fois que des particules aéroportées sont produites.

Les évacuateurs de fumée portables utilisent un ou plusieurs types différents de filtres et d'absorbants qui requièrent un contrôle et un remplacement régulier. Les filtres usagés doivent être considérés comme présentant un risque infectieux et doivent être éliminés de façon sécurisée dans la filière des déchets d'activité de soins à risques infectieux (DASRI).

INFORMATION ET FORMATION DES EMPLOYÉS

Les personnes travaillant dans les salles d'opération peuvent davantage se protéger des fumées et adapter leurs pratiques de manière à minimiser les risques si elles connaissent les mécanismes de production, les risques ainsi encourus et les possibilités de se protéger. Il apparaît important d'informer sur un mode d'utilisation du laser à des puissances optimales lorsque cela est possible pour limiter le risque infectieux des fumées laser. Le personnel soignant doit être associé aux choix des protections collectives et individuelles appropriées et formé à leur utilisation.

Comme il est recommandé dans certains pays, la validation d'une formation spécifique préalable à l'affectation à un poste exposant au laser et à ses fumées pourrait être requise.

MESURES DE PROTECTION INDIVIDUELLE

En plus de la tenue chirurgicale (blouse, gants, coiffe), le personnel médical doit porter des protections oculaires adaptées au type de laser

utilisé, ainsi qu'une protection respiratoire. Les masques chirurgicaux classiques ont pour fonction de protéger les patients des gouttelettes orales ou nasales de toute personne présente dans le bloc opératoire. Les masques chirurgicaux ne conviennent donc pas pour assurer la protection respiratoire du personnel médical vis-à-vis des risques biologiques (papillomavirus, autres virus, bactéries, cellules cancéreuses).

Il existe certes des masques chirurgicaux vendus comme assurant une protection « spéciale laser ». La protection supplémentaire apportée par le masque laser en situation de travail par rapport aux masques chirurgicaux semble être minime, alors que selon certaines études, l'appareil de protection respiratoire FFP2 apporte une protection 27 fois plus élevée que le masque laser [8]. Les demi-masques de filtration des particules répondant à la norme EN 149:2001 + A1:2009 (filtre de classe FFP2 au moins) constituent donc une protection appropriée contre les composants particuliers des fumées chirurgicales, en particulier contre les papillomavirus et autres composants d'origine biologique. Ces appareils de protection respiratoire FFP2 doivent être utilisés en complément et non en remplacement des systèmes d'aspiration locale.

CONCLUSION

Le traitement au laser des lésions cutanées ou muqueuses dues à des papillomavirus humains est très répandu, entraînant une exposition des soignants à des fumées laser, en particulier en gynécologie et dermatologie. Plusieurs auteurs ont mis en évidence la présence d'ADN de HPV dans les fumées laser. La présence

de fragments de papillomavirus humain ayant conservé leur pouvoir infectieux dans les fumées laser de lésions à HPV est fortement suspectée. Plusieurs auteurs et organismes de prévention considèrent donc que les fumées laser présentent un risque de contamination pour les soignants.

Bien que pouvant apparaître peu important, ce risque ne doit pas être négligé en raison des conséquences d'une atteinte respiratoire à papillomavirus. Deux cas d'infection HPV au niveau laryngé chez le personnel de santé, possiblement d'origine professionnelle, décrits dans la littérature, doivent alerter.

Pour les personnels de santé, les fumées des traitements laser des lésions génitales sont les plus à risque du fait de l'aptitude des principaux types de HPV infectant les voies génitales à infecter également les voies respiratoires. L'exposition aux fumées laser lors du traitement de lésions laryngées est considérée par les auteurs comme étant moins à risque du fait de la technique opératoire et d'une charge virale moins élevée dans ces lésions.

Pour la prévention de ces risques professionnels, les acteurs de prévention en santé au travail doivent envisager la mise en place de programmes de prévention, de formation et d'information au sein des hôpitaux. Il est proposé de nommer des responsables sécurité laser « établissement » et « salle » et d'élaborer un programme standardisé de prévention des risques laser.

Concernant le risque infectieux des fumées laser, la formation et l'information continue du personnel, une aspiration locale efficace et l'utilisation d'appareils de protection respiratoire FFP2 peuvent contribuer à améliorer la sécurité des personnels.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | EICKMANN U, FALCY M, FOKHUL I, RÜEGGER M ET AL. - Fumées chirurgicales, risque et mesures de prévention. Dossier médico-technique TC 137. *Doc Méd. Trav.* 2011 ; 127 : 383-95.
- 2 | HALLMO P, NÆSS O - Laryngeal papillomatosis with human papillomavirus DNA contracted by a laser surgeon. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 1991 ; 248 (7) : 425-27.
- 3 | CALERO L, BRUSSIS T - Larynxpapillomatose. Erstmalige Anerkennung als Berufskrankheit bei einer OP-Schwester. *LaryngoRhinoOtologie.* 2003 ; 82 (11) : 790-93.
- 4 | PEYROT S - Papillomavirus et fumées laser : quel risque pour les soignants. Thèse pour le doctorat en médecine. Paris : Université Paris XI, Faculté de médecine Paris Sud ; 2011 : 215 p.
- 5 | ALAIN S, HANTZ S, DENIS F - Papillomavirus : les virus et la physiopathologie de l'infection. *Méd Ther Pédiatr.* 2010 ; 13 (1) : 5-19.
- 6 | RONCIN L, TOUZALIN A, FLEURY HJ - Papillomavirus humains et tumeurs des voies aérodigestives supérieures. *Lett Infectiologue.* 2009 ; 29 (1) : 19-27.
- 7 | HÉE G, MÉREAU P, DORNIER G, SERVENT JP ET AL. - Les lasers. Le point des connaissances sur... 2^e édition. Édition INRS ED 5009. Paris : INRS ; 2004 : 4 p.
- 8 | DERRICK JL, LI PTY, TANG SPY, GOMERSALL CD - Protecting staff against airborne viral particles: in vivo efficiency of laser masks. *J Hosp Infect.* 2006 ; 64 (3) : 278-81.