



Une brochure informative pour le  
personnel médical et les patients

**Produits de combustion  
en chirurgie laser et HF**

- nitriles d'alkyle
- virus
- formaldéhydes
- bactéries
- cyanures d'hydrogène
- prions

# Introduction

Air dangereux en salle d'opération !

On ne peut plus imaginer la salle d'opération sans électrochirurgie ni chirurgie laser.

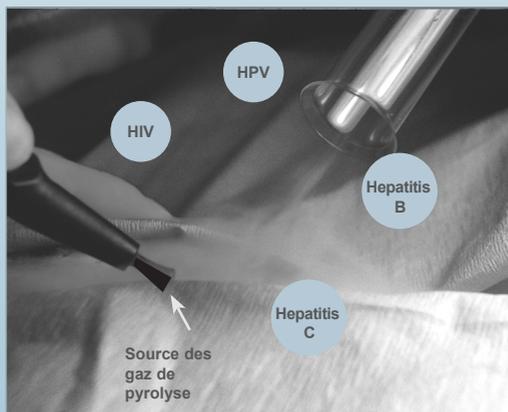
Les effets bienfaits des appareils utilisés par les chirurgiens sont incontestés.

Les effets secondaires pour le personnel opératoire le sont malheureusement aussi :

si les produits de combustion toxiques et potentiellement infectieux tels que de la fumée laser, ne sont pas immédiatement aspirés et filtrés à la source, ils parviennent dans l'air ambiant, mettant ainsi toute l'équipe opératoire en danger et gênant aussi la visibilité en salle d'opération. De plus, il s'en dégage une odeur nauséabonde et la fumée réduit considérablement la visibilité du chirurgien, ce qui rend l'intervention chirurgicale très pénible.

Cette brochure a pour but de vous présenter les risques et dangers et de vous montrer comment régler le problème de la fumée laser à sa racine :

avec le système d'aspiration et de traitement des fumées AtmoSafe.



**ATMOS MEDICAL FRANCE**

546 Bd Mireille Lauze

13011 Marseille

Tél: + 33 4 91 44 32 94

Fax: + 33 4 91 44 39 68

E-mail: [atmosfrance@wanadoo.fr](mailto:atmosfrance@wanadoo.fr)

Internet: [www.atmosmed.de](http://www.atmosmed.de)

# Table des matieres

Introduction	2
Questions souvent posées (FAQ)	4-5
Directives	6
Comment les panaches laser sont-ils générés?	7
Le processus de formation	8
Le tissu se volatilise	8-9
Taille des particules	9
Composition chimique dans le panache laser	9
Dangerosité des panaches laser	10
Risques d'infection	11
Désagréments odorifiques	11
Mesures de protection I	12-13
Accessoires d'AtmoSafe	14
Macrophotographies	15
Critères d'évaluation pour les aspirateurs	16-19
AtmoSafe pour l'aspiration et le traitement de fumée dans le médical	20-21
Annexe I	21-22
Mesures de protection II	22-25
Annexe II	26-29
Glossaire	30-32

# Questions souvent posées :

## **1. Une ventilation de salle d'opération normale est-elle suffisante pour l'aspiration de fumée?**

Non, les taux de changement d'air du volume allant jusqu'à 24 volumes par heure ne suffisent pas à aspirer les aérosols et gaz générés localement, l'utilisateur est quand même exposé aux dangers de la fumée laser.

## **2. Une aspiration de salle d'opération normale (vide central) ne suffit-elle pas?**

Non, la puissance de l'aspiration de salle d'opération est trop faible, elle est de 30 à 40 l / min. Des travaux de recherche ont démontré que la zone opératoire nécessitait cependant au moins 400 - 600 l / min.

## **3. Quel est le risque de contamination durant une intervention par des substances biologiques?**

Actuellement, des recherches sont entreprises sur le degré de dangerosité de différents lasers et appareils HF. Les résultats obtenus ont confirmé que des particules infectieuses pouvaient atteindre le personnel opératoire et qu'il en découlait un risque d'infection considérable par les muqueuses et voies respiratoires.

## **4. Les particules générées lors d'une intervention sont-elles vraiment dangereuses?**

Les virus aéroportés tels que les papillomavirus, les protéines comme les prions (agent de l'ESB) et autres bactéries et champignons entraînés constituent des substances dangereuses susceptibles de provoquer une infection directe.

## **5. Le masque chirurgical offre-t-il aussi une protection pour le personnel opératoire?**

Non, le masque chirurgical n'offre aucune protection contre les particules aéroportées pour le personnel opératoire. Il a été développé pour protéger le patient contre une infection par gouttelettes véhiculée par l'équipe opératoire. Jusqu'à 25 % du volume inhalé peut passer à côté du masque.

## **6. Existe-t-il, outre le risque d'infection, encore d'autres raisons pour l'aspiration locale de la fumée?**

L'utilisation de l'aspiration locale de la fumée offre une visibilité optimale lors d'interventions endoscopiques ou de chirurgie invasive minimale ou en cas de cavités corporelles à moitié ouvertes. La fumée diffuse, obstruant le champ de vision, est supprimée.

## Questions souvent posées :

### 7. Comment les médecins réagissent-ils aux aspirateurs de fumée?

L'aspiration de fumée est très appréciée parmi les médecins puisqu'elle empêche toute gêne de visibilité dans le champ opératoire.

### 8. Quels sont les effets des particules et gaz sur le patient?

C'est justement lors d'interventions laparoscopiques que les gaz de combustion (gaz toxiques) pénètrent dans le circuit sanguin du patient. Des petites particules aéroportées contenues dans la fumée (diamètres allant de 0,1 à 5,0  $\mu\text{m}$ ) provoquent une irritation des yeux et des voies respiratoires supérieures.

### 9. Existe-t-il un risque pour les patients?

Le personnel médical devrait connaître les dangers du laser ou du dégagement de fumée diathermique auxquels le patient est exposé pendant une opération. Une partie de la fumée dans la cavité abdominale fermée peut être à l'origine de l'augmentation de la tenue en méthémoglobine, ce qui réduit la capacité du tissu d'absorber de l'oxygène.

### 10. L'aspirateur nécessite-t-il une manoeuvre supplémentaire?

Non, le fonctionnement de l'aspirateur ne requiert aucune manipulation de la part du personnel d'assistance. L'aspirateur se met automatiquement en fonction en cas de besoin.

### 11. Quels sont les frais courants d'une aspiration locale de la fumée?

Les frais d'exploitation du système de filtration s'élèvent à moins d'un euro par intervention chirurgicale et l'unité de filtration a une durée d'utilisation allant jusqu'à 52 heures (selon le flux).

### 12. Le laser rend-il inactif des virus dangereux aéroportés?

Non, des travaux de recherche effectués sur des rétrovirus ont démontré que la fumée laser emportait des virus infectieux et des composants du virus ADN. Cela rend donc possible une contamination par exemple par des papillomavirus au moyen de la fumée laser.



Aspiration locale du gaz de fumée  
- un soulagement pour le personnel  
opératoire et le patient!

# Directives:

American National Standard Institute (ANSI)

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)

National Safety and Health Act (OSHA)

American Society for Laser Medicine and Surgery (ASLMS)

US-Department of Health and Human Services (DHHS)

Centers for Disease Control and Prevention (CDC)

National Association of Theatre Nurses

Canadian Centre for Occupational Health and Safety

Medical Devices Agency

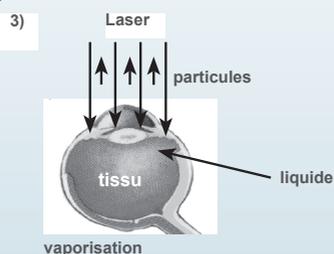
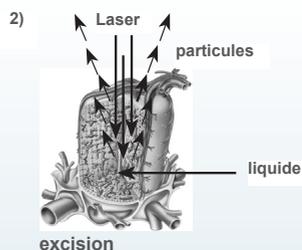
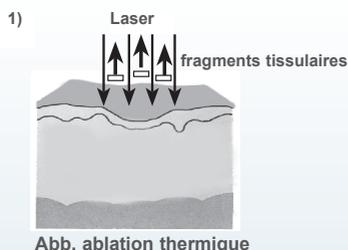
CEN / DIN (Commission Européenne de Standardisation, Institut Allemand de Standardisation)

BGW (Organisme professionnel de santé et de bien-être social)

Biostoffverordnung (Règles techniques pour substances biologiques.)

# Comment les panaches laser sont-ils générés?

En chirurgie laser et en électrochirurgie, les rayons et les courants à haute fréquence sont utilisés pour coaguler des vaisseaux, exciser, vaporiser et pratiquer une photoablation.



**Représentation schématique des différentes formations de particules lors de:**  
 1) l'ablation thermique,  
 2) l'excision  
 3) la vaporisation superficielle.

Ce procédé permet de volatiliser des parties de cellules et de tissus qui se transforment en mélange de vapeur ou de gaz. De plus, la décomposition thermique provoque la formation de nouveaux produits de combustion apparaissant sous forme de fumée et de vapeurs ainsi que de DKP (diketopiperazines).

Il en résulte un mélange de fragments cellulaires, de gouttelettes de lipide, d'eau et de gaz divers. Les substances peuvent aussi bien être déposées sur la surface des particules que dissolues dans les gouttelettes. Ce mélange composé de particules solides, de gouttelettes de différentes tailles, ainsi que de composés gazeux se mélange avec l'air pour former un aérosol que nous appellerons panache laser. Les anglophones emploient pour cela le terme Laser Plume et l'abréviation LGAC (Laser Generated Airborne Contaminants).

Les produits de combustion formés en chirurgie HF et lors de l'utilisation de l'électrocautère correspondent de par leur composition et leur potentiel de risque au panache laser. D'ailleurs, l'emploi du cautère provoque à peu près deux fois plus de fumée par quantité de tissu que l'utilisation du laser.

# Le processus de formation

L'effet de la lumière laser repose sur l'absorption de l'énergie rayonnante par les chromophores (porphyrines, mélanines) et de l'eau dans le tissu. Outre la longueur d'onde de la lumière laser allant de l'ultraviolet à l'infrarouge profond (100-10600 nm), ce sont la puissance par surface, le type de rayonnement (pulsé ou continu) et la durée d'application qui sont déterminants pour la profondeur de pénétration et l'absorption d'énergie.

Voici les processus qui se déroulent à une température croissante:

## Coagulation

La coagulation est à l'origine de nouvelles réticulations de structures tissulaires macromoléculaires. La matrice tissulaire exposée au rayonnement reste sur place, ce qui ne provoque quasiment pas d'émissions de produits de coagulation.

## Vaporisation

La vaporisation (évaporation d'eau de tissu et des parties de structures tissulaires volatiles) s'effectue à des températures supérieures à 100 degrés. Les structures de la matrice tissulaire sont évacuées sous forme solide et liquide par le courant de vapeur.

## Dénaturation des structures protéiques

### Mélanisation (coloration brune)

1. Formation de produits Maillard solides
2. Oxydation de graisse
3. Carbonisation

Au centre de la zone active du laser, les températures atteignent entre 700 et 800 degrés C.

### Le tissu se volatilise (formation de plasma)

Des mesures ont permis de déterminer des vitesses de plusieurs centaines de mètres par seconde ; des phénomènes acoustiques laissent même penser à des particules se déplaçant à la vitesse du son. Citons pour cela deux extraits de la littérature spécialisée:

„Tout en évaluant la force de recul et la perte de masse, la vitesse initiale moyenne a été calculée à 230 à 280 m/s. L'énergie cinétique représente environ 1% de l'énergie à l'entrée. Les mesures effectuées confirment l'hypothèse d'un processus d'explosion à cause thermique.“  
(Lasers Surg Med 1992;12 (2): 125 - 30)

# Das Gewebe explodiert / Partikelgrößen

„...la vitesse pour les 500 premiers ns suivant l'impulsion excimer s'élève en moyenne à 400 m/ s à 193  $\mu\text{m}$ . La taille et la vitesse du panache augmentent avec une fluence croissante.“  
(Arch Ophthalmol 1987 Sep;105 (9): 1255 - 9)

## Diamètres de particules de 0,1 $\mu\text{m}$ et plus

Les particules pulvérisées dans l'atmosphère ont un diamètre de 0,1 à 10  $\mu\text{m}$ . Il n'existe que peu de particules plus grandes qui cependant peuvent être porteuses de substance infectieuse. On observe en règle générale, que plus la puissance volumique est élevée, plus les particules sont petites. Jusqu'à un diamètre de 1,2  $\mu\text{m}$ , les particules sont extrêmement visqueuses et transparentes, à partir de 1,2  $\mu\text{m}$ , elles ont une apparence brunâtre pouvant aller jusqu'au noir et semblent solides comme de la poussière. Seules les particules inférieures à 10  $\mu\text{m}$  sont considérées comme „aéroportées“.

Les particules d'environ 0,1 à 1  $\mu\text{m}$  sont générées par la condensation de parties cellulaires vaporisées. Les particules de 1 à 10  $\mu\text{m}$  sont des fragments cellulaires séchés qui ont été dispersés lors de la vaporisation de l'eau de tissu. Les tissus riches en graisse tels que le parenchyme hépatique présentent une part de gouttelettes de lipide nettement plus importante.

## Jusqu'à 350 composés chimiques volatiles dans le panache laser

En ce qui concerne les aérosols, l'électrochirurgie distingue les composants biologiques des composants chimiques.

Le tissu se compose d'une couche cellulaire constituée de macromolécules (protéines, peptides, oligo- et polysaccharides et nucléotides) et de composés tels que des lipides, des hydrates de carbone et des aminoacides.

La pyrolyse, c'est-à-dire la décomposition thermique incomplète du tissu humain, provoque la formation de nouvelles substances chimiques. Ces produits issus de la pyrolyse subissent une fission sous l'influence du laser et forment de nouveaux composés.

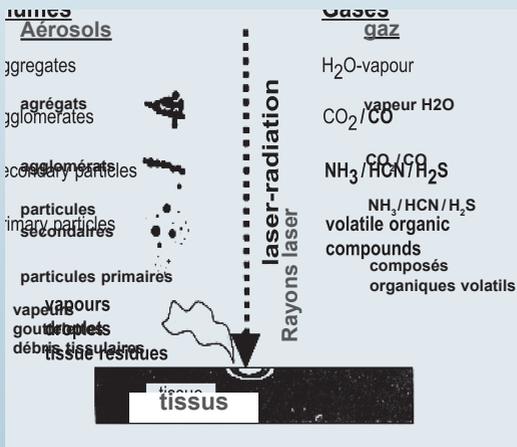
Jusqu'à présent, 350 composés chimiques volatiles, ainsi que près de 43 DKP's ont été identifiés dans le panache laser. La plupart d'entre eux sont considérés comme inoffensifs ou font aussi partie de l'alimentation quotidienne. La combustion par laser provoque le dégagement d'environ 50 à 150 mg d'un mélange de substances complexe par gramme de tissu vaporisé.

# Dangerosité des panaches laser

## Quelle est la dangerosité des panaches laser?

La charge chimique des personnes travaillant en salle d'opération dépend aussi du taux de renouvellement de la ventilation générale. En salle d'opération d'une clinique, la circulation d'air avec des valeurs allant jusqu'à 24 x volume / heure est habituellement meilleure que dans un cabinet externe.

Certains composants chimiques irritent en règle générale les muqueuses, sont toxiques pour les cellules et les gènes ainsi que mutagènes, carcinogènes ou allergènes. La question de savoir dans quelle mesure leur dose suffit dans le panache laser pour produire réellement ces effets en cas d'exposition est contestée ou n'est pas encore réglée d'autant plus que la composition exacte dépend du type de tissu travaillé ainsi que de la puissance, des paramètres temporaires et de la longueur d'onde du laser utilisé. La palette chimique s'étend des oxydes de carbone et des composés organiques volatiles (COV) au cyanure d'hydrogène et aux nitriles d'alkyle, en passant par les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les amines hétérocycliques mutagènes, le formaldéhyde, l'acroléine et le benzène. On suppose même que les gaz anesthésiques contenant du CFC présentent un autre potentiel de risque: il semblerait qu'ils détachent leurs substituants halogènes sous l'influence laser. Ces radicaux peuvent réagir avec la substance organique de la cellule vivante et former des haloacides qui causent une extrême irritation des muqueuses.



Aperçu schématique des produits de pyrolyse générés lors de l'utilisation médicale du laser

## Risque d'infection non prévisible

Dans la littérature spécialisée, le risque biologique lié à la diffusion de matériel pathogène intact est considéré comme plus critique. Les dangers émanent des microorganismes (bactéries, virus, champignons) : dans ce cas, les bioaérosols servent de moyen de transport pour le matériel infectieux intact. Des ouvrages scientifiques décrivent un risque viral potentiel occasionné surtout par l'hépatite B et les papillomavirus humains et, bien entendu, par les rétrovirus tels que l'HIV et l'hépatite C. Les rétrovirus conservent leur contagiosité pendant une longue durée lorsqu'ils parviennent sur des muqueuses et des plaies. Leur prévalence dans la population ne cesse d'augmenter avec la propagation du SIDA et de l'hépatite C ! Pour ce qui est des pathogènes bactériens, il est surtout question des staph. aureus, de souches résistantes de mycobacterium tuberculosis et d'escherichia coli.



**Intervention opératoire utilisant la chirurgie HF**

La chirurgie laser et l'électrochirurgie invasive minimale entraînent un risque particulier du patient. Certains composants gazeux peuvent pénétrer dans la circulation sanguine du patient s'ils ne sont pas immédiatement aspirés. Une fois dégagés en salle d'opération sans avoir été filtrés, les gaz de laparoscopie peuvent naturellement aussi mettre l'équipe opératoire en danger.

### **L'inconfort de l'odorat est inadmissible**

Dans la pratique, le bloc opératoire est dominé par une odeur prenante et nauséabonde qui est à l'origine de larmoiement, de nausées, de crampes abdominales, de vomissements et d'irritations des voies respiratoires. Elle est principalement causée par des amines hétérocycliques. Bien qu'il ait été démontré la présence d'ADN virales actives dans le panache laser, il n'existe que très peu de chercheurs qui ont réussi à prouver ces infections (papillomatose laryngée sans étiologie claire d'un chirurgien, Hallmo et Naess, 1991 ainsi que Gloster et Roenigk 1995). De toute manière, la part des panaches laser susceptibles d'atteindre les alvéoles reste problématique : 80 à 90 % de toutes les particules sont inférieures à 2 µm et peuvent donc être complètement inhalées et atteindre les alvéoles. Elles se déposent dans les alvéoles et bronchioles du poumon (sur une surface de 70 à 90 m<sup>2</sup>) qui ne font pas l'objet d'une épuration mucociliaire. De plus, certaines particules de poussière fine agissent comme des allergènes.

# Mesures de protection I

## **La situation juridique est claire et nette**

Il n'existe aucune raison - et tous les experts le confirment - qui justifie l'exposition non protégée du personnel médical et du patient aux panaches laser composés de tissus humains. Il ressort des législations nationales et internationales (voir l'annexe I) qu'il est indispensable de prendre des mesures de protection et que leur mise en oeuvre est exigible.

## **Dans l'intérêt du patient et de la clinique...**

L'application de mesures de protection contre le panache laser apparaît nécessaire aussi sous un aspect économique et pratique : la fumée et les mauvaises odeurs réduisent l'efficacité de l'équipe opératoire et provoquent une absence supplémentaire des employés pour cause de maladie. En outre, la fumée gêne aussi la visibilité du chirurgien dans la zone opératoire : cela ne peut en aucun cas être justifié auprès du patient!

**En règle générale, le domaine médical:** attribue plus d'importance au succès de la thérapie qu'à l'empêchement ou à la diminution de l'émission de substances nocives, cela ne s'applique néanmoins pas en cas de danger d'infection!

## **L'aspiration directe du panache laser à la source constitue la mesure secondaire de loin la plus importante**

En général, la mesure primaire consiste à optimiser le processus laser en réduisant l'émission de substances nocives au minimum. Le succès de la thérapie étant considéré comme prioritaire dans le domaine médical, il n'est que difficilement possible d'entreprendre des mesures telles que, dans des cas isolés, l'augmentation recommandée de l'alimentation en oxygène lors de l'utilisation de laser ou de l'aspersion à l'eau.

## **La mesure secondaire de loin la plus importante constitue l'aspiration directe du panache laser à la source.**

Ce n'est qu'ensuite que vient l'aspiration générale de l'air ambiant. Les cabinets médicaux n'exigeant pas les mêmes conditions de ventilation que les salles d'opération, l'aspiration doit y être réalisée avec un soin particulier. Il est particulièrement difficile de capturer les substances aéroportées à grande vitesse initiale telles qu'elles sont générées par exemple lors du traitement de tissu dur (os) au laser pulsé.

Pour ce qui est de la ventilation locale par aspiration (VLA), on peut habituellement choisir entre deux variantes: les installations d'aspiration centralisées ou portables. S'il n'existe aucune installation d'aspiration centralisée, il faut utiliser des systèmes d'aspiration portables dont divers modèles sont disponibles sur le marché.

# Schutzmaßnahmen



**Intervention chirurgicale avec  
aspireur de fumée**

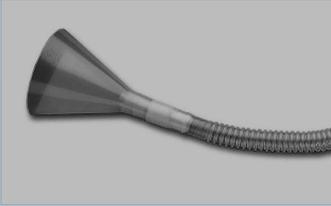
distance 6 cm

## **Aspirer le plus proche possible de la source!**

Les spécialistes sont unanimes sur le fait que le succès de l'aspiration dépend principalement du positionnement et de l'orientation de l'ajutage d'aspiration ainsi que de la proximité de l'ouverture d'aspiration par rapport à la source : 6 cm au maximum. Lorsque le rayon laser est mobile, il faut déplacer l'entonnoir d'aspiration.

Le succès de l'aspiration ne repose pas seulement sur les vitesses locales de l'air ambiant, mais aussi et avant tout du débit de l'installation d'aspiration. Il doit être assez fort afin de pouvoir dévier le panache laser. Comme la pression d'aspiration dépend d'autres paramètres tels que la longueur du tuyau d'aspiration et de la filtration, il est judicieux de procéder à un réglage électronique.

# Accessoires utiles d'ATMOS AtmoSafe



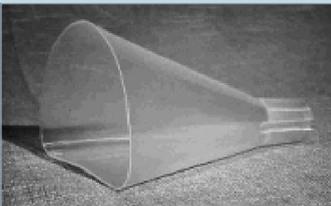
Tuyau d'aspiration d'un aspirateur de fumée



Accessoire tuyau d'aspiration



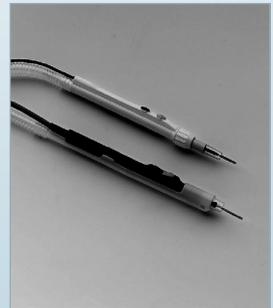
Spéculum nasal



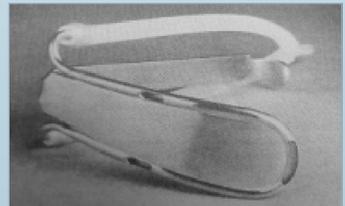
Tuyau d'aspiration



Spéculum gynécologique



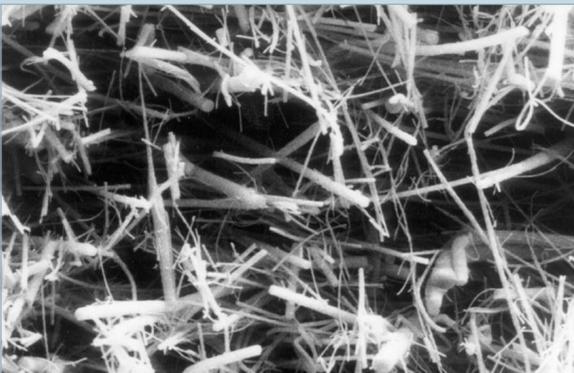
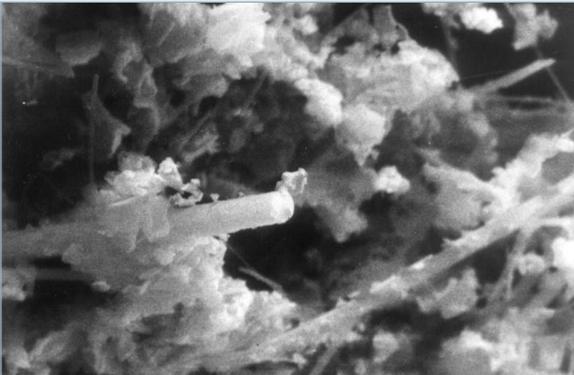
Pièce à main HF



Spatule orale

# Macrophotographies de la surface filtrante après aspiration de la fumée

On reconnaît clairement le dépôt des substances nocives aéroportées qui en général se dispersent dans l'air ambiant.

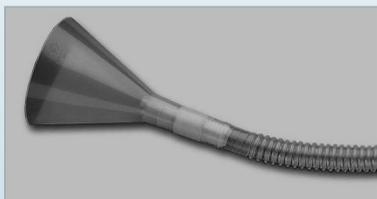


# Critères d'évaluation pour les aspirateurs

L'efficacité d'un aspirateur local doit être jugée d'après les critères suivants :

- ⇒ débit marche à vide / charge
- ⇒ maniabilité
- ⇒ nuisances sonores
- ⇒ ergonomie
- ⇒ durée d'utilisation du filtre
- ⇒ rentabilité
- ⇒ frais engagés pour les consommables (filtres)
- ⇒ durée de vie de l'appareil

La vitesse d'écoulement à l'ouverture d'aspiration devrait atteindre au moins 35 à 50 m/s (recommandation NIOSH HC11), la circulation d'air, quant à elle, devrait être de 1200 l / min. L'ajutage (handheld Nozzle) devrait être tenu à une distance de 2 à 6 cm de la source de fumée.



Tuyau d'aspiration d'un aspirateur de fumée

Il faut empêcher l'aspiration accidentelle de tissu humain (Tissue Damage Protection) ou de textiles opératoires (tampons, gazes). Si néanmoins un organe du patient est aspiré par mégarde, il faut immédiatement interrompre le courant d'air. C'est pourquoi la pression d'aspiration à l'ouverture de l'entonnoir ne devrait pas non plus dépasser 200 mbars (= 20kPa).

L'ajutage d'aspiration en forme de barre (ESU-Pencil; ESU: Electro-Surgical Unit) constitue une alternative à l'entonnoir qui se fixe sur la pièce à main de focalisation ou s'intègre dans la pièce à main laser. L'avantage est évident: l'ouverture d'aspiration se trouve toujours près de la source de fumée et le chirurgien n'a besoin d'aucune assistance pour tenir l'aspirateur.



Pièce à main HF

# Critères d'évaluation pour les aspirateurs

**Le chirurgien doit toujours avoir une bonne visibilité sur le champ opératoire !**



**Champ de vision idéal en chirurgie opératoire**

La forme de l'entonnoir d'aspiration devrait être optimisée pour permettre une bonne visibilité et un effet d'aspiration idéal. La matière de l'entonnoir ne doit ni refléter le rayon laser ni être combustible.

Le tuyau d'aspiration devrait avoir un diamètre aussi grand que possible jusqu'à la pièce à main. Autrement, la puissance d'aspiration est fortement réduite ou le moteur de la turbine tourne bruyamment lorsqu'il est mal isolé. Il est conseillé de procéder à un réglage électronique de la pression d'aspiration. Pour l'aspiration endoscopique, ceci est même indispensable afin de ne pas mettre en danger le patient par une surpression ou dépression dans la cavité corporelle. Lors du nettoyage des tuyaux d'aspiration et du remplacement du filtre, il est impératif d'éviter tout contact avec la peau : ils contiennent tous deux un mélange de plusieurs composants constitués d'hydrocarbures polyaromatiques et hétérocycliques.

A plein régime, la nuisance sonore causée par le moteur et l'ouverture d'aspiration ne devrait pas excéder 60 dB (A). L'appareil doit en tout cas être en mesure de remplir les critères CEM renforcés en site opératoire pour l'émission à haute fréquence.

# Critères d'évaluation pour les aspirateurs

Les filtres utilisés sont considérés comme déchets infectieux



L'unité de filtre d'un aspirateur local

La filtration s'effectue en cascades : à chaque niveau, certains composants sont éliminés. Le préfiltre retient les plus grandes particules et gouttelettes. Il se compose le plus souvent de microfibrilles dont la disposition chaotique assure une porosité efficace jusqu'à  $0,5 \mu\text{m}$ .

Le filtre principal, performant à plusieurs niveaux, existe en trois qualités que l'institut américain IES (Institute for Environmental Sciences) a défini comme suit :

- ⇒ filtres HEPA (High-Efficiency Particulate Air) qui au test avec des particules de DOP (dioctylphthalate) de  $0,3 \mu\text{m}$  atteignent une efficacité de 99,97 %.
- ⇒ filtres ULPA (Ultra-Low-Penetration Air) atteignent 99,999 % avec des particules de DOP de  $0,12 \mu\text{m}$ .
- ⇒ filtres ULPA de type VLSI (appelés souvent aussi simplement filtres VLSI) atteignent 99,9999 % avec des particules de latex de  $0,12 \mu\text{m}$ .

En règle générale, le dernier niveau est un filtre à charbon actif qui lie les particules d'odeur et autres particules gazeuses dans le panache laser. Le degré d'efficacité d'un filtre à charbon actif ne dépend pas seulement de sa capacité de liaison, mesurée par l'absorption de tétrachlorure d'hydrocarbure par unité de poids, mais surtout du temps d'application. En conséquence, une vitesse d'écoulement élevée réduit l'efficacité du filtre. C'est pourquoi la puissance d'aspiration ne devrait pas être réglée à une valeur plus haute que nécessaire. En revanche, il faut accorder une priorité absolue au captage maximal du panache laser, car l'air évacué se disperse déjà de manière diffuse.

# Critères d'évaluation pour les aspirateurs

## Le test d'odeur est déterminant

La formation d'odeur étant un bon indicateur de la défaillance d'un filtre due au vieillissement, à une puissance d'aspiration trop élevée ou au captage de fumée insuffisant, il est déconseillé d'utiliser des désodorisants en salle d'opération. Un contrôle de pression installé sur les filtres devrait permettre de vérifier leur effet protecteur.

Les filtres utilisés doivent être traités comme des déchets contaminés et évacués en conséquence. La durée d'utilisation d'un set de filtres devrait au moins permettre la retenue d'une couche : ils représentent avec les frais liés aux filtres de rechange un point essentiel pour l'évaluation de la rentabilité d'un système d'aspiration.

Le meilleur moyen pour contrôler l'efficacité de l'aspiration, c'est de recourir à l'odorat d'une personne qui entre en salle d'opération et qui par conséquent ne s'est pas encore habituée à l'odeur ! Cependant, cette méthode permet de reconnaître uniquement les pyrazines malodorants, alors que les particules gazeuses toxiques ne sont pas identifiables.



Masque chirurgical

## Le masque n'est nullement une protection respiratoire!

Outre les gants obligatoires, les lunettes de protection adaptées selon le règlement VBG 93 à la forme du visage protègent suffisamment les yeux contre les projections. Le problème de la protection respiratoire par contre est plus critique, car le masque chirurgical n'est nullement un filtre de protection respiratoire ! Le masque chirurgical traditionnel introduit en 1897 par Mikulicz pour protéger la blessure d'opération contre les germes exhalés protège seulement contre les particules supérieures 50  $\mu\text{m}$  qui pour des raisons aérodynamiques ne volent que droit. La situation d'infection n'étant jamais claire en salle d'opération, l'installation d'un système d'aspiration de fumée doit être définie comme standard. En cas de situation d'infection à risque, les personnes travaillant à proximité directe de la table d'opération devraient porter un demi-masque filtrant à fermeture ou une protection complète du visage. Ces dispositifs n'offrent toutefois pas la même qualité de filtration qu'un système d'aspiration.

# AtmoSafe pour l'aspiration de fumée dans le médical

Les contaminants respirables ne se forment pas seulement en chirurgie laser et HF, mais aussi en pathologie lors du sciage d'os ou en orthopédie lors du mélange d'adhésifs et de ciments.

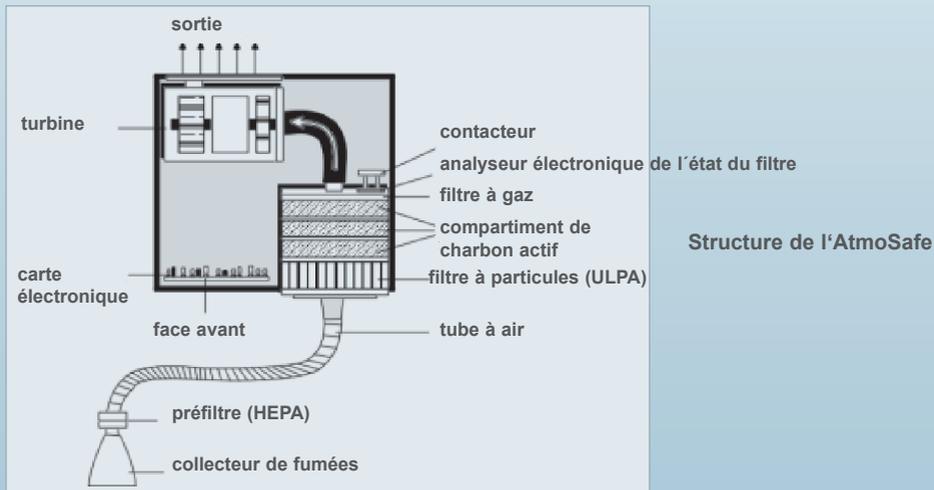
Ces substances solides, liquides et gazeuses sont éjectées à une très haute vitesse dans l'air. Un système d'aspiration doit permettre par sa puissance de dévier et de capturer une partie aussi grande que possible de ce flux de gaz et de particules.

La turbine fait tourner le flux d'air jusqu'à 1250 l / min.

Le procédé fonctionne d'après le principe de l'aspirateur: une turbine puissante, mais silencieuse produit une dépression qui - par un système filtre-tuyau - aspire de l'air à l'extrémité du tuyau.

Le flux d'air (flow) de l'AtmoSafe est de 1250 l / min en mode turbo et de 650 l / min en mode de réglage continu. Malgré ce flux d'air important, le niveau de bruit de l'AtmoSafe est inférieur à 52 dB, ce qui le rend donc plus silencieux qu'une conversation normale (55 dB). La durée de la vie de la turbine, qui ne nécessite aucun entretien, est de plus de 20.000 heures de service.

L'activation synchronisée interne (ISA) fait démarrer la turbine en même temps que le système laser ou HF. L'asservissement de position assure une aspiration de la fumée même après l'excision. L'aspiration de base permanente permet de maintenir les filtres de l'AtmoSafe toujours secs. Un système d'arrêt automatique interrompt le flux lorsque le tuyau d'aspiration est obstrué.



# AtmoSafe pour l'aspiration de fumée dans le médical

## La durée d'utilisation du filtre est de plus de 35 heures

Le système de filtration constitue le cœur même de l'AtmoSafe. Il se compose de deux éléments: du préfiltre sur la pièce d'aspiration et du filtre principal à l'intérieur de l'AtmoSafe.

Le préfiltre est un „ filtre HEPA „ (High-Efficiency Particulate Air) ; il retient les composants solides et liquides de grande taille. ATMOS utilise à cet effet un filtre HEPA susceptible de retenir des particules supérieures à 0,3  $\mu\text{m}$  dont l'efficacité atteint 99,97 %.

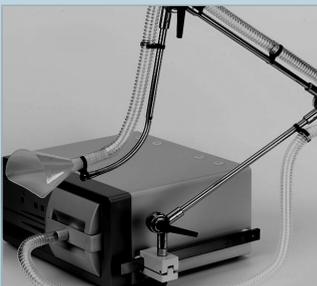
Le filtre principal est constitué de plusieurs niveaux (cascades) : du filtre ULPA, de trois couches filtrantes à charbon actif et d'un filtre à gaz qui sont placés ensemble dans un boîtier en plastique facilement remplaçable. Une unité de diagnostic électronique située dans cette cartouche filtre mesure le débit d'air du filtre et détermine sa durée d'utilisation qui en règle générale est de plus de 35 heures.

Le filtre ULPA (Ultra-Low-Penetration Air) retient les petites et minuscules particules jusqu'à la taille d'un virus. Un revêtement anti-bactérien sur ce filtre empêche le passage de micro-organismes. Le filtre ULPA retient des particules jusqu'à 10 nm avec une efficacité de 99,9999 %.

Le filtre à charbon actif à trois couches placé derrière celui-ci, lie les substances odorantes. De plus, le filtre à gaz spécial de l'AtmoSafe retient l'ammoniac et l'acide prussique.

## AtmoSafe est très rentable

En analysant le coût global de l'AtmoSafe d'environ 10225 euros et sa durée de vie de 10 ans, on obtient des frais de seulement 0,89 euros par utilisation. Ceci tenant compte de quatre nouveaux tuyaux d'aspiration et de six cartouches de filtre par an ainsi que de 1300 utilisations par an. Ceci n'est certainement pas un prix trop élevé pour un air sain et un travail serein en salle d'opération !



AtmoSafe de ATMOS

# Mesures de protection

## Prescriptions et ordonnances

Les limites légales définies pour les substances nocives dans l'air ambiant MAK (concentration maximale au lieu de travail définie par la commission de sénat du groupe de recherche allemand pour les substances dangereuses), TRK (concentration de référence technique selon les règles techniques pour substances dangereuses (TRGS 900) ainsi que BAT (valeurs biologiques de tolérance au lieu de travail selon TRGS 903) font défaut pour beaucoup de substances ou ne sont que difficilement ou pas du tout applicables aux mélanges de substances qui n'existent que sporadiquement dans l'air ambiant et restent normalement insignifiants.

Lorsque dans la littérature spécialisée il est question de dépassements de limite évidents, cela se rapporte à la part de poussières en suspension, qui au niveau international est connu comme ULPA (Ultra Low Penetration Air).

Cependant, les bases juridiques relatives à la protection du personnel et l'obligation d'information pour l'employeur résultent essentiellement des règlements suivants :

### **Ordonnance sur les substances dangereuses du 15 novembre 1999 (BGBL. I p. 2233)**

#### **§ 19 Ordre des mesures de protection à prendre**

- (1) La méthode de travail doit être conçue de sorte à ne dégager aucun gaz, aucune vapeur ou matière suspendue à caractère dangereux dans la mesure où cela est possible du point de vue de l'état de la technique. La méthode de travail doit également être conçue de sorte à ce que la peau des salariés n'entre pas en contact avec des substances solides ou liquides ou des préparations dangereuses dans la mesure où cela est possible du point de vue de l'état de la technique.
- (2) Si le dégagement de gaz, vapeurs ou matières suspendues à caractère dangereux ne peut pas être empêché par l'application des mesures préconisées au paragraphe 1, il faut les capturer dans leur totalité à la source et ensuite les évacuer sans danger pour l'homme et l'environnement dans la mesure où cela est possible du point de vue de l'état de la technique.
- (3) S'il est impossible d'assurer un captage complet selon le paragraphe 2, il faut prendre les mesures de ventilation conformes à l'état de la technique.

# Mesures de protection

## Règlement préventif contre les accidents VBG 1 :

### Art. 2 Exigences générales

- (1) L'employeur doit - afin d'éviter des accidents de travail - prendre des précautions et mesures conformes aux dispositions de ce règlement préventif contre les accidents et conformes aux règles préventives contre les accidents du travail valables pour lui ainsi qu'aux règles de sécurité et de médecine du travail généralement reconnues.

## Règlement préventif contre les accidents VBG 93

### Art. 10 al. 2

- (2) L'employeur doit veiller à ce que des mesures de protection soient prises dans la mesure où l'influence de rayonnement laser pourrait provoquer la formation de gaz, vapeurs, poussières, nuages nuisibles à la santé ou de mélanges ou de rayonnements secondaires susceptibles d'exploser.

## Règles techniques pour substances de travail biologiques TRBA 500 du 01 / 05 / 1999, BArbBI N° 6 / 99 p. 81.

Le panache laser composé de tissu humain est un bioaérosol selon TRBA 500

- (3) Ist eine vollständige Erfassung nach Absatz 2 nicht möglich, so sind die dem Stand der Technik entsprechenden Lüftungsmaßnahmen zu treffen.

### Généralités

- (1) Pour empêcher tout risque possible, l'employeur doit prendre les mesures techniques et constructives ainsi qu'organisationnelles indispensables. De plus, il peut s'avérer nécessaire de se munir d'un équipement de protection personnel.
- 2) L'employeur doit veiller à ce que les mesures d'hygiène générales nécessaires puissent être mises en oeuvre. L'employeur est tenu d'informer régulièrement et d'une manière compréhensible les salariés des éventuels dangers pour la santé, du respect des mesures de protection prises et du port d'équipement de protection personnel.

# Mesures de protection

## **Ordonnance sur les substances biologiques (janvier 1999)**

Tous les employés doivent être informés de manière approfondie sur les éventuels dangers et les mesures de protection.

Les panaches laser composés de tissu humain doivent être classés dans le groupe à risque 2.

## **Directive communautaire sur les substances biologiques 2000 / 54 /CE**

Sur la protection des employés contre les risques liés aux substances biologiques.

Les panaches laser composés de tissu humain doivent être classés dans le groupe à risque 2.

## **Directive américaine ANSI Z 136.3, 1996**

ANSI : American National Standard Institute

La directive prévoit des mesures pour l'utilisation sûre de lasers et de systèmes laser employés à des fins diagnostiques et thérapeutiques dans des équipements sanitaires. La directive prend en considération les problèmes spéciaux relatifs aux salles d'opération, aux cliniques externes et aux cabinets médicaux privés.

### **US OSHA**

(Occupational Safety and Health Act)

**NIOSH** : National Institute for Occupational Safety and Health

([www.osha-slc.gov/SLTC/laserelectrosurgeryplume](http://www.osha-slc.gov/SLTC/laserelectrosurgeryplume))

### **Clause d'obligation générale : 29 U.S.C.A. Section 654:**

„Chaque employeur doit assurer pour chacun de ses employés un emploi et un lieu de travail n'exposant pas ou ne pouvant pas exposer ses employés à un risque de mort ou d'un grave dommage physique“.

## **American Society for Laser Medicine and Surgery (ASLMS)**

Rapport du Laser Safety Committee on Hazards of Vaporized Tissue Plume

([www.aslms.org/general-smokeguns1.htm](http://www.aslms.org/general-smokeguns1.htm)):

### ***Aspirateurs de fumée, 2<sup>ème</sup> partie : Recommandations***

Le Laser Safety Committee a établi un rapport sur les risques de panache laser composé de tissu humain. Voici ses recommandations:

I. L'ensemble du personnel soignant doit considérer le panache laser contenant du tissu humain comme potentiellement dangereux aussi bien du point de vue des particules que de l'infectiosité.

# Mesures de protection

- II. Les systèmes d'aspiration devraient toujours être utilisés pour collecter le panache.
- a) L'aspiration devrait avoir un haut débit avec des remplacements de filtre fréquents permettant d'optimiser l'aspiration et les capacités de filtration.
  - b) Les filtres devraient être sélectionnés de telle sorte à permettre une efficacité de filtration maximale.
  - c) L'extrémité du tuyau d'aspiration doit être placée le plus proche possible de l'impact laser.
  - d) L'extrémité du tuyau d'aspiration devrait être nettoyée (de préférence stérilisée) après chaque intervention.
- III. Toute l'équipe opératoire doit porter des protections oculaires, des masques, des gants et des vêtements appropriés lorsque le panache composé de tissu humain se forme.
- a) Les protections oculaires doivent protéger contre les projections.
  - b) Les masques doivent avoir une filtration efficace.
  - c) Les gants devraient de préférence être en latex (ou d'un substitut efficace en cas de sensibilité au latex).

## **DHHS / CDC / NIOSH-Recommendation HC11**

**US-Department of Health and Human Services**

**Centers for Disease Control and Prevention**

**National Institute for Occupational Safety and Health**

**DHHS (NIOSH) Publication 96-128 ([www.cdc.gov/niosh/hc11.html](http://www.cdc.gov/niosh/hc11.html))**

***Control of Smoke From Laser/Electric Surgical Procedures***

„Lors des interventions chirurgicales utilisant un dispositif laser ou électrochirurgical, la destruction thermique du tissu génère un sous-produit de fumée. Des travaux de recherche ont confirmé que ce panache de fumée pouvait contenir des gaz et vapeurs toxiques tels que du benzène, du cyanure d'hydrogène, et du formaldéhyde, des bioaérosols, du matériel cellulaire mort et vivant (y compris des fragments de sang) et des virus. A des concentrations élevées, la fumée provoque parmi le personnel soignant des irritations des yeux et de l'appareil respiratoire supérieur et crée des problèmes de visibilité pour le chirurgien. Il a aussi été démontré que la fumée dégageait des odeurs désagréables et qu'elle avait un potentiel mutagène“.

Les recherches de la **NIOSH** ont démontré qu'il était possible de contrôler les contaminants aéroportés générées par ces appareils chirurgicaux. Pour cela, deux méthodes de contrôle sont recommandées:

# Mesures de protection

## VENTILATION:

Les techniques de ventilation recommandées comportent une combinaison de ventilation générale et locale. Or, la ventilation générale / locale ne suffit pas pour capturer les contaminants à la source. Les deux principaux systèmes de VLA utilisés dans le but de réduire les niveaux de fumée chirurgicale pour le personnel soignant sont des aspirateurs de fumée portables et des systèmes d'aspiration locale.

Les aspirateurs de fumée se composent d'une unité d'aspiration (pompe à vide), d'un filtre, d'un tuyau et d'un ajutage. L'aspirateur de fumée devrait être hautement efficace dans la réduction de particules aéroportées et être utilisé conformément aux recommandations du fabricant afin d'atteindre une efficacité maximale. En règle générale, il est conseillé d'avoir une vitesse de captage de 30 à 45 mètres par minute à l'ajutage.

Il est également important de choisir un filtre efficace pour la retenue des contaminants.

Un filtre à haute efficacité pour les particules de l'air (HEPA) ou équivalent est recommandé pour retenir les particules. Il existe différents processus de filtration et de nettoyage permettant d'éliminer et de désactiver les gaz et vapeurs aéroportés. Les divers filtres et absorbeurs utilisés sur des aspirateurs de fumée doivent être régulièrement contrôlés et remplacés et sont considérés comme un risque biologique possible nécessitant des mesures spéciales.

Désignés à l'origine pour capturer plutôt des liquides que des particules ou des gaz, les systèmes d'aspiration locale peuvent aspirer à un régime nettement inférieur. Lorsque ces systèmes sont utilisés pour capturer la fumée engendrée, les utilisateurs doivent intégrer des filtres dans le système, s'assurer que le système est nettoyé et que les filtres sont correctement disposés. D'une manière générale, l'utilisation d'aspirateurs de fumée convient mieux que celle de systèmes d'aspiration locale au contrôle de la fumée générée lors d'interventions chirurgicales laser / électriques non-endoscopiques.

## METHODES DE TRAVAIL :

L'ajutage du tuyau de l'aspirateur de fumée ou du système d'aspiration locale doit être tenu à 5 centimètres de la zone opératoire afin de capturer efficacement les contaminants aéroportés générés par ces appareils chirurgicaux. L'aspirateur de fumée devrait toujours être en marche (activé) lorsque des particules aéroportées sont générées lors d'interventions chirurgicales ou autres. Après l'intervention, tous les tuyaux, filtres et absorbeurs doivent être considérés comme infectants et évacués en conséquence. Pour chaque intervention, il faut installer des nouveaux filtres et tubes sur l'aspirateur de fumée. Comme il existe de nombreux systèmes d'aspiration de fumée dans le commerce, tous ces systèmes VLA doivent régulièrement être inspectés et entretenus afin d'éviter tout risque de fuites. De plus, les utilisateurs doivent procéder à des mesures de contrôle comme „consignes générales“, telles que prescrites par la norme OSHA Blood-Borne Pathogen.

## Annexe II

### **Bibliographie**

Il existe d'une façon générale deux sources allemandes qui traitent de manière synoptique des panaches laser...

Dans le classeur à feuilles mobiles „Angewandte Medizin“ (Médecine appliquée) de Berlien et Müller (13ème suppl. 1997), on trouve au chapitre II - 4.10. 1 l'article "Analyse von Abbrandprodukten beim Einsatz medizinischer Laser" (Analyse de produits de combustion générés lors de l'utilisation de lasers médicaux) de U. Bindig et W. Wäsche. En outre, au chapitre II - 4.10.2 l'article „Sicherheits- und Schutzmaßnahmen zur Reduzierung bzw. Anwendung von potentiellen Gefährdungen durch Laser- Pyrolyseprodukte“ (Mesures de sécurité et de protection pour réduire ou repousser les risques potentiels liés aux produits de pyrolyse laser) de W. Wäsche.

L'étude STILMED (Safety Technology in Laser Medicine) du projet collectif Eureka EU- 642 (délai : 1991 - 1995) représente sans doute le travail de recherche européen le plus complet consacré aux risques liés aux panaches laser. Ses résultats sont disponibles sous forme de livre: „Bewertung von Abbrandprodukten bei der medizinischen Laseranwendung“ (Evaluation de produits de combustion générés lors de l'utilisation médical du laser) éditeur Centre des technologies physiques de l'association des ingénieurs allemands à Berlin 1997, ISBN 3 - 00 - 002352-6.

### **Ci-après les partenaires du projet STILMED :**

Dr. H. Albrecht; Laser- und Medizin-Technologie GmbH Berlin (LMTB)

Dr. Th. Meier, Institut für Lasertechnologien in der Medizin und Messtechnik (ILM)

Dr. L. Weber, Institut f. Arbeits- und Sozialmedizin der Universität Ulm

Dr. W. Wöllmer, Universität Hamburg, UK Eppendorf, Universtäts-HNO-Klinik

PD Dr. J. Lademann, Dr. H.-J. Weigmann, Humboldt-Universität zu Berlin, Universitätsklinikum Charité, Dermatologische Klinik

L'objectif de ces recherches consistait à analyser les produits de décomposition gazeux et pyrolytiques ainsi que les particules. Pour la caractérisation chimique, Il a fallu utiliser différents systèmes d'analyse chimiques et biochimiques. La réalisation de l'analyse dépendait avant tout du développement de systèmes d'échantillonnage standardisés pour des examens à des conditions in vitro ou in vivo. Le projet a vu l'utilisation de tissus animal et humain ainsi que de différentes cultures cellulaires. A titre indicatif, les composants de base (lipides, protéines, ADN) ont également été exposés à la pyrolyse laser.

## Annexe II

Des composants directeurs, c'est-à-dire des composés organiques sélectionnés, devaient permettre d'acquérir des connaissances quantitatives sur la formation de composants de pyrolyse gazeux.

L'influence des facteurs tels que le type de tissu, le type laser et les paramètres laser, les paramètres de la technique d'application et l'expérience du thérapeute sur les substances nocives générées a fait l'objet de nombreuses études. Ainsi, par exemple, le choix approprié des paramètres laser a permis de réduire la formation de composés gazeux toxiques. L'examen des propriétés physiques des particules d'aérosol (taille des particules, vitesses des particules et comportement de dispersion dans l'espace) ainsi que de la morphologie des particules (par exemple en fonction du tissu et le développement de systèmes de modèle correspondants) ont entre autres servi de base pour la mise en place de mesures de protection. Outre la caractérisation chimique des bioaérosols, l'utilisation de la réaction en chaîne de la polymérase (PCR) appliquée dans le cadre de différents essais biologiques et toxicologiques a permis d'apporter des explications quant à l'infectiosité de la phase particulaire. Les informations obtenues sur les mélanges de substances nocives et les spectres de particules forment la base de l'évaluation médicale des potentiels de risque pour l'utilisateur du laser (médecin, personnel opératoire) et le patient. Les résultats ont été mis en oeuvre sous forme de recommandations données à l'utilisateur du laser, comme directives thérapeutiques, comme prénormes pour les lasers et les aspirateurs et comme spécifications pour une technique d'aspiration et de filtration optimisée.

### **Ci-après quelques autres résultats de recherche obtenus au cours des 15 dernières années :**

En 1991, Hallmo et Naess font état d'un chirurgien laser ayant détecté une papillomatose laryngée avec la même souche de virus que celle de condylomes anogénitaux qu'il avait réséqués auparavant (Eur Arch Otorhinolaryngol 1991; 248 (7): 425 - 7).

On a aussi découvert du HPV dans le panache laser CO<sub>2</sub>, bien qu'aucune transmission n'ait pu être observée. ( J Reprod Med 1990 Dec; 35 (12):1117 - 23)

Un examen correspondant réalisé avec un laser YAG Erbium destiné à l'ablation de verrue n'a cependant apporté aucune preuve de HPV dans les dépôts de l'ajutage d'aspiration. (J Am Acad Dermatol 1998 Mar;38 (3): 426 - 8)

Des essais-types avec des bactériophages ont permis de détecter des précipités de matière active à proximité directe de l'endroit où avait été utilisé le laser.

(Lasers Surg Med 1989;9 (3): 296 - 9)

Les rats qui avaient inhalé des panaches laser ont développé des pneumonies interstitielles, des bronchitides et des emphysèmes.

(Am J Obstet Gynecol 1987 May; 156 (5): 1260 - 5)

## Annexe II

Les fibroblastes contaminés par le virus de la polio ont été éliminés au laser Excimer. On a découvert dans le matériel évacué du tuyau d'aspiration des matières virales actives. (Ophthalmology 1999 Aug; 106 (8): 1498 - 9)

Certes, aucune matière virale active n'a été trouvée dans les cultures retenues par le filtre HEPA d'un aspirateur laser CO<sub>2</sub>; on y a par contre découvert des staphylocoques à coagulase négative, du corynebacterium et de la neisseria. (Lasers Surg Med 1998; 23 (3): 172 - 4)

Un essai consistant à transmettre des pseudorabies d'une exérèse au laser Excimer sur une plaque de culture située à proximité a échoué. (Am J Ophthalmol 1997 Aug; 124 (2): 206 - 11)

Il s'est avéré impossible de transmettre des papillomavirus lors de l'ablation au laser continu CO<sub>2</sub> depuis la fumée sur des cultures cellulaires. (J Laryngol Otol 1996 Nov; 110 (11): 1031 -3)

La fumée d'électrocoautères est considérée comme deux fois plus nuisible que celle générée au laser. (Today's Surg Nurse 1999 Mar - Apr; 21 (2): 15 - 21; quiz 38 - 9)

Le virus Varicella-Zoster-Virus atténué ne semble pas résister à l'ablation Excimer. (Arch Ophthalmol 1997 Aug; 115 (8): 1028 - 30)

La présence de l'ADN-HPV a pu être démontrée dans la fumée de laser CO<sub>2</sub>. (Otolaryngol Head Neck Surg 1991 Feb; 104 (2): 191 - 5)

Une étude de groupe réalisée parmi des chirurgies traditionnelles et laser CO<sub>2</sub> n'a fait apparaître aucune incidence plus importante de verrues chez ces dernières. Cependant, on signale des risques d'une infection HPV des voies respiratoires supérieures. (J Am Acad Dermatol 1995 Mar; 32 (3): 436-41).

# Glossar

µm	micromètre, 1/1000 mm
absorption	dissolution (dispersion régulière) d'un gaz dans un liquide ou un corps solide
acroléine	composé organique cancérigène
ADN	acide désoxyribonucléique, support de l'hérédité
aérosol	système dispersé de phase liquide et solide qui se trouve en suspension dans un milieu gazeux.
airborn	aéroporté
alcanes	hydrocarbures en forme de chaîne (méthane, éthane, propane...)
allergène	qui déclenche une réaction immunisée allergique
amines	dérivés de l'ammoniac; les amines biogènes se forment à partir d'acides-amino
amino-acides	les plus petits éléments des protéines
aromatique	cyclique dans la structure chimique
benzène	composé organique cancérigène
bioaérosol	aérosol d'origine biologique ou à effet biologique
bronchioles	ramifications terminales des bronches
cancérigène	qui provoque le cancer
carbonisation	formation d'un dépôt de charbon noir comme de la suie, par exemple sur du tissu organique par la transformation en charbon de tous les composants volatils. Seul le carbone non-volatile n'est pas dégagé et reste visible comme couche noire.
cascade	succession de groupes
CEM	compatibilité électromagnétique, décrit l'influence gênante de et par d'autres appareils due à des rayons radioélectriques.
CFC	chlorofluorocarbones, „destructeurs de la couche d'ozone“
chaotique	désordonné
chirurgie HF	électrochirurgie à haute fréquence (HF) ; les appareils de chirurgie à haute fréquence disposent d'un mode d'excision et de coagulation qui provoque un effet hémostatique sur l'instrument.
chirurgie invasive	méthode d'opération : pénétration (endoscopique) minimale dans le corps par des petits orifices)
chirurgie laser	utilisation du laser comme l'instrument opératoire
chromophore	colorant

# Glossar

coagulation	dénaturation de protéines provoquée par une dissolution irréversible de la formation moléculaire (structure tertiaire) en raison de la chaleur (> 56°C), d'une modification de la valeur pH ou d'autres influences solvantes.
COV	composé organique volatil ; par exemple les gaz à forte odeur tels que les pyrazines et les butanales
cyanure d'hydrogène	gaz très toxique, HCN, „cyclone B“
dB (A):	unité de mesure pour le niveau sonore
dénaturation	dissolution de la structure originale
DKP	diketopiperazine
dispersion	mélange de substances dans lequel une substance(le dispersé) est finement dispersée dans une autre substance, le dispersant.
efficience	efficacité
électrocautère	appareil permettant la coagulation thermique du tissu
épuration mucociliaire	auto-nettoyage des poumons
ergonomie	désigne la simplicité de l'interface homme-machine
escherichia coli	germes intestinaux
ESU	Electro-Surgical-Unit (appareil chirurgical à haute fréquence)
étiologique	qui concerne les causes
filtre à charbon actif	filtre à base de charbon médical
formaldéhyde	désinfectant, vapeurs nuisibles pour la santé
fumée	particule de corps solide en phase gazeuse
gaz anesthésiques	gaz utilisés pour la narcose
halogène	famille regroupant le fluor, le chlore, le brome et l'iode,
haloacide	acide hautement agressif d'un halogène
HAP	hydrocarbures aromatiques polycycliques
filtre HEPA	filtre High Efficiency Particulate Air ; filtre à air performant développé à l'origine par l'armée pour le filtrage de particules en suspension. Son efficacité est surpassé par celle du filtre ULPA.
hépatite B	inflammation du foie virale très infectieuse contre laquelle il existe un vaccin
hépatite-C	inflammation du foie rétrovirale très infectieuse contre laquelle il n'existe aucun vaccin
hétérocyclique	composé de différentes structures cycliques
HIV	rétrovirus provoquant le SIDA
hydrate de carbone	composés à base de C, O et H
infectieux	contagieux
infectiosité	désigne le degré de la transmissibilité d'un agent pathogène
laryngé	qui concerne le larynx

# Glossar

laser	amplification de lumière fonctionnant sur le principe de l'émission stimulée, faisceau de lumière très fin d'une grande puissance énergétique
laser continu	laser à émission de rayons continue
laser Excimer	type de laser
laser pulsé	laser fonctionnant avec des faisceaux pulsés; contraire: laser continu
LEV:	Local Exhaust Ventilation
LGAC	Laser Generated Airborne Contaminants
lipides	corps gras
macromolécules	groupements de molécules de grande taille
mbar	ancienne unité de mesure pour la pression, aujourd'hui indiquée en pascal
mélanines	colorants bruns, (pigments) mélanisation coloration brune
mélanisme	coloration brune
micro-organismes	bactéries, virus, champignons etc.
Mikulicz	inventeur du masque chirurgical
mutagène	qui provoque des mutations du patrimoine héréditaire
Mycobact. tuberculosis	agent pathogène de la tuberculose pulmonaire
NIOSH	institution fédérale américaine pour la sécurité de travail et la santé
nitriles d'alcyde	composés organiques cancérigènes
oligosaccharides	terme générique pour certains hydrates de carbone
organique	qui appartient au domaine des composés carbonés
oxydation de graisse	combustion de graisse
panache laser	En raison de la composition des produits de combustion volatils de la chirurgie laser constitués de vapeur d'eau, de gaz et de composants liquides et solides, il n'est pas tout à fait correct d'employer la désignation "fumée" ou "vapeur".
papillomavirus	virus provoquant des condylomes
parenchyme hépatique	tissu du foie (spongieux)
particule	plus petite partie de la phase dispersée solide ou liquide
pascal	unité de mesure pour la pression
pathogène	qui cause des maladies
peptides	composés formés par des acides aminés
photoablation	excision sous forme d'explosion de matériel tissulaire engendrant une sollicitation thermique très faible pour le tissu environnant. Les détériorations thermiques peuvent ainsi être réduites à un minimum, dans certains cas jusque sous l'épaisseur d'une couche cellulaire (<10 mm).

# Glossar

Suite photoablation	On utilise souvent pour l'ablation des lasers pulsés d'une haute puissance volumique (lasers à ablation: lasers Excimer pour la microchirurgie; lasers Er:YAG pour la dermatologie). Le développement d'émission est particulièrement élevé pour ce procédé, notamment en dermatologie.
polysaccharides	hydrates de carbone à haute densité moléculaire
polycycliques	qui comporte plusieurs structures cycliques
porphyrine	colorant d'importance biologique
puissance d'air	mesure pour la circulation d'air en litre / minute
pyrazines	gaz d'une odeur très forte
pyrolyse	décomposition thermique oxydative incomplète (combustion partielle) de substances organiques telles que du tissu humain. La transformation chimique du tissu réchauffé entraîne généralement la scission des composés chimiques.
radical	groupement chimique à l'origine de nombreuses réactions
radicaux d'alcyle	composés organiques cancérigènes
rétrovirus	virus à ARN au lieu d'ADN
SIDA	syndrome d'immunodéficience provoqué par le rétrovirus HIV
Staph. aureus	germe domestique pathogène
oxydes azotés	gaz irritant (gaz nitreux), mélanges de différents oxydes d'azote, provoquent la formation d'acides nitreux et de l'acide nitrique sur les muqueuses humides, génèrent aussi l'apparition des oedèmes pulmonaires.
tétrachlorure de carbone	solvant toxique de la famille des CFC
torr	ancienne unité de mesure pour la pression, aujourd'hui remplacée par pascal
turbine	moteur
filtre ULPA	Ultra Low Penetration Air Filter = actuellement le filtre le plus efficace du monde (puissance filtrante atteignant un taux de retenue de 99,9999 % @0,12 mm); plus performant que le filtre Hepa.
vaporisation	évaporation du tissu (> 100°C) en raison de l'absorption d'une haute puissance thermique, provoquée par ESU, laser, etc....
viral	causé par des virus
de type VLSI c	onformément au sens: particulièrement efficace

# **ATMOS - votre partenaire compétent en :**

**Chirurgie/opératoire • chirurgie esthéo-plastique • gynécologie • soins intensifs  
soins à domicile • médecine d'urgence • médecine ORL • phoniatrie**