RAPPORT ANNUEL

2011



retour sur innovation

L'ONERA en brefp. 4
Chiffres-clés
Organisationp. 7
Faits marquantsp. 8
Prix scientifiquesp. 11
Ressources humaines
Recherche exploratoire
> PRF Decawattp. 14
> ANR & Institut Carnot
Défense
> Protection & Sécurité nationale
> Dissuasionp. 20
> Renseignementp. 22
> Intervention
Aéronautique
> Motorisation open rotorp. 26
> Biocarburants
> Réduction du bruit
> Sécurité-vibrationsp. 32
> Sécurité-givrage
Espace
Prospective
Valorisation
International p. 42

L'ONERA et notre industrie aérospatiale et de Défense

Au moment même où se profilent de nouveaux acteurs sur la scène mondiale, notre industrie réinvestit dans les études amont pour préparer les produits de 2025-2035, et ce malgré un contexte financier particulièrement tendu.

Ceci montre bien que la dimension technologique est essentielle pour sa compétitivité et son développement en France.

Les choix faits depuis une douzaine d'années par l'ONERA en matière de recherche amont ou exploratoire ont-ils été les bons ? Ces choix, proposés par nos scientifiques, nous permettentils d'être au rendez-vous sur les sujets de l'industrie de demain ?

La réponse est oui : avec, en 2011, une augmentation de 31 % de notre activité pour l'industrie et de 42 % des notifications de contrats, il est clair que nos compétences et nos métiers se sont bien focalisés sur ceux dont l'industrie a besoin.

L'année 2011 a vu nos partenariats exemplaires avec MBDA, Eurocopter, Safran ou Airbus franchir de nouvelles étapes.

Les investissements scientifiques et techniques côté souffleries portent leurs fruits, à l'orée d'une période cruciale pour des choix déterminant l'efficacité kérosène et acoustique des avions du futur.

Cette capacité d'anticipation de l'ONERA, associée à la qualité et au professionnalisme de ses relations avec l'industrie, a valu le renouvellement du label CARNOT de l'institut d'Ingénierie des Systèmes Aérospatiaux pour la période 2011-2016.

Qu'il s'agisse d'innovation, maître-mot de la préparation du futur programme cadre européen Horizon 2020, ou de réindustrialisation, thème d'actualité au niveau national, cette association est la clé de notre futur.

Denis Maugars Président-directeur général de l'ONERA







Premier acteur français de la recherche aérospatiale et de Défense



retour sur innovation

Toujours avec une longueur d'avance scientifique et technique, l'ONERA investit dans la recherche exploratoire et crée l'innovation. Il prépare les technologies de défense qui anticiperont et provoqueront la surprise stratégique et tactique. Il est acteur des technologies clés pour l'aviation civile de demain : moins de kérosène, moins de bruit, plus de sécurité.

L'ONERA rassemble les talents de 2000 personnes associant les métiers en énergétique, aérodynamique, matériaux et structures, électromagnétisme, optique, physique de l'instrumentation, environnement atmosphérique et spatial, systèmes complexes et embarqués, traitement de l'information et prospective.

L'ONERA est le premier pôle de compétences en Europe pour les souffleries aéronautiques.

Orienté résultats, l'ONERA conduit ses recherches en mode projet avec rigueur, excellence scientifique, expertise impartiale et confidentialité. 2/3 sont sur contrats commerciaux avec des contraintes de délais et de concurrence. Son budget est de 244 millions d'euros, dont 26 millions sont investis pour maintenir ses infrastructures au meilleur niveau.

L'ONERA est le partenaire des agences publiques et de l'industrie.

CHIFFRES-CLÉS ORGANISATION

Chiffres-clés 2011

2100

personnes dont

1533 ingénieurs et cadres

dont **258** doctorants

266 stagiaires

23 % de femmes

102 recrutements

dont 79 ingénieurs et cadres

1014

communications don

270

publications dans des revues à comité de lecture

1156

rapports techniques

57

thèses soutenues

244 millions d'euros de budget

ont **26**

millions d'euros d'investissements

125 millions d'euros de contrats notifiés

91,6 millions d'euros de subvention

59 % d'activité sur contrats





Le Comité de Direction

De gauche à droite :

Emmanuel Rosencher, Directeur Scientifique Général ;

Thierry Michal,

Directeur Technique Général ; **Denis Maugars**

Président Directeur Général ;

Véronique Padoan,

Directeur des Ressources Humaines ;

Patrick Wagner, Directeur des Grands Moyens Techniques ;

Michel Humbert,

Directeur du Développement Commercial et de la Valorisation.

L'organisation scientifique et technique de l'ONERA

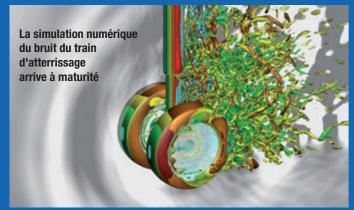
BRANCHES SCIENTIFIQUES	DÉPARTEMENTS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES	Potentiel scientifique et technique
Mécanique des Fluides et Énergétique	 > Aérodynamique appliquée > Aérodynamique fondamentale et expérimentale > Énergétique fondamentale et appliquée > Modèles pour l'aérodynamique et l'énergétique > Simulation numérique des écoulements et aéroacoustique 	29 %
Physique	> Optique théorique et appliquée > Électromagnétisme et radar > Mesures physiques > Environnement spatial	22 %
Matériaux et Structures	 > Aéroélasticité et dynamique des structures > Matériaux et structures composites > Matériaux et structures métalliques > Laboratoire d'étude des microstructures* 	11 %
Traitement de l'Information et Systèmes	 > Prospective aérospatiale** > Conception et évaluation des performances des systèmes > Traitement de l'information et modélisation > Commande des systèmes et dynamique du vol 	18 %
Grands Moyens Techniques	 Souffleries de Modane-Avrieux Souffleries du Fauga-Mauzac Réseau Ingénierie et Maquettes Produits et Services Logiciels 	20 %

^{*} Unité mixte ONERA-CNRS ** Département à vocation transversale

7

Faits marquants 2011

Janvier



Pour le programme Airbus « Lagoon », l'ONERA a reproduit avec son logiciel aérodynamique elsA les turbulences autour d'un train d'atterrissage, afin d'en prédire le rayonnement acoustique. Les comparaisons aux essais menés aux souffleries F2 et Cepra 19 sont très concluantes.

La turbulence à l'origine du bruit de jet observée à haute cadence

Des mesures de vitesse par PIV (vélocimétrie par image de particules) révèlent en soufflerie pour la première fois les interactions dynamiques entre les différentes échelles de turbulence. Elles seraient à l'origine des bruits des jets issus des moteurs aéronautiques.

Validation d'algorithme pour la surveillance maritime à l'aide de drones Succès de la campagne d'évaluation aéromaritime du démonstrateur du drone ReSSAC, pour une validation d'algorithme de suivi de bâtiment de surface à partir de données laser et caméra (PEA Action).

Mars



Acquisition d'une nouvelle machine d'essai de fluage pour mesurer les caractéristiques mécaniques de matériaux pour applications très chaudes. Les essais peuvent être réalisés jusqu'à 1500°C, dans différentes atmosphères. Force applicable de 20 à 1000 daN.

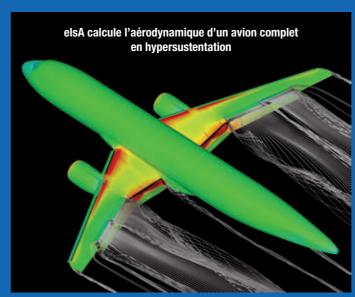
Création d'un prix de doctorant ONERA

Pour la première fois en 2011, l'ONERA a remis un prix à sept doctorants en fin de thèse, selon des critères basés sur la qualité, l'originalité et la portée des travaux, la clarté de l'exposé oral, ainsi que le nombre de publications et de communications dans des congrès.

Innovation en diagnostic optique de la combustion

La strioscopie focalisée permet de visualiser un écoulement sur une très faible profondeur de champ. Utilisée pour observer la combustion des particules d'aluminium dans les moteurs à propergol solide, elle a ainsi permis de valider les modèles. Ses applications sont potentiellement très nombreuses.

Mai

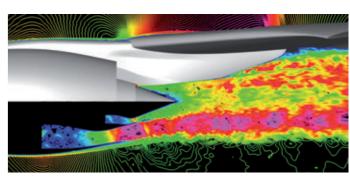


Pour cette première, la simulation s'est appuyée sur un maillage de 37 millions de points, réalisé selon la stratégie Chimère, permettant d'assembler différents maillages élémentaires décrivant nacelles, becs, volets, spoilers...

Des actionneurs plasma pour réduire la traînée aérodynamique

Dans le cadre du projet européen Plasmaéro, des résultats prometteurs ont été obtenus avec des actionneurs plasma. Ils ont permis d'éviter des décollements massifs et de contrôler des instabilités aérodynamiques sur des profils. Résultats spectaculaires sur la traînée et le recul de la transition.

Juillet



Progrès dans le calcul des jets de moteurs aéronautiques

Un générateur de turbulence numérique, développé pour le logiciel elsA, permet de simuler avec une plus grande précision le développement des jets. Cette innovation fait suite aux mises en évidence expérimentales et numériques de la forte influence de la turbulence issue du moteur sur les jets.

Combustion supersonique en soufflerie

Première expérience de combustion supersonique dans la soufflerie hypersonique F4 du centre du Fauga-Mauzac. Cet essai, sur plaque plane et injecteur isolé d'hydrogène gazeux, prépare des simulations prochaines sur des chambres de combustion supersonique en jet libre pour des vols à Mach 8 et au-delà.

Réussite du test d'un injecteur innovant pour la propulsion spatiale

Réussite du test d'un injecteur d'une technologie nouvelle en Europe - un double « Swirl » alimenté en oxygène liquide / méthane liquide. Cette première a été mise en œuvre sur le banc cryotechnique Mascotte du centre de Palaiseau. Enjeu : la réduction des coûts des lancements.

Février



Caractérisation aérodynamique du démonstrateur aéroporté Eole (programme Perseus) dans la soufflerie L2 de Lille, dans le cadre du futur lanceur de nanosatellites du Cnes. Objectif de ces mesures: préparer les lois de pilotage et de commande, évaluer les performances.

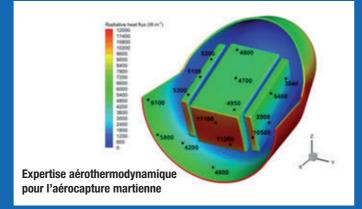
L'onde de souffle au décollage d'Ariane 5

Premier tir au Fauga-Mauzac d'une maquette de propulseur P230 conçue pour reproduire l'onde de souffle au décollage d'Ariane 5. Les chargements en propergol ont étés adaptés pour reproduire au mieux l'allumage. Une campagne de mesures acoustiques suivra sur un pas de tir à la même échelle (1/35).

Un nouveau laboratoire de diffraction par rayons X

Avec deux appareils très innovants, on pourra mieux accéder aux compositions et structures atomiques, étudier les changements de phases selon la température, déterminer les états de contrainte interne. Objectifs : enrichir les modèles de calcul de structure et d'analyse de durée de vie des matériaux.

Avril



Fin du projet européen Aerofast sur l'aérocapture martienne. L'ONERA, grâce à son expertise en aérothermodynamique, sélectionne par simulation numérique un concept qui permettra une mise en orbite économique d'orbiteurs autour de Mars.

Temps de calcul et complexité des formes réconciliés pour l'aéroacoustique Un procédé de couplage de méthodes sur maillages hybrides dans un calcul de propagation acoustique a montré son intérêt pour des applications industrielles. Il facilite en effet la prise en compte de géométries complexes tout en réduisant le coût du calcul.

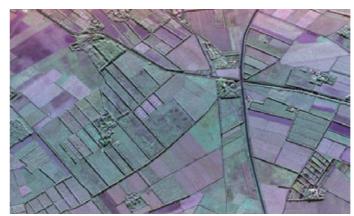
Nouvel outil pour la caractérisation

de l'environnement radiatif atmosphérique

Un spectromètre neutron, développé avec l'IRSN, est opérationnel au Pic du Midi. Il mesure la dynamique de l'environnement radiatif atmosphérique en fonction des conditions atmosphériques et de la météo spatiale, ainsi que les <u>effets sur les électr</u>oniques intégrées.

*IRSN: Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

Juin



Validation du système aéroporté RAMSES-NG

Les vols de qualification organisés par la DGA Essais en vol d'Istres ont permis de réussir les premiers essais d'imagerie SAR à bord du système RAMSES-NG, dont la chaîne d'acquisition radar a été complètement refondue. Les capteurs – radar et optique – sont intégrés dans deux pods sous la voilure de l'avion.

Amélioration de la performance de lanceurs à propulsion hybride

A l'occasion des rencontres du C-SPACE, des étudiants de l'ISAE ont lancé avec succès leur fusée équipée d'un moteur doté des dernières innovations du laboratoire de propulsion de l'ONERA, en particulier une modulation de poussée commandée par calculateur embarqué.

Réalisation d'un laser fibré d'impulsions ultra-brèves émettant à 2 µm

Plus fiable, plus efficace, plus sobre, ce laser émettant dans l'infrarouge moyen aura une application directe en spectrométrie des gaz, et a des perspectives en chirurgie ophtalmique. C'est une première mondiale, obtenue dans le cadre de recherches amont pour la Défense.

Août



Au Chili, campagne de caractérisation du rayonnement *nightglow* - faible éclairage naturel dans l'infrarouge proche, dû au rayonnement OH en haute atmosphère. Les caméras infrarouge et le spectro-radiomètre ONERA confirment le *nightglow* comme bon candidat pour la vision nocturne.

L'ONERA devient partenaire associé de Sesar

L'ONERA renforce son engagement pour la modernisation de la gestion du transport aérien et devient partenaire associé du programme Sesar. Trois objectifs : ATM-Fusion - insertion des drones dans le trafic, Innovate - validation des systèmes ATM, Magnitude - Communication, navigation, surveillance.

Septembre



Validation en ambiance industrielle, devant les Etats-Majors de l'Armée de l'Air, d'un moyen de contrôle non destructif par vibrométrie laser, issu de plusieurs années de recherche à l'ONERA dans ce domaine. Aucun traitement du signal n'est requis

Des nanoparticules françaises pour les propergols

Afin d'accélérer la combustion de certains propergols, l'ONERA expérimente des mélanges à base de nanoparticules métalliques. De telles structures — d'aluminium — obtenues par synthèse chimique avec le CNRS, répondent au besoin. Avantages : maîtrise de la granulométrie et approvisionnement national.

Octobre



Le battlelab de l'ONERA a été relié au Laboratoire Technico-Opérationnel DGA, ainsi qu'aux battlelabs industriels (Thalès, Cassidian, MBDA et à terme EADS/Astrium), au réseau OTAN... L'interopérabilité des moyens permettra par exemple de simuler entre l'ONERA et la DGA la mission d'un futur drone de combat.

Sethi, l'imagerie aéroportée radar - optique de l'ONERA

Premières images optiques, couplées avec des images radar, obtenues à l'occasion du dimensionnement d'un système aéroporté de surveillance de l'environnement. Le pod Sethi, moyen unique au monde, est équipé à cette occasion d'un imageur radar, d'une caméra visible et d'une caméra hyperspectrale.

Un détecteur infrarouge courbe pour un champ de vision élargi

Cette caméra, première mondiale, a été mise au point dans le cadre d'une thèse. Elle intéresse toutes les applications nécessitant un grand champ comme la Défense (simplification des systèmes), l'astronomie (télescopes de surveillance et de cartographie céleste, E-ELT), le médical.



Une nouvelle application du vibromètre lidar de l'ONERA vise à établir le diagnostic structurel de bâtiments après un séisme, à distance de sécurité. Une résolution inégalée a été obtenue en mesurant des vibrations d'une amplitude de quelques centaines de nanomètres.

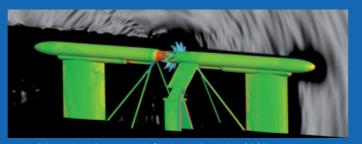
Caractérisation acoustique des éoliennes

L'ONERA a mené une campagne de caractérisation in-situ des sources de bruit d'origine aérodynamique engendrées par les éoliennes (contrat GDF-SUEZ). L'objectif est de mieux comprendre le lien entre le niveau de bruit perçu au sol et celui effectivement produit par l'éolienne.

Conception d'un nouveau profil de pale de rotor

Conception aérodynamique pour Eurocopter d'un profil de pale de rotor d'hélicoptère. Le profil atteint tous les objectifs, dans un contexte d'engagement de résultats et de délais. L'ONERA continue, 30 ans après les familles OA2, OA3 et OA4. à être le pourvoyeur de profils de l'industriel hélicoptériste.

Décembre



220 millions de points pour l'aérodynamique des CROR

Dans le cadre des recherches sur l'acoustique des hélices contrarotatives, le logiciel elsA a été mis en œuvre pour reproduire les effets d'installation d'un doublet d'hélices. Les calculs à 220 millions de points ont été jugés concluants après comparaison avec les résultats d'essais menés au TsAGI.

Essais de vibrations pour le démonstrateur de lancement spatial Eole

Une campagne expérimentale a permis de vérifier le comportement au flottement du démonstrateur de lanceur aéroporté Eole. Les données acquises alimenteront des simulations aéroélastiques pour vérifier que les limites de flottement sont compatibles avec le domaine de vol.

Une campagne d'imagerie radar pour la surveillance maritime

La station aéroportée d'imagerie multispectrale Sethi a effectué une campagne maritime au dessus de l'Atlantique. Des images SAR ont été produites par des états de mer très variés, sur de petits bateaux très rapides. Les capacités en détection radar de ce type de cibles ont été évaluées.

Microscope, mission de responsabilité scientifique ONERA, partira en 2015

Cette mission de physique fondamentale, qui aura pour objectif de mettre à l'épreuve le principe d'équivalence, a été confirmée pour un lancement par le lanceur Vega en 2015.

Prix scientifiques



Prix spécial de l'ESA attribué à Sébastien Deck, ingénieur de l'unité Missiles, hypersonique, lanceurs (MHL) pour sa contribution à la compréhension des écoulements autour des

arrière-corps de lanceur en marge du « 7 th European Symposium on Aerothermodynamics for Space Vehicles ».



Prix Amelia Earhart attribué à Caroline Carvalho Chanel, doctorante de l'unité Conduite et décision (CD). Ce prix récompense des femmes de toute nationalité réalisant

un doctorat dans le domaine de l'aérospatiale. Son sujet de thèse : la planification de ressources capteurs pour la perception en environnement incertain, qui pourra être utilisée pour des drones.



Remise de la médaille Sainte-Claire Deville à Alphonse Finel, directeur du Laboratoire d'Etude des Microstructures (unité mixte ONERA-CNRS), lors

des Journées Annuelles de la SF2M (Société Française de Métallurgie et de Matériaux).



Prix de thèse 2011 de la Fondation ISAE-SUPAERO pour Julien Marty doctorant de l'unité Turbulences, modèles et prévisions (TMP),

Stéphanie Roussel, doctorante de l'unité Systèmes d'information et fusion (SIF) et

Davide Zuzio, de l'unité Multiphasique hétérogène (MH).

Prix de la meilleure communication au 45° Colloque d'Aérodynamique Appliquée (3AF) attribué à Abdelkader Benyahia, doctorant de l'unité Hélicoptères, hélices, turbomachines (H2T) pour sa présentation intitulée « Transition Prediction in Transonic Turbine Configurations Using a Correlation-based Transport Equation Model ».



ODAS Award 2011 décerné à Myriam Kaminski, ingénieur de l'unité Modélisation et caractérisation mécanique des composites (MC2) pour le « Best paper written by a young scientist entitled: Failure of composite laminates under cyclic loading ».



Best Paper Award pour Thomas Polacsek et Laurence Cholvy, ingénieurs de l'unité Modélisations et Analyses pour les Grands Systèmes (MAGS) pour « A Framework to Report and to Analyse a Debate », à la conférence « Computer Supported Cooperative Work in Design CSCWD ».

10

Nos chercheurs parlent de leurs projets

De la recherche exploratoire au transfert de technologies, de la réponse aux défis de l'aviation civile actuelle à la vision prospective du système de transport aérien de demain, les chercheurs de l'ONERA témoignent de leur motivation à mener des projets passionnants, tous guidés par la même envie d'innover.

ERIC BOUCHAÏB CHEF DU PROJET EXPERTISE ACCS

Intervenir en tant qu'expert sur le programme ACCS (Air Command and Control System), qui a pour objectif la rénovation du système de défense aérienne de l'OTAN, est doublement motivant.

Tout d'abord, il s'agit d'un programme ambitieux, tant sur le plan technique que sur le plan opérationnel. Le système qui a été développé doit par exemple pouvoir s'interfacer avec plusieurs centaines de systèmes externes de natures et de technologies très diverses. Ensuite, l'aide que nous apportons à la DGA dans la conduite de l'installation, puis de la mise en service de deux centres ACCS en France, donne du concret à cette expertise. Notre indépendance d'analyse et notre double compétence technique et opérationnelle ont été des points forts dans la conduite de ce projet.

Retrouvez ce projet en page 24



RENAUD LECOURT INGÉNIEUR DE RECHERCHE

2011 sur le banc MERCATO étaient inédits : c'était la première fois que des carburants comportant un fort taux (50%) de caburants alternatifs étaient testés en conditions difficiles, à savoir d'allumage en altitude. Je suis très satisfait d'avoir pu contribuer, à mon niveau, au processus de certification de ce biocarburant. Nous avons développé, avec ce banc, un moyen de niveau européen, voire mondial concernant la qualité des résultats. L'ONERA dispose ainsi d'une petite installation très souple et peu onéreuse qui permet de tester des concepts innovants en propulsion aérobie dans un large domaine de conditions difficiles. Du reste, notre partenaire connaît bien le banc et l'utilise très réqulièrement.

Retrouvez ce projet en page 28

MYRIAM RAYBAUT INGÉNIEUR DE RECHERCHE

La détection d'espèces chimiques pour l'analyse de la qualité de l'air intérieur est une problématique importante au niveau de l'environnement et de la santé publique. La solution technique à base d'oscillateurs paramétriques optiques développée à l'ONERA permet d'adresser un nombre important de ces espèces, tout en gardant un dispositif compact. Cette brique technologique a intéressé la PME Blue Science & Industry, qui exploite deux de nos brevets pour développer un détecteur de polluants intérieurs. Notre partenariat est une belle valorisation des travaux menés à l'ONERA au niveau des sources paramétriques. Cela nous encourage à poursuivre des développements innovants et à les protéges.



OLIVIER DESSORNES INGÉNIEUR DE RECHERCHE RESPONSABLE DU PRF DECAWATT

La micro-turbine étudiée dans le projet DECAWATT est un concept complètement nouveau, avec de forts challenges techniques, qui m'a permis de découvrir de nouveaux horizons scientifiques et techniques et de faire des rencontres humaines très riches. La pluridisciplinarité de l'ONERA a vraiment été le point fort du projet. Toute la palette de la recherche, du fondamental à l'applicatif pur, a été utilisée : des thèses sur des modèles de combustion, des calculs de dimensionnement, des études de matériaux jusqu'à la conception et la réalisation des pièces. L'innovation a vraiment été un moteur de ce projet, qui a donné lieu à la rédaction de deux brevets.

Retrouvez ce projet en page 14



STÉPHANE GICLAIS INGÉNIEUR EN DYNAMIQUE DES STRUCTURES

L'objectif de cette campagne de vibrations au sol était ambitieux et très motivant : diviser par plus de deux la durée des essais, tout en garantissant la même qualité de prestation et de résultat. Pour y parvenir, nous avons dû innover dans toutes les thématiques : des moyens matériels et logiciels aux méthodes de test. Ayant rejoint récemment l'ONERA, qui possède une expérience de plus de 25 ans dans le domaine, j'ai ainsi participé à ma première campagne d'essais de vibrations au sol sur grands aéronefs. Ce qui m'a frappé ? Les moyens impressionnants mis en œuvre pour assurer le bon déroulement d'un essai comme celui-ci, tant sur le plan humain que sur le plan matériel.

Retrouvez ce projet en page 32



Coordonner un projet d'étude d'un système de transport aérien personnel entièrement automatique comme PPlane est intéressant à plusieurs titres. D'abord, il nous permet d'extrapoler les résultats de nos travaux sur les drones et sur l'ATS d'aujourd'hui. Ensuite, il renforce notre légitimité dans la prospective sur le transport aérien du futur, répondant aux attentes des citoyens européens en matière de mobilité et de respect de l'environnement pour le long terme. Enfin, sur un plan plus personnel, le management d'un projet européen est très intéressant car il faut apprendre à gérer des acteurs de cultures différentes, aux méthodes de travail très variables.

Retrouvez ce projet en page 38



ONERA DECAWATT

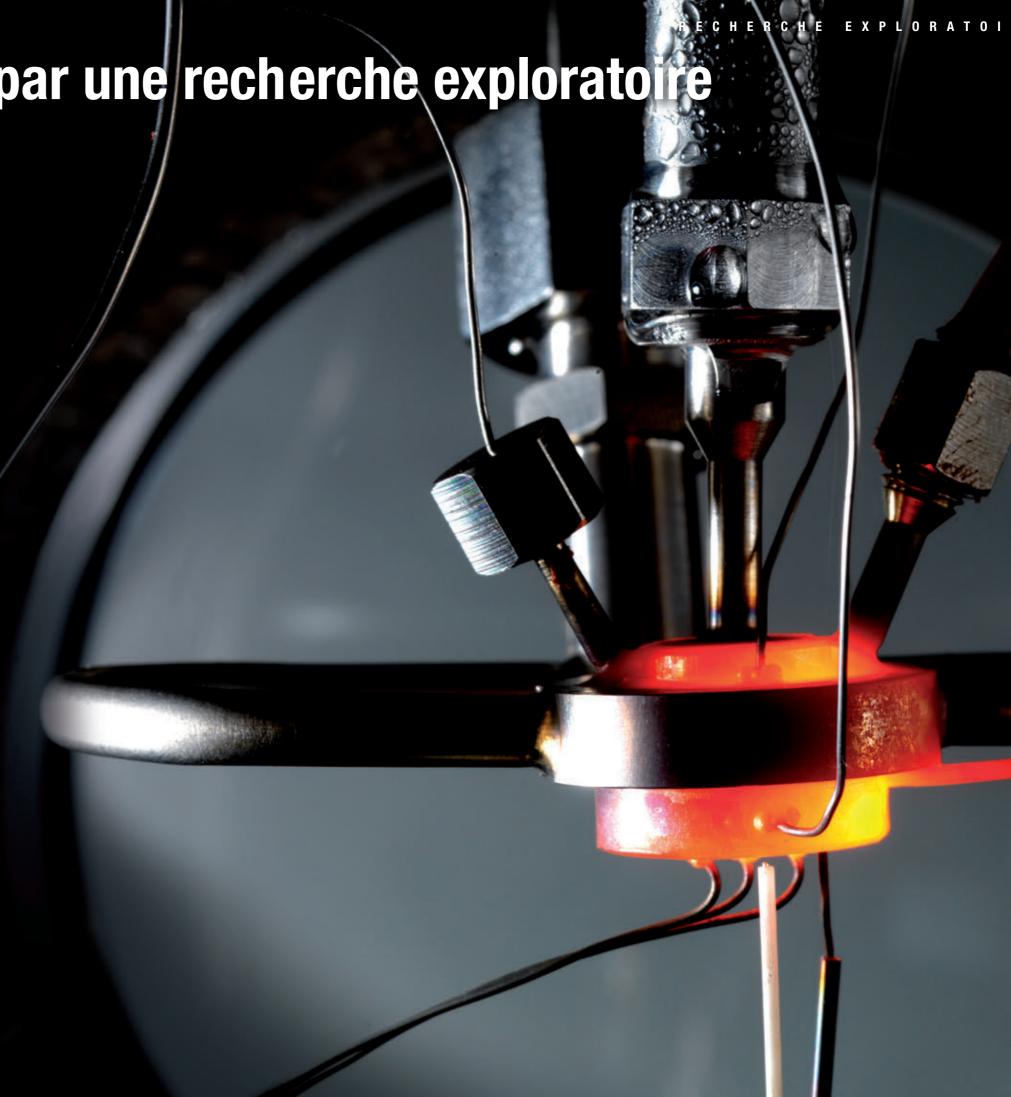
'ONERA crée les ruptures technologiques pour préparer l'avenir à moyen et à long terme. Un des moyens pour y parvenir : les Projets de Recherche Fédérateurs (PRF), qui rassemblent les compétences de ses chercheurs autour de thématiques scientifiques prometteuses. Zoom sur le PRF Decawatt, qui devrait porter à maturité une technologie inédite :

UNE TURBINE À GAZ DE MOINS DE 10 CM³ D'UNE PUISSANCE DE L'ORDRE DE 100W

Pour développer cette micro-turbine unique au monde dans sa gamme de puissance, les différents départements de l'ONERA impliqués ont relevé de nombreux défis scientifiques et technologiques, avec une prise de risque importante.

Ce projet a apporté des connaissances nouvelles sur des thématiques inexplorées, qui donnent à l'ONERA une longueur d'avance. Les chercheurs ont ainsi optimisé la taille de la micro-turbine et sélectionné précisément les matériaux utilisés, en identifiant une solution alternative au silicium. Ils ont validé la combustion du propane dans une chambre de combustion miniature et les méthodes de dimensionnement d'un tel système. En outre, l'originalité des travaux conduits a suscité l'intérêt de la communauté scientifique et augmenté la visibilité internationale de l'ONERA.

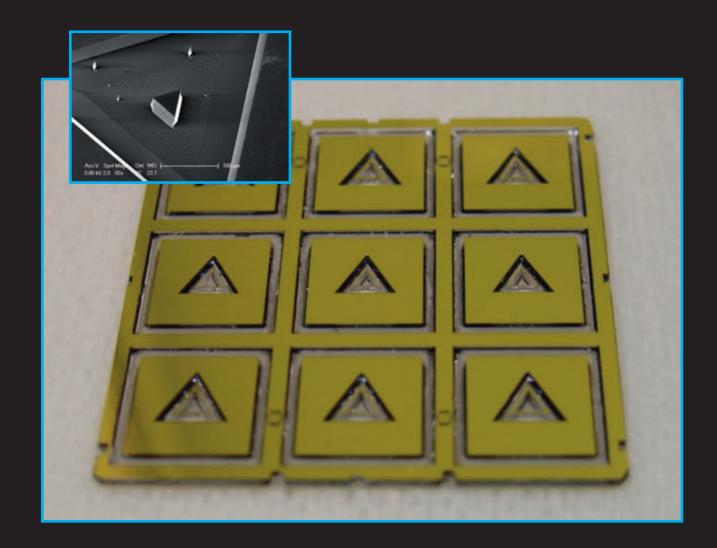
6 années de recherche auront été nécessaires pour développer un conceptmicro-turbine 10 millions de fois plus petit qu'un moteur d'A380 et qui devrait générer son premier watt fin 2012. Cette micro-source d'énergie compacte pourrait jouer un rôle de premier plan dans de nombreux domaines applicatifs comme la robotique, les microdrones ou l'électronique du fantassin.



Participer aux programmes d'avenir



cteur majeur de la recherche française, l'ONERA mène des projets de recherche partenariale proposés à l'ANR et sélectionnés sur la base de l'excellence. Les innovations générées par ces projets scientifiques et technologiques ambitieux renforcent la compétitivité internationale de la recherche scientifique française.



Dans le cadre du programme ANR blanc, l'ONERA a participé au projet ARQOMM (Atteindre le Régime Quantique d'un Oscillateur Mécanique Macroscopique). Il a conçu un microrésonateur en quartz, de fréquence 3,5 MHz et de masse 20 µg, qui a fait preuve de qualités d'ultrastabilité telles qu'il devrait permettre la mise en évidence de son état quantique fondamental, ce qui serait une première mondiale. Ce nouveau concept de résonateur, qui a été breveté, laisse également augurer des avancées dans le domaine des bases de temps en configuration Mems

(Microsystème électromécanique), puisqu'il est compatible avec les techniques de gravure collectives, une spécialité de l'ONERA. Celui-ci pourrait intéresser les récepteurs de radionavigation comme le GPS, ou autres applications requérant des horloges stables.

Le projet ARQOMM, achevé en 2010, a trouvé un prolongement avec le projet Minotore, lancé en décembre 2011 et dans lequel l'ONERA est impliqué pour le développement de résonateurs.

L'ONERA RELABELLISÉ INSTITUT CARNOT EN 2011



Le 28 avril 2011, l'ONERA figurait parmi les 34 lauréats de l'appel à candidatures « Instituts Carnot 2 ». Déjà retenu lors de la première phase du dispositif Carnot, lancée en 2006, l'ONERA confirme, par l'attribution de ce label, son investissement dans la recherche partenariale avec des acteurs socio-économiques, notamment avec des industriels, autour de la thématique Ingénierie des Systèmes Aérospatiaux.

Cette relabellisation renforce également son positionnement à mener simultanément des activités de recherche amont, propres à renouveler ses compétences scientifiques et technologiques, et une recherche contractuelle en réponse aux besoins de l'industrie.

Les projets financés par le dispositif Carnot augmentent la capacité de l'ONERA dans le domaine de la recherche contractuelle. Par exemple, Wireless et SAO visent à améliorer les essais en soufflerie en obtenant des résultats de simulations expérimentales plus fins qui réduisent les marges à la conception.

SAO : Soufflerie Assistée par Ordinateur

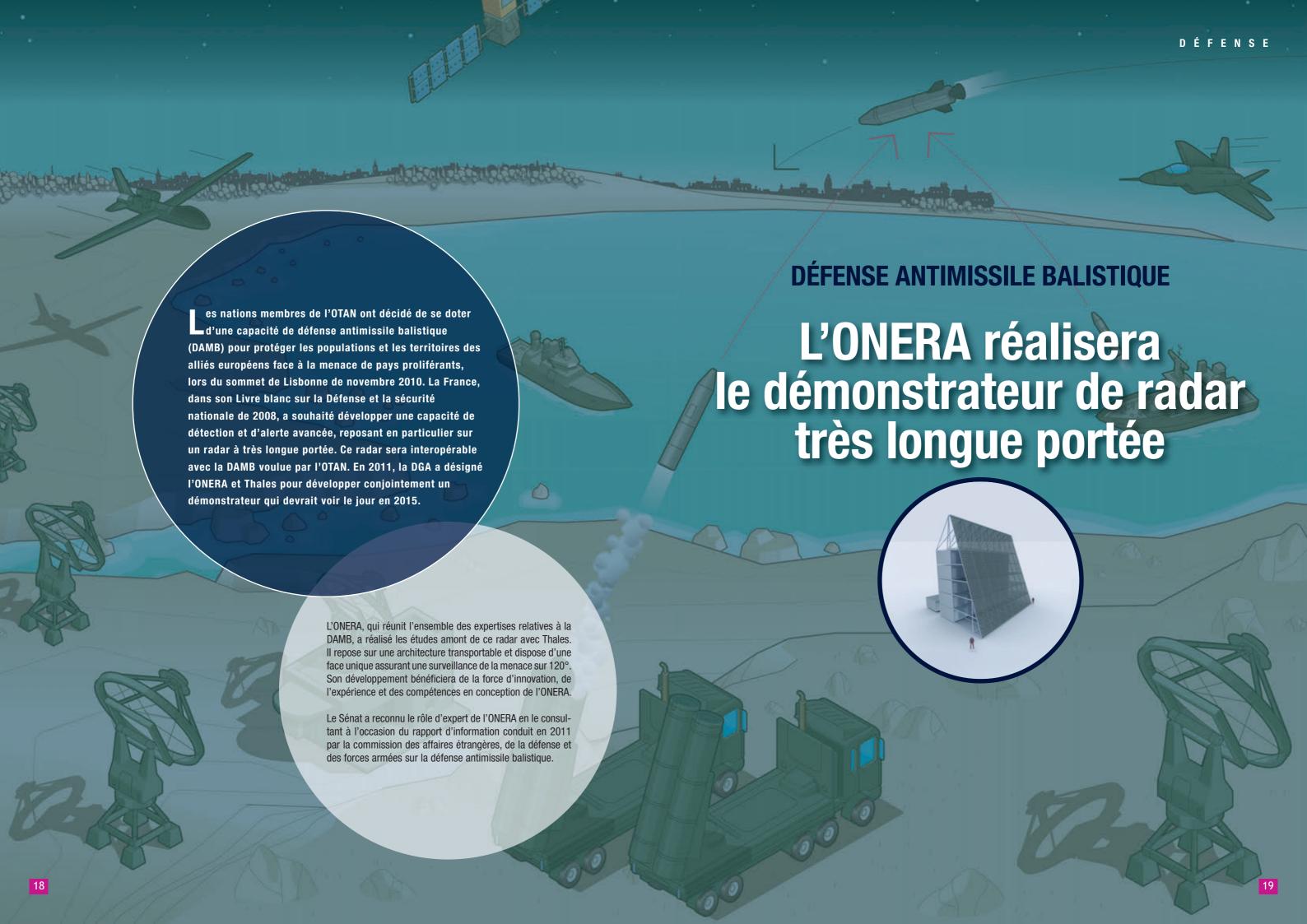
L'objectif du projet SAO : réduire les marges d'incertitude de la simulation expérimentale, en s'appuyant sur les progrès de la simulation numérique pour prendre en compte les perturbations inhérentes aux mesures en soufflerie.

Wireless: Wind tunnel Innovative Rapid Experimental Endeavour for Smart Sensors

L'objectif du projet Wireless : améliorer les essais en soufflerie en miniaturisant l'instrumentation de la maquette et en limitant les câblages entre la maquette et la chaîne de mesure, par la fibre optique et la transmission par voie hertzienne.

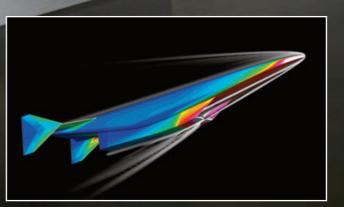
Le rôle fédérateur et stimulateur de l'ONERA est réaffirmé dans les objectifs de la Convention signée avec l'ANR en 2011, puisqu'y figurent l'accroissement des partenariats avec le monde académique et avec les Instituts Fraunhofer allemands.

16



Hypersonique: la propulsion du futur au banc d'essai

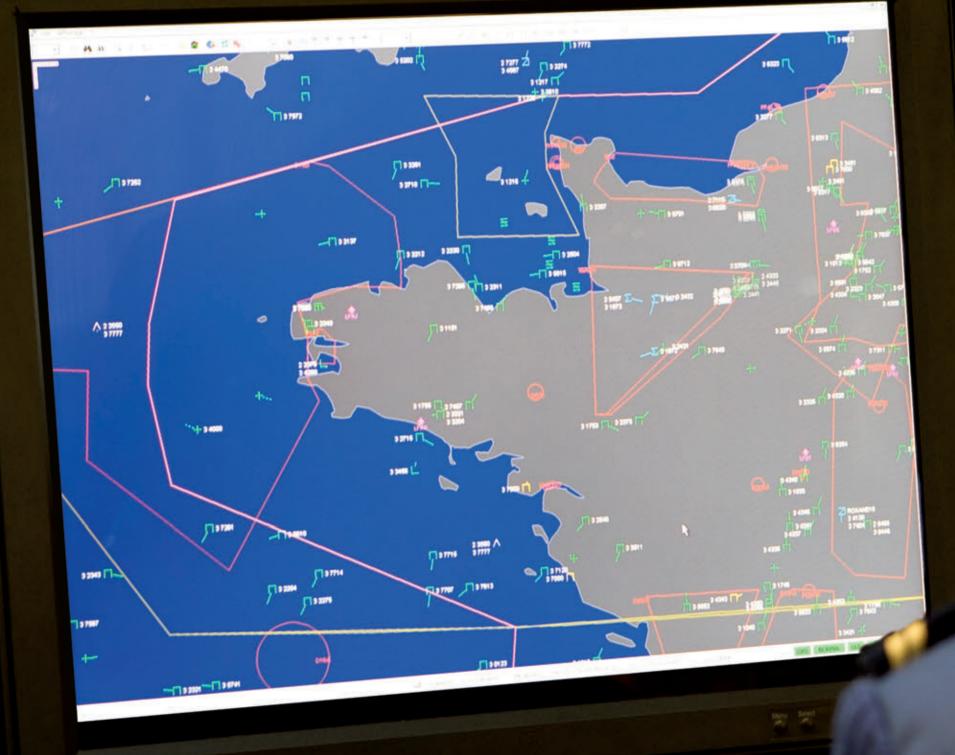
ONERA maîtrise toutes les disciplines, compétences et moyens nécessaires à l'étude de nouveaux modes de propulsion. Il le démontre notamment dans le cadre du programme LEA, mené depuis 2003 avec MBDA pour la DGA. Son objectif : définir un véhicule expérimental à statomixte pour réaliser et tester des prototypes en vol, afin de vérifier l'aptitude de la méthode de développement à prévoir le bilan aéropropulsif, poussée moins traînée, entre Mach 4 et Mach 8.



En 2011, le programme est entré dans sa phase finale : réalisation des prototypes et démonstration de leur aptitude au vol par des essais au sol, avant les essais en vol qui auront lieu en 2014 et 2015. Pour permettre de réaliser au sol des essais de combustion du véhicule LEA à l'échelle 1 en conditions de vol Mach 6, une étape clé de validation avant les vols, la soufflerie S4 de Modane a été spécialement modifiée pour accueillir la maquette.

Le programme LEA vise à démontrer, avec une précision suffisante, du bilan aéropropulsif de ce véhicule expérimental. C'est le prérequis à tout développement de système opérationnel de missile utilisant la propulsion hypersonique.





'OTAN a décidé de renouveler ses centres de commandement et de conduite des opérations aériennes fixes et mobiles en s'équipant d'un système intégré unique pour la planification, la programmation et la conduite des missions.

L'objectif de ce système, appelé ACCS (Air Command and Control System), est de permettre l'interopérabilité avec les systèmes de détection et d'armement nationaux, dans un environnement opérationnel où prédominent les besoins de coordination et d'échanges interarmées, interalliées et civilo/militaires.

Favoriser l'interopérabilité des centres de commandement et de contrôle aériens

L'ONERA assiste la DGA et l'Armée de l'Air dans leurs tâches d'intégration de deux centres¹ ACCS au dispositif de défense aérospatial français existant SCCOA². Les activités de l'ONERA sont orientées sur :

• la réalisation d'expertises technico-opérationnelles contribuant d'une part à évaluer les impacts de l'arrivée de ces entités ACCS dans les structures de commandement existantes et, d'autre part, à préparer leur validation tant sur le plan technique que sur le plan opérationnel ;

• la participation à une étude de sécurité qui doit démontrer que les centres ACCS français intégrés dans l'environnement SCCOA sont raisonnablement sûrs et ne contribueront pas à l'apparition d'un évènement catastrophique. Afin de renforcer son expertise sur le plan opérationnel, l'ONERA a fait appel aux services d'un ancien pilote d'essai, un ancien mécanicien radar et un ancien contrôleur aérien pour leur connaissance du terrain.

Les résultats de ces travaux complètent la perception de la DGA et de l'Armée de l'Air des enjeux, difficultés et risques susceptibles de perturber la mise en service opérationnel des centres ACCS en France.

¹ 2 centres ACCS ont en cours d'installation sur le territoire français (Lyon Mont Verdun et Tours/Cinq-Mars-la-Pile) sur les 15 centres ACCS prévus d'être déployés en Europe.

² SCCÓA: Système de Commandement et de Conduite des Opérations Aérospatiales.



Tester les biocarburants avant leur certification

ace à la croissance constante du trafic aérien et à la raréfaction des ressources naturelles, la recherche de carburants alternatifs au Jet A1 est un enjeu majeur du secteur aéronautique. L'ONERA a coordonné l'étude de référence SWAFEA (Sustainable Way for Alternative Fuel and Energy in Aviation), dont les résultats ont été publiés par la Commission Européenne en 2011. Et a démontré que ses bancs d'essais peuvent apporter une contribution majeure à l'élaboration de procédures de certification pour les carburants candidats à la succession du Jet A1.



L'ONERA a testé en 2011 un biocarburant composé d'un mélange de 50 % de Jet A1 et de 50 % d'huile végétale hydrogénée. Ces tests ont été menés sur le banc Mercato, unique en Europe, car il permet de réaliser des mesures optiques sur des maquettes reproduisant les conditions d'allumage et de réallumage de turboréacteurs ou de turbines d'hélicoptères en haute altitude. Ils ont révélé un givrage du carburant, colmatant l'injecteur lors de l'allumage, et donc hautement dangereux pour l'intégrité de l'aéronef.

Ces résultats ont conduit à réexaminer la certification de ce biocarburant, dont les analyses standard respectaient les spécifications des carburants aéronautiques et n'avaient donc pas mis en évidence ce type de problème.









optimiser les essais de vibrations au sol

A340/600, déjà vibré en 2001 à sa sortie d'atelier. Celui-ci a ainsi servi de banc de validation des nouveaux environnements d'essai d'Airbus, et des moyens matériels et logiciels de l'ONERA et de son homologue allemand de l'Institut d'Aéroélasticité du mettront de répondre efficacement aux spécifications des futurs

(Optimization of Ground vibration Testing).

L'expérience acquise au cours de ces essais et les nouvelles capacités techniques dont l'ONERA est maintenant doté peressais d'identification dynamique des aéronefs, au premier rang Ces moyens et leur stratégie d'utilisation associés visent à desquels l'A350 XWB 900 dont le test est prévu début 2013.

L'ONERA est un organisme référent reconnu au niveau international dans la thématique du givrage : il collabore avec la NASA et la FAA (Federal Aviation Administration) depuis le milieu des années 80 et joue un rôle d'expert auprès de la SAE (Society of Automotive Engineers) pour la définition des moyens de conformité associés aux nouvelles règles de certification. Il a été l'un des premiers au monde à développer des chaînes de calcul permettant de modéliser l'accrétion de givre, l'antigivrage et le dégivrage, et met au point des outils et méthodes numériques pour prévoir les dégradations de performances pour les voilures fixes et tournantes.

Ce positionnement de premier plan l'a amené à organiser, en octobre 2011, une convention sur le givrage, qui a réuni les principaux acteurs du monde aéronautique impliqués dans cette problématique. Cette convention a permis de préciser les attentes réciproques et de définir une vision commune des besoins, des ressources et des actions prioritaires à mener dans les années à venir pour répondre aux exigences de sécurité.

e givrage fait partie des phénomènes particulièrement dangereux pour l'avion : il peut impacter fortement la structure, le moteur ou les hélices, en vol comme au sol. Depuis une dizaine d'années, la variabilité des conditions météorologiques et la pollution engendrent des manifestations encore plus complexes à prendre en charge. Cette problématique concerne un grand nombre d'acteurs du secteur aérien parmi lesquels les constructeurs, les motoristes, les équipementiers, les compagnies aériennes et les aéroports, qui doivent faire face aux problèmes de givrage en ayant recours à des systèmes de dégivrage ou d'antigivrage. Pour les accompagner face à la mise en place de nouvelles règles de certification plus contraignantes, l'ONERA dispose des compétences et des outils pour comprendre et prédire ce phénomène.

Combattre le givrage par une meilleure compréhension du phénomène

Assurer la protection foudre des lanceurs spatiaux





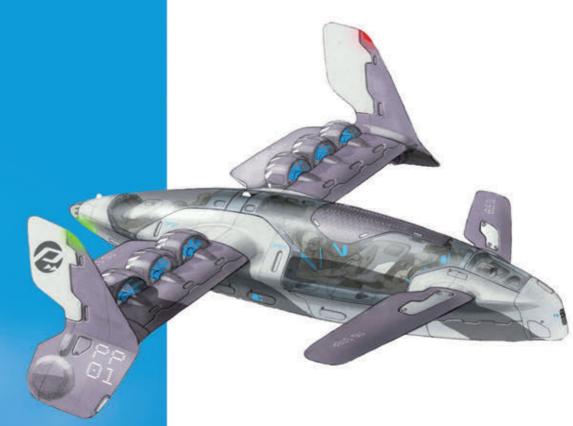
l'ONERA, il rassemble centres de recherches, universiteries actuelles, sans alourdir l'ensemble. tés et industriels. L'étude de ce concept de transport personnel répond à une préoccupation très concrète : Au-delà de l'aspect technique, l'accessibilité de l'avion transport.

Pour savoir à quoi pourrait bien ressembler cet avion avion ni polluant ni bruyant. Les technologies de pro- vironnement.

Le projet PPlane a été lancé en octobre 2009 par la pulsion existent, mais il manque les technologies de Commission européenne, dans le cadre de son pro- stockage et/ou de génération embarquée d'électricité gramme de recherches prospectives. Coordonné par offrant deux à trois fois plus d'autonomie que les bat-

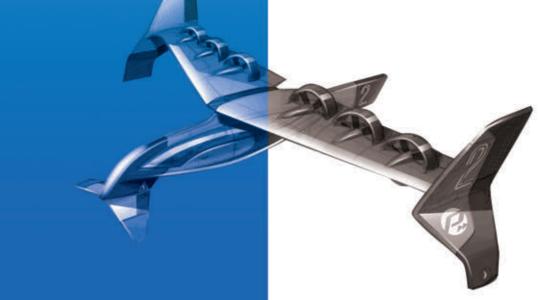
l'augmentation constante du trafic routier européen et au plus grand nombre, en toute sécurité, est également la congestion corrélée de son réseau. Introduire un étudiée. Il faudrait qu'il soit le plus automatisé possimaillon aérien intermédiaire permettrait de l'alléger et ble, avec un pilote déporté ; à ce titre, les travaux offrirait de plus une alternative aux nouveaux pays conduits sur les drones sont très utiles. Un tel niveau européens pour le développement de leur système de d'automatisation ira de pair avec l'évolution des systèmes actuels de contrôle aérien afin de pouvoir gérer les flux de ces avions.

du futur, les chercheurs ont bien sûr étudié les aspects Le projet PPlane permet d'ores et déjà d'identifier des techniques, mais aussi sociaux et environnementaux. voies prometteuses pour une telle composante du A ce stade du projet, il apparaît clairement que l'élec- transport aérien des années 2050, économiquement tricité est la seule énergie permettant d'envisager un viable, socialement acceptable et respectueux de l'en-



tudier les systèmes de transport aérien du futur est une des missions de l'ONERA. Il coordonne ainsi le projet européen PPlane qui a pour objet d'explorer un concept de transport personnel utilisant des avions de quelques places, automatiques, pour tout public. L'enjeu : compléter le transport multimodal du futur par un maillon aérien, pour plus de flexibilité et de

Du rêve au concept, l'avion personnel pour tous



Valoriser nos technologies :

'entreprise Blue Industry &
Science exploitera les brevets
ONERA de sources optiques OPO
(oscillateurs paramétriques
optiques) pour de nouvelles
applications dans l'analyse de la
qualité de l'air intérieur.
Ce transfert d'une technologie
ONERA, démarré en 2010, a fait
l'objet d'un accord de licence



L'ONERA est pionnier dans le développement de cette nouvelle génération d'instruments lasers adaptés à la détection de gaz par leur miniaturisation. Ses OPOs couvrent tout le spectre (entre 1,5 et 4 µm) de la plupart des polluants industriels et des gaz à effet de serre (COVs, NOx, COx, ...). Et leurs performances sont compatibles avec le développement de capteurs de gaz multi-espèces, sensibles et génériques, pour différentes applications : sécurité industrielle, analyse de la qualité de l'air intérieur et extérieur, réduc-Blue Industry & Science va ainsi proposer au marché, dès juin 2012, une offre unique de détecteurs de polluants intérieurs transportables, simples d'utilisation et capables d'établir une mesure multi-polluants en temps réel.



Valoriser notre expertise dans des projets citoyens

es éoliennes perturbent les radars météo, ce qui limite leurs implantations. L'ONERA déploie son expertise radar pour mieux comprendre, simuler et réduire ces perturbations. Des travaux qui vont jusqu'à caractériser des matériaux absorbants pour rendre furtives les pales d'éoliennes.

SiPRÉ, développé par l'ONERA, est une phase du programme de recherche lancé sur le sujet par le Ministère de l'Écologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer. Cet outil vise à modéliser finement les perturbations des radars provoquées par les éoliennes, pour mieux comprendre leurs mécanismes, et trouver des solutions pour les réduire. Avec SiPRÉ, les discussions entre météorologues et aménageurs pourront s'engager sur des bases scientifiques plus solides.

En 2011, l'ONERA a mené une expérimentation à proximité d'un site radar météo et d'un parc éolien pour valider le logiciel en collectant des données de terrain.

L'ONERA propose également des solutions pour rendre les pales d'éoliennes plus discrètes, grâce à des matériaux absorbants radar intégrés aux pales, dans le cadre du projet EODIS débuté en septembre 2010. Pour évaluer la meilleure façon d'intégrer ces matériaux, l'ONERA a réalisé des mesures et des analyses par imagerie holographique dans une de ses chambres anéchoïques, habituellement utilisées pour travailler à la furtivité d'avions ou de missiles.

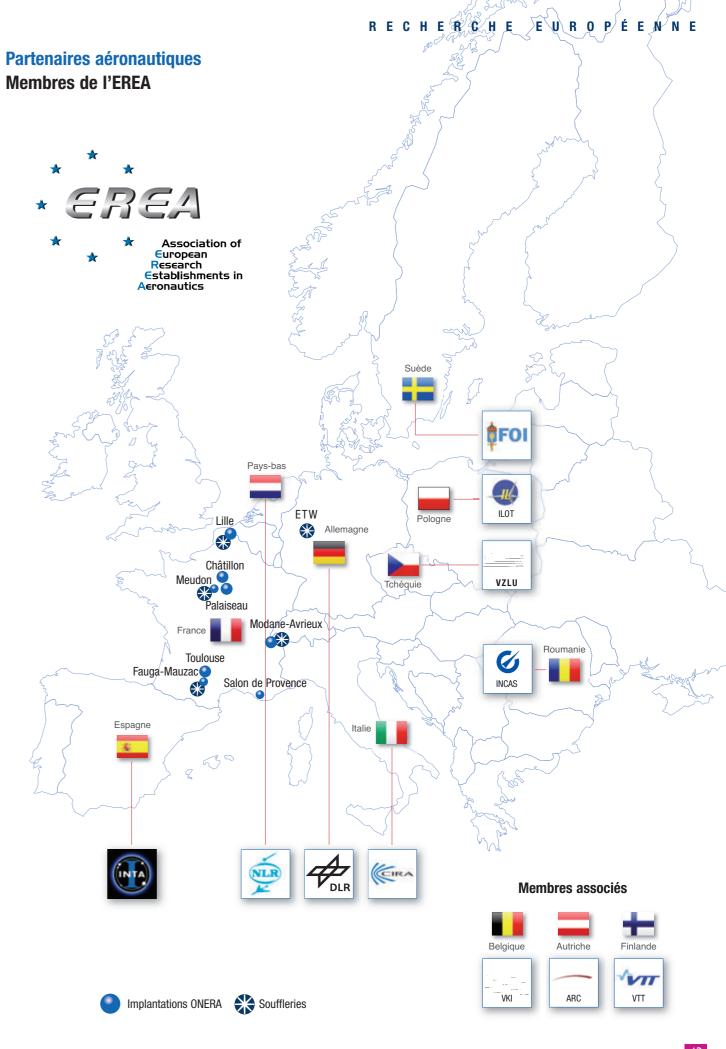




L'ONERA a organisé, lors du Salon du Bourget 2011, le deuxième tions de recherche aéronautique du monde entier, ont entériné la sommet IFAR (International Forum for Aviation Research), Fondé Charte de l'IFAR et l'accession de 5 nouveaux membres. Ils ont en 2010, IFAR est un forum de coopération volontaire pour également validé son programme cadre, portant une attention parl'échange entre les organismes de recherche aéronautique face ticulière au changement climatique et à la réduction du bruit. à la demande croissante de R&T au niveau mondial. IFAR vise à Ce sommet important a consacré le rôle leader de l'ONERA dans soutenir ses membres dans la mise en œuvre de leurs objectifs le domaine acoustique. de recherche. Les participants, qui représentaient 20 organisa-

http://www.ifar.aero/





L'ONERA intervient en amont des grands programmes d'aéronautique, d'espace et de Défense.

Avions
Hélicoptères
Propulsion des aéronefs
Transport spatial
Systèmes orbitaux
Missiles
Drones
Systèmes de défense
Sécurité



ONERA - BP 80100 - 91123 PALAISEAU CEDEX - Tél. : +33 1 80 38 60 60 - Fax : +33 1 80 38 65 10