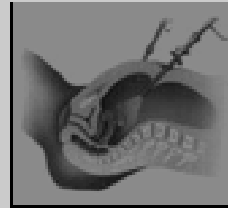




Medical

Filtration. Separation. Solution.SM

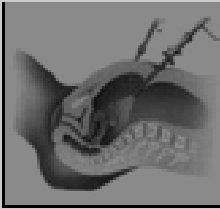


LES FUMÉES DE COELIOCHIRURGIE



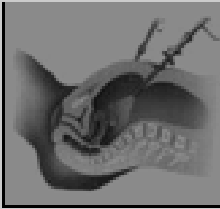
RISQUES D'EXPOSITION DU PERSONNEL DE BLOC OPERATOIRE

ET PROTECTION PAR LA FILTRATION DES FUMÉES



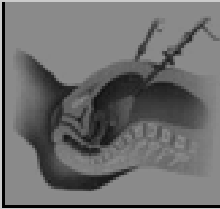
Production de fumées au bloc opératoire

- ❖ Utilisation de lasers, de bistouris électriques et de bistouris à ultrasons au bloc opératoire.
- ⊗ Action thermique sur les tissus s'accompagnant de la production de « fumées ».
- ❖ Le terme générique de « fumées » désigne l'ensemble des sous-produits générés par cette action tissulaire.



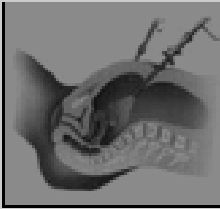
Production de fumées au bloc opératoire

- ❖ La production de fumées dépend de plusieurs facteurs :
 - ✓ Type d'intervention
 - ✓ Technique chirurgicale
 - ✓ Tissus cibles : nature, pathologie, quantité
 - ✓ Instruments de coupe et de coagulation utilisés
 - ✓ Niveau d'énergie utilisé et durée d'application



Les fumées générées en coeliochirurgie

- ❖ Essentiellement bistouris électriques et ultrasoniques.
- ❖ Concentration des fumées dans la cavité péritonéale (= environnement clos).
- ❖ Réduction de la visibilité du champ opératoire.
- ❖ Nécessité d'évacuer les condensats *via* un trocart, dans l'environnement du bloc (rapide décompression).
- ❖ Exposition du personnel à ces « jets » de fumées.



Production de fumées en coeliochirurgie

1. Quelles sont les composants de ces fumées ?

=> Analyse des études scientifiques publiées

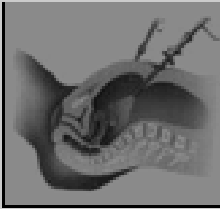
2. Y-a-t-il un risque pour le personnel exposé ?

=> Analyse des études scientifiques et cas publiés

3. Si oui, comment prévenir ce risque ?

=> Analyse des recommandations émises

=> Présentation d'une solution de filtration des fumées



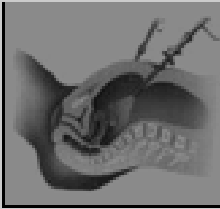
LES FUMÉES DE COELIOCHIRURGIE

1. Composition des fumées
2. Risques potentiels d'exposition aux fumées
3. Recommandations émises
4. La prévention par la filtration.



Medical

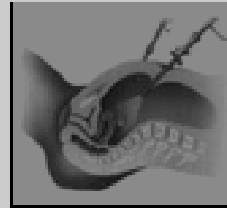
Filtration. Separation. Solution.SM



LES FUMÉES DE COELIOCHIRURGIE



1. Composition des fumées.

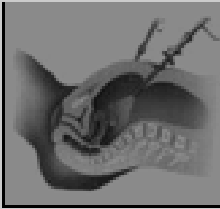


Instruments de coupe des tissus et coagulation

✓ Température d'action sur les tissus



Plus la température est basse,
plus le risque biologique est élevé.



Instrumentes de coupe des tissus et coagulation

✓ Taille des particules générées

Electrocoagulation

0,07 μm

(Heinsohn, 1991)

Laser

0,31 μm

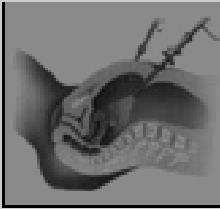
(Nezhat, 1987)

Ultrasons

0,35 – 6,5 μm

(Ott, 1998)

Plus les particules sont petites,
plus le risque chimique est élevé.



Composition des fumées de lasers

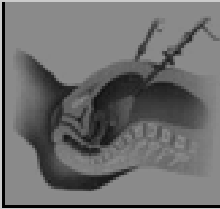
Premières études = premières interrogations :

- Sur le risque chimique
- Sur le risque viral



Medical

Filtration. Separation. Solution.SM

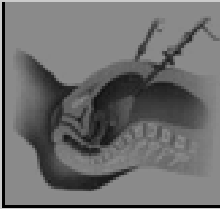


Substances chimiques dans les fumées de lasers

✓ Kokosa, 1989

Nombreux sous-produits identifiés dans les fumées de lasers dont acroléine, benzène, formaldéhyde, hydrocarbures aromatiques polycycliques (=HAP).

=> SUBSTANCES CHIMIQUES TOXIQUES ET CARCINOGENES !



Présence de virus dans les fumées de lasers

✓ **Garden (1988)** : traitement laser de verrues de 7 patients

=> Détection d'ADN intacts de Papillomavirus humains (HPV)
dans les fumées : 2 cas sur 7

✓ **Sawchuk (1989)** : idem sur 8 patients

=> Détection d'ADN HPV dans les fumées : 5 cas sur 8

Test d'infectivité effectué sur Papillomavirus : positif

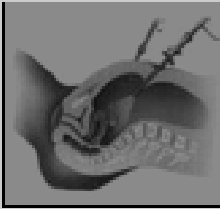
✓ **Baggish (1991)** : traitement laser sur tissus infectés par VIH

=> Détection d'ADN HIV dans les fumées



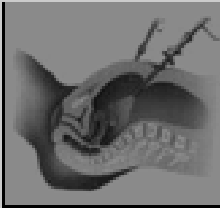
Medical

Filtration. Separation. Solution.SM



Preuves scientifiques de la présence
de substances chimiques toxiques et
de virus intacts dans les fumées de
lasers

Qu'en est-il dans les fumées d'électrocoagulation ?



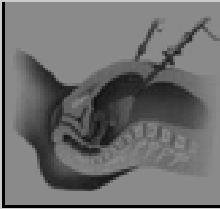
Composition des fumées d'électrocoagulation

(1) Composés chimiques toxiques et cancérigènes

- ✓ Barrett, 2003
- ✓ Sagar, 1996
- ✓ Hensman, 1998

(2) Aérosols sanguins

- ✓ Hensman, 1991



Composition des fumées d'électrocoagulation

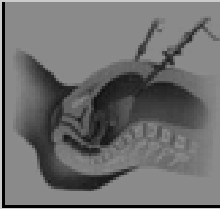
(3) Virions intacts

✓ Sawchuk, 1989

(4) Cellules vivantes

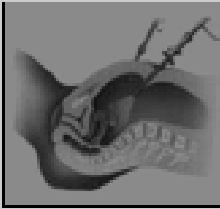
✓ Champault, 1997

✓ Fletcher, 1999



Fumées d'électrocoagulation : composés chimiques

- ❖ Acétonitrile
- ❖ Acroléine
- ❖ **Acrylonitrile**
- ❖ **Benzène**
- ❖ Monoxyde de C
- ❖ Ethylbenzène
- ❖ **Acide cyanhydrique**
- ❖ Phénol
- ❖ Styrène
- ❖ Toluène
- ❖ Xylène
- ❖ ...



Substances chimiques : l'acrylonitrile

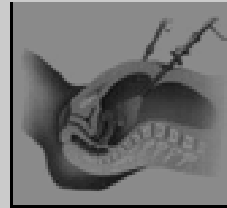
- ❖ Liquide volatil, incolore
- ❖ Facilement absorbé au niveau de la peau et des poumons
- ❖ Toxicité exercée par la libération de cyanures
- ❖ Niveau d'exposition du personnel de bloc : 1.0 à 1.6 ppm (Wu 1997)
- ❖ Limite OSHA -> 2 ppm

Barrett, 2003

Limites INRS : VLE* -> 15ppm, VME* -> 2 ppm

* Limites d'exposition à court terme (VLE), à long terme (VME)

La VME peut être dépassée sur de courtes périodes sous réserve de ne pas dépasser la VLE lorsqu'elle existe

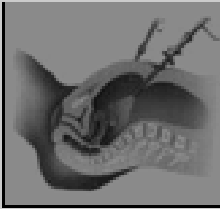


Substances chimiques : le benzène

- ❖ Composé aromatique volatil
- ❖ Appartient à la catégorie 1 (C1) des cancérogènes (directive européenne 67/548/CEE modifiée)
C1= substances que l'on sait être cancérogènes chez l'homme
- ❖ Concentration dans l'air du bloc : 0,5-7,4mg /m³
- ❖ Concentration proche du bistouri en chirurgie colorectale : 11µg/m³ (Sagar, 1996)
- ❖ Limites NIOSH -> 0,1 mg /m³, limite OSHA -> 0,2 mg /m³

Barrett, 2003

Limite INRS -> VME: 16 mg /m³, pas d'indication de VLE

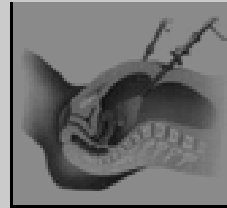


Substances chimiques : l'acide cyanhydrique

- ❖ Gaz toxique incolore
- ❖ Facilement absorbé au niveau des poumons, du tractus gastrointestinal et de la peau
- ❖ Inhibe la respiration cellulaire en se fixant au Fe^{3+} de la cytochrome oxydase
- ❖ Concentration dans l'air ambiant du bloc au cours d'interventions chirurgicales produisant beaucoup de fumées ~ 10 ppm (Wu 1997).
- ❖ Limite d'exposition à court terme USA (DHHS) -> 10 ppm

Barrett, 2003

Limites INRS: VME -> 2 ppm, VLE -> 10 ppm



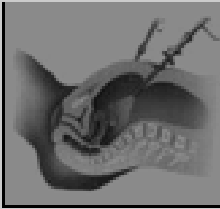
Substances chimiques : analyse quantitative

Fumées d'électrocoagulation générées au cours de 6 interventions chirurgicales digestives

Effet
cancérigène
(classé C1)

Effets
toxiques

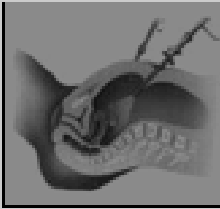
Benzène	71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Ethylbenzène	36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Styrène	21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Sulfure de C	1-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Toluène	460 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Substances chimiques : confirmation

- Bistouri électrique (40W) utilisé dans 3 atmosphères différentes (air, hélium, CO₂)
- 21 substances toxiques et carcinogènes : hydrocarbures, nitriles, acides, phénols
- Pas de différence air vs CO₂.

Hensman, 1998 (Surg. Endosc.)



Fumées d'électrocoagulation : aérosols sanguins

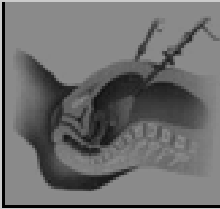
✓ Heinsohn, 1991

- Simulation d'une intervention chirurgicale avec utilisation d'instruments d'électrochirurgie courants
- Collecte des fumées générées par les instruments
- Taille des particules variable selon type d'énergie utilisé : la majorité des particules sont de taille respirable ($< 5 \mu\text{m}$)
- Hémoglobine détectée dans tous les échantillons



Medical

Filtration. Separation. Solution.SM



Fumées d'électrocoagulation : virions intacts

✓ Sawchuk, 1989

Traitement de verrues de 7 patients
par électrocoagulation

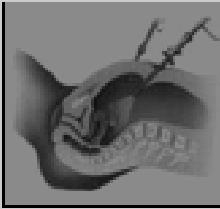
=> Détection de Papillomavirus dans les
fumées générées : 4 cas / 7

Test d'infectivité : positif



Medical

Filtration. Separation. Solution.SM



Fumées d'électrocoagulation : cellules vivantes

✓ Champault, 1997

Analyse microscopique de 5 filtres par lesquels ont été évacuées les fumées au cours d'interventions sous laparoscopie

=> Présence de cellules mésothéliales et sanguines sur la face exposée des 5 filtres !

✓ Fletcher, 1999

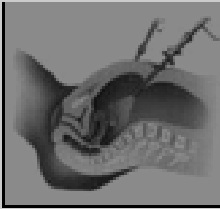
Electrocoagulation *in vitro* sur tissus tumoraux et présence de cellules viables

=> Viabilité prouvée par colorant des mitochondries (MTT)



Medical

Filtration. Separation. Solution.SM



Composition des aérosols des bistouris à US

✓ Ott, 1998

Débris cellulaires en grand nombre $> 10^7$ particules / mL

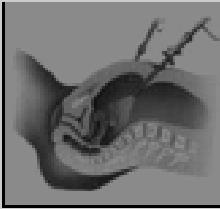
Les tissus gras produisent 17 à 23 fois plus de particules que les
tissus maigres

Production d'un aérosol (sang, sérum)

Détection jusqu'à 40 cm du lieu de production

✓ Nduka, 1998

Cellules morphologiquement intactes



Bilan des composants des fumées et aérosols

Virus

Cellules
viables

Substances
chimiques

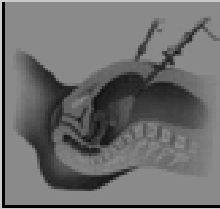
Fines
particules





Medical

Filtration. Separation. Solution.SM



LES FUMÉES DE COELIOCHIRURGIE

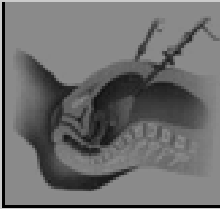


2. Risques potentiels d'exposition aux fumées



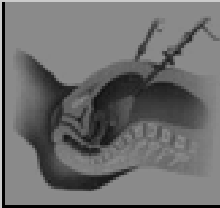
Medical

Filtration. Separation. Solution.SM



Risques potentiels d'exposition aux fumées

- Risque chimique
- Risque biologique



Risque chimique pour le personnel exposé

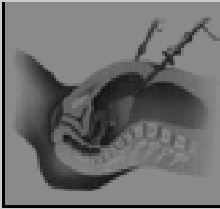
- **A court terme** : Odeurs désagréables, irritations respiratoires, irritations oculaires, maux de têtes, nausées, vertiges.
- **A long terme** :

Pathologies pulmonaires

- ✓ Baggish, 1987
- ✓ Wenig, 1993

Mutagénicité des fumées

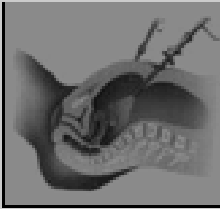
- ✓ Tomita, 1981
- ✓ Gatti, 1992



Pathologies pulmonaires liées aux fumées

- ❖ Evaluation de l'action des fumées de laser et d'électrocoagulation sur les poumons de rats :
 - ✓ Baggish, 1987 (*Am. J. Obstet. Gynecol.*) : laser
Développement de pneumonie interstitielle, bronchiolite et emphysème
 - ✓ Wenig, 1993 (*Lasers in Surg. and Med.*) : laser et électrocoagulation

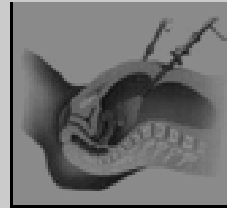
Modifications pathologiques pulmonaires



Mutagénicité des condensats de fumées

❖ Etudes expérimentales : test de mutagenèse

- Fumées d'électrocoagulation *versus* fumées de laser
 - Réalisation d'un test d'Ames sur des souches spécifiques de *Salmonella typhimurium*
- ↳ Quantification de la fréquence de mutations lors d'exposition à des agents mutagènes.



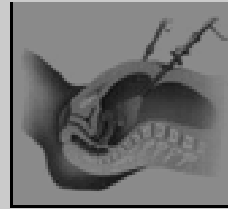
Pouvoir mutagène des fumées évalué sur la souche TA98 avec mix S9

Fumées d'électrochirurgie	3371 mutants His ⁺ /mg de condensat /boîte.
Fumées de laser	1623 mutants His ⁺ /mg de condensat /boîte.



Medical

Filtration. Separation. Solution.SM



Pouvoir mutagène fumées vs cigarettes

Cautérisation d'1 gramme de tissus

=

3 cigarettes pour les fumées de lasers.



=

6 cigarettes pour les fumées d'électrochirurgie.

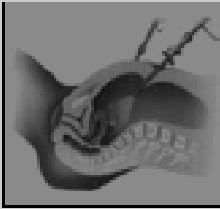


Tomita, 1981



Medical

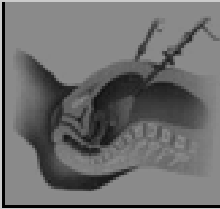
Filtration. Separation. Solution.SM



Mutagénicité des fumées : confirmation

- Fumées d'électrocoagulation générées au cours de 2 interventions de mastoplasties
- Etude à l'initiative du NIOSH
(National Institute of Occupational Safety and Health).
- Prélèvement échantillons dans champ opératoire.
- Test de mutagénicité positif avec TA98.

Gatti, 1992 (Plastic and Reconstructive Surgery)



Risques liés à la dissémination de cellules viables

❖ Dissémination de cellules cancéreuses

↪ **Wexner, 1995 (British Journal of Surgery)**

Revue des cas d'implantations de métastases au niveau des sites d'insertion des trocarts chez le patient.

↪ **Kazemier, 1995** : Hypothèse de l'effet « cheminée » : fuite de gaz au niveau des trocarts pouvant contenir des cellules tumorales viables.

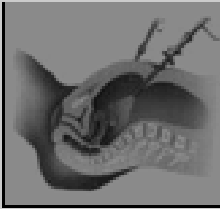
↪ Actuellement, toujours pas de consensus.

❖ Transmission de germes pathogènes



Medical

Filtration. Separation. Solution.SM



Risques liés à la dissémination de virions intacts

❖ Transmission virale patient - personnel soignant

- Papillome laryngé chez un chirurgien dont ADN viral similaire à celui des condylomes ano-génitaux de ses patients traités au laser

Hallmo, 1991 (Eur. Arch. Otorhinolaryngol.)

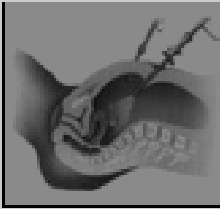
- Risque accru de développer des verrues naso-pharyngées chez les chirurgiens exposés aux fumées de laser

Gloster, 1995 (J. Am. Acad. Dermatol.)



Medical

Filtration. Separation. Solution.SM



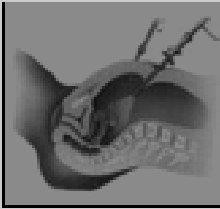
LES FUMÉES DE COELIOCHIRURGIE



3. Recommandations émises.



Medical



Filtration. Separation. Solution.SM

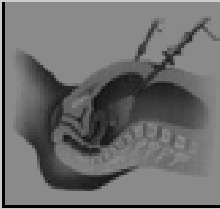
Recommandations américaines

- ✓ **ANSI** : American National Standards Institute.
- ✓ **OSHA** : Occupational Safety and Health Administration.
- ✓ **NIOSH** : National Institute of Occupational Safety and Health.
- ✓ **AORN** : Association of peri-Operating Registered Nurses.



Medical

Filtration. Separation. Solution.SM



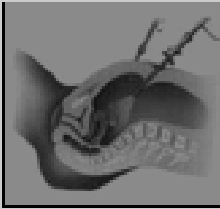
Consensus dans les recommandations

- ❖ Concernant les effets délétères des fumées pour la santé du personnel exposé.
- ❖ Similitude des risques liés aux fumées issues de lasers et à celles d'électrocoagulation.
- ❖ Nécessité d'utiliser un système d'évacuation.



Medical

Filtration. Separation. Solution.SM



Recommandations C-CLIN Paris-Nord

« Placer un filtre ou à défaut une compresse lors de l'évacuation du gaz intra-cavitaire sur l'embout du trocart afin de prévenir l'aérosolisation de particules à risques infectieux. »

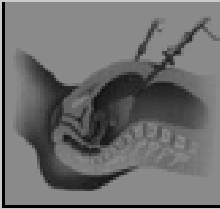
Bonnes Pratiques en Endoscopie chirurgicale

Octobre 2000



Medical

Filtration. Separation. Solution.SM



LES FUMÉES DE COELIOCHIRURGIE

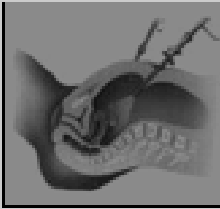


4. La prévention par la filtration



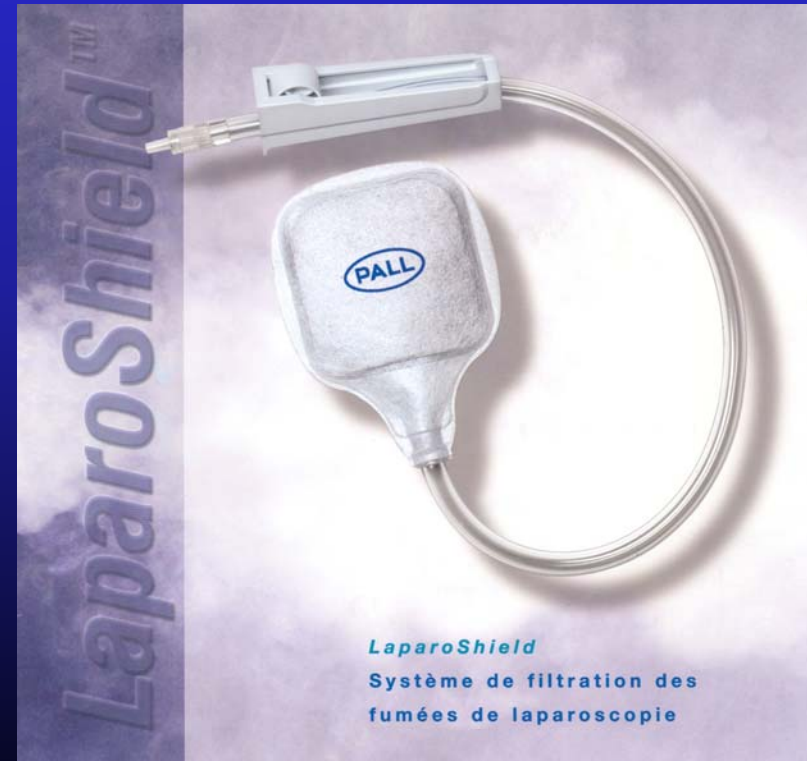
Medical

Filtration. Separation. Solution.SM



Le système de filtration LaparoShield™

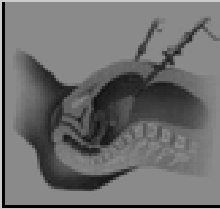
- ❖ Référence : LSF1
- ❖ Milieu filtrant hydrophobe, 3 couches.
- ❖ Débit 5 à 12 L/min ajustable par clamp à roulette pour une pression de 15 mmHg .
- ❖ Connecteur luer-lock mâle rotatif + tubulure.
- ❖ Stérile
- ❖ Usage unique



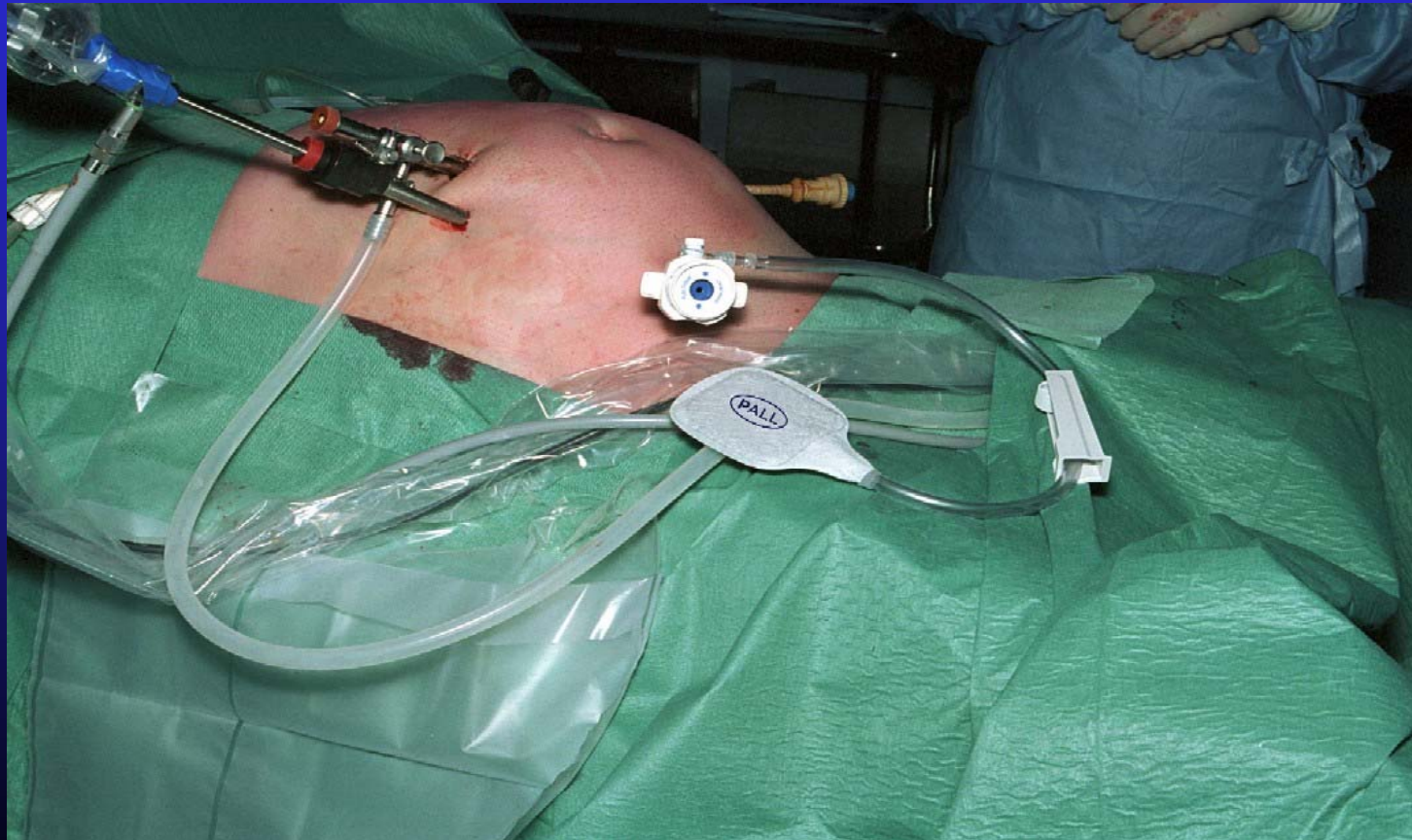


Medical

Filtration. Separation. Solution.SM



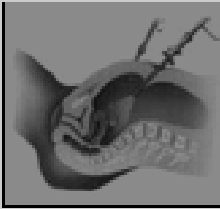
Le système LaparoShield™ en place





Medical

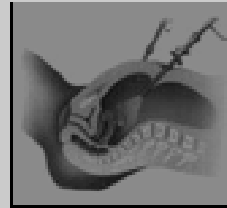
Filtration. Separation. Solution.SM



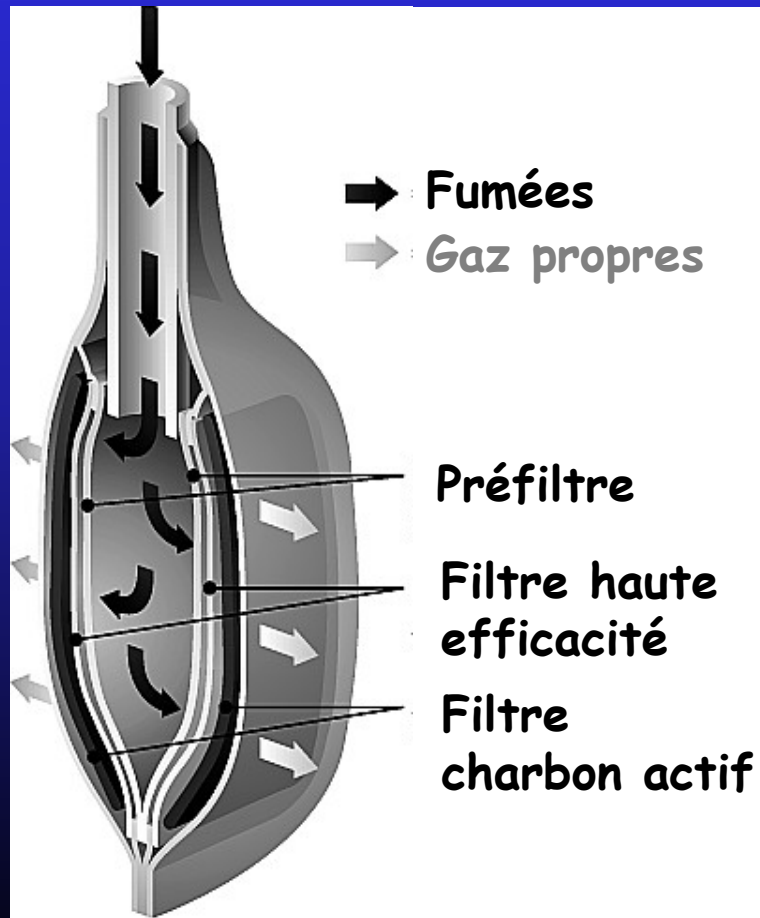
Mode de fonctionnement du système LaparoShield™

- ❖ Connexion au robinet latéral d'un des trocarts
- ❖ Evacuation passive des gaz poussés par l'arrivée de CO₂ frais
- ❖ Filtration étagée





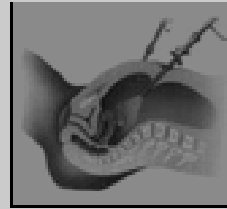
Mécanisme de filtration en 3 couches



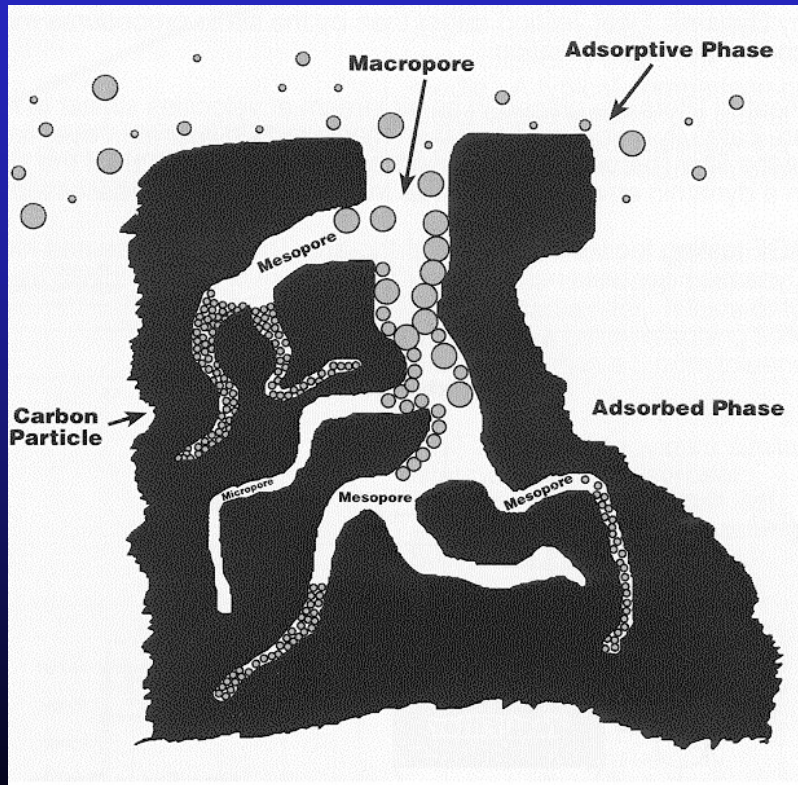
① **Préfiltre** : grosses particules, cellules.

② **Filtre haute efficacité** : petites particules, virus.

③ **Filtre charbon actif** : substances chimiques volatiles, odeurs.



Rétention par le filtre charbon actif

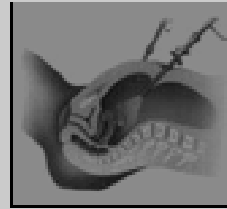


- ❖ Haut pouvoir adsorbant.
- ❖ Surface importante.
- ❖ Nombre de sites élevé.
- ↪ Rétention des **composés organiques volatiles**.
- ↪ Elimination des **odeurs**.



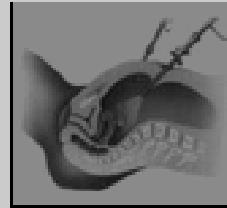
Medical

Filtration. Separation. Solution.SM



Performances de filtration du système LaparoShield™

Effacité de rétention bactérienne	<i>Brevundimonas diminuta</i> (0,3 μ)	> 99,999%
Effacité de rétention virale	<i>Bactériophage MS2</i> (0,02 μ)	> 99,999%



L'intérêt du système LaparoShield™

Performances
de filtration



Protection de l'équipe chirurgicale vis
à vis des contaminations
aéroportées.

Réduction
des gaz volatils
et des odeurs



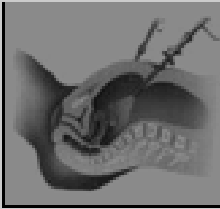
Limitation de la pollution de
l'environnement.

Protection de l'équipe chirurgicale
des odeurs nocives.

Filtration à
débit ajustable



Visibilité et continuité des
interventions chirurgicales.



Conclusion

- ❖ Les fumées produites au cours d'une coeliochirurgie sont vectrices de
 - Substances chimiques
 - Structures biologiques (cellules, bactéries, virus)
- ❖ Elles exposent le personnel du bloc à des risques mutagène, carcinogène ou infectieux
- ❖ Ces risques peuvent être prévenus par la filtration des fumées exsufflées : **système LaparoShield™**