

Évaluation d'une nouvelle technologie pour la prévention du risque infectieux aéroporté à l'hôpital

A.A. Chalfine¹, J. Carlet¹, F. Goldstein¹, MF. Dumay B. Misset¹, N. Laudinet², V. Bergeron³



¹ Fondation Hôpital Saint-Joseph, 185 Rue Raymond Losserand, 75674, Paris France

² AirInSpace SAS, 10 Avenue Ampère, Parc Technologique du Pas du Lac, 78180, Montigny-le-Bretonneux, France

³ UNMR 5672 Ecole Normale Supérieure de Lyon, 46 allée d'Italie, 69007, Lyon, France

Résumé

Rationnel et Objectif : L'hospitalisation de patients atteints d'infections respiratoires dans le cadre de pandémies grippales, de bioterrorisme ou de maladies respiratoires avec risque de transmission nosocomiale, nécessite la mise au point de nouvelles technologies efficaces pour éviter la contamination de microorganismes par voie aéroportée. L'installation de ces technologies doit être rapide, souple, sans coût excessif et facile à réaliser dans un environnement hospitalier standard. La technique est basée sur l'utilisation d'un réacteur qui détruit les microorganismes et non sur une filtration de l'air. Le but de cette technique est de protéger le personnel hospitalier qui entre dans la chambre du patient infecté et de limiter la diffusion de microorganismes aéroportés en dehors de cette chambre. L'objectif de ce travail a été d'évaluer l'efficacité d'une technique de décontamination de l'air par l'appareil Plasmair dans le cadre d'un isolement respiratoire.

Méthode : L'appareil Plasmair est mobile sur roulettes. Il est facile à déplacer. Nous l'avons installé dans une chambre de patient dans laquelle a été établie une pression négative pour les besoins de l'étude. En utilisant des réacteurs de décontamination analogues à ceux de l'appareil Plasmair, une première expérimentation conduite en laboratoire nous avait montré qu'une large variété de microorganismes transmissibles par voie aéroportée pouvait être détruite avec une efficacité supérieure à 99%. Ce résultat avait été obtenu après un seul passage dans l'appareil (single-pass) de l'air contaminé par les souches suivantes : H5N2, *Bacillus subtilis* (substitut de l'Anthrax), *Staphylococcus* sp., *Serratia marcescens*, *Aspergillus* sp. La seconde phase de notre travail consiste à étudier l'efficacité de l'appareil Plasmair dans une chambre de patient ou a été établie une pression négative supérieure à 15 Pa. Une cinétique rapide de décontamination de l'air de la chambre a été observée; cinétique comparable à un modèle mathématique de simulation faisant l'hypothèse d'un mélange parfait de l'air de la pièce. Par ailleurs, une analyse utilisant du gaz hélium a permis de vérifier qu'aucun élément aéro-contaminant ne pouvait s'échapper de la chambre, donnant ainsi l'assurance d'une haute protection de l'environnement. Nous avons testé l'effet conjugué de la pression négative et de l'appareil Plasmair sur la décontamination de l'air de la chambre après avoir nébulisé un aérosol chargé avec une haute concentration de *Serratia marcescens*. La concentration de *Serratia marcescens* dans l'air a été mesurée en colonie formant unités (CFU) par m³. Les mesures ont été faites après contamination de l'air en pression négative seule, avec l'action du Plasmair seul, puis avec l'action conjuguée de la pression négative et du Plasmair.

Résultats

Durée (min) après début nébulisation	Pression Négative seule	Plasmair seul	Plasmair + Pression Négative
0-5	178	235	173
6-11	1019	677	483
12-17	2609	899	471
18-23	1837	1113	367
29-34	1349	628	366
Arrêt de la Nébulisation de <i>Serratia marcescens</i>			
35-39	205	110	6
40-45	14	0	0
56-61	1	0	0

Conclusion :

Une décontamination hautement effective de l'air peut être obtenue en combinant l'effet de la pression négative et du système Plasmair. Ces résultats montrent aussi que le système Plasmair permet à lui seul d'obtenir un niveau de décontamination de l'air de la chambre supérieure à celle qui est obtenue en utilisant un extracteur d'air assurant une pression négative supérieure à 15 Pa.

Enjeux et contraintes de l'isolement respiratoire de patients infectés admis à l'hôpital

Exemples : pandémie grippale, tuberculose

Risques sanitaires majeurs :

- Gestion des flux de personnes entrantes
- Exposition du personnel
- Contamination croisée à d'autres patients

Contraintes et limites des systèmes classiques de la chambre d'isolement en pression négative :

- Travaux d'aménagement lourds de la chambre d'isolement en pression négative
- Stabilité incertaine de l'étanchéité des structures dans le temps
- Chute de pression lors des entrées/sorties
- Risque de pannes non contrôlé

Évaluation d'un système pour l'isolement respiratoire à l'hôpital

Objectif : validation d'une solution:

- de mise en œuvre rapide
- permettant de transformer une chambre conventionnelle en zone d'isolement respiratoire

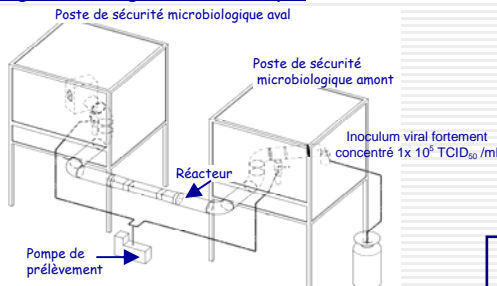
Stratégie :

Phase 1 : Tests en laboratoire sur la souche de grippe aviaire H5N2 CNRS, Laboratoire P3 de Virologie et Pathogénèse Virale, Lyon.

Phase 2 : Intégration d'une unité Plasmair™ dans une chambre conventionnelle avec pression négative Hôpital Saint-Joseph, Paris.



Test « single pass » sur H5N2 au sein du Laboratoire P3 de Virologie et Pathogénèse Virale, Lyon



Phase 1
Mars 2006



Résultats des tests « single-pass » avec réacteur Plasmer en marche à 1m/s.

N° Essai	Inoculum viral en amont du réacteur DICT ₅₀ /ml	Niveau en sortie de réacteur DICT ₅₀ /ml	Taux d'abattement « single-pass »
B1	100000	0	>99.999%
B2	3162278	0	>99.9995%
B3	100000	0	>99.999%
B4	125893	0	>99.99%
B5	125893	0	>99.99%

*Lors de ces essais, aucun virus n'a été détecté en sortie de réacteur.

Conclusion Destruction totale de l'inoculum test de H5N2 sous forme d'aérosol par le réacteur Plasmer

Installation de la chambre en pression négative

- Ouverture en façade au dessus de la fenêtre
- Plénum de reprise à grille perforée aux dimensions d'une dalle de faux plafond
- Deux ventilateurs en série avec variateur de débit
- Etanchéification poussée des raccords du système d'extraction
- Filtration de qualité HEPA (classe H13)
- Etanchéification poussée de la chambre

➤ Pression négative effective de 15 Pa

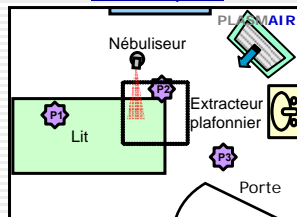
Phase 2
Mai 2006



Vue d'ensemble de l'aménagement de la chambre pilote



Plan d'implantation de la chambre pilote



Création de la biocontamination aéroportée

- Génération d'aérosol bactérien:
- Système de type Collision Nebulizer 6 jets alimenté à l'air comprimé 2.5 bars
- Suspension bactérienne à 10⁶ UFC/ml
- Souche Bactérie Gram- : *Serratia marcescens* (Colonies rouges différenciées – agent biologique du groupe 1)

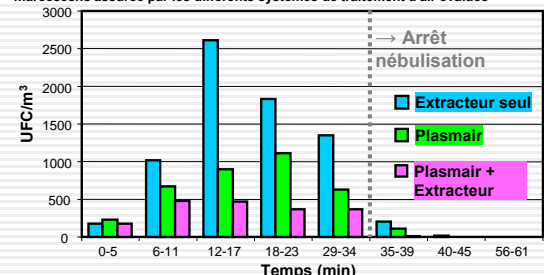
- Timing de la génération:
- Nébulisation continue sur 35 minutes (Niveau de décontamination en régime établi)
- Cinétique de décontamination à l'arrêt de la nébulisation sur 30 minutes

- Tenue NBC pour les expérimentateurs

- Culture / Analyse : comptages sur 500 litres prélevés à 24h, 48h d'incubation à 37°C – confirmation des négatifs à 72h

Mise en évidence d'un gain significatif de performance de décontamination par l'emploi de l'unité Plasmair™

Abattement d'une biocontamination aéroportée massive et continue de *Serratia marcescens* assurée par les différents systèmes de traitement d'air évalués



Conclusion

L'emploi de l'unité Plasmair apporte une sécurité à tous les niveaux :

- une excellente performance de l'association Plasmair + pression négative
- une bonne performance de Plasmair seul, supérieur à celle de la pression négative seule
- un déploiement aisé de l'unité en cas d'urgence