

La soufflerie EOLIA

Un bel exemple de l'action éducative de la 3AF

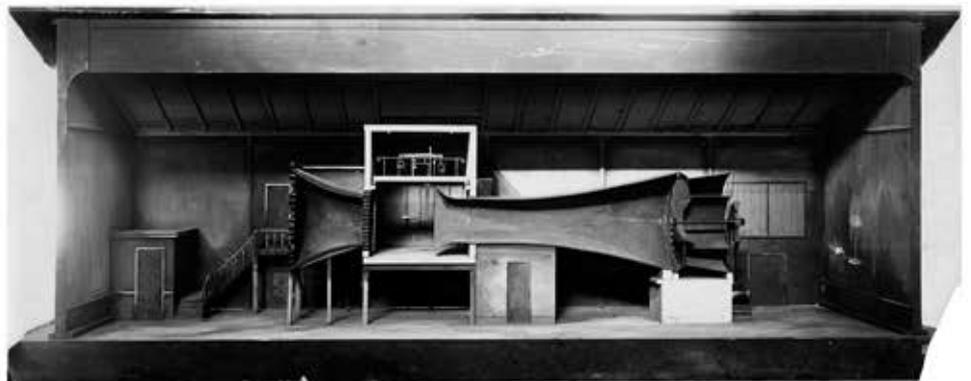


EOLIA : La genèse

EOLIA est la soufflerie expérimentale éducative de 3AF. Simple à utiliser, à monter et peu coûteuse; elle a pour but de fournir aux établissements d'enseignement un support permettant la réalisation par les élèves d'expériences d'aérodynamique simples.

L'idée à l'origine d'EOLIA a pris corps en 2005. Elle été portée par Gérard LARUELLE et Jean TENSI, son successeur à la tête des actions de la 3AF à destination des jeunes. L'aboutissement de ce projet doit beaucoup aux étudiants de l'équipe 3AF de l'ISAE-ENSMA de Poitiers; équipe qui obtiendra une mention à la remise des prix 3AF de 2010.

La conception de départ d'EOLIA est celle de la soufflerie présentée par Gustave Eiffel en 1912 sur le Champ de Mars: l'air circule en circuit ouvert, à l'inverse des souffleries Prandtl



Son cahier des charges est clair:

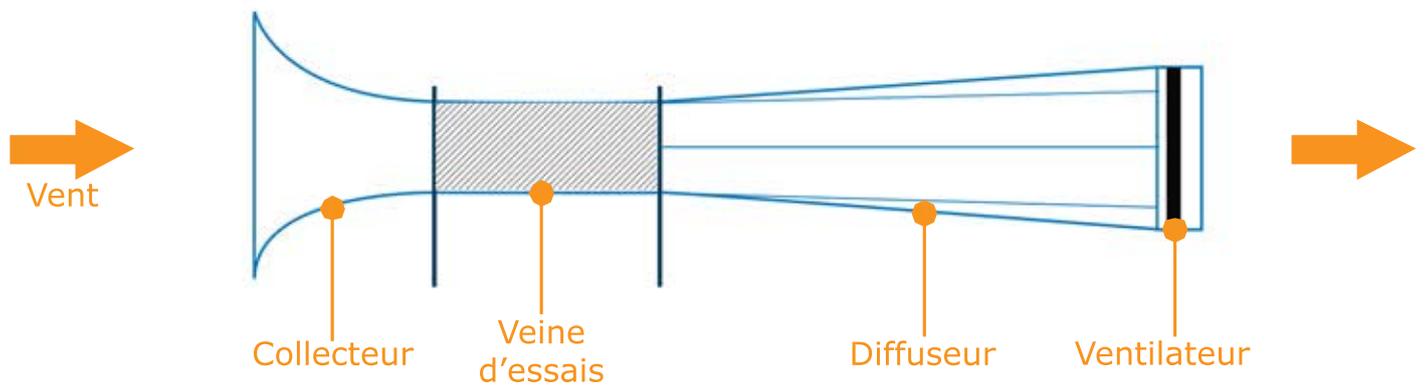
Montage et démontage simple, pour un transport aisé

Matériaux peu coûteux et facilement usinables

Respect des normes d'hygiène et de sécurité

Définition d'expériences aérodynamiques simples à effectuer

Conception



La soufflerie EOLIA est conçue de façon modulaire: Collecteur, veine d'essai et diffuseur sont fabriqués séparément puis assemblés afin de faciliter montage et démontage. Le matériau de base est le **contreplaqué**, la veine d'essai étant réalisée en **plexiglas** pour mener les expériences.

Le collecteur est obtenu par assemblage de quatre plaques de contreplaqué pliées le long de gabarits qui servent également de raidisseurs



La veine d'essai, formée de quatre plaques de plexiglass, s'insère entre le collecteur et le diffuseur. Elle constitue le lieu où se déroulent les expériences



On a pris soin de « soigner » l'entrée de ce collecteur avec des rebords « pots de chambre » qui réduisent les turbulences d'entrée



Conception - suite

Le diffuseur qui, normalement, devrait relier un carré à un cercle, a été remplacé par une construction qui permet de passer d'une section carrée à une section octogonale à partir de 4 planches



La soufflerie mesure **3.5 m de longueur**. L'ensemble des éléments constitutifs d'EOLIA loge, comme on le voit, dans un véhicule utilitaire de petit gabarit.

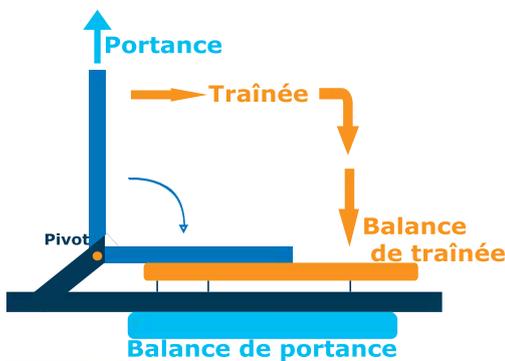
Le choix de la veine d'essais de taille de section 0.3 m x 0.3 m et de 0.75 m de longueur et du ventilateur hélicoïdal (de 50 cm de diamètre, doté d'un variateur de vitesse de 0 à 100 %) conduit à des vitesses accessibles de l'ordre de 25 m/s soit **90 km/h**.



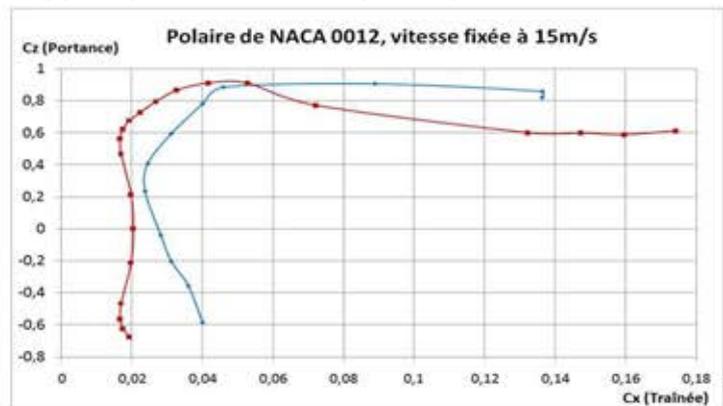
Expériences

EOLIA possède une instrumentation permettant la mesure et la visualisation d'écoulements, cette instrumentation a bénéficié du financement de la **Fondation Airbus Group**. Des expériences de base ont rapidement été réalisées:

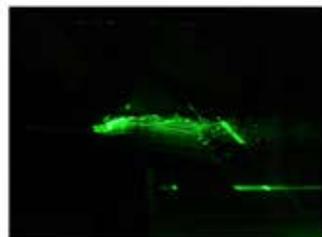
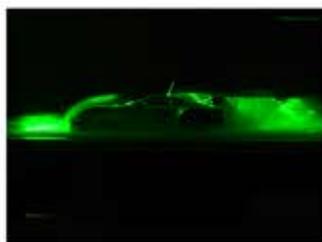
Sur un sol sans frottement, on pose une maquette de voiture retenue par un ressort. On mesure l'allongement de celui-ci sous l'effet d'un écoulement à une vitesse V_1 , puis à une vitesse double. Ceci permet de vérifier que l'effort de traînée est proportionnel non pas à la vitesse, mais au carré de celle-ci.



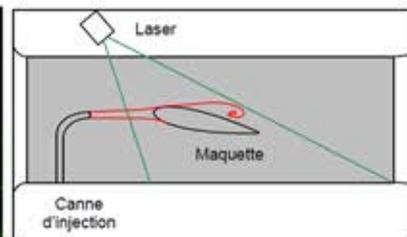
Pour mesurer la portance et la traînée, il faut transformer cette dernière en effort vertical au moyen du système ci-contre. Cette installation permet d'avoir accès aux deux efforts aérodynamiques au moyen de deux balances rudimentaires types pèse-lettre et pèse-personne.



Un des premiers résultats satisfaisants concerne la restitution d'une «polaire» d'un profil répertorié (NACA 0012) dont on a mesuré la traînée C_x et la portance C_z . Les résultats expérimentaux (courbe bleue) sont assez proches des résultats théoriques (rouge). Les différences sont dues aux effets de paroi et à «l'allongement non infini» de l'expérience en soufflerie.



Afin de réaliser des visualisations autour des maquettes, un système d'ensemencement (aérosols à base de glycérine et d'eau) via une canne d'injection, du type de ceux utilisés pour le «light show» associé à un laser rudimentaire (typiquement à usage des « boîtes de nuit » !) permet de suivre, dans le plan lumineux, l'évolution du fluide autour d'un corps, ce qui conduit à caractériser par exemple les décollements de l'écoulement autour de la maquette.



Les débuts d'EOLIA

La soufflerie EOLIA fut officiellement lancée le 21 mai 2006 au séminaire inter-écoles d'IPS'Action à Paris. Ensuite, elle fut présentée à Univ'Air 2007 au salon de l'air et de l'espace du Bourget.



EOLIA fut accueillie au salon MUTA (Mobilité Urbaine et Transports Avancés) au Futuroscope de Poitiers en avril 2008.

En septembre 2008, Eolia est au salon AEROTOP de Poitiers en présence de 2500 scolaires.



L'année 2008 se termina par la présence d'EOLIA à la Fête de la Science.



Une distinction de taille: EOLIA remporte le premier prix du séminaire inter-école d'IPS'Action au Bourget en 2009.

Une initiative importante fut la présentation d'EOLIA au salon du Bourget de Juin 2009, dans le hall Concorde. Ce moment restera, pour le Comité Jeunes de l'ENSMA et pour la 3AF, un moment phare.

La soufflerie EOLIA fut présentée à «Place aux Sciences», du 6 au 8 novembre 2009 à Poitiers.



Aérodynamique: mode d'emploi

L'ambition pédagogique d'EOLIA



La première démarche pédagogique concertée avec un établissement scolaire fut celle organisée en décembre 2009 et janvier 2010 au lycée Réaumur de Poitiers devant plus de 200 élèves en une dizaine de « séances » éducatives. Cette expérience, qui doit beaucoup à la participation active des élèves de l'ENSMA constituant le noyau dur de la 3AF à l'époque, consista à présenter aux élèves les expériences évoquées précédemment avec le souci de transmettre l'intérêt de l'aérodynamique expérimentale et par là-même l'attractivité des métiers associés



Une autre exposition sur les souffleries du LRBA à Vernon accueille EOLIA entre février et mars 2010

En avril 2010, à Niort, la manifestation «Sciences au coeur du métier», organisée par l'académie de Poitiers, accueille EOLIA.



La deuxième édition d'Aérotop, en 2010 fut une nouvelle étape qui concerna, là encore, la région Poitou-Charentes avec 70 établissements scolaires et 2500 élèves.

A nouveau demandée pour son intérêt pédagogique, EOLIA fut transportée à l'Aéroclub de Vannes en janvier 2011 (à g.) puis au Lycée de Saint Jean de Sauves, en avril 2011 (à d.), dans le cadre du projet national « Course en Cours »



Charte d'engagement

des établissements scolaires auprès de la 3AF

La 3AF met à disposition la soufflerie EOLIA dans les collèges et lycées, avec un encadrement pour les élèves. Elle autorise la reproduction de la soufflerie EOLIA sous certaines conditions respectueuses de... l'esprit EOLIA ! Deux types de conventions ont été rédigées en bonne et due forme, dont celle concernant la reproduction de la soufflerie :

Cette charte d'engagement précise les engagements mutuels de la 3AF et de l'établissement. Elle rappelle que cette soufflerie est avant tout un outil pédagogique destiné aux scolaires des collèges et lycées et aux présentations au grand public.

La 3AF s'engage en particulier à :

- **fournir tous les plans**, conseils et documentations nécessaires à la construction de la soufflerie,

- **maintenir en état de fonctionnement**, dans la mesure de ses capacités, l'ensemble des moyens utiles aux participants au projet, notamment le forum d'entraide (<http://forum-3af-eolia.forumactif.net>),

- **retransmettre les retours d'expérience** des autres participants et organiser la prise de contact et l'échange d'informations entre eux en fournissant un accès au forum et notamment aux discussions protégées de celui-ci. Dans un souci d'entraide, l'établissement peut y trouver les conseils dont il pourrait avoir besoin si d'autres membres ou la 3AF sont en mesure de les lui apporter.

En retour, l'établissement s'engage notamment à :

- **ne pas diffuser ces plans**, à toute autre personne ou organisme de quelque façon que ce soit. La 3AF se réserve seule le droit de diffuser ces informations après avoir constaté la portée pédagogique de l'action ;

- **ne pas commercialiser** ni tirer de bénéfices financiers de quelque façon que ce soit, ni des reproductions de soufflerie effectuées, ni de quelque document relatif au projet que ce soit. La soufflerie doit avant tout rester un objet à visée pédagogique et être non lucrative ;

- **respecter les normes de sécurité** en vigueur ainsi que les règles élémentaires de sécurité indiquées dans les différents documents fournis ;

- **fournir un retour d'expérience** à l'équipe de la 3AF et aux autres membres du projet à travers le forum déjà cité mis à sa disposition ;

- **faire bénéficier la 3AF** et les autres membres du projet des améliorations qu'il aurait pu y apporter ou qu'il aurait envisagées à travers le même forum ;

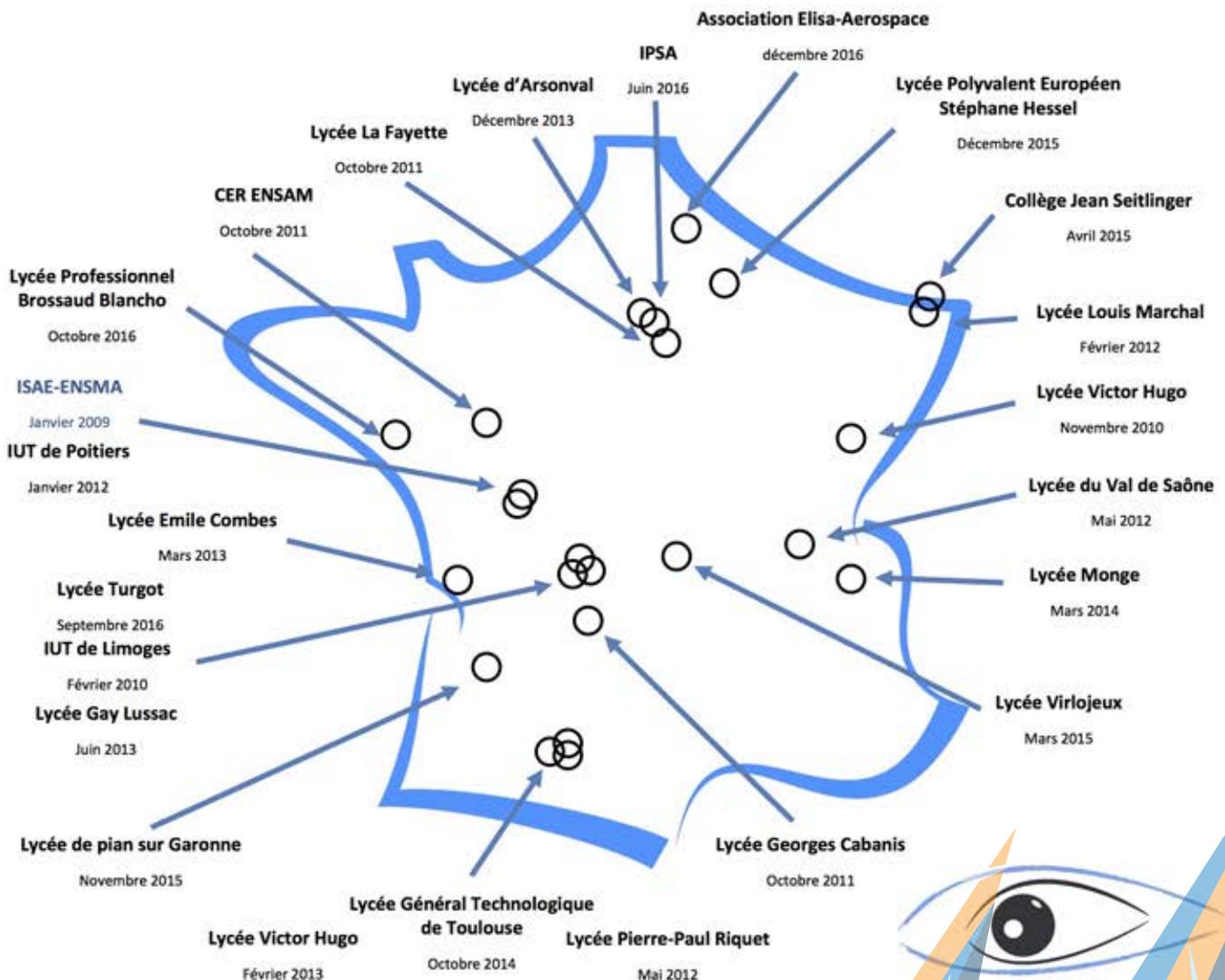
- **faire figurer les noms et logos** de la 3AF et de ses partenaires (ENSMA, Fondation Airbus Group, Dassault-Aviation) sur tous les supports se rapportant à la soufflerie et présentés au public ;

- **informer** officiellement la 3AF en cas de volonté de retrait du projet afin de définir les modalités de celui-ci, dans un souci de protection des données qui auraient pu lui être transmises.

Des règles de sécurité sont consignées dans une annexe de la convention afin de décliner toute responsabilité de la 3AF en cas d'utilisation malencontreuse de l'outil pédagogique.

Déploiement d'EOLIA

A ce jour, 24 établissements ont signé une convention de reproduction d'EOLIA avec la 3AF. La liste et le positionnement géographique ci-dessous montrent que la 3AF, à travers EOLIA, devrait progressivement devenir visible dans un grand nombre de régions en France à travers les établissements scolaires : IUT de Limoges (février 2010), Lycée Victor Hugo de Besançon (novembre 2010), Lycée Georges Cabanis de Brive (octobre 2011), Lycée La Fayette de Champagne sur Seine (octobre 2011), CER ENSAM Site d'Angers (octobre 2011), IUT de Poitiers (janvier 2012), Lycée Louis Marchal de Molsheim (février 2012), Lycée Pierre-Paul Riquet de Saint-Orens de Gameville (mai 2012), Lycée du Val de Saône du Trevoux (mai 2012), Lycée Victor Hugo de Colomiers (février 2013), Lycée Emile Combes de Pons (mars 2013), Lycée Gay-Lussac de Limoges (Juin 2013), Lycée d'Arsonval de Saint Maur (décembre 2013), Lycée Monge de Chambéry (mars 2014), Lycée Général Technologique de Toulouse (octobre 2014), Lycée Virlojeux de Riom (mars 2015), Collège Jean Seitlinger de Rohrbach les Bitche (avril 2015), Collège de Plan sur Garonne (novembre 2015), Lycée Polyvalent Européen Stéphane Hessel d'Épernay (décembre 2015), Istituto Statale Istruzione Superiore Valdarno à Arezzo -Toscane, Italie (février 2016), IPSA d'Ivry sur Seine (juin 2016), Lycée Turgot de Limoges (septembre 2016), Lycée Professionnel Brossaud Blancho de Saint Nazaire (octobre 2016), Association Elisa-Aerospace de Saint Quentin (décembre 2016).



Y'a-t-il une vie après EOLIA ?

L'attractivité d'EOLIA auprès des établissements scolaires n'est plus à démontrer. Les nombreuses demandes formulées auprès de la 3AF, sans qu'aucune véritable publicité n'ait été orchestrée en ce sens, en sont la preuve. Au-delà de cette constatation, la suite positive de l'histoire consisterait à ce que les établissements porteurs des « clones » d'EOLIA puissent communiquer entre eux, qu'ils échangent leurs innovations en matière d'instrumentation, d'expériences et de pédagogie, qu'ils installent dans le paysage français une dynamique autour d'un outil simple consistant à étudier l'effet du vent sur un objet et par là-même à participer de cette réhabilitation des métiers techniques liés à l'aérodynamique en rapport avec le secteur aérospatial ! A ce titre, la 3AF interviendrait de façon pertinente dans le monde de l'enseignement et assumerait une de ses fonctions – attractivité et pédagogie - de société savante de référence pour l'Aéronautique et l'Espace ! Parmi les actions en lien direct avec la soufflerie EOLIA, citons la célébration récente de Gustave Eiffel aérodynamicien. Cette démarche, pilotée par Bruno Chanetz et Jean Détery, tous deux acteurs de la Commission Technique Aérodynamique de la 3AF, fait suite au colloque Eiffel 2012 organisé à Paris. L'exposition, intitulée « Les souffleries, 100 ans après Eiffel », s'est tenue à la Mairie du 16ème arrondissement du 5 au 13 avril 2013. L'Onera, le CSTB, Le GIE S2A de Saint-Cyr ont contribué, avec l'association AéroEiffel (organisatrice) et la 3AF, à la construction de cette exposition désormais disponible. La soufflerie EOLIA du Lycée de Champagne sur Seine y fut présentée avec un grand succès !



Jean Tensi,
Président du Groupe
3AF Poitou et Chargé de
Mission Jeunes 3AF



Exposition « Les souffleries, 100 ans après Eiffel »,
5-13 avril 2013, Mairie du 16ème arrondissement de
Paris

Témoignage du Lycée La Fayette de Champagne sur Seine

Le 19 octobre 2012 a eu lieu l'inauguration de la soufflerie EOLIA réalisée au lycée La Fayette de Champagne sur Seine dans le cadre du partenariat avec la 3AF.



A cette occasion, Gérard Convert apporte le témoignage suivant sous forme d'une interview qu'il nous a accordée.

1- Gérard Convert, pouvez-vous nous présenter votre établissement et le rôle que vous y jouez ?

Le lycée La Fayette à Champagne sur Seine, en Seine et Marne, est un établissement de type « Lycée des métiers » avec une offre de formation très complète : 3ème Dp6, CAP, Bacs Professionnels, Bacs technologiques, BTS et Classes préparatoires.

Nous proposons différents parcours de formations dans les filières : électronique, informatique, productique, électrotechnique et Sciences de l'Ingénieur. Près de 800 élèves et étudiants bénéficient d'un enseignement de qualité dispensé par une centaine d'enseignants sur nos deux sites de formations qui sont équipés des technologies les plus récentes.

Ma fonction est celle de chef de travaux qui correspond à la responsabilité de tout ce qui touche à l'enseignement professionnel et technologique (gestion, achats et suivi de la maintenance des équipements, coordination des équipes de professeurs, organisation des formations, etc.) en collaboration avec la direction de l'établissement

2- En quoi le projet EOLIA vous a-t-il semblé de nature à intéresser les élèves ?

C'est un équipement qui est absent des équipements traditionnels de l'enseignement scientifique et technologique. Peu de matériels existent sur le marché ou ils sont très coûteux.

La définition de la structure a été pensée pour être réalisable avec des moyens de fabrication courants. Une fois fabriquée cela devient un bel équipement qui suscite la curiosité des élèves et des enseignants et le désir d'en comprendre les conditions de fonctionnement et son exploitation.

Pour des élèves de collège, qui potentiellement pourraient venir dans notre établissement, la soufflerie pédagogique va nous permettre de leur faire découvrir des phénomènes élémentaires d'aérodynamique sur des objets courants et peut-être déclencher en eux un intérêt pour ce domaine et les filières métiers qui y sont associées. Pour nos élèves de Pré/bac, les phénomènes aérodynamiques sont très peu approchés.

Les nouveaux programmes de l'enseignement technologique nécessitent d'intégrer des notions d'aérodynamique dans l'étude des systèmes et des produits. En Post/Bac ou classes préparatoires l'accès à des souffleries pédagogiques est difficile et on se contente quelques fois de maquetages numériques et de simulations difficiles à mettre en oeuvre.

3- De quelle manière s'est déroulée la construction de « votre » soufflerie EOLIA ?

Plusieurs options étaient possibles, mais nous avons fait le choix de rester autonome sur la fabrication pour raccourcir au maximum les délais. Nous visions l'objectif de pouvoir commencer à exploiter la soufflerie au cours de l'année scolaire 2012-2013.

Nous avons eu la chance de disposer au sein de l'établissement des compétences de l'un de nos personnels du service maintenance.

Le planning a pu être ainsi respecté :

Septembre 2011 : Prises de contacts avec G. LARUELLE (ASTECH) et J.TENSI (ENSMA)

Octobre 2011 : Présentation de la Convention au conseil d'administration du Lycée

10 et 14/10/2011 : Signature de la convention ENSMA/Lycée la Fayette

27/10/2011 : Rencontre avec J. Tensi et G. Convert sur le site de l'ENSMA (Poitiers) pour transmission du dossier technique.

Novembre 2011 : Achat des fournitures et Lancement de la fabrication de la soufflerie

29 juin 2012 : Réception de la soufflerie et premiers essais fonctionnels

3 juillet 2012 : Présentation aux enseignants du Lycée

L'inauguration a eu lieu le 19 octobre 2012

4- Quelles sont les activités développées autour de ce projet ?

En 2012-2013 la soufflerie EOLIA va nous servir de support et de système pour plusieurs actions :

- une utilisation dans sa version originale pour la mise en évidence de phénomènes aérodynamiques pour nos enseignements technologiques,
- une exploitation dans le cadre des TIPE de nos classes préparatoires,
- des démonstrations de sensibilisation à l'aérodynamique lors de nos actions de communications : Journées portes ouvertes, visites de collégiens, forums, etc,
- en parallèle de son utilisation normale, la soufflerie va servir de support à l'étude et à la réalisation de projets en BTS avec pour objectif d'améliorer, à terme, son exploitation, son pilotage et la récupération des données (projets en BTS électrotechnique, BTS système électronique, BTS productique et BTS IRIS : Informatique et réseaux).

5- Pensez-vous que les jeunes concernés par l'aventure EOLIA soient susceptibles d'être un peu plus attirés, pour leur carrière, par l'aérodynamique et les métiers associés, notamment ceux de l'aérospatial ?

C'est un environnement d'étude et de travaux pratiques très rarement rencontré dans nos lycées.

Les formations s'appuient de plus en plus sur l'étude de systèmes et de produits attractifs de la vie courante pour être plus rapidement compréhensibles par les jeunes. Ces supports pour l'enseignement intègrent souvent déjà les meilleures technologies. Leurs formes extérieures, leur design, leur ergonomie, les matériaux utilisés et les couplages possibles engendrent fréquemment une grande partie de leur niveau de performances. Dans l'enseignement technologique cette partie est souvent occultée. La soufflerie va permettre de leur apporter des réponses sur les fonctions d'un produit difficilement explicables sans la mise en évidence des phénomènes. La découverte de cet environnement d'essais et une meilleure compréhension des phénomènes associés, peut, en effet, générer un intérêt particulier pour un jeune et faire naître en lui un projet professionnel. Il aura compris pourquoi l'avion peut voler ?, pourquoi la forme du casque d'un cycliste ou les formes d'une automobile, et il aura accès aux leviers d'améliorations des performances grâce aux essais en soufflerie.

6- Avez-vous des remarques particulières et autres commentaires ?

EOLIA est un superbe projet qui rend accessible avec une progressivité possible un domaine scientifique très pointu dont les systèmes d'études sont trop compliqués pour un enseignement scientifique et technologique au niveau secondaire.

Interview recueillie par Jean Tensi, Président du Groupe régional 3AF Poitou et Chargé de mission Jeunes 3AF

En résumé

- EOLIA est la soufflerie éducative de la 3AF, conçue par le groupe 3AF Poitou et les étudiants de l'ISAE-ENSMA.
- EOLIA est de conception simple, économique, aisée à construire, et transportable.
- EOLIA permet la réalisation d'expériences aérodynamiques, elle permet de générer des écoulements jusqu'à 90 km/h en moins d'une minute et offre un volume expérimental de 65L.
- À ce jour, 24 souffleries ont été construites dans toute la France et en Italie.

CONTACT

**3AF, Association Aéronautique
Astronautique de France, Groupe
Poitou-Charentes**

Site web: www.3af.fr

E-mail: poitou@3af.fr

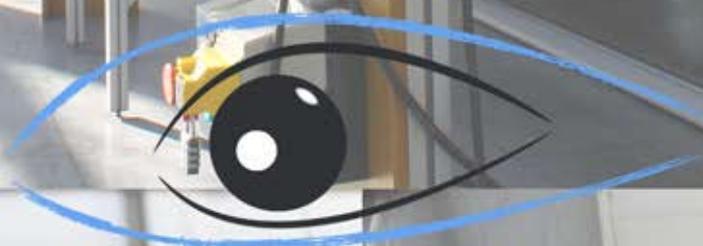
Jean Tensi, Président du
groupe 3AF Poitou et chargé
de mission jeune 3AF

E-mail: jean.tensi@sfr.fr

Tél: 05 49 01 86 06

06 82 43 28 24

Retrouvez toutes ces informations mais aussi les témoignages des établissements partenaires et des ressources pédagogiques sur www.3AF-eolia.ensma.fr



EOLIA

La soufflerie éducative de la 3AF

