

## Les pratiques instrumentales et vocales face à la Covid-19

### FOCUS SUR LA PRATIQUE VOCALE

VEILLE SUR LES ÉTUDES RÉALISÉES ET EN COURS À LA DATE DU 6 NOVEMBRE 2020

Auteure : **Milena CRETON**<sup>1</sup>

Auteurs complémentaires : Romain VIALA<sup>2</sup>, Fanny Reyre Ménard<sup>3</sup>, Michael JOUSSERAND<sup>1</sup>, Coraline BAROUX-DESVIGNES<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Buffet Crampon, <sup>2</sup>ITEMM, <sup>3</sup>CSFI

#### PARTIE 1 : SYNTHÈSE

Si les protocoles adoptés par les orchestres sont robustes et la reprise d'activité depuis septembre n'a donné lieu en leur sein à l'apparition d'aucun cluster, en revanche on constate une hétérogénéité de la situation pour les chœurs avec l'apparition dans quelques ensembles de cas de contaminations groupées durant cette période malgré l'application de protocoles sanitaires. Ces observations ont été faites dans un contexte de pratique intensive.

Tant les connaissances scientifiques que les observations sur le terrain démontrent que la distanciation seule ne suffit pas à garantir l'absence de contamination entre chanteurs et la plus grande vigilance s'impose sur le volume des salles utilisées ainsi que sur la qualité de leur système de ventilation, éléments déterminants dans le risque de transmission. Des pistes complémentaires notamment le port du masque doivent être envisagées.

La pratique collective du chant a suscité ces derniers mois de nombreux travaux dont l'objectif était de comprendre dans quelle mesure cette activité représentait un risque. Il est désormais avéré que **l'action de chanter à forte intensité sonore** génère des **particules en quantités plus importantes que la parole ou que la respiration [4]**, mais généralement **beaucoup moins que la toux ou les éternuements**.

Il est cependant difficile de donner un ordre de grandeur pour ces activités, les valeurs dépendant fortement de facteurs tels que le volume sonore, les lettres prononcées, la hauteur du son, mais aussi les méthodes de mesures, et de manière très importante la variabilité entre les individus.

Les données scientifiques se multiplient et les études investiguant les émissions de petites gouttelettes - de diamètre inférieur à 20 microns - tendent à confirmer que celles-ci sont majoritairement de l'ordre de quelques microns ou moins (généralement inférieures à 5 microns) à l'émission. Pour autant, **l'action de chanter peut**

**également générer de plus grosses particules** - de même que lorsque l'on parle - ; particules dont la taille plus significative suggère une dose de virus potentielle plus élevée. Dans le cas du chant, à l'instar des autres situations du quotidien, on doit ainsi prendre en compte **simultanément plusieurs voies de transmission** : à la fois la projection directe de grosses gouttelettes, la transmission manuportée directe ou indirecte suite au dépôt de gouttelettes sur des surfaces et la transmission aérienne. Cette dernière est liée aux petites gouttelettes dites 'aérosols' qui sont en mesure de rester en suspension dans l'air durant un certain temps et de suivre les flux d'air. Cette voie de transmission - dont la communauté scientifique maîtrise encore peu l'importance et les modalités - pourrait avoir lieu lorsque l'on a affaire à une accumulation d'aérosols, ce qui est favorisé par certaines conditions (milieux clos, ventilation insuffisante, rassemblement de personnes et/ou activités générant des quantités significatives d'aérosols...)

Les **mesures sanitaires** doivent s'appliquer à la **pratique du chant**, mais aussi à tous les **moments entourant cette pratique** : installations, pauses, interactions entre les chanteurs avant et après la pratique, y compris dans le cadre privé...

On ne connaît pas à ce jour l'importance relative des différentes voies de transmission et il est, dans tous les cas, nécessaire de traiter tous les types de risques : le risque de transmission par voie aérienne est désormais considéré comme un mode de contamination plausible pour cette maladie et doit être traité en conséquence. Cependant, il convient de ne pas négliger pour autant le **risque que représentent les grosses gouttelettes et la transmission par contact (manuportée), qui restent considérés par l'OMS<sup>1</sup> comme les modes de transmission majeurs**. Toutes les mesures sanitaires concernant la désinfection très fréquente des mains et surfaces doivent donc être pratiquées et les distances minimales respectées.

Contre le risque présumé de transmission par aérosols en voie aérienne, l'un des objectifs est de **limiter l'accumulation de particules dans une pièce**. Plusieurs mesures sont efficaces dans ce but et doivent être combinées pour atteindre une atténuation significative du risque.

En effet, suivant les articles traitant de ces questions, [3, 15, 20, 21], l'accumulation d'aérosols dans la pièce est régie par de nombreux paramètres, incluant la durée pendant laquelle est exercée la pratique du chant, le nombre de personnes présentes, le nombre de fois où l'air est renouvelé, le volume des pièces, le fait ou non de porter un masque, le volume du chant, la prévalence géographique de la maladie...

→ La **réduction des effectifs et le travail en effectif fractionné**, peuvent être des réponses efficaces à la problématique de l'accumulation. Néanmoins, de toute évidence, de tels choix ont une incidence majeure sur le résultat artistique et ne peuvent donc être systématisés.

→ Il est également conseillé de **pratiquer dans des salles les plus grandes possibles** : plus le volume de la pièce est important, plus les particules volatiles peuvent se diluer dans l'air de la pièce, ce qui abaissera donc la concentration de virus dans l'air et de fait la probabilité de contamination.

---

<sup>1</sup> <https://www.who.int/fr/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/q-a-how-is-covid-19-transmitted>

→ La **gestion des flux d'air dans la pièce est cruciale** : il est question ici d'assurer un **renouvellement d'air** pour diluer l'air potentiellement contaminé dans de l'air neuf, mais aussi de veiller au **cheminement des particules dans la pièce**.

→ Pour limiter au mieux cet effet cumulatif, une mesure efficace est aussi de **limiter la durée des périodes de chant en instaurant des pauses régulières**, lors desquelles toutes les personnes présentes devraient quitter la pièce et un renouvellement d'air complet devrait être effectué. Il peut être nécessaire de modifier l'organisation habituelle des services en passant d'une pause par service de 3 heures à une pause toutes les heures par exemple.

→ **Le port du masque pendant la pratique vocale collective** peut permettre de réduire sensiblement le risque de contamination. Les résultats de premières études scientifiques tendent à montrer que chanter masqué réduit les émissions d'aérosols, mais aussi partiellement la probabilité d'en inhaler. Cependant, cela a une incidence certaine sur les résultats acoustiques et donc sur le rendu artistique.

La question du port du masque pendant la pratique vocale doit être étudiée par les ensembles vocaux pour en apprécier l'acceptabilité notamment pour un usage systématique lors des répétitions voire lors des concerts eux même.

Il faudra veiller le cas échéant à adapter le format des séquences de travail afin d'éviter une fatigue vocale accélérée par des chanteurs cherchant à compenser les effets acoustiques du masque par exemple. Il reste à étudier l'efficacité du port du masque tout au long d'une séance chantée. Le masque s'humidifie avec le temps et voit son efficacité réduite de ce fait. Un changement plus fréquent du masque doit alors être envisagé.

→ La **distanciation entre les chanteurs** reste une mesure nécessaire et doit impérativement être couplée aux autres mesures citées. Celle-ci est efficace et indispensable, d'une part contre les projections de grosses gouttelettes et d'autre part pour l'effet décroissant du risque qui accompagne la prise de distance avec la source d'émission. **Au vu des connaissances actuelles, nous conseillons de maintenir une distance entre chanteurs de 2 mètres *a minima*, avec un positionnement en quinconce, et d'augmenter cette distance à 3 mètres pour le chef qui est face aux chanteurs.** Si la littérature scientifique n'offre pas de consensus sur une distance fixe à préconiser, il est néanmoins certain que celle-ci n'assure qu'une protection partielle au vu de la propagation des aérosols et de la possibilité d'émissions accidentelles fortes (par exemple lors d'un éternuement) ; l'effet de la distance est ainsi moins significatif que celui du port du masque [22].

→ les **tests** pour lesquels le recours est désormais facilité par les nouvelles directives<sup>2</sup> peuvent contribuer à limiter les risques mais doivent **s'inscrire dans une stratégie sanitaire** :

- soit, lors de la mise en place d'une « bulle » liée à une activité spécifique avec une équipe qui ne peut pas mettre en œuvre les autres gestes barrières et distanciations : typiquement dans le cas de production spécifique d'opéra. Les tests s'inscrivent alors dans un cadre de stratégie de bulle sociale limitant au maximum les contacts

---

<sup>2</sup> Cf le Protocole national pour assurer la santé et la sécurité des salariés en entreprise face à l'épidémie de Covid-19 actualisé au 29 octobre 2020.

avec les autres personnes non testées, au moment de l'entrée dans la bulle puis dans une routine pour vérifier l'étanchéité de la bulle.

-soit, pour les équipes stables (chœurs permanents) dans une stratégie de tests réguliers au long cours en associant cette politique de tests à l'usage de masques en répétition par exemple.

**L'évaluation du risque et celle de la nécessité d'aller au-delà des protocoles déjà en place** doivent se faire en tenant compte des nombreux paramètres tels que cités plus haut : le nombre de chanteurs, le volume de la pièce, le taux de renouvellement d'air, la durée de la pratique, la prévalence de la maladie dans la zone géographique [3, 15, 20, 21], visible sur le site geodes de santé publique.<sup>3</sup>

## PARTIE 2 : DÉTAIL DE L'ÉTAT DES CONNAISSANCES ACTUELLES

Dans un contexte à la fois de circulation active du virus et de nécessité de relancer l'activité musicale, la compréhension des phénomènes liés à la transmission du virus et aux spécificités de la pratique vocale est primordiale pour assurer une reprise dans les meilleures conditions possibles. De nombreux travaux ont été menés ou sont en cours pour permettre de caractériser les productions de particules et de flux d'air par le chant - en comparaison à d'autres actions comme la parole ou la respiration - et pour comprendre leur propagation dans une pièce. Ces travaux ont été de natures et d'ampleurs variées, allant de la réalisation de travaux de visualisation à des comptages de particules en salle blanche, sur des échantillons plus ou moins grands.

Il est important de garder à l'esprit que **tant le virus responsable de la Covid-19 que les caractéristiques propres à la pratique musicale sont des sujets encore peu connus**, et que chaque étude parue est à prendre avec du recul. La connaissance du niveau de risque en pratique musicale est fortement dépendante du niveau de connaissance du virus. Or, **certaines questions cruciales sont à ce jour irrésolues par la communauté scientifique**, notamment la question de la dose infectante (nombre de copies du virus capables de déclencher une infection) dont découle la question de la transmission aérienne du virus.

En effet, la possibilité d'une transmission du virus par les aérosols – qui a été longtemps considérée comme négligeable - fait l'objet depuis le mois de juillet d'une reconnaissance comme facteur de transmission par les autorités sanitaires mondiales (OMS) et nationales, notamment suite à la publication le 6 juillet 2020 de la lettre ouverte de 239 scientifiques appelant à prendre en compte ce risque [1].

Le Haut Conseil de la Santé Publique a, par la suite, remis à jour son Avis relatif à la contamination par aérosols [2] et stipule à présent qu'« une transmission aéroportée du virus SARS-CoV-2 doit être envisagée dans les espaces clos, notamment mal aérés et insuffisamment ventilés, et dans des rassemblements en extérieur », en rappelant toutefois la « réduction rapide de l'infectiosité virale dans les aérosols ».

**On ignore donc dans quelle mesure la contamination par aérosols représente un danger et la proportion de contaminations effectives par ce mode.**

Les études exposées dans ce document montrent jusqu'à présent que lorsque l'on recense les particules sur une plage de tailles relativement faibles (environ 0,3 à 20 micromètres), la quasi-totalité des particules mesurent moins de 5 microns (micromètres) et on de ce fait un comportement d'aérosols.

<sup>3</sup> <https://geodes.santepubliquefrance.fr/>

Néanmoins des grosses gouttelettes peuvent également être produites et doivent également être considérées dans la prévention des risques de transmission.

Pour autant, la transmission de la maladie par les fomites - objet ou substance capable de transporter des organismes infectieux - est toujours considérée comme un vecteur significatif. Pour rappel, ce mode de contamination a lieu quand des particules virales se déposent sur une surface qui est par la suite touchée par une personne tierce, qui portera par la suite ses mains à son visage. Dans les pratiques vocales, comme dans toutes autres activités, le respect des protocoles visant à limiter ce risque : lavage des mains, utilisation de gel hydroalcoolique, désinfection des matériels à usage partagé etc... est indispensable.

Depuis le début de l'épidémie, des cas de contaminations au sein de chorales et de chœurs ont été reportés, certains particulièrement virulents notamment au moment de l'émergence de l'épidémie [3] et d'autres plus modérés. Il est important de tirer les bonnes conclusions de ces observations en retenant non pas que le chant est une pratique systématiquement contaminante - on note d'ailleurs, après des répétitions, des cas de chanteurs positifs n'ayant pas transmis le virus à d'autres membres de leur ensemble - mais que sa pratique doit être adaptée ou revue au vu du contexte sanitaire.

Il est difficile d'analyser les causes stricto sensu de contaminations dans tout milieu professionnel car celle-ci peut se produire dans une sphère privée entre collaborateurs (moments de convivialité). Néanmoins il est avéré que le chant génère des quantités importantes d'aérosols de multiples tailles et que la pratique chorale réunit des groupes dans des lieux clos . Ceci peut créer des conditions favorables à une transmission aéroportée.

Il est apparu récemment des cas de clusters dans des chœurs qui respectaient les protocoles sanitaires en vigueur. La proportion de cas positifs constatée laisse très peu de doute sur le fait que l'origine du cluster doit être recherchée dans le temps effectif de la pratique chorale.

De plus le fait que certains chanteurs soient employés par plusieurs chœurs peut favoriser la transmission d'un ensemble à l'autre.

## **I - Etat des connaissances scientifiques sur l'émission et le transport de particules par le chant**

### 1) Émissions de particules par le chant et comparaison avec d'autres activités

#### a. Concentrations

La première donnée collectée lors des campagnes de mesures d'émissions d'aérosols est la **concentration de gouttelettes et d'aérosols** dans l'air expiré. Celle-ci peut être une concentration numéraire - mesurée en nombre de particules émises par volume d'air expiré (P/L ou P/m<sup>3</sup>) ou par période (P/s) - ou bien une concentration massique, bien souvent en µg/cm<sup>3</sup> ou µg/s. Les concentrations émises lors d'activités courantes telles que la respiration, la parole, ont été étudiées par plusieurs travaux, avant et depuis la crise de la Covid-19. Les données relatives aux émissions générées par la pratique du chant ou des instruments à vent, inexistantes il y a quelques mois, se multiplient et permettent une **première comparaison de ces activités par rapport aux situations du quotidien que sont la respiration ou la parole.**

Plusieurs études récentes [4 ; 5] comparent les émissions générées par le chant avec celles de la parole et de la respiration. Il est important de garder à l'esprit que, de même qu'il n'y a pas *une* façon de chanter, il y a également différentes façons de parler ou de respirer.

Des études menées sur la parole font ressortir que **les concentrations de particules émises en parlant sont proportionnelles au niveau sonore [6] et dépendent des lettres prononcées [7].**

Afin de distinguer **différentes "façons" de parler ou de chanter**, les études précisent généralement le niveau sonore concerné.

L'étude [4] conclut qu'**à un niveau sonore faible (50 à 60 dB), il n'y a que peu de différences de concentration (en P/cm<sup>3</sup>) entre le chant et la parole. C'est à un volume sonore élevé que l'on distingue une concentration massique (µg/m<sup>3</sup>) 1.5 à 3.4 fois supérieure pour le chant.**

L'étude [5] démontre également que **le chant fort produit les concentrations les plus élevées, tandis que le chant normal atteint le même niveau que la parole forte.**

#### b. Tailles des particules

La taille des particules émises est un **paramètre déterminant à la fois sur leur propagation et sur leur faculté à être inhalée** par une personne présente.

Une **distinction est faite entre les 'gouttelettes' et les 'aérosols'**, dont les diamètres sont communément admis comme étant respectivement supérieurs ou inférieurs à 5 micromètres. Dans les faits, cette dichotomie est artificielle et la taille des particules est une grandeur continue. Cependant, on considère que le comportement des "grosses gouttelettes" au-delà de 5µm sera balistique et aura tendance à retomber rapidement sur des surfaces tandis que les aérosols - de par leur légèreté - sont moins soumis à la gravité et peuvent donc rester en suspension et se faire porter par les flux d'airs sur plusieurs mètres (en cas de flux d'air important, les gouttelettes aussi peuvent être emportées à une distance supérieure à 1 ou 2m).

**Ces particules légères peuvent toutefois se déposer sur des obstacles** et il semblerait que le **virus ait une demi-vie de l'ordre d'une heure sous cette forme** - autrement dit que la moitié des particules virales auraient perdu leur infectiosité au bout de cette durée dans des conditions expérimentales [17]. Cela justifie la nécessité de connaître la taille des particules émises, mais aussi de caractériser les flux d'airs générés par les instrumentistes et le chant (vitesse, orientation, direction).

Il est important de comprendre que **la taille des gouttelettes ou aérosols n'est pas fixe, mais qu'elle évolue dans le temps et l'espace.**

Des phénomènes physiques entrent en jeu tels que l'évaporation de l'eau qui constitue la gouttelette, causant une baisse très rapide de la taille de la gouttelette et menant à terme la gouttelette à devenir un 'résidu sec'. De ce fait, la taille mesurée dans les différentes études est à rapprocher de l'endroit où a été effectuée la mesure (à quelle distance de la bouche) et de la technologie utilisée.

D'après l'étude anglaise [4], les **répartitions par taille des particules émises par le chant et par la parole au même volume sont similaires**. Cela signifie que la proportion de particules de chaque taille sera la même bien que les quantités diffèrent selon l'activité. La respiration - qu'elle soit par le nez ou par la bouche - génère quant à elle des particules plus petites.

Les résultats obtenus par l'étude [5] menée en Suède soutiennent également cette tendance et montrent que, quelle que soit l'activité (chant, parole, respiration), la quantité de particules de diamètre supérieur à 4  $\mu\text{m}$  est quasi nulle.

Des travaux menés par l'Université de Médecine et l'Université Technique de Berlin [8] sur 8 chanteurs professionnels déterminent que 99% des particules émises sont de diamètre inférieur à 5  $\mu\text{m}$ , et 80% des particules inférieures à 1  $\mu\text{m}$ . Même si ces derniers travaux sont réalisés sur un échantillon plus limité, il n'en reste pas moins qu'une tendance assez nette se dégage de ces trois travaux réunis.

## 2) Variabilité inter et intra-individuelle

### a. Variabilité inter-individuelle

L'une des difficultés à caractériser les émissions produites par les personnes vient de la **très grande variabilité entre les individus** : pour une action rigoureusement identifiée, on peut en effet obtenir des valeurs très différentes d'une personne à l'autre.

Une étude sur la parole [6] a montré en 2019 que **certains individus émettent des quantités de particules jusqu'à 10 fois plus importantes que la moyenne** des autres individus. On parle alors de '**super-émetteurs**'. Ce phénomène semble exister également pour le chant, d'après l'étude [4] - menée sur 25 chanteurs professionnels - qui révèle pour une minorité de participants des résultats nettement au-dessus des autres. On ignore, à ce jour, les raisons précises expliquant ces phénomènes de super-émissions chez certaines personnes. Une autre forme de variabilité joue un rôle important, c'est le fait que **certaines personnes soient plus infectieuses que d'autres** : concrètement, elles émettent des charges virales - c'est-à-dire des concentrations de virus par unité de volume - plus élevées que d'autres. Ces "super-infecteurs" (superspreaders) exposent donc les personnes tierces à des doses de virus plus élevées et présentent un risque supérieur à la moyenne. Là encore, on n'explique pas à ce jour pourquoi certaines personnes sont plus infectieuses que d'autres.

### Paramètres influant ou non sur la variabilité entre individus :

La production d'aérosols est liée à la façon dont vibrent les cordes vocales. La différence selon l'âge – ou indirectement selon le niveau de chant – a été étudiée par Mürbe et al. dans des travaux étudiant successivement les émissions générées par 8 chanteurs professionnels adultes [8] et par 8 enfants semi-professionnels [9]. Les résultats suggèrent que les **enfants émettent des concentrations moins fortes en chantant**, alors que les tailles et concentrations émises sont les mêmes que pour les adultes en parlant. Les raisons évoquées sont la **différence anatomique** (les cordes vocales ne vibreraient pas de la même façon que les adultes tant que les enfants n'ont pas mué) et le fait que les enfants **n'atteignent pas des intensités sonores aussi élevées** que les adultes. L'étude menée par Gregson et al. [4] au Royaume-Uni sur 25 chanteurs s'intéresse quant à elle à la variabilité des niveaux d'émissions selon différents facteurs. Il en ressort que **ni la corpulence (mesurée par l'IMC), ni le sexe, ni le style musical n'ont de lien direct avec les concentrations** mesurées.

Il est à noter que la réalisation de mesures sur des sujets humains implique, de fait, des variations d'une personne à une autre. Cela justifie la nécessité de réaliser des mesures répétées sur un nombre important de personnes afin d'obtenir une moyenne et une évaluation de la variation fiables.

### b. Paramètres influant sur les concentrations émises :

Les concentrations émises ne sont pas fixes au cours du temps, mais dépendent de **nombreux facteurs qui vont faire varier les émissions d'une seconde à l'autre**. Plusieurs facteurs ont été démontrés comme ayant une importance :

- L'intensité sonore (dB) : Les études [4] et [5] prouvent une **influence claire du niveau sonore**, que ce soit pour la parole ou pour le chant.
- La hauteur du son : L'étude [5] compare les concentrations émises en chantant sur une même note grave et sur une même note aiguë, et en déduit que les chanteurs professionnels génèrent des concentrations massiques ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 2 à 3 fois plus élevées sur un « la » bécarré que sur un « mi » de l'octave du dessus. La pression sonore plus élevée correspondant à ces notes aiguës peut expliquer cette hausse.
- Les lettres prononcées : Les technologies employées dans l'étude [5] permettent de retracer les émissions à la seconde près et ainsi d'observer l'amplitude des émissions au sein d'une même période courte. Les graphes obtenus permettent de constater à quel point, pour une même note et une même intensité sonore, les émissions sont dépendantes de la lettre prononcée : **certaines consonnes, par exemple 'p', 'b', 'r' ou 't', génèrent des quantités de particules largement supérieures** aux voyelles (une vidéo illustrant ce phénomène a été publiée avec le rapport et est disponible en référence [5]).

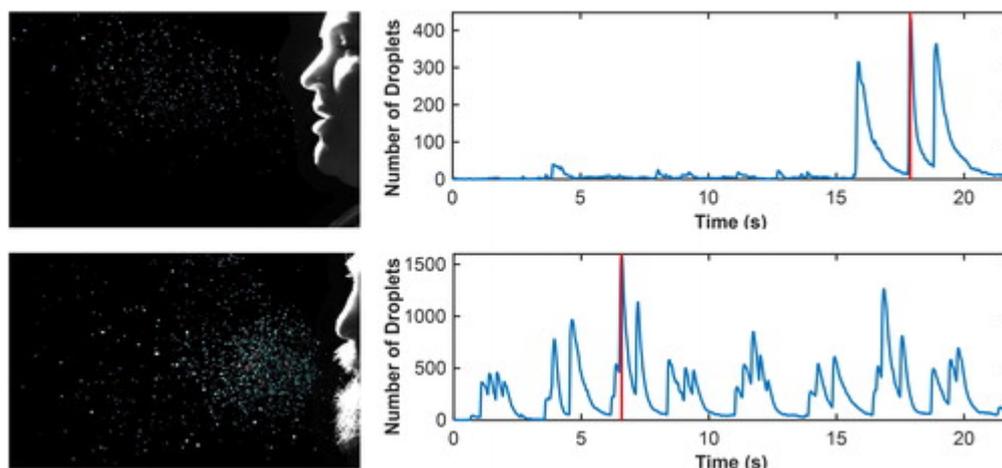


Figure 1. Exemple de visualisation laser et de comptage des gouttelettes générées par un chanteur d'opéra chantant deux fois un texte fort (issu de l'étude [5]).

### 3) Transport et propagation dans la pièce

Il existe deux notions souvent mentionnées dans la question de la transmission de virus par voie aérienne : celles de **champ proche et de champ lointain**. La première désigne le risque de transmission directement autour de la source, en l'occurrence du chanteur, dans un rayon proche que l'on peut estimer à environ 1,5 m. Le champ lointain désigne quant à lui l'espace qui entoure la source de manière plus globale, par exemple à l'échelle d'une pièce entière. Si le risque en champ proche est plus particulièrement lié aux grosses gouttelettes et aux petites gouttelettes en concentrations plus fortes - car proches de leur source -, le risque en champ lointain est celui de l'accumulation progressive d'aérosols qui suivraient les flux d'air et pourraient contaminer une personne même loin de la source.

a. Orientation du flux au niveau de la source

L'étude [10], publiée fin août 2020, s'intéresse à la trajectoire - plus précisément à la vitesse et à la direction - des particules émises lors du chant, au moyen de technologies de visualisation. Les observations soulignent la variabilité de ces trajectoires selon les lettres prononcées : pour des mots contenant des plosives comme « fa » ou « ti », les particules atteignent des vitesses plus rapides (la moitié dépasse les 0,5 m/s) et sont projetées pour la plupart dans l'axe de la bouche (plus de 75%).

Pour des mots comme « sol » ou « la », les particules se déplacent plus lentement (toutes à moins de 0,5 m/s) mais sont, de ce fait, moins dirigées et se répartissent dans **toutes les directions**. Si les travaux ne précisent pas les tailles des particules étudiées, ce dernier constat montre que **certaines particules suivent une trajectoire balistique tandis que d'autres vont rester en suspens et suivre les flux d'airs**.

b. Propagation dans la pièce

L'étude de la propagation des particules dans l'air est une discipline complexe nécessitant de prendre en compte de nombreuses informations (liées aux températures, taux d'humidité, flux d'air...). Si l'on parle souvent de concentrations par volume d'air, ces **concentrations sont dans la réalité très peu uniformes**, les particules étant expulsées dans un jet et créant un « panache », c'est-à-dire une masse d'air aux propriétés différentes de l'air environnant.

Il existe ainsi deux grandes approches pour évaluer le risque de contamination dans une pièce :

Une première approche consiste à s'intéresser à la répartition et au cheminement dans l'espace des particules émises par les sources, en tenant compte de tous les éléments relatifs à la configuration de l'espace : géométrie, ventilation, température et humidité de l'air...

Les propriétés des gouttelettes et aérosols émis vont évoluer très rapidement dans le temps et l'espace, et **l'un des outils utilisés pour simuler leur dispersion et l'évolution de leurs propriétés est la modélisation numérique des fluides CFD (Computational Fluid Dynamics)**. Des travaux de modélisation ont été initiés par l'étude [11b] pour simuler l'évolution du niveau de risque en présence d'un chanteur dans son environnement proche pendant une heure. D'autres ont également démarré dans le cadre du projet PIC mené par la CSFI, l'ITEMM et les Forces Musicales [19]. Ce type de travaux permet de fournir une quantité importante d'informations - selon différents cas de figure - et il est attendu qu'il apporte par la suite de nombreux éléments, notamment concernant le **cheminement des particules**. Ceci permettra d'en déduire, a fortiori, des recommandations concrètes, relatives notamment aux distanciations ou à la ventilation.

**La connaissance des flux d'air est donc un élément déterminant** pour anticiper la propagation des gouttelettes et aérosols.

Une seconde démarche consiste en **l'estimation de la concentration en aérosols diffusés** dans la pièce, et en l'évaluation de la **probabilité qu'un individu** - en fonction de son activité et du fait qu'il porte un masque ou non - **en inhale suffisamment pour déclencher une transmission du virus**. Cette approche prend en compte la durée, le volume, le nombre de personnes présentes (et ainsi le nombre de sources et de récepteurs potentiels), le taux de renouvellement de l'air, l'émission de particules par groupes de personnes et d'activité et de paramètres propres à la durée de vie du virus dans ces conditions [3, 20, 21].

Cette méthode se fonde sur des données non pas uniques mais qui varient entre plusieurs valeurs, afin de prendre en compte les incertitudes actuelles concernant certaines données, telles que la dose infectante ou le taux d'inactivation du virus dans l'air et les autres paramètres influents détaillés au début du document (volume, durée, nombre de personnes, taux de renouvellement de l'air, prévalence, activités). La méthode est utilisée notamment dans [3] le projet OPÉRA piloté par l'ITEMM [20] pour les approches propres au contexte musical ou non [21].

Le projet OPERA est divisé en quatre actions :

- 1) Le regroupement par sondage des données techniques de salles
- 2) L'identification de variables influentes propres aux métiers du spectacle
- 3) La **quantification objective** de l'impact de décisions sur le risque
- 4) L'appropriation par les professionnels de cette approche par un outil d'aide à la décision, qui consiste en un outil quantitatif d'évaluation d'intervalles de risque en ligne (accessible sur demande d'accès) et une base documentaire.

L'objectif est d'observer à partir de données quantifiées et objectives l'impact d'une décision d'adaptation / et de gestion du risque.

Cette approche permet de comparer entre elles des situations et de les adapter afin d'obtenir des schémas qui présentent moins de risques et qui sont plus robustes - c'est à dire qui sont moins sensibles aux incertitudes propres à tous les paramètres d'entrée.

## II - Mesures de prévention :

- 1) Mesures organisationnelles

De manière évidente, la première démarche à adopter pour limiter la chaîne de transmission du virus est d'éviter les contacts lorsqu'un doute existe sur la possibilité qu'une personne puisse être infectée. Toute personne présentant un ou plusieurs symptômes, ou ayant été en contact avec une personne malade, est invitée à passer un test 7 jours après la possible date de la transmission et à attendre le résultat avant de reprendre ses activités.

*Si la notion de "cas contact" au sens de l'ARS peut varier, il est nécessaire de faire preuve de bon sens en s'interrogeant sur la probabilité d'avoir été contaminé(e) ou non par une personne contact et en tenant informé l'ensemble / les ensembles avec lesquels on pratique - que ce soit de manière régulière ou occasionnelle.*

- 2) Limiter les transmissions par contact

Le risque de transmission par contact ne doit pas être négligé sous prétexte qu'il existe également un risque aérien. Il est crucial de maintenir des **protocoles de désinfection rigoureux**, à savoir la désinfection la plus fréquente possible des mains - à minima en arrivant et en repartant d'un lieu -, et des surfaces touchées (pupitres, poignées de portes...).

Par ailleurs, les objets tels que les partitions ou accessoires doivent rester personnels et non partagés afin de limiter les risques de transmission par contact. De même, il est conseillé de laisser ses affaires personnelles à l'entrée afin de ne pas amener une contamination potentielle contenue sur des surfaces telles que les vêtements ou sac en provenance de l'extérieur.

### 3) Limiter l'accumulation d'aérosols dans la pièce

Nous l'avons vu, le risque de transmission par aérosols est lié à l'**accumulation de particules** dans un milieu confiné mal ventilé. Cette notion d'accumulation est importante et explique le fait que le risque de contamination par voie aérienne dépend de nombreux paramètres liés à la configuration de l'espace. En d'autres termes, la réduction du risque de transmission par voie aérienne consiste à **permettre à l'air potentiellement contaminé de se diluer dans de l'air neuf**.

De ce fait, **deux critères déterminants** de la configuration de la pièce sont à prendre en compte : d'une part le **volume de la pièce** et d'autre part le **renouvellement d'air** dans celle-ci.

#### a. Volume

Concernant le volume de la pièce, la priorité est de **favoriser les pièces les plus grandes possibles**, tant en surface qu'en hauteur sous plafond. Le phénomène de dilution sera d'autant plus important que la pièce sera grande.

#### b. Renouvellement d'air

Le taux de renouvellement d'air s'exprime généralement en volumes/heure (parfois noté "h-1"), le volume en question étant le volume total de la pièce. On utilise aussi le débit d'air neuf, en m<sup>3</sup>/heure pour désigner la quantité d'air neuf introduit dans la pièce pour renouveler l'air intérieur.

Il est impossible de donner une valeur générique de débit d'air ou de taux de renouvellement d'air à recommander pour tous les contextes, celui-ci dépendant du nombre de personnes chantant ou étant simplement présentes dans la pièce, et du volume de cette dernière. On peut cependant citer quelques références :

- En France, le Code du Travail impose des valeurs minimales de renouvellement d'air pour différentes configurations : 25 m<sup>3</sup>/h/occupant pour un bureau, 45 m<sup>3</sup>/h/occupant pour des locaux avec travail physique léger, 60 m<sup>3</sup>/h/occupant pour des ateliers.

- Au Royaume-Uni, le groupe de travail se penchant sur la problématique de la pratique musicale [12] donne à titre indicatif la valeur de **10 litres/seconde/personne**, qui se fonde non pas sur des résultats d'études mais sur la réglementation en vigueur pour des bâtiments de bureaux. Pour comparer à la loi française, cela correspond à 36 m<sup>3</sup>/h/personne. On remarque que le nombre de "personnes" ne prend pas en compte leur activité (chanteurs, audience, techniciens...) et que l'on considère donc par sécurité le nombre total de personnes et non seulement le nombre de personnes chantant. Pour un chœur de 20 chanteurs en présence de 5 autres personnes, il faudrait donc prévoir 250 L/s soit 900 m<sup>3</sup>/h.

- L'étude en cours au Colorado [11] donne une valeur de référence et conseille un renouvellement d'air de **3 volumes par heure**. Par exemple, dans une pièce de 1000 m<sup>3</sup>, le renouvellement d'air devrait ainsi être de 3000 m<sup>3</sup>/h soit environ 830 litres/seconde.

Ces valeurs ne sont que des ordres de grandeur et non des recommandations officielles propres à la pratique du chant. De manière générale et plus simplifiée, **l'objectif est d'assurer un renouvellement d'air le plus important possible, sans toutefois créer de flux d'air trop important au niveau des individus** : tant pour ne pas faciliter la dispersion des plus grosses gouttelettes que pour le confort des personnes présentes, il n'est pas

question de faire circuler l'air à des vitesses trop élevées. Comme l'explique l'INRS<sup>4</sup> : "les débits de soufflages doivent être limités de façon à ce que les vitesses d'air au niveau des personnes restent faibles. Les vitesses d'air peuvent être considérées comme faibles lorsque les personnes présentes dans un local ne ressentent pas de courant d'air, ce qui correspond à une vitesse d'environ 0,4 m/s." [13]

Une solution intermédiaire peut être de **maintenir la ventilation à un certain niveau pendant la pratique et de renforcer le débit au maximum pendant les pauses.**

Le renouvellement d'air peut être assuré par différents moyens :

- Ventilation mécanique

La ventilation mécanique doit permettre un **réel renouvellement d'air et non une remise en circulation du même air intérieur**. Pour cela, le système de ventilation doit, **soit fonctionner en système ouvert - c'est-à-dire insuffler de l'air en provenance de l'extérieur - soit filtrer l'air intérieur au moyen d'une filtration d'air** particulaire à haute efficacité (filtres HEPA, ou filtres MERV 13). Dans le cas d'une utilisation de filtres, il est extrêmement important d'assurer une maintenance rigoureuse des équipements (vérification de l'efficacité, changement des filtres régulièrement) pour éviter un effet négatif de ce recyclage de l'air.

- Aération naturelle (fenêtres et portes)

L'aération naturelle par ouverture des fenêtres est **recommandée en complément de la ventilation mécanique, et elle est absolument indispensable en l'absence de celle-ci.**

Elle est bien plus complexe à maîtriser que la ventilation mécanique, puisqu'elle est dépendante de facteurs tels que la vitesse et l'orientation du vent ou la différence de température entre intérieur et extérieur. En hiver, il est d'autant plus contraignant de ne reposer que sur une aération naturelle : non seulement celle-ci sera désagréable voire mauvaise pour les chanteurs, mais surtout, le froid va sans doute amener les individus à réduire et / ou espacer les périodes d'aération et à augmenter ainsi le risque de contamination. Le renouvellement d'air par ouverture des fenêtres est cependant d'autant plus efficace que la température extérieure est inférieure à celle de l'intérieur de la pièce.

**Dans un contexte de circulation active du virus, il est vivement déconseillé de pratiquer collectivement dans des pièces exemptes de ventilation mécanique, notamment si le volume de la pièce est faible.**

L'INRS [14] recommande une aération par les fenêtres des locaux de travail le plus souvent possible, et au minimum 15 minutes toutes les 3 heures de présence. Sachant qu'il s'agit d'une indication générique adressée à des situations de travail plus classiques - employés assis, masqués, parlant occasionnellement. Dans le cas de la pratique vocale, celle-ci doit être revue à la hausse et adaptée selon l'utilisation ou non de ventilation mécanique, le nombre de personnes présentes etc.

- Purificateurs d'air :

Les purificateurs d'air, ou épurateurs d'air, sont des équipements aspirant l'air intérieur, le traitant et le rejetant dans la même pièce. Ils peuvent être utilisés en complément d'un apport d'air extérieur, mais pas s'y substituer. Ces dispositifs peuvent utiliser différentes technologies, mais à ce jour seuls ceux utilisant une filtration HEPA sont reconnus comme susceptibles de diminuer la concentration de virus potentielle dans l'air. Les appareils utilisant des traitements tels que les UV ou l'ozone n'ont, non seulement pas une efficacité vérifiée, mais

---

<sup>4</sup> Institut National de Recherche et de Sécurité

peuvent de surcroît avoir des effets négatifs en formant et diffusant dans l'air des composés pouvant être dangereux pour la santé. [14]

Par ailleurs, ces dispositifs demandent un **entretien régulier et rigoureux et doivent être configurés de manière optimale** (emplacement, débit...).

c. Déroulement / temps de chant et de pause

Une mesure importante pour limiter le phénomène d'accumulation d'aérosols dans la pièce consiste à **réduire la durée des périodes de pratique**. En effet, l'instauration de pauses fréquentes lors desquelles la salle est vidée et aérée en profondeur permet de faire retomber les concentrations d'aérosols à des seuils se rapprochant au mieux du niveau initial de la pièce.

A titre d'exemple, l'association NFHS qui copilote l'étude en cours au Colorado [11] préconise - d'après les résultats préliminaires - de limiter les périodes de répétition à 30 minutes, périodes entre lesquelles un renouvellement d'air complet doit être effectué (un volume, ce qui prendra une durée variable selon le débit de renouvellement d'air en m<sup>3</sup>/heure). Cette recommandation est à placer dans son contexte, à savoir la pratique amateur en milieu scolaire ou étudiant.

Il est difficile voire peu pertinent de donner des valeurs génériques de temps de pratiques et de temps de pause, les phénomènes d'accumulation étant très dépendant des facteurs déjà évoqués (nombre de personnes chantant, volume de la pièce, renouvellement d'air...). Toutefois, on peut raisonnablement penser qu'une pause de 15 minutes toutes les heures peut contribuer à diminuer le risque de contamination.

d. Prise en compte de l'ensemble de ces facteurs

Pour limiter les risques de manière optimale, il est donc question de **jouer simultanément sur les multiples paramètres évoqués** : volume de la pièce, renouvellement d'air, durées de pratique et de pause... Une étude de cas a été réalisée à l'Université Technique de Berlin [15], comparant différentes configurations de salles de répétition et un cas de bureau. On y voit l'effet de ces paramètres sur le phénomène d'accumulation et l'importance d'instaurer des pauses. Les cas sont très théoriques mais, bien qu'il ne faille pas utiliser les valeurs de manière absolue, ils permettent de se représenter l'effet combiné de ces facteurs. Pour cela, l'utilisation de l'outil en ligne OPÉRA peut-être un support relativement ergonomique. Une étude récente en pré-publication [18] a également évalué en conditions réelles (lors d'un concert à la Leipzig Arena) les risques de transmission dans différents scénarios, mettant en avant l'importance de nombreux facteurs non seulement liés aux aérosols en jouant sur la ventilation, mais également sur des mesures de nature organisationnelle pour limiter le nombre et la durée des contacts entre spectateurs.

4) Disposition dans la salle

a. Distanciation

La distanciation entre les chanteurs a été l'une des premières mesures préconisées pour la reprise de l'activité suite à l'émergence de la crise sanitaire au printemps 2020. De manière générale, le principal objectif de

L'instauration d'une distance entre deux personnes est de prévenir le risque qu'une grosse gouttelette se projette et se dépose, ou soit directement inhalée par une personne tierce. D'où la distance souvent préconisée entre 1 et 1,5 m qui correspond à la distance jusqu'à laquelle les gouttelettes les plus lourdes, ayant un comportement balistique, peuvent atterrir. Certains pourraient alors se demander l'intérêt de maintenir une distance entre les chanteurs puisque la majorité des particules mesurées sont de taille suffisamment petite pour se maintenir en l'air plutôt que de retomber.

**La distanciation entre chanteurs doit continuer à être respectée**, notamment pour les raisons suivantes :

- On peut supposer que lors d'une répétition, les chanteurs ne vont pas uniquement chanter mais qu'il **peut arriver qu'ils parlent, éternuent, toussent...**

- Bien que les aérosols soient émis en quantités significatives, des **gouttelettes plus lourdes peuvent également être émises** et retomber dans un rayon proche du chanteur. Qui plus est, plus une gouttelette est grosse et plus la probabilité qu'elle contienne du virus actif est grande. D'où l'importance de prévenir le risque en champ proche.

- Comme nous l'avons évoqué plus haut, le flux émis par les chanteurs se présente sous la forme d'un "panache" (voir le paragraphe « propagation dans la pièce »). De plus les particules se diluent dans l'air. Ainsi, **plus on est proche de la source, plus la quantité de particules dans l'air est élevée et plus le risque de contamination l'est également.**

**Au vu des connaissances actuelles, nous conseillons de garder une distance entre chanteurs de 2 mètres *a minima* avec un positionnement en quinconce et d'augmenter cette distance à 3 mètres pour le chef qui est face aux chanteurs.**

b. Parois en plexiglas

L'usage de plexiglas placé entre et/ou autour des instrumentistes à vent et des chanteurs a souvent été présenté comme un moyen de prévention contre les projections. Cette méthode - qui repose sur un blocage physique des particules - est efficace contre la propagation de gouttelettes de grand diamètre, présentant des trajectoires balistiques. Cependant, en cas de création d'aérosols (gouttelettes de faible diamètre) transportés par des flux d'air et suivant des mouvements suivant différentes directions, l'installation de parois en plexiglas n'est, non seulement pas une solution, mais peut en fait présenter un risque supplémentaire - en se basant toujours dans le cadre de la pratique musicale.

Dans sa première synthèse (référence [11c], datée du 8 juin 2020), l'étude en cours au Colorado conclut en effet qu'il n'est pas recommandé d'utiliser ce type d'installation, celle-ci **empêchant un renouvellement de l'air complet par les systèmes d'aération en créant des "zones mortes" inaccessibles, dans lesquelles les aérosols pourraient s'accumuler.**

5) La question du port du masque

a. Efficacité et intérêt de porter le masque

Le port du masque présente une **double utilité justifiant son utilisation**.

Tout d'abord, de par la dimension des filtres constituant les masques chirurgicaux ou grand public, ceux-ci filtrent la grande majorité des projections de type gouttelettes, c'est à dire celles de diamètre supérieur à plusieurs micromètres. Ces particules sont principalement émises par la toux et l'éternuement.

Les particules plus petites - considérées comme des aérosols potentiels car pouvant se diffuser dans l'air - sont filtrées partiellement par les masques. Les masques grand public **filtreraient à l'expiration une moitié des particules de faible diamètre, et permettraient de réduire d'un tiers celles inhalées** [16]. Ainsi, ils offrent une protection partielle contre les aérosols.

Concernant l'efficacité du masque lors de la pratique du chant : deux études ont comparé les émissions de chanteurs masqués et non masqués (NB : il s'agit dans les deux cas d'un masque chirurgical). L'étude [4] révèle que le chant fort (70-90 dB) masqué atteint des niveaux de concentrations du même ordre que le chant 'normal' (<70 dB) ou la parole forte (65-80 dB).

Les résultats préliminaires de l'étude [11] en cours au Colorado stipulent que le port du masque aurait réduit le niveau d'émission du chant à un niveau similaire à la respiration (le volume sonore n'est pas précisé dans ce cas).

#### b. Situations de port ou non du masque

Il convient de distinguer ici les situations de chant à proprement parler de toutes les autres situations auxiliaires. Le port du masque, quand il n'est pas obligatoire, est très fortement recommandé **a minima à tous les moments où l'on ne chante pas** : autrement dit, il ne serait retiré que lorsque les chanteurs sont tous à l'emplacement qui leur est attribué et commencent à chanter ou à s'échauffer.

Une question importante qui se pose actuellement au sein des ensembles vocaux est celle du **port du masque y compris lorsque l'on chante**.

Bien que paraissant impensable il y a quelques mois et peu compatible avec certaines pratiques vocales, certains ensembles envisagent à présent la possibilité de chanter masqués. La mise en œuvre de cette solution dépend, d'une part, de son efficacité et, d'autre part, de sa compatibilité avec la pratique

Le type et la nature du masque ont une incidence sur l'efficacité du dispositif ; tant du point de vue du confort de l'utilisateur, de la restitution sonore que de l'efficacité sanitaire. Il est nécessaire d'approfondir cette question. Différents modèles sont essayés à l'heure actuelle par certains opéras français.

Remarque : l'efficacité des masques n'est pas automatique et ne peut se revendiquer que si celui-ci est porté de la **manière la plus étanche possible** – c'est-à-dire bien plaqué contre le visage – et qu'il n'est **pas humide**, faute de quoi il laissera passer des particules. Il sera probablement nécessaire pour les chanteurs de tester différents types de masques pour déterminer ceux adhérant le mieux à la forme de leur visage - tout en ne collant pas à leur bouche - et ne s'humidifiant pas trop vite. Il leur faudra également changer de masque plus régulièrement que dans leur vie quotidienne (changement habituellement préconisé toutes les 4 heures ou dès lors que le masque est humide) pour éviter que le masque ne devienne inefficace et également inconfortable.

Contrairement à ce qui est généralement avancé - et sur la base des connaissances actuelles – **le port du masque ne diminue pas le taux d'oxygénation du sang**. Le port du masque peut provoquer une

sensation désagréable de résistance à l'inspiration pour le porteur, sans toutefois être un danger ou une entrave au système respiratoire pour une personne n'ayant pas de pathologies graves [16 ; 17]. En effet, les molécules de gaz inspirées et expirées lors d'une respiration sont d'un ordre de grandeur largement inférieur (nm) à celui de la trame du masque ( $\mu\text{m}$ ), soit mille fois plus petit. Celles-ci ne sauraient être empêchées de passer à travers le masque.

**Les visières** ont pour effet d'arrêter la projection des gouttelettes, en aucun cas elles ne limitent la dispersion des aérosols : elles en détournent la circulation. Leur usage ne peut s'envisager qu'en complément d'un masque, jamais seul.

L'utilisation d'un masque implique cependant de respecter les précautions à l'emploi : tenir le masque par les élastiques sans toucher la zone en contact avec l'extérieur, ranger ses masques dans des contenants fermés en séparant les masques propres et usagés, se désinfecter les mains avant et après les avoir manipulés...

## CONTACTS

### Pour la CSFI

Mme Fanny REYRE MENARD  
[freyremenard@csfi-musique.fr](mailto:freyremenard@csfi-musique.fr)  
06 17 91 64 93  
CSFI : 9, rue Saint-Martin 75004  
Paris

### Pour l'ITEMM

Romain Viala et Carole Le Rendu  
[romain.viala@itemm.fr](mailto:romain.viala@itemm.fr)  
02 43 39 39 42  
71, av. Olivier Messiaen  
72000 Le Mans

### Pour Les Forces Musicales

M. Nicolas DROIN  
[ndroin@ocparis.com](mailto:ndroin@ocparis.com)  
06 12 81 08 07  
24, rue Philippe de Girard  
75010 Paris

## RÉFÉRENCES

[1] Lidia Morawska, Donald K Milton, It is Time to Address Airborne Transmission of COVID-19, *Clinical Infectious Diseases*, , ciaa939, <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa939>.

[2] Haut Conseil de la Santé Publique. Avis relatif à l'actualisation des connaissances scientifiques sur la transmission du virus SARS-CoV-2 par aérosols et des recommandations sanitaires. Publié le 23/07/20.

[3] Miller, SL, Nazaroff, WW, Jimenez, JL, et al. Transmission of SARS-CoV-2 by inhalation of respiratory aerosol in the Skagit Valley Chorale superspreading event. *Indoor Air*. 2020; 00: 1– 10. <https://doi.org/10.1111/ina.12751>

[4] Gregson et al. 2020. *Comparing the Respirable Aerosol Concentrations and Particle Size Distributions Generated by Singing, Speaking and Breathing*. <https://doi.org/10.26434/chemrxiv.12789221.v1> (pré-publication)

[5] M. Alsved, A. Matamis, R. Bohlin, M. Richter, P-E. Bengtsson, C-J. Fraenkel, P. Medstrand & J. Löndahl (2020): Exhaled respiratory particles during singing and talking, *Aerosol Science and Technology*, DOI: 10.1080/02786826.2020.1812502  
Video : <https://www.tandfonline.com/doi/suppl/10.1080/02786826.2020.1812502?scroll=top>

[6] Asadi et al, 2019. *Aerosol emission and superemission during human speech increase with voice loudness*. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-38808-z>

[7] Asadi et al, 2020. *Effect of voicing and articulation manner on aerosol particle emission during human speech*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227699>

[8] Mürbe et al. 2020. Aerosol emission is increased in professional singing. Actualisé le 03/09/20. <http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-10375.3>

[9] Mürbe et al. 2020. Aerosol emission of child voices during speaking, singing and shouting. <https://doi.org/10.1101/2020.09.17.20196733>

[10] Bahl et al. 2020. Droplets and Aerosols Generated by Singing and the Risk of Coronavirus Disease 2019 for Choirs, *Clinical Infectious Diseases*. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa1241> (publiée le 27/08/2020)

[11] International Coalition Performing Arts Aerosol Study. Shelly Miller (University of Colorado Boulder) , Jelena Srebric (University of Maryland).

a. Round one preliminary results, paru le 13/07/20. Disponible sur : <https://www.nfhs.org/media/4029974/preliminary-testing-report-7-13-20.pdf>

b. Aerosol Study Round 2, paru le 06/08/20. Disponible sur : <https://www.nfhs.org/media/4119369/aerosol-study-prelim-results-round-2-final-updated.pdf>

c. Preliminary Recommendations from International Performing Arts Aerosol Study Based on Initial Testing Results, paru le 06/08/20. Disponible sur : <https://www.nfhs.org/media/4029971/preliminary-recommendations-from-international-performing-arts-aerosol-study.pdf>

[12] Public Health England (PHE), Environmental and Modelling group (EMG). Aerosol and droplet generation from singing, wind instruments and performance activities. Paru le 04/09/2020.

Disponible sur : <https://www.gov.uk/government/publications/pheemg-aerosol-and-droplet-generation-from-singing-wind-instruments-and-performance-activities-13-august-2020>

[13] INRS. Covid-19 et travail par forte chaleur. Mis à jour le 25/06/2020. Disponible sur : <http://www.inrs.fr/header/presse/Covid-19-et-travail-par-forte-chaleur.html>

[14] INRS. Ventilation, chauffage, climatisation : quelles précautions prendre contre la Covid-19. 12/10/2020.

[15] Hartmann et al. 2020. *Risk assessment of rehearsal rooms for choir singing regarding aerosols loaded with virus* [pré-publication]

[16] Davies, A., Thompson, K., Giri, K., Kafatos, G., Walker, J., & Bennett, A. (2013). Testing the Efficacy of Homemade Masks: Would They Protect in an Influenza Pandemic? *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 7(4), 413-418. doi:10.1017/dmp.2013.43.

[17] van Doremalen, N., Bushmaker, T., & Morris, D. H. (2020). Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *The New England Journal of Medicine* 382(16).

[18] Moritz, S., Gottschick, C., Horn, J., Popp, M., Langer, S., Klee, B., ... Mikolajczyk, R. (2020). The Risk of Indoor Sports and Culture Events for the Transmission of COVID-19 ( Restart-19 ). 19.

[19] CSFI - ITEM. Projet : Protocoles pour les Instruments de musique face au Coronavirus (PIC). Disponible sur : <https://www.csfi-musique.fr/files/36/CORONAVIRUS/274/CSFI-ITEM---les-3-axes-du-projet-PIC---30-07-2020.pdf>

[20] Viala, R., Creton, M., Jousserand, M., Cabaret, J., Carole, L. R., & Cogan, S. (2020). Towards Model-based Decision Support Tool to Reduce CoViD-19 Transmission Risk in Performing Arts Domain. *Aerosol and Air Quality Research*, in submission.

[21] G. Buonanno, L. Stabile, L. Morawska, Estimation of airborne viral emission: Quanta emission rate of SARS-CoV-2 for infection risk assessment, *Environment International* 141 (May) (2020) 105794. doi: 10.1016/j.envint.2020.105794. URL <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105794>

[22]Guzman, M. (2020). Bioaerosol Size Effect in COVID-19 Transmission. (April), 1–10. <https://doi.org/10.20944/PREPRINTS202004.0093.V1>

## PROJET PIC PIV

### Protocoles pour les Instruments face au Coronavirus Pratiques Instrumentales et vocales

## CO-PILOTÉ PAR LA CSFI ET LES FORCES MUSICALES

Depuis 1890, la **Chambre Syndicale de la Facture instrumentale** regroupe sociétés et artisans qui fabriquent, réparent, distribuent et exportent les instruments de musique et accessoires associés. Elle accueille également des revendeurs, quatre associations professionnelles d'artisans luthiers (Aladfi, Glaaf, Aplg, Unfi), la chambre syndicale des revendeurs (CSMM) et l'organisation professionnelle des techniciens du piano (Europiano).

Le syndicat professionnel **Les Forces Musicales**, qui a vu le jour en septembre 2015, regroupe les opéras et les orchestres permanents français. Par les structures représentées, Les Forces Musicales sont la deuxième organisation d'employeurs du spectacle vivant en termes de masse salariale et la première en termes d'emplois artistiques permanents.

Le projet PIC PIV est le troisième volet du projet PIC initié et réalisé par la Chambre syndicale de la Facture Instrumentale (CSFI) et l'Institut Technologique Européen des Métiers de la Musique (ITEMM).

**L'ITEMM** est un centre de formation labellisé Enseignement supérieur Culture qui forme aux métiers d'art de la facture instrumentale, aux métiers de la régie son et du commerce spécialisé. L'ITEMM, labellisé pôle d'innovation, est basé au Mans.

L'ITEMM apporte son soutien technique et opérationnel au projet PIC dans son ensemble, en mettant le pôle d'innovation des métiers de la musique à disposition.

## CONCEPTION ET PILOTAGE DU PROGRAMME DE RECHERCHE

Le **groupe Buffet Crampon** apporte son soutien technique et opérationnel à la conception et à la direction du programme de recherche du projet PIC en mettant ses équipes à disposition, à commencer par son équipe recherche.



## NOS PARTENAIRES

Le projet PIC PIV est soutenu par la Direction Générale de la Création Artistique (DGCA) du Ministère de la Culture, par la région Ile-de-France, par la fondation Bettencourt-Schueller et par le groupe de protection sociale Audiens.



06 11 2020

Soutenu  
par

