

## ÉCOLOGIE SONORE **L'ISAE-SUPAERO travaille sur des projets de recherche pour réduire les nuisances sonores des avions**

**6,5 millions d'euros** : c'est le montant total des amendes infligées par l'ACNUSA (Autorité de contrôle des nuisances aéroportuaires) aux compagnies aériennes en 2021, en France, pour des faits de nuisances sonores engendrés par leurs activités dans le périmètre des aéroports. Pour permettre de concilier habitation, aménagement du territoire et activités aéroportuaires, l'ISAE-SUPAERO collabore à des projets de recherche permettant de réduire le bruit des réacteurs des avions au sol et en vol.

### **Concevoir des matériaux capables d'atténuer, voire éliminer, les bruits des réacteurs d'avions**

Bien connue des riverains des aéroports, l'ACNUSA est une autorité indépendante en charge de contrôler l'ensemble des dispositifs de lutte contre les nuisances engendrées par le transport aérien et le secteur aéroportuaire. Parmi ces nuisances, le bruit \_ 2<sup>ème</sup> facteur provoquant le plus de dommages sanitaires en Europe\_ est particulièrement scruté par les Autorités qui veillent à préserver au maximum la quiétude du voisinage des aéroports. Alors quand les décibels dépassent le seuil limite, les sanctions financières tombent pour les compagnies aériennes les moins respectueuses.

Afin d'accompagner le secteur aéronautique dans sa transition phonique, l'ISAE-SUPAERO, en partenariat avec l'ONERA, conduit des travaux de recherche sur la réduction du bruit des réacteurs d'avions. À l'aide d'une formule mathématique complexe, les chercheurs modélisent la propagation du son au sein des réacteurs des avions, et plus particulièrement au travers des matériaux absorbants qui en tapissent la nacelle. Pour cela, ils ont d'abord réussi à détecter la bande de fréquences sur laquelle se situe le bruit à réduire ; puis à l'aide de liners micro perforés ou bien de matériaux poreux tapissant les parois d'entrée de la nacelle du réacteur, ils sont parvenus à diminuer drastiquement le bruit à l'extérieur de l'appareil.

### **De la synthèse des sons d'instruments de musique à la réduction du bruit des réacteurs d'avions**

Si la compréhension exacte de la formule mathématique permettant de modéliser la réduction de bruits dans les avions nécessite quelques connaissances pointues en mathématiques appliquées, il est amusant de noter qu'à l'origine l'objectif initial était diamétralement opposé...

Denis Matignon, enseignant-chercheur en mathématiques appliquées à l'ISAE-SUPAERO et flûtiste baroque, a toujours eu à cœur d'allier musique et mathématiques. Ainsi, dans les années 90, il réalise une thèse de doctorat sur la synthèse sonore des instruments de musique à vent, c'est-à-dire, sur la modélisation de sons de synthèse simulant le plus précisément possible ceux créés par l'instrument.

**Comment fait-on pour concevoir la synthèse sonore des instruments de musique à vent ?** Pour y parvenir, Denis Matignon a dû s'intéresser à une équation, encore jamais résolue. Celle-ci permettait de prendre en compte les effets visqueux et thermiques qui, dans l'air, disposent de longueurs caractéristiques. Il a donc utilisé ce que l'on appelle, une « dérivée fractionnaire ». *Kézako ?* Appliquée deux fois d'affilée, la dérivée fractionnaire d'ordre un-demi redonne la dérivée classique, qui permet d'obtenir la vitesse à partir de la distance ou même l'accélération à partir de la vitesse.

En résolvant l'équation, Denis Matignon a créé un modèle capable de rendre compte de la propagation du son des instruments de musique à vent, en incluant les pertes visco-thermiques, afin de les recréer en synthèse sonore de la manière la plus réaliste. Pour ce travail, réalisé à l'IRCAM (Institut de Recherche et de Coordination Acoustique/Musique) Denis Matignon a reçu le Prix de la Meilleure thèse d'automatique de France décerné par l'AFCEC en 1994.

Quinze ans plus tard, enseignant-chercheur à l'ISAE-SUPAERO, Denis Matignon fait la rencontre d'Estelle Piot, chercheuse à l'ONERA. Il apprend que celle-ci utilise la dérivée fractionnaire qu'il a développée lors de sa thèse, pour non pas créer des sons de synthèse, mais atténuer des bruits. Ensemble, ils décident de monter un projet de thèse visant à concevoir une modélisation capable de représenter les liners micro-perforés utilisés pour réduire le bruit des réacteurs d'avion. Ce projet s'est avéré une véritable réussite puisque cette modélisation est en phase d'appropriation par l'avionneur Airbus.

À la suite de ce premier projet de recherche, l'ISAE-SUPAERO et l'ONERA, poursuivent leur collaboration à travers des thèses de doctorat visant, cette fois-ci, à modéliser la réduction du bruit des nacelles d'avion via l'utilisation de matériaux poreux. Pour bien comprendre : un bruit est constitué de plusieurs fréquences sonores. Pour que les liners acoustiques soient efficaces, il est donc important de localiser la bande de fréquences dans laquelle se situe le bruit et d'analyser les fréquences à atteindre. Les matériaux poreux sont à ce jour les seuls isolants efficaces pour supprimer les sons sur toutes les fréquences d'un bruit et sont donc particulièrement adaptés au secteur aéronautique. Cette thèse devrait prochainement se terminer (le 6 décembre 2022) et ambitionne d'accompagner les constructeurs et compagnies aériennes dans leur tournant vers l'écologie sonore.

### À propos de l'ISAE-SUPAERO

L'ISAE-SUPAERO, établissement public d'enseignement supérieur et de recherche dans le secteur aéronautique et spatial, participe depuis plus de 100 ans par ses activités à l'excellence de la filière.

D'une part, les formations (ingénieur, master, mastère spécialisé et doctorat), toutes principalement dédiées au secteur aérospatial, se distinguent par leur haut niveau scientifique et technique et par le recrutement exigeant des étudiants (32% internationaux) placent l'Institut comme le leader mondial de l'enseignement supérieur en ingénierie aérospatiale.

D'autre part, la recherche constitue depuis toujours un axe fort de son expertise. Mobilisées sur les problématiques des domaines aéronautique et spatial, les équipes de recherche conduisent de nombreux projets scientifiques en collaboration avec des partenaires incontournables : organismes de recherche, industriels, partenaires académiques européens et internationaux. Capable de maîtriser la complexité des défis en faveur de la transition écologique et numérique, des nouvelles mobilités et nouveaux usages de l'espace, l'ISAE-SUPAERO est un acteur majeur des évolutions du secteur aérospatial, civil et de défense.

L'ISAE-SUPAERO est membre fondateur du Groupe ISAE et de l'Université Fédérale de Toulouse.

[isae-sup aero.fr](http://isae-sup aero.fr)



#### Contacts presse

Juliette Vienot / [juliette.v@oxygen-rp.com](mailto:juliette.v@oxygen-rp.com) / 05 32 11 07 36  
Charline Kohler / [charlinek@oxygen-rp.com](mailto:charlinek@oxygen-rp.com) / 05 32 11 07 32