
Choix d'un dispositif de ventilation des locaux opératoires, en vue de la maîtrise de la propreté de l'air

VICHARD PH.* , TALON D.** , SCHOENLEBER TH.** , OBERT L.*

*Chirurgie Orthopédique (Pr Tropet)
**Hygiène hospitalière (Docteur Talon)
CHU de Besançon
Hôpital Jean Minjoz
4 Bd Fleming
25030 Besançon Cedex.

Correspondance :
pvichard@wanadoo.fr

Résumé

Le choix d'un dispositif, destiné à assurer la maîtrise de la propreté particulière et microbiologique de l'air des locaux opératoires, doit être basé, avant tout, sur des critères scientifiques. Dans ce domaine, nous avons, récemment, confirmé la supériorité des appareillages unidirectionnels, grâce à des mesurages particuliers et microbiologiques en activité. Cependant, il faut poursuivre ces derniers, pour apprécier la part respective des contaminations aériennes et manu portées.

Une fois le principe du flux unidirectionnel retenu, notre préférence va aux flux horizontaux, qui imposent une discipline plus facile à contrôler, qui requièrent une maintenance plus simple, et qui, dans leur version intégrale, protègent un volume plus important.

Au plan financier, il faut dissiper les préjugés entretenus. Compte tenu de leur utilisation continue, les flux unidirectionnels réduisent le nombre des salles d'opérations à programmer. En matière de fonctionnement, le recyclage de l'air (plus effectif et constant dans les installations unidirectionnelles) est le facteur majeur d'économie, compte tenu de la protection qu'il assure aux filtres, et de la réduction de consommation d'énergie, qu'il entraîne.

Dans l'état actuel des connaissances les flux multidirectionnels conservent une place importante pour des interventions où le champ opératoire est notablement contaminé.

Mots clés : Aérobiocontamination / Propreté de l'air / taux particulaire / taux microbien / mesurage en activité / particule formant colonie / taux de brassage / cinétique de dépoussiérage / flux unidirectionnel / flux turbulent / flux horizontal / flux vertical / vitesse du flux.

A la suite d'une intervention chirurgicale, l'infection du site opératoire (ISO) peut reconnaître 3 origines : l'équipe chirurgicale, le patient, l'air ambiant. La prévention de cette aérobiocontamination était jusqu'ici une constante des préoccupations chirurgicales. Malheureusement, à leur propos, la vigilance chirurgicale est en déclin. Ce qui est regrettable, compte tenu des décisions futures qu'il faudra prendre, en se basant sur des critères, avant tout scientifiques, mais aussi techniques et financiers... Notre contribution, basée sur des recherches personnelles se veut un plaidoyer en faveur du réinvestissement d'une profession, qui, jadis, a montré la voie.

Abstract

Selection of an air circulation system for the air cleanliness control of the operating rooms.

The air cleanliness control of the operating room is relied by scientific, technical, and economical considerations.

We proved that the unidirectional air flows reduce the particular and bacteriological concentration in the operating rooms. However, today, we must proceed with microbiological tests, in order to show the respective influence of aerial and manual contaminations. Therefore, non unidirectional air flows keep a large position when the field of operation is chronically infected.

Air recycling (usual, and effective in case of unidirectional air flow) prevails among other financial considerations. It protects the filters, and reduces the energy costs.

Keywords: Airborne contamination / air cleanliness / particular concentration / bacteriological concentration /, on the spot mesurage / colony forming unit / air flow / air flow speed / unidirectional air flow / non unidirectional air flow / horizontal air flow / vertical air flow

Historique et problématique

En 1967, le chirurgien orthopédiste britannique John Charnley montre que le filtrage plus rigoureux des salles d'opérations fait chuter le taux des infections du site opératoire de 10% environ, en dessous de 2% (Filtres arrêtant les poussières de 1 micron et plus). Ce filtrage est réalisé au sommet d'une cabine étanche, sa « tente ». Le flux aérien, à la vitesse de 0,25 mètres par seconde, s'évacue à la base de la tente, dont les parois, pour cette raison, n'atteignent pas le sol.

Bien plus, ultérieurement, les particules émises par l'équipe opératoire, et qui n'ont donc pas pu être arrêtées par les filtres mis en place à l'entrée de la salle, seront recueillies par un système d'évacuation de l'air, accumulé sous les tenues chirurgicales étanches, et non tissées (pour éviter la dissémination des fragments organiques sans doute septiques, mêlés aux constituants du vêtement). C'est le « scaphandre », qui, progrès supplémentaire, abaissera le taux des ISO au dessous de 1%.

Enfin, Charnley interprète ces résultats, en disant que les microbes sont véhiculés par des particules vivantes, par opposition aux particules inertes. Il n'y aurait pas de microbes, en dehors de ces particules, dont l'élimination est primordiale. Le taux des particules de l'air est donc susceptible de donner une information sur son taux microbien.

Puis le dispositif de Charnley, contraignant au plan de la pratique de certaines interventions, intégralement conservé par les uns, sera allégé par d'autres (suppression des parois de la cabine). L'abandon, plus tardif, du scaphandre ne pouvait raisonnablement se concevoir qu'au prix de l'adoption d'un flux aérien plus rapide (vitesse supérieure à 0,40 mètres/seconde), c'est-à-dire laminaire à proprement parler, « unidirectionnel », dans la terminologie actuelle.

L'adoption du flux unidirectionnel (vertical ou horizontal, partiel ou intégral) au détriment du flux turbulent, a été suivie d'un certain nombre de travaux, établissant des corrélations entre le type de flux et le taux d'ISO, encore que de nombreux biais, notamment l'antibiothérapie prophylactique, gênent ces tentatives.

Parallèlement, des normes américaines, internationales, françaises ont été édictées par différentes collectivités, pour faciliter les échanges, stimuler les théoriciens et les fabricants. Une des dernières normes (AFNOR NF S 90-351 de Juin 2003) rassemble les conclusions éparées des normes précédentes, convertit les unités anglo-saxonnes en unités internationales, insiste sur le taux de brassage et la cinétique de décontamination, concepts qui conquièrent une place majeure.

Malheureusement les valeurs requises par cette norme, correspondent à des installations hors activité ou présence humaine : or les particules vivantes, microbiennes (notamment les plus dangereuses) sont, en très grande partie, émises par l'organisme humain, et en activité.

Critères scientifiques du choix d'un dispositif

Quelle a donc été notre contribution personnelle ? Elle a consisté à mesurer le taux particulaire puis microbien de 6 salles d'opérations du CHU de Besançon, aux systèmes de ventilation très variés : 2 flux unidirectionnels (1 vertical et 1 horizontal intégral) et 4 flux turbulents dont un dit « stabilisé ». Le mesurage a été fait au repos, puis **en activité**, ce qui est plus original. Une méthodologie personnelle stricte a été utilisée, avec un seul opérateur et un matériel toujours identique.

Les résultats (à paraître dans le Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine 2006) font apparaître, déjà au repos une supériorité des flux unidirectionnels, qui, seuls, répondent positivement, et complètement, à la norme de JUIN 2003. Au repos, parmi les turbulents, seul le flux « stabilisé » passe la « barre » de ce qu'on appelle la zone 4 (où se pratique une chirurgie sans contamination du champ opératoire), au seul plan particulaire.

En activité, les écarts se creusent considérablement. Bien plus, toujours en activité, il a été possible de montrer l'influence péjorative du nombre de personnes présentes dans

les seules salles d'opérations à flux turbulent. Les salles à flux unidirectionnel « gèrent » parfaitement la présence humaine....

Même s'il reste beaucoup à prouver pour « condamner », officiellement, le flux turbulent (déterminer la place de l'aérobiocontamination, par rapport à la contamination manuportée), il faut souligner l'importance des données ci-dessus exposées.

Critères Techniques

Après une telle comparaison scientifique, le choix se limite donc, logiquement, aux seuls flux unidirectionnels, en tenant compte des exigences de la spécialité exercée, voire des préférences personnelles.

Une longue expérience du flux horizontal (un dispositif partiel pendant 5 ans, puis intégral pendant 15 ans) de ses avantages, qu'on peut ranger, sous 3 rubriques.

La maintenance se fait par l'extérieur de la salle d'opérations : on accède aux filtres, par le couloir qui longe la paroi émettrice. Les techniciens ne traversent pas le bloc opératoire proprement dit.

La discipline imposée au personnel médical ou à ses auxiliaires est objective et collective. En pratique, il importe, comme en flux vertical, de ne pas interposer, entre la surface émettrice et le champ opératoire un volume septique ou même aseptique. En flux vertical, c'est le scalytique ou la tête de l'opérateur, qui est inclinée en avant pour améliorer le champ de la vision. C'est affaire de conscience individuelle ; le manquement peut rester inaperçu. En flux horizontal, l'erreur est publique. On peut la prévenir grâce à un marquage au sol des zones interdites. Enfin ces zones assignent à l'assistance, aux anesthésistes, et aux panseuses, des secteurs précis.

La zone, protégée par le flux, peut être considérable, car, seul, le flux horizontal peut être intégral. Or, la majorité des salles unidirectionnelles sont équipées en flux vertical, et, trop souvent la surface au sol protégée n'exède pas 9 ou 10 mètres carrés, avec des tables d'instruments situées hors du flux, et une discipline très approximative ; tandis que les performances affichées concernent avant tout le champ opératoire.

Critères financiers

Il faut nettement distinguer l'investissement qui, même lourd, préoccupe modérément les administrations, et le fonctionnement, à juste titre redouté par elles, au point que certaines firmes conçoivent des appareillages au prix d'achat élevé, mais réputés peu consommateurs d'énergie.

L'investissement

IL faut aussi nettement séparer l'aménagement d'un bâtiment ancien, où la modernisation de l'installation (mise en place d'équipements assurant le recyclage) coûte cher, et la construction, ex nihilo, d'un bloc opératoire, où on doit, logiquement, prévoir un recyclage, qu'on opte pour un unidirectionnel ou un turbulent.

Finalement les seuls filtres, plus nombreux qu'en flux turbulent, entraîneront un surcoût.

Enfin, bien se souvenir que l'adoption de flux unidirec-

tionnels peut diminuer le nombre des salles d'opérations à réaliser, car l'utilisation des locaux est optimisée (fonctionnement continu, limitation des temps morts entre les interventions).

le fonctionnement

Classiquement beaucoup d'administratifs, malheureusement suivis par des praticiens peu informés, récusent le flux « laminaire », injustement qualifié de discutable au plan scientifique, pour son coût de fonctionnement (énergie électrique exigée par le soufflage + remplacement réputé fréquent de nombreux filtres).

En réalité les frais de fonctionnement dépendent étroitement de la présence éventuelle d'un **recyclage** : sans lui, les flux turbulents coûtent aussi cher que les flux unidirectionnels, car dans ce dernier cas, l'adjonction d'air neuf serait calculée au plus près : on arrive à le limiter à 20%. Or c'est le traitement thermique d'un air entièrement ou en grande partie « neuf », qui revient très cher.

Il en est de même pour les filtres qui, dans les mêmes conditions de recyclage proche de 80% sont peu encrassés par l'air déjà traité, et qui sont franchis grâce à une énergie électrique de soufflage moindre. On aboutit ainsi, parallèlement, à des remplacements des filtres très espacés dans le temps

Indications

Pour la clarté de l'exposé, on distinguera :

Les indications électives du flux unidirectionnel

Ce sont les interventions, où le site opératoire est réputé non contaminé, où, au prix d'interventions longues, utilisant de larges voies d'abord, on met en place des prothèses, du matériel « perdu » (Chirurgie orthopédique aseptique, chirurgie cardio-vasculaire, neuro-chirurgie). Nous aurions tendance à y ajouter les contaminations récentes du champ opératoire, type fractures ouvertes, où il est maintenant prouvé que la contamination est inconstante, et où l'évolution péjorative est favorisée par les retards thérapeutiques, le séjour pré-opératoire en des unités de soins, dont les hôtes microbiens expliquent, en grande partie, les infections ultérieures.

Une remarque, à propos des spécialités: celles-ci ne sont pas des entités homogènes. En leur sein, il faudrait sépa-

rer non seulement les actes septiques et aseptiques, mais encore les techniques laparoscopiques, des interventions à ciel « largement ouvert », où le flux unidirectionnel reste logique.

Les circonstances où le flux unidirectionnel est beaucoup moins impératif

Il s'agit d'interventions où le site opératoire est pollué (chirurgie biliaire septique, chirurgie des viscères creux, ORL classique...). Pourquoi se prémunir contre l'infection aéroportée, alors que le champ opératoire est déjà largement contaminé ?...

Toute une série d'activités, strictement aseptiques

(Ophtalmologie, Chirurgie de l'oreille....) comportent un champ opératoire peu étendu. Elles peuvent être pratiquées sous divers types de flux. On tient alors compte des disponibilités.

Le cas particulier

des secteurs intégrés de traitement **des septiques** (fistuleux ou porteurs de germes résistants).

Ces secteurs ont 2 buts :

- Eviter la contamination des aseptiques (notamment de ceux visés au 1°, par des patients septiques (fistuleux, ou porteurs de germes résistants)
- Mais aussi, éviter les contaminations croisées, grâce à la densité, la technicité du personnel soignant, la qualité et la quantité des équipements. Dès lors, devant tenir compte d'un air ambiant particulièrement pollué, il devient logique d'assurer un taux de brassage élevé, une cinétique de décontamination très brève, que seul un flux unidirectionnel peut procurer.

Conclusion

Il y a de nombreuses raisons de penser que le débat, déjà ancien, flux unidirectionnel - flux turbulent évolue en faveur du premier.

Toutefois nous manquons de notions scientifiques plus précises, pour recourir à des directives plus contraignantes. C'est la poursuite des investigations bactériologiques qui nous permettra de trancher...

Discussion

Intervention de M Arzac

La communication de Ph Vichard est de la plus haute importance. Par la rigueur, le nombre des mesures effectuées, leurs comparaisons significatives dans de nombreuses éventualités, cette étude constituera un travail de référence. Pour avoir longuement affronté l'administration hospitalière pour l'installation future de salles d'opérations en projet, disposer d'un faisceau d'arguments objectifs est nécessaire pour justifier toute élévation des coûts.

Mais quels que soient ces arguments scientifiques, ils devront être accompagnés de l'évaluation du coût des complications, recours juridiques en cas de suites opératoires grevées d'infection nosocomiale.

Réponse de P Vichard

Je remercie Michel Arzac d'avoir bien voulu approuver mes propos de caractère scientifique.

Au plan financier, on a longtemps majoré le surcoût des installations unidirectionnelles. Actuellement, on insiste sur l'intérêt majeur du recyclage de l'air, qui se rapproche de 80%, sous flux unidirectionnel. Dès lors, c'est l'absence ou la médiocrité du recyclage qui coûte cher, car l'air dit neuf doit être en permanence traité, notamment au plan thermique. Or les flux turbulents anciens étaient souvent dépourvus de dispositifs de recyclage, ou n'étaient pas compétitifs. Autre conséquence de l'insuffisance du recyclage : une usure des filtres à changer souvent, et une consommation d'énergie électrique liée à ce traitement itératif de l'air, et à des filtres obstrués, donc peu perméables.

Au plan de l'investissement, il ne faut pas oublier que les salles « laminaires » peuvent fonctionner en continu, tandis que les conventionnelles doivent « reposer ». Il est donc possible de programmer des salles d'opérations moins nombreuses, si elles sont de type unidirectionnel.

Intervention de G Casanova

Quelle est votre opinion sur l'utilisation du scaphandre opératoire en association avec un des modes de flux unidirectionnel ?

Réponse de P Vichard

Le scaphandre opératoire est indispensable dans (relativement lent) ne peut être considéré comme les dispositifs de type Charnley, où le flux laminaire. Charnley, s'il a supprimé la « Tente », a conservé le Scaphandre ; et c'est pour supprimer le scaphandre, que le flux a été très accéléré (0,45 m/seconde). Les particules, pour la plupart d'origine humaine, lorsqu'on est en activité, sont ainsi chassées par le haut débit et le taux de brassage, dès qu'elles sont émises.

Le scaphandre devient donc inutile, en flux véritablement laminaire. Mes chiffres le confirment...