




Table à lame d'air

Le but de ce tutoriel est de montrer que l'utilisation d'une table à lame d'air permettrait de partager des repas avec d'autres personnes sans partager les microbes. L'intérêt est évident pour les restaurants et les cantines scolaires ou d'entreprises, dans le cadre du Covid mais aussi pour d'autres virus respiratoires à venir. Le moment du repas partagé est en effet le maillon faible de la prévention car les personnes sont sans masque, à proximité les uns des autres et discutent entre eux.

 Difficulté Moyen

 Durée 7 jour(s)

 Catégories Bien-être & Santé

 Coût 500 EUR (€)

Sommaire

Introduction

Étape 1 - Description du concept: Agencement général

Étape 2 - Description du concept: Module turbines et traitement de l'air

Étape 3 - Le prototype pour tester la lame d'air

Étape 4 - Résultats des tests de la lame d'air

Étape 5 - Améliorations

Étape 6 - Utilisation en restauration collective

Étape 7 - Conclusion

Commentaires

Introduction

L'idée de cette table à lame d'air est le prolongement de ma réflexion sur les purificateurs d'air (Purificateur d'air anti-Covid).

Les purificateurs d'air sont très intéressants pour éliminer les aérosols dans une classe dont les élèves portent un masque. En effet, seuls les aérosols les plus ténus passent à travers les masques et diffusent dans toute la salle, en particulier jusqu'au niveau des purificateurs d'air qui les aspirent et les traitent. Peu à peu, comme expliqué dans mon tuto sur le purificateur d'air, la concentration en virus diminue jusqu'à un niveau qui dépend du débit de traitement et du débit d'émission de la personne covidée (Compétition).

Par contre, ces purificateurs d'air sont beaucoup moins efficaces dans les cantines où les personnes sont face à face et n'ont évidemment pas de masques. En effet, sans masque, des aérosols sont produits et peuvent être projetés vers la personne en face, bien avant d'avoir pu être récupérés par le purificateur....

On trouvera des informations sur les gouttelettes et aérosols émis sur ces deux liens:

<https://www.futura-sciences.com/tech/actualites/technologie-bien-placer-table-temps-pandemie-83734/>

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0059970>

Cependant on va voir que l'utilisation d'une lame d'air pour séparer les personnes qui se font face peut être une solution pour partager un repas sans partager des microbes....

Dans ce qui suit, on va

- décrire le concept
- décrire le banc de test de la lame d'air et donner les résultats expérimentaux obtenus
- donner quelques pistes pour améliorer le concept, et sa réalisation
- expliciter une version simplifiée qui conviendrait pour la restauration collective

Matériaux

Outils

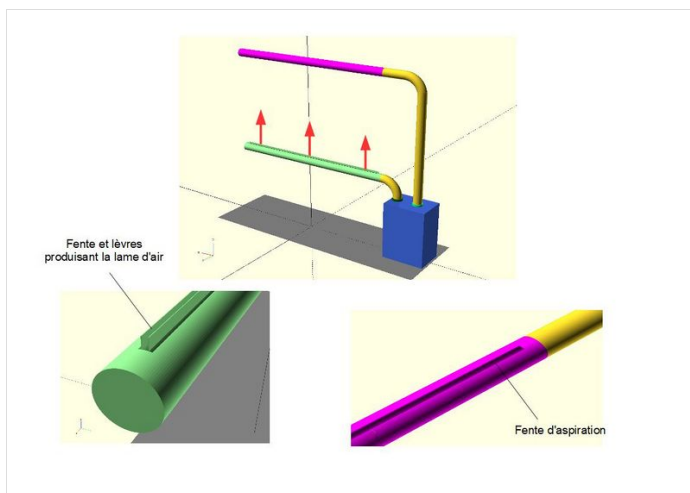
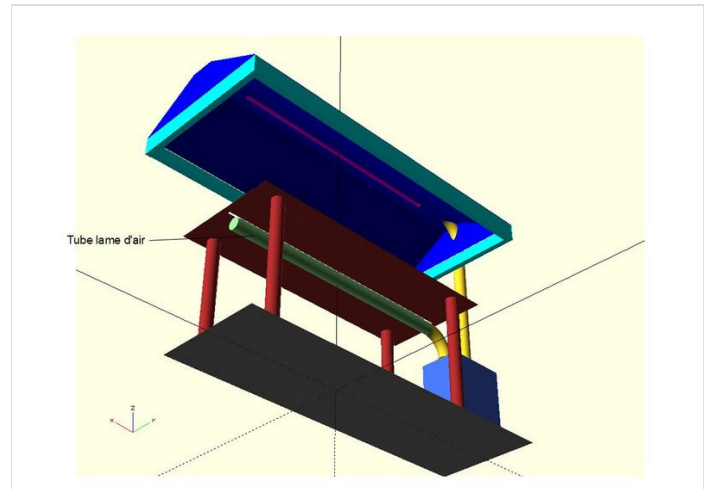
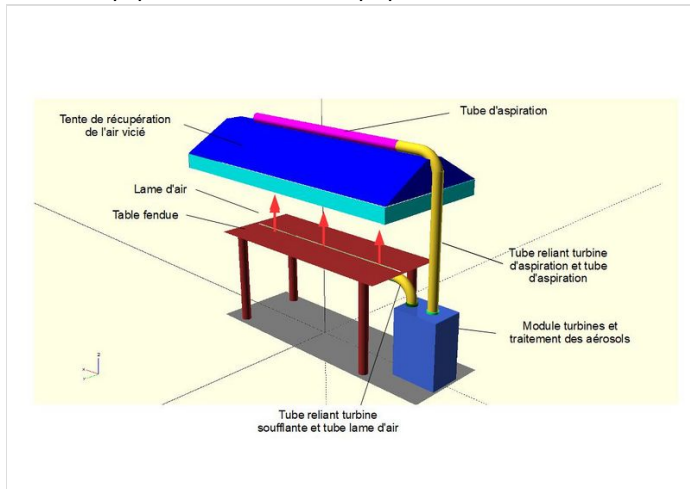
Étape 1 - Description du concept: Agencement général

On notera d'abord que le design présenté ici n'a pas été réalisé, mais qu'il a été imaginé sur la base des tests effectués avec le prototype de la lame d'air et de la récupération des aérosols. Son but est principalement d'expliquer le fonctionnement d'une *possible* table à lame d'air.

Figure 1: Une table au plateau fendu laisse passer une lame d'air ascendante qui sépare les convives. Cette lame d'air n'est pas ressentie par les personnes mais par contre elle recueille et entraîne rapidement vers le haut les aérosols émis. L'air contaminé est ensuite récupéré par une tente et aspiré par une fente située au point le plus haut. Cet air vicié est ensuite purifié par irradiation avec des UV C (on pourrait également en retenir les aérosols par un filtre HEPA). Une partie de cet air nettoyé est ensuite aspiré par une turbine et renvoyé vers le tube produisant la lame d'air.

Figure 2: On voit le tube fendu situé sous la table. Ce tube est fixé à la table à plateau fendu. On peut imaginer que ce tube reste à demeure même si la table peut être utilisée comme une table ordinaire. Un simple cache masque alors la fente du plateau. Au point le plus haut de la tente on aperçoit la fente du tube aspirateur.

Figure 3: Cette figure montre les détails des tubes générateur de la lame d'air et du tube aspirateur. On note que la fente générant la lame d'air est équipée de deux "lèvres" qui permettent de contrôler la divergence de la lame.



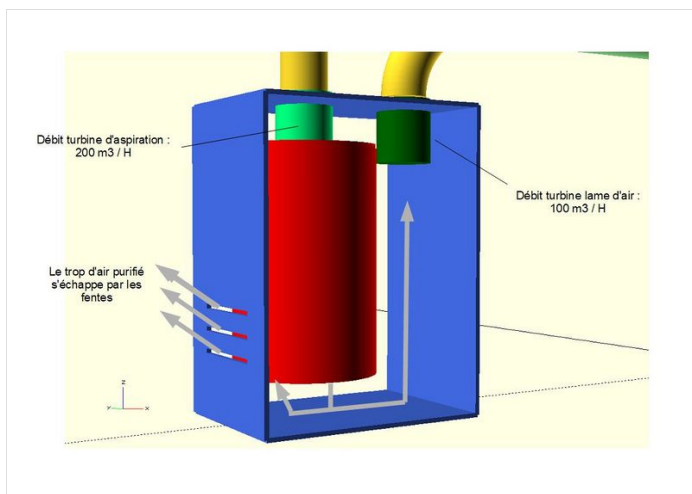
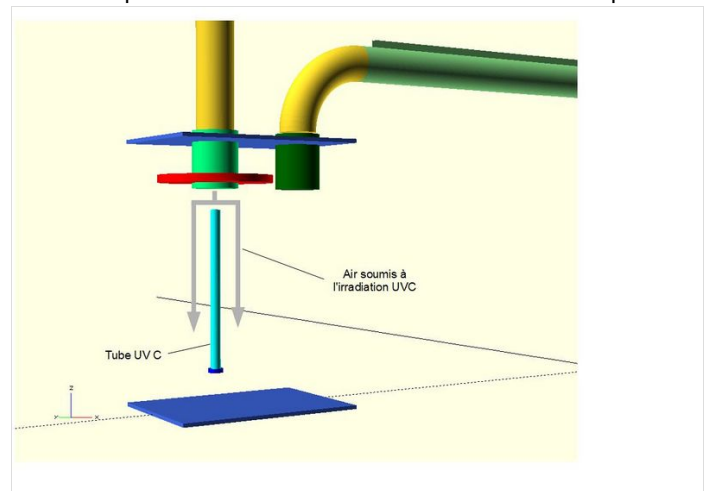
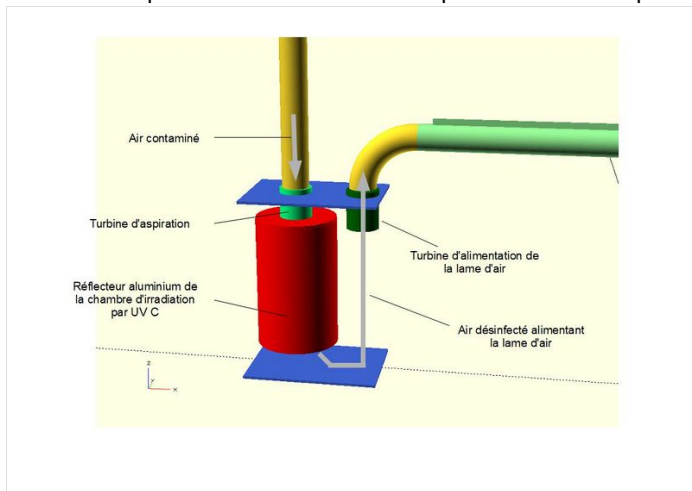
Étape 2 - Description du concept: Module turbines et traitement de l'air

Figure 1: Cette figure présente la circulation de l'air dans le système. La turbine d'aspiration envoie l'air vicié récupéré au sommet de la tente directement dans la chambre d'irradiation UV C. A la sortie cet air désinfecté est partiellement récupéré par la turbine alimentant la lame d'air.

Figure 2: On voit ici, après avoir enlevé le réflecteur aluminium, l'air vicié récupéré qui est soufflé autour du tube UVC. Ces tubes sont suffisamment puissants pour détruire les virus et bactéries. Le réflecteur aluminium renforce très notablement l'irradiation. Voir les explications dans Purificateur d'air anti-Covid

Figure 3 : Cette figure montre une particularité qui permet un débit d'aspiration ($200 \text{ m}^3/\text{H}$) supérieur au débit de la lame d'air ($100 \text{ m}^3/\text{H}$) afin de capturer et retenir au mieux les aérosols dans la tente, tout en assurant que l'air envoyé dans la lame d'air est bien désinfecté. Globalement le système ne renvoie dans la salle que de l'air propre.

Nota: On verra expérimentalement que la lame d'air entraîne une partie de l'air ambiant par effet Venturi. Ainsi le volume d'air récupéré par la tente est supérieur au volume d'air émis par la fente. Une aspiration nettement supérieure au débit de la lame d'air doit donc être prévue.



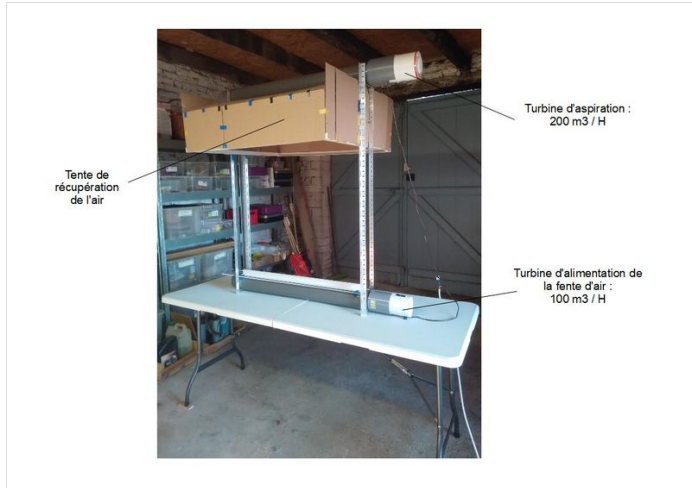
Étape 3 - Le prototype pour tester la lame d'air

Figure 1: On voit le prototype de la lame d'air avec la tente de récupération et avec les deux turbines qui ne "bouclent" pas au travers du module de traitement. Le module de traitement des aérosols ne fait pas partie du prototype. Ce module en effet a déjà été évalué (Purificateur d'air anti-Covid). De plus le plateau fendu n'est pas représenté car ce détail ne semble pas avoir une réelle importance. Ainsi, la table supporte l'ensemble tube lame d'air et tube d'aspiration.

Figure 2: On voit ici la fente et les deux "lèvres" qui déterminent la divergence de la lame d'air. Il s'agit ici d'un réglage particulier, pas forcément optimum.

Figure 3: On voit ici la fente d'aspiration située au point le plus haut.

Figure 4: La récupération de la totalité des aérosols est un vrai problème car la "force d'aspiration" est toujours à faible portée. Aussi il est important que des volutes d'air soient réorientées vers l'intérieur afin de bénéficier de l'assistance de la lame d'air. Ce problème a été vu et corrigé lors des tests.



Étape 4 - Résultats des tests de la lame d'air

Vidéo 1:

On voit deux bougies allumées placées à la hauteur des visages des convives. Dans un premier temps la lame d'air est arrêtée et la flamme des bougies est très stable. Dans un deuxième temps la lame d'air est activée. Les flammes des deux bougies vacillent légèrement. De plus elles sont légèrement penchées vers la lame d'air, traduisant un léger flux d'air vers elle. Toutefois ces légers mouvements d'air sont faibles et les convives ne ressentent aucune gêne.

Vidéo 2:

On a remplacé les deux bougies par deux morceaux de papier d'Arménie en train de se consumer. On constate bien que les fumées des deux côtés sont entraînées vers la lame d'air. C'est dû au fait qu'il y règne une légère dépression, due à la vitesse de l'air. C'est l'effet Venturi. Cet effet est très utile ici car il draine tous les aérosols légers pouvant sortir des nez et des bouches des convives lorsqu'ils mangent et parlent.

Vidéo 3:

On teste ici l'effet d'un "éternuement poli".... produit par un générateur de fumée utilisé pour les discothèques.... Le résultat est satisfaisant dans la mesure où la majorité des aérosols sont captés par la lame d'air et piégés dans la tente de récupération avant d'être aspirés. Toutefois, il ne faudrait pas compter sur la protection de la lame d'air dans le cas d'un "éternuement débridé" contenant de grosses gouttelettes.....

https://wikifab.org/wiki/Fichier:Table_lame_d_air_Bougies_2.mp4

https://wikifab.org/wiki/Fichier:Table_lame_d_air_Armenie_5.mp4

https://wikifab.org/wiki/Fichier:Table_lame_d_air_Fumee_2.mp4

Étape 5 - Améliorations

Il faut voir ce tutoriel comme une exploration d'un principe et non comme une version définitive d'une table à lame d'air. Il reste donc pas mal d'optimisation pour améliorer l'efficacité et l'esthétique..

1) Optimiser la lame d'air

La largeur et la divergence de la lame d'air n'ont pas été optimisées. Le but était de démontrer un principe. L'optimisation de la lame d'air permettrait peut-être de réduire notablement (?) la largeur de la tente servant à récupérer l'air vicié. De plus d'autres types de fentes pourraient être utilisées comme celles à effet Coanda.... Mais la contrainte essentielle reste qu'un faible bruit est requis !

2) Optimiser la récupération et l'aspiration des aérosols

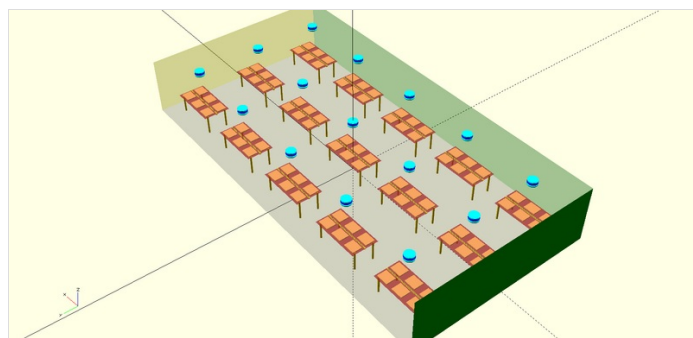
Trouver une largeur de fente d'aspiration qui minimise les retours de l'air de la lame vers les bords de la tente. Trouver une forme de tente à la fois esthétique et efficace.

3) Améliorer le design mécanique et esthétique

On peut juste souligner que toute amélioration géométrique et esthétique de la tente de récupération doit être validée par la conservation de l'efficacité de récupération. Par contre, inclure un éclairage sympa dans la tente ne pose aucun problème (facile par exemple avec des LEDs dont on peut facilement choisir la couleur à la demande).

Étape 6 - Utilisation en restauration collective

Une version simplifiée, sans tente de récupération, pourrait être envisagée pour la restauration collective, dans les écoles comme dans les entreprises. J'ai vérifié en effet que la lame d'air est toujours capable d'aspirer vers elle les aérosols, même sans tente de récupération. Dans ce cas ces aérosols contaminés sont envoyés au plafond et doivent y être traités.



Les discussions sur l'utilisation des purificateurs d'air font ressortir la nécessité de diluer rapidement les aérosols dans un grand volume d'air de façon à en diminuer la concentration (et donc la contagiosité). On n'a pas intérêt en effet à garder des volutes d'aérosols concentrées près des autres convives autour d'une table. L'utilisation d'une lame d'air seule permet la capture et la dilution quasi immédiates dans une grande quantité d'air (transport vers le plafond).

Ensuite les aérosols ainsi dilués et transportés vers le haut doivent être traités:

- Soit par *un unique purificateur à fort débit* situé dans la salle (voir Purificateur d'air anti-Covid au paragraphe "prolongement de l'idée pour l'école").
- Soit par des plafonniers de désinfection à UVC pouvant être utilisés en présence de personnes (<https://www.assets.signify.com/is/content/Signify/Assets/philips-lighting/france/20210817-fiche-produit-uv-c-upper-air-fixation-plafond.pdf>)

A titre d'exemple, l'illustration de gauche montre un réfectoire collectif dans lequel chaque table est munie d'une simple fente et d'un plafonnier UVC situé au-dessus. On peut noter que ce type de table à lame d'air est tout à fait adapté à la restauration avec plateau repas.

Étape 7 - Conclusion

On a montré expérimentalement que l'utilisation d'une lame d'air pour séparer les convives qui se font face est un moyen très efficace pour récupérer les aérosols émis par chacun et donc d'éviter de se contaminer.

Deux effets physiques sont en jeu:

- L'effet Venturi produit par la lame d'air qui draine efficacement les aérosols produits au niveau des nez et des bouches des convives. Cet effet est cependant très doux et ne constitue pas une gêne comme le ferait par exemple un ventilateur.
- L'aspiration assistée par lame d'air qui permet le transport efficace des aérosols vers la fente d'aspiration (une aspiration seule n'a aucune "portée" et serait infiniment moins efficace).

Ces principes étant démontrés, il ne reste plus qu'un travail de design détaillé et d'optimisation. On peut noter que si le design actuel fait usage d'UVC, il est tout à fait possible de purifier l'air en le filtrant par des filtres HEPA (solution préférée par la réglementation française).

Enfin, je verrais bien un développement dans le cadre de la restauration collective (restaurants d'entreprise, cantines scolaires). L'utilisation de plateaux repas s'accommode très bien de la nécessaire présence de la lame d'air.

Nota:

Suite à quelques recherches internet, il semble que ce concept est original et ne semble pas exploité ni même décrit. En le décrivant ici j'en fais donc cadeau à celui qui voudra bien l'exploiter.

