

CONFÉRENCES DU SECOND SEMESTRE 2016

Les lanceurs spatiaux réutilisables

Pascal Bultel, 20 septembre 18h30 à la mairie du XVème de Paris

Pascal BULTEL, spécialiste des lanceurs réutilisables travaillant chez AIRBUS-SAFRAN LAUNCHERS, retracera l'histoire et l'évolution de ces systèmes aux architectures multiples : linéaires,



parallèles, mono-étage, accélérés ou aéroportés etc. Le panorama couvrira la période allant du SILVERBIRD des

années 1930 jusqu'aux projets européens, américains, russes et asiatiques en cours.

L'Association Française des Femmes Pilotes (AFFP)

Adriana Domergue, 6 décembre 18h30 à la mairie du XVème de Paris

Créée en 1971 à l'initiative d'un groupe de femmes pilotes, l'AFFP

a pour ambition de faciliter et de promouvoir l'intégration de la gence féminine dans les activités aéronautiques



et plus particulièrement dans la profession de pilote.

Les réussites, les difficultés et les perspectives seront évoquées.

Comparaison des pilotages des avions BOEING et AIRBUS

Christian Roger et Jacques Jaurand, 8 novembre 18h30 à la mairie du XVème de Paris



Christian Roger, spécialiste aéronautique et pilote professionnel, comparera le pilotage des avions Boeing et Airbus. Quelles différences pour quels avantages et quels inconvénients ? Un sujet qui intéressera les pilotes et futurs pilotes. Le débat sera animé par Jacques Jaurand, pilote d'Air France sur Boeing 747.

ONERA
70 ans

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Forum des Adhérents

La Gazette IdF est l'un des éléments fédérateurs du groupe Ile-de-France de la 3AF.

Pour que ce bulletin joue pleinement ce rôle, un échange convivial avec les adhérents est essentiel.

Le Forum des adhérents a pour but de recueillir vos questions, vos informations et vos suggestions, par courriel : 3af.idf@gmail.com

Appel aux adhérents

Le groupe 3AF Ile-de-France a **besoin de bénévoles** pour faire connaître l'Association auprès des jeunes, élargir l'offre existante de services (conférences, bulletins d'information, visites techniques) et l'étendre à d'autres secteurs de la région parisienne.

Si vous avez des idées et disposez d'un peu de temps, si vous souhaitez proposer des articles, alors n'hésitez pas, faites-en part au bureau du Groupe Ile de France en contactant Paul Kuentzmann, son président par intérim à l'adresse : paul.kuentzmann@onera.fr.

Association Aéronautique et Astronautique de France

6 rue Galilée 75016 Paris

Tél 01 56 64 12 30 - Fax 01 56 64 12 31

Email : gestionmembres@aaaf.asso.fr

www.3af.fr

Contact Groupe Ile-de-France

Site web: <http://www.3af.fr/groupe-regional/idf>

Email : 3af.idf@gmail.com

Tél 01 80 38 62 01 - Fax 01 80 38 62 69

SOMMAIRE

03 Éditorial : Hommage à Hervé Moulin

04 Résumés des conférences :

- 04 - **Le vol des insectes** - Jean-Claude Bourdeaud'hui et Benoît Gilles commencent par donner la définition d'un insecte et des structures anatomiques....
- 07 - **100 ans de soufflerie depuis Eiffel** - Bruno Chanetz nous fait revivre la saga des souffleries aérodynamiques qui ont accompagné le développement de l'aviation....
- 11- **Les biocarburants aéronautiques : une solution d'avenir ?** Olivier Penanhoat explique pourquoi la communauté aéronautique cherche à développer des carburants alternatifs

15 Entreprises - Organismes - Écoles : Le bonheur est dans l'usine

16 Dossier : Les 70 ans de l'ONERA par Yves Aurenche

18 Vie des commissions : La Commission Stratégie & Affaires Internationales (CSAI) par Bertrand de Montluc

20 Publications & Courriers des lecteurs

21 Rétro-Agenda

24 Agenda : Conférences, visites techniques, Journée d'Études pour l'Aviation Légère (JEAL)

Nouveaux membres 3AF - IdF

Nasser AALLAM
Lydiane AGRANIER
Hamid AZHAKH
Jean-François BADREAU
Fabien BARRIER
Alexandre BETHRY
Jérôme BONINI
Quentin BOUVY
Vincent BRUNET

Gérald CARRIER
Mathieu CATTENOZ
Dominique COLL
Oscar D'ALMEIDA
Philippe DES COURTILS
Grégory DUVALET
Sami FADEL
Rangika FERNANDO MADAPPULI
Frédéric FEYEL

Ghislain GUERRERO
Julie GUTH
Aurélien GUY
Christophe HABAS
Antoine JAUSOVEC
Pierre-Alain LAMBERT
Frédéric LELASSEUX
Alexandre MIEZE
Ludovic MOLLIEUX

Paulo MONTEIRO
Quentin MULLER
Jean-Cosme RIVIERE
Olivier SAVIN
Sergey SOLOMASOV
Juliana THIERY
Thierry THOMAS
Olivier VANCAUWENBERGHE
Padmini VANDROT
Mohammed YAHYAOU

Adhésions et paiement des cotisations 3AF : N'oubliez pas de régler vos cotisations pour 2016.

Nous vous rappelons que la cotisation est due au premier janvier de chaque année. Ce règlement est nécessaire pour voter à la prochaine assemblée générale. Nous comptons également sur vous pour convaincre nombre d'autres personnes de nous rejoindre. Pour connaître les modalités de paiement de la cotisation ainsi que les barèmes et, éventuellement, mettre à jour vous-même vos coordonnées, vous pouvez accéder à votre compte 3AF en ligne sur le site : <http://www.3af.fr/>. Vous pouvez régler par chèque ou en vous connectant sur le site. Si votre organisme règle votre adhésion et que vous désirez recevoir une facture, il vous conviendra de contacter le Secrétariat Exécutif 3AF. Vous pouvez accéder au site Internet dédié ci-dessus, via le site général : <http://www.3af.asso.fr/>

HOMMAGE À HERVÉ MOULIN 1946-2016

Hervé Moulin nous a quittés le 7 avril dernier, victime de la maladie.

Arrivé au bureau du groupe Ile-de-France de la 3AF en avril 2008, il en est devenu le président en 2014, succédant à Anne-Marie Mainguy. Ses obsèques religieuses ont eu lieu le 14 avril en l'église Notre-Dame de la Gare à Paris et nous ont permis, grâce à l'éloge funèbre, dont une copie nous a été aimablement communiquée par son épouse Annie Moulin, de mieux connaître quelle a été sa vie. Hervé Moulin était un homme discret et humble, aussi tous ceux qui l'ont côtoyé n'avaient pas une juste appréciation de son parcours professionnel et académique.

Hervé Moulin a connu de nombreux métiers. Diplômé d'électrotechnique, il a d'abord travaillé à la SEREB puis à Aérospatiale dans la division Espace. Il a ensuite été administrateur judiciaire puis a créé son entreprise HMI (HERVE MOULIN INTERNATIONAL), ce qui l'a amené à travailler pour de nombreux organismes et sociétés comme l'ESA, le CNES et Arianespace. Son activité professionnelle a été accompagnée par la poursuite d'études de niveau croissant, tout d'abord au CNAM (organisation du travail et expertise comptable, mémoire sur la « Naissance de l'astronautique », certificat « Aspects socio-économiques de la technique spatiale »), puis à Assas (maîtrise de droit commercial), à nouveau au CNAM (master en « Histoire des techniques ») et enfin à la Sorbonne (doctorat en « Histoire des relations internationales et de l'Europe », thèse sur « La politique spatiale de la France, 1954-1985, indépendance, innovation et dynamique européenne », 2012). Ainsi Hervé Moulin aura-t-il été successivement technicien, administrateur, juriste, entrepreneur et historien.



Hervé Moulin, président du groupe 3AF Ile-de-France
© P.-F. Mouriaux/Planète Sciences.

Sa passion pour l'espace a commencé très tôt dans les clubs scientifiques et aérospatiaux et ne s'est jamais démentie. Il a été distingué en 1962 par le prix Galabert, pour son action en faveur des jeunes, et en 2007 par le prix Robert Aubinière « Histoire de l'Espace », pour la direction de l'ouvrage « Les recherches spatiales françaises au temps des fusées sondes ». Il a été distingué dans l'Ordre National du Mérite en novembre 2015. Il a été l'un des membres fondateurs de l'IFHE (Institut Français de l'Histoire de l'Espace), dont il fut aussi le secrétaire général et le vice-président.

C'est donc une personnalité éminente, caractérisée par une grande puissance de travail, une curiosité intellectuelle insatiable et un dévouement sans faille aux activités spatiales, qui va nous manquer.

Hervé, repose en paix dans l'espace que tu as tant chéri !

*Paul Kuentzmann
Président par intérim du groupe Ile-de-France*

Le vol des insectes Jean-Claude Bourdeaud'hui & Benoît Gilles

Jeudi 10 Décembre 2015 de 18h30 à 19h30

Mairie du XVème arrondissement, 31 rue Péclet – 75015 Paris (Métro Vaugirard)



Les premiers fossiles d'insectes volants remontent au carbonifère, il y a 324 millions d'années, ce qui laisse supposer l'origine des insectes au cambrien, il y a 500 millions d'années, les papillons au triassique, il y a 250 millions d'années.

Les ailes des insectes volants (ptérygotes), qui représentent environ 90 % des espèces d'insectes, sont apparues à la suite d'évolutions favorisant la dispersion des populations, la capacité à fuir les prédateurs et une meilleure stratégie de reproduction. Diverses théories existent, en particulier celle de l'entomologiste tchèque Jarmila Kukalora qui s'appuie sur une description des appendices des arthropodes biramés et explique la présence sur les ailes de muscles, de nervures et de structures mécanosensorielles. L'anatomie détaillée d'une aile est extrêmement complexe : le thorax participe au vol, la structure propre des ailes est composée de multiples éléments et chaque espèce d'insectes possède des caractéristiques spécifiques d'aile (figure 2). Les diptères ont deux ailes antérieures et deux balanciers ou haltères postérieurs, les coléoptères ont une paire d'ailes rigides (élytres) et une paire d'ailes souples pliables, les coléoptères possèdent des ailes antérieures avec nappe stridulatoire.

Cette présentation originale a été divisée en deux parties complémentaires : Benoît Gilles (<http://passion-entomologie.fr>) a d'abord livré une description détaillée des insectes ailés, puis Jean-Claude Bourdeaud'hui a traité de leur aérodynamique.

Benoît Gilles a commencé par donner la définition d'un insecte et des structures anatomiques le caractérisant. Le dictionnaire définit l'insecte comme « un petit animal invertébré dont le corps est divisé par étranglements et par anneaux, possédant une tête munie d'antennes et de trois pièces buccales, un thorax à trois segments pourvus chacun d'une paire de pattes et qui parvient à l'âge adulte par une série de métamorphoses » (Petit Robert), ce qu'illustre la figure 1. La métamorphose peut être complète (homométabole) si l'œuf donne d'abord naissance à une larve, ou incomplète (hémimétabole).

Les insectes occupent une place particulière dans l'arbre du vivant et se distinguent des vers, des myriapodes¹ et des crabes et crustacés ; un million d'espèces ont été répertoriées et décrites mais leur nombre total est estimé entre 2,5 et 10 millions d'espèces ; un arbre phylogénétique² a pu être établi (Misof et al., 2014).

1. Myriapode : communément appelé **mille-pattes**, animal au corps allongé et segmenté.

2. Arbre phylogénétique : qui rend compte des degrés de parenté entre les espèces.

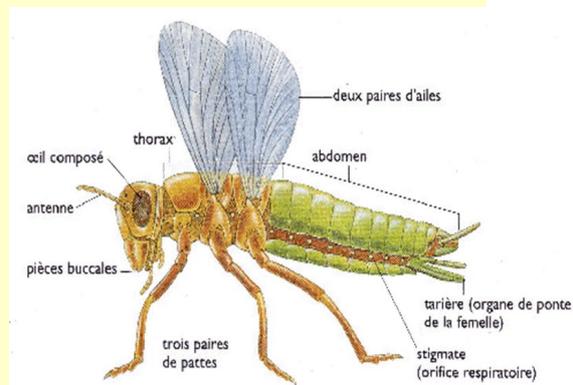
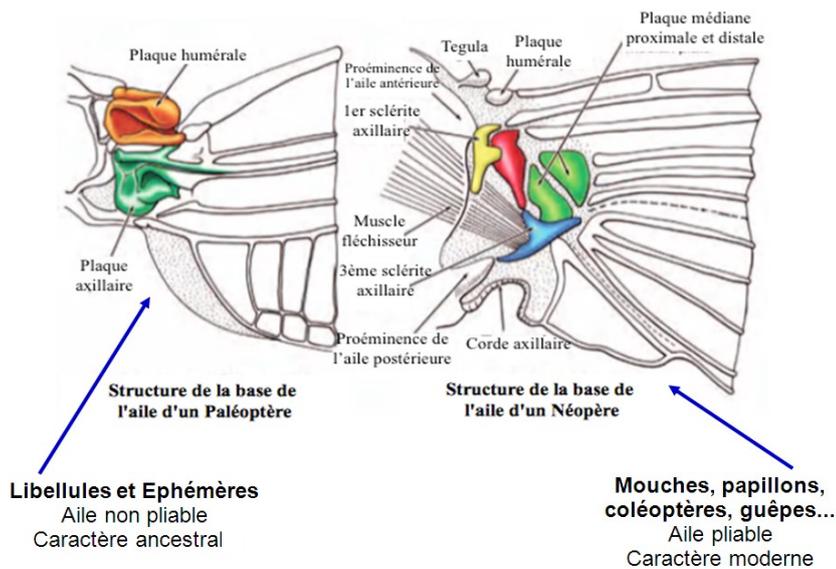


Fig. 1 - Anatomie d'un insecte volant.

Le vol des insectes



Libellules et Ephémères
Aile non pliable
Caractère ancestral

Mouches, papillons, coléoptères, guêpes...
Aile pliable
Caractère moderne

Fig. 2 - Des ailes complexes et différentes selon les espèces.

3. Effet clap and fling : littéralement frappé et écarté. Effet Clap, lié à l'interaction des deux ailes lorsque celles-ci se touchent à la fin de leurs remontées respectives. Il supprime l'effet Wagner lié au retard à l'établissement de la portance sur l'aile. Effet fling, effet d'écartement des deux ailes qui induit une augmentation transitoire importante de portance.

4. Effet clap and peel : autre version du clap and fling pour les papillons.

5. Effet Kramer : effet lié à l'émission d'un tourbillon supplémentaire de bord de fuite lors des phases de pronation (aile de l'avant vers l'arrière) et de supination (resp. de l'arrière vers l'avant).

6. Effet de masse ajoutée : effet de réaction lié au déplacement de la masse d'air vers le bas.

La dernière partie de la présentation de Benoît Gilles a porté sur la musculature et le contrôle du vol. La petite taille des insectes est associée à des battements d'aile à très haute fréquence (autour de 1000 Hz pour le moustique). Un problème se pose alors car cette fréquence se situe au-delà de la capacité naturelle des muscles. L'explication tient à l'existence, d'une part, de muscles dorso-longitudinaux et de muscles dorso-ventraux fonctionnant de manière asynchrone et, d'autre part, à un système de contrôle ne s'effectuant pas dans le cerveau mais dans des ganglions thoraciques. Des animations ont montré le mouvement des ailes de la libellule, du sphynx, de la chauve-souris et du colibri, prouvant, si besoin était, la complexité et la diversité du mouvement.

Jean-Claude Bourdeaud'hui a ensuite livré un discours que l'on peut schématiquement diviser en deux parties : l'histoire de l'étude du vol des insectes et l'évolution parallèle de l'aérodynamique, d'une part, et les progrès réalisés depuis quatre décennies, d'autre part. La plupart des grands savants : Léonard de Vinci, Bernoulli, Jean Rond d'Alembert, Euler, ..., se sont intéressés au vol des oiseaux et des insectes et ont tenté d'en expliquer les fondements théoriques en étudiant les forces agissant sur une aile, en introduisant la viscosité du fluide et en distinguant les régimes d'écoulement. Un pas important sera franchi par la définition du nombre de Reynolds, rapport entre force

d'inertie et force de frottement, qui permet d'identifier différents régimes d'écoulement. L'observation a aussi été développée par des précurseurs comme Etienne-Jules Marey (chronophotographie du vol des oiseaux) et Antoine Magnan (vol des insectes). À la fin du 19ème siècle, le vol des oiseaux et des insectes restait mystérieux. Les progrès réalisés à partir du début du 20ème siècle (Magnus, Kutta-Joukowski,...) ont permis de consolider la science aérodynamique naissante en introduisant des notions essentielles telles que couche limite, vorticités, tourbillon et circulation.

Les progrès enregistrés ces quarante der-

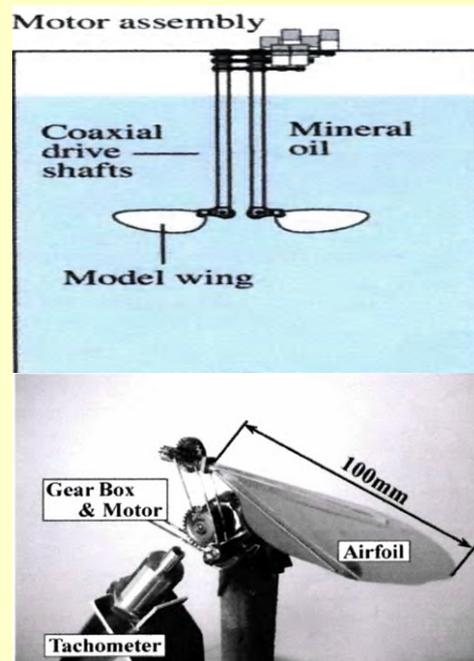


Fig. 3 - Simulation expérimentale du battement d'une paire d'ailes d'insecte.

nières années portent aussi bien sur l'observation que sur la compréhension théorique des écoulements autour des ailes d'insecte. Pour l'expérimentation, on peut soit visualiser par cinématographie rapide le mouvement des ailes d'un insecte attaché à un support, soit reproduire mécaniquement le mouvement d'ailes modèles (figure 3).

La compréhension théorique a donné lieu à diverses hypothèses plus ou moins partagées : effet « clap and fling³ », effet « clap and peel⁴ », effet Kramer⁵, effet de masse ajoutée⁶, effet de décrochage retardé. Ce qui paraît admis ce sont, d'une

Le vol des insectes

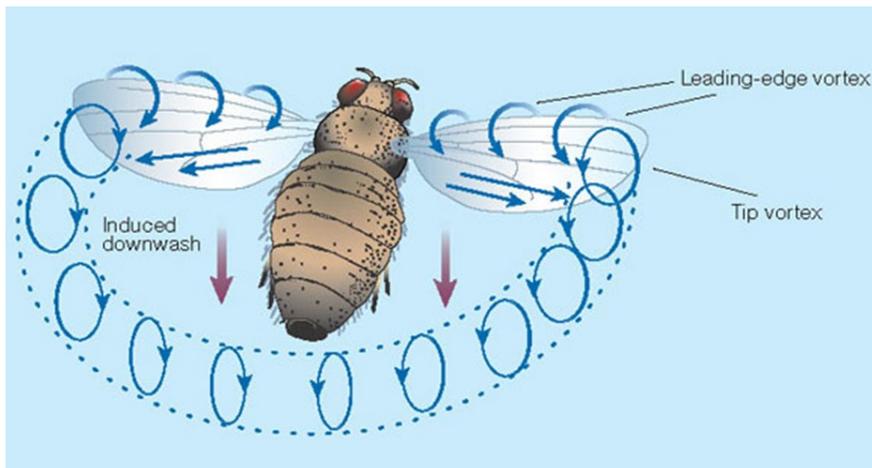
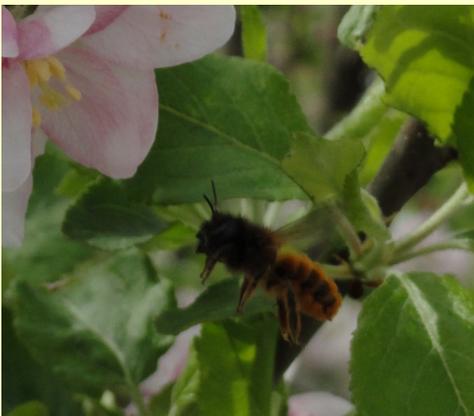


Fig. 4 - Anneau tourbillonnaire du sillage d'un gros insecte.

part, l'importance de la viscosité (faible nombre de Reynolds) et des instationnarités et, d'autre part, l'existence de nombreuses structures tourbillonnaires ; la question de décollements-recollements périodiques paraît par contre moins bien renseignée, ce qui peut s'expliquer par la complexité des écoulements à décrire. Les études de sillage ont mis en évidence la sensibilité à la taille de l'insecte : les insectes de « grande » taille forment un anneau tourbillonnaire (figure 4) tandis que les insectes de taille moyenne développent des tourbillons alternés.

De nombreuses questions ont été posées



au cours et à l'issue de la conférence, elles ont principalement porté sur la forme et la cambrure des ailes, ainsi que sur leur possible déformation en vol. Cette conférence originale a permis de prendre conscience de la complexité du vol des insectes, ce qui ne devrait pas surprendre puisque Dame Nature a pu dépenser des dizaines de millions d'années pour optimiser les conditions optimales de vol des insectes.

Références

- *Introduction mathématique à la mécanique des fluides*, Caius Jacob, Gauthier-Villars, 1959.
- *Mouvements de l'air*, Etienne Marey, photographe des fluides, Georges Didi-Huberman et Laurent Mannoni, Gallimard, Musées Nationaux, 2004.
- *Le miracle du vol*, Stephen Dalton, Edita Denoël, 1978.
- *Le vol des insectes*, Michael Dickinson, Pour la Science, août 2001.
- *Aérodynamique d'un profil d'aile battante à bas nombre de Reynolds*, Jean-Yves Andro, thèse ENS-MA, 2008.
- *The Evolution of Insect Flight*, Andrei K. Brodsky, Oxford Science Publications, 1996.
- *Aerodynamics of Low Reynolds Number Flyers*, Wei Shyy, Yongshen Lian, Jian Tang, Dragos Viteru and Haoliu, Cambridge Aerospace Series, 2008.
- *The Biomechanics of Insect Flight*, Robert Dudley, Princeton University Press, 2002.
- *Dissecting Insect Flight*, Z. Jane Wang, Theoretical and Applied Mechanics, Cornell University, 2005.
- *The Aerodynamics of Insect Flight*, Sanjay P. Sane, University of Washington, 2003.

Le temps a manqué pour évoquer les tentatives biomimétiques de création d'insectes artificiels volants comme le RoboBee de l'université d'Harvard.

PK

100 ans de souffleries depuis Eiffel Bruno Chanetz, ONERA

Judi 17 Novembre 2015 de 18h30 à 19h30

Mairie du XVème arrondissement, 31 rue Péclet – 75015 Paris (Métro Vaugirard)



Au cours d'une présentation très didactique, Bruno Chanetz nous a fait revivre la saga des souffleries aérodynamiques qui ont accompagné le développement de l'aviation. Une soufflerie est un moyen d'essai permettant d'étudier l'incidence d'un écoulement sur un corps solide [1] : structure de l'écoulement, efforts engendrés, ... La France a conservé le nom initial de soufflerie en référence aux premières installations dans lesquelles l'écoulement était produit par un ventilateur situé en amont de la veine d'essais ; compte-tenu des fortes évolutions qu'ont ensuite connues les souffleries, les autres pays ont adopté d'autres termes (par exemple « windtunnel » en anglais).

Le besoin d'étudier l'aérodynamique des avions s'est fait jour très tôt afin de réduire le nombre d'accidents et sauvegarder ainsi la vie des pilotes, et pour rationaliser la conception des avions en passant « du flair des inventeurs à l'art de l'ingénieur ». Il s'agissait donc de reproduire au sol les conditions que rencontre un avion en vol en vue de prévoir le comportement de ce dernier. Les ingénieurs se sont basés sur le principe de Newton

qui énonce que « les forces qui s'exercent dans un fluide sont les mêmes que ce corps se déplace à une certaine vitesse à travers le fluide au repos ou que le fluide se déplace par rapport au corps immobile à la même vitesse relative ». Ce principe incontestablement validé a donné lieu initialement à quelques polémiques, comme par exemple celle entre le duc de Guiche¹ et Gustave Eiffel (avec l'intervention d'Henri Poincaré en faveur de ce dernier). Avant de passer en revue l'histoire des souffleries proprement dites, il convient de s'arrêter un moment sur les moyens d'essais alternatifs développés à l'aube du 20ème siècle. Quatre types de moyens alternatifs ont été développés :

- la chute libre guidée, utilisée par Gustave Eiffel à la tour éponyme entre 1903 et 1906 ;
- la tyrolienne de Ferdinand Ferber² installée à Meudon ;
- des véhicules terrestres en mouvement rectiligne : train (Siemens, 1901 et IAT - Institut Aérotechnique de Saint-Cyr-l'École, 1911) ou automobile (duc de Guiche) ;
- des manèges (IAT).

1. Duc de Guiche : Antoine Auguste Agénor Armand de Gramont (1879-1962), industriel et scientifique, soutient une thèse de doctorat intitulée *Essai d'aérodynamique du plan*.

2. Ferdinand Ferber (1862-1909) : ingénieur, aviateur et constructeur d'avions.

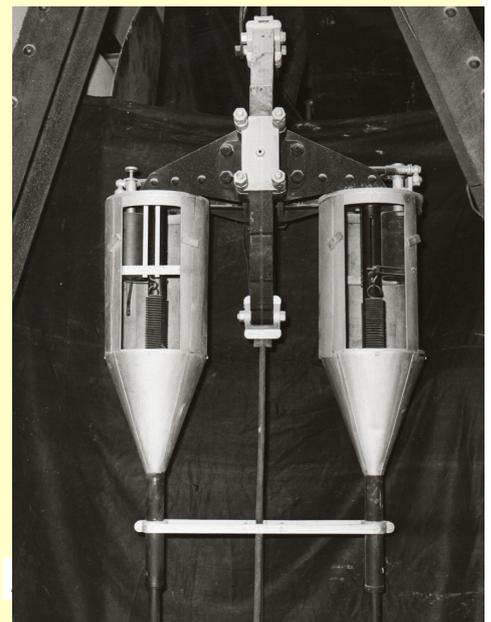


Fig. 1 - Appareil de chute de Gustave Eiffel équipant la tour éponyme.

100 ans de souffleries depuis Eiffel

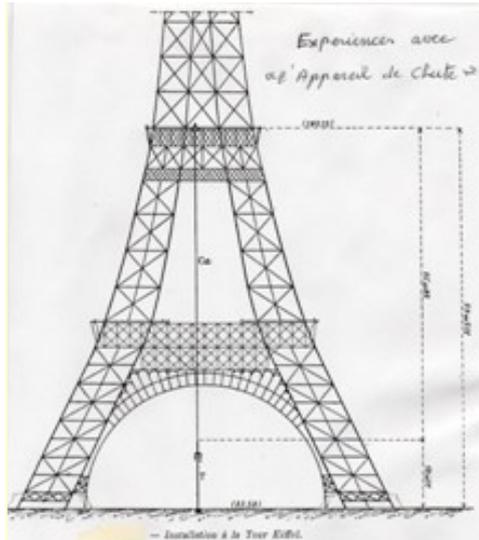


Fig. 2 - La tour Gustave Eiffel et l'appareil de chute lâché du second étage.

Ces moyens alternatifs se sont révélés plus coûteux et moins précis que la soufflerie qui très rapidement s'est imposée comme le meilleur moyen d'essais. La première soufflerie avait une forme très simple : un ventilateur était placé à l'amont d'une veine convergente. Comme à basse vitesse la compressibilité de l'air n'intervient que très peu, la conservation de débit impose une accélération de l'écoulement depuis l'entrée de la veine, derrière le ventilateur, jusqu'à la section terminale. Ce type de soufflerie a été utilisé par Marey³ (1899), les frères Wright (1901) et Rateau⁴ (1903). Une première évolution a été de placer le ventilateur à la sortie de la veine convergente, l'air étant alors plutôt aspiré que soufflé. Une seconde évolution a consisté à disposer un diffuseur (veine divergente) après la veine convergente (Eiffel, 1912).

Les ingénieurs se sont très tôt préoccupés des règles de similitude permettant d'extrapoler les résultats obtenus en soufflerie aux avions réels. Cinq points ont été mis en évidence :

- les propriétés du fluide utilisé. L'utilisation de la simulation hydrodynamique (essais dans l'eau) a été assez fréquente jusqu'à une époque récente ;
- l'homothétie géométrique entre l'objet essayé en soufflerie et l'objet réel (aile ou avion par exemple) ;
- le nombre de Mach pour les essais dans les gaz, rapport entre la vitesse

de l'écoulement et la célérité du son ; ce nombre de Mach est important car il est lié à la compressibilité du fluide et il permet de distinguer différents régimes d'écoulements : subsonique, transsonique, supersonique, hypersonique, ce qui débouchera sur une classification des souffleries ; à noter qu'à basse vitesse, l'écoulement reste subsonique dans le convergent et le divergent de la veine mais qu'à haute vitesse et si les conditions limites le permettent, l'écoulement est subsonique dans le convergent, supersonique dans le divergent, transsonique dans la section minimale séparant le convergent du divergent ;

- les conditions aux limites dont l'influence a été pressentie par du Buat (1779) et Duchemin (1842) ;
- le nombre de Reynolds (Reynolds, 1892) défini par :

$$R_e = \frac{\rho V L}{\mu}$$

où ρ est la masse volumique du fluide, V est la vitesse du fluide, L est une longueur de référence et μ est la viscosité dynamique du fluide.

Les chercheurs se sont aperçus assez vite (controversé Eiffel-Prandtl) que le nombre de Reynolds permet de distinguer deux types d'écoulement : l'écoulement laminaire (qui « s'effectue par glissement de couches de fluide les unes sur les autres », selon le dictionnaire) et l'écoulement turbulent (« écoulement irrégulier avec des courants aux vitesses diverses en intensité et en rotation entraînant la formation de tourbillons »), la transition entre laminaire et turbulent se faisant pour une valeur critique du nombre de Reynolds.

Le nombre de Reynolds permet aussi d'expliquer les caractéristiques techniques des souffleries. Pour étudier de gros objets à partir de maquettes (L est diminué) tout en maintenant le nombre de Reynolds, on peut augmenter V (si les effets compressibles le permettent) et surtout agir de différentes façons : changer de fluide (simulation hydrodynamique), augmenter la pression (soufflerie pressurisée), diminuer la température du gaz (soufflerie cryogénique).

3. Étienne-Jules Marey (1830-1904) : médecin et physiologiste, un des précurseurs de la photographie et du cinéma, il visualise en soufflerie et à l'aide de fumées les flux d'air autour d'un corps.

4. Auguste Rateau (1863-1930) : ingénieur et industriel, fabrique des soufflantes, des pompes, des turbines et invente le turbo-compresseur pour l'automobile.

100 ans de souffleries depuis Eiffel

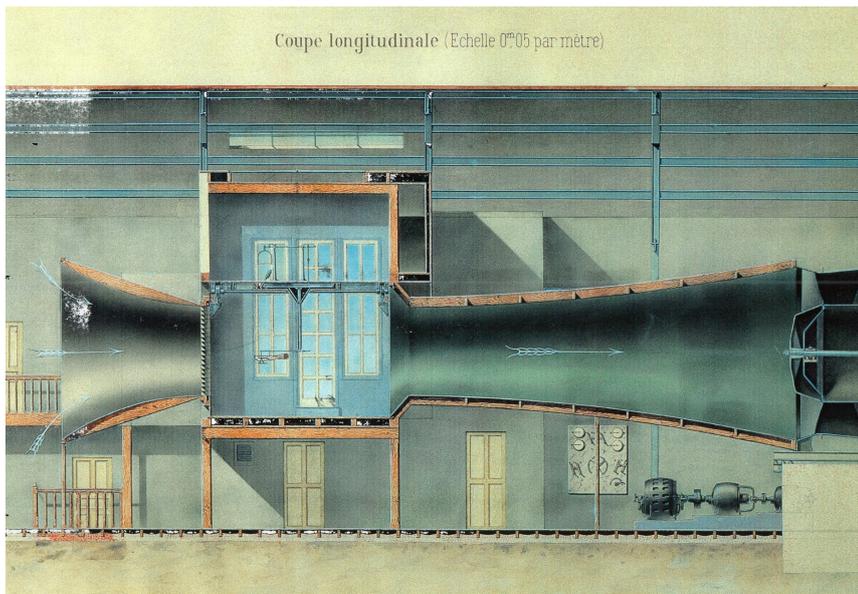


Fig. 2 - Plan original de la soufflerie Eiffel d'Auteuil.

5. Léon Rith : ingénieur, travaille avec Auguste Lapresle sur l'appareil de chute qui sera installé au second étage de la tour Eiffel. Il met au point une polaire à coordonnées logarithmiques pour les avions [4].

Fig. 3 - Soufflerie S1Ch de Chalais-Meudon (ONERA).



La première soufflerie d'Eiffel et Rith⁵ a été construite en 1909 au Champ de Mars, elle comportait déjà une balance aérodynamique. Les premiers essais ont porté sur une vérification des résultats obtenus à la tour de chute. La soufflerie d'Auteuil, sise 67 rue Boileau, qui existe toujours [2] et appartient désormais au CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) a été créée en 1912, elle est illustrée par la figure 2. Une de ses spécificités est l'utilisation du diffuseur qui permet de gagner en débit, en surface de veine et en vitesse ou d'économiser la puissance électrique.

Les souffleries directes peuvent être illustrées par la grande soufflerie de Meudon S1Ch (figure 3) construite à l'initiative d'Albert Caquot à partir de 1929 en vue de l'expérimentation à échelle grandeur de (petits) avions. Cette soufflerie a été

longtemps utilisée avant d'être classée monument historique.

Les évolutions des souffleries se sont poursuivies dans l'entre-deux-guerres avec notamment l'apparition des souffleries à retour (voir figure 4).

Comment classer aujourd'hui les souffleries existant dans le monde ? Tout d'abord il faut distinguer les souffleries de recherche des souffleries industrielles. Les souffleries de recherche sont très nombreuses dans le milieu académique et à l'ONERA, leur vocation est l'approfondissement des mécanismes fondamentaux de la mécanique des fluides ; les souffleries industrielles sont quant à elles destinées à l'étude d'objets destinés à voler. La distinction entre les deux types de soufflerie n'est pas toutefois très tranchée.

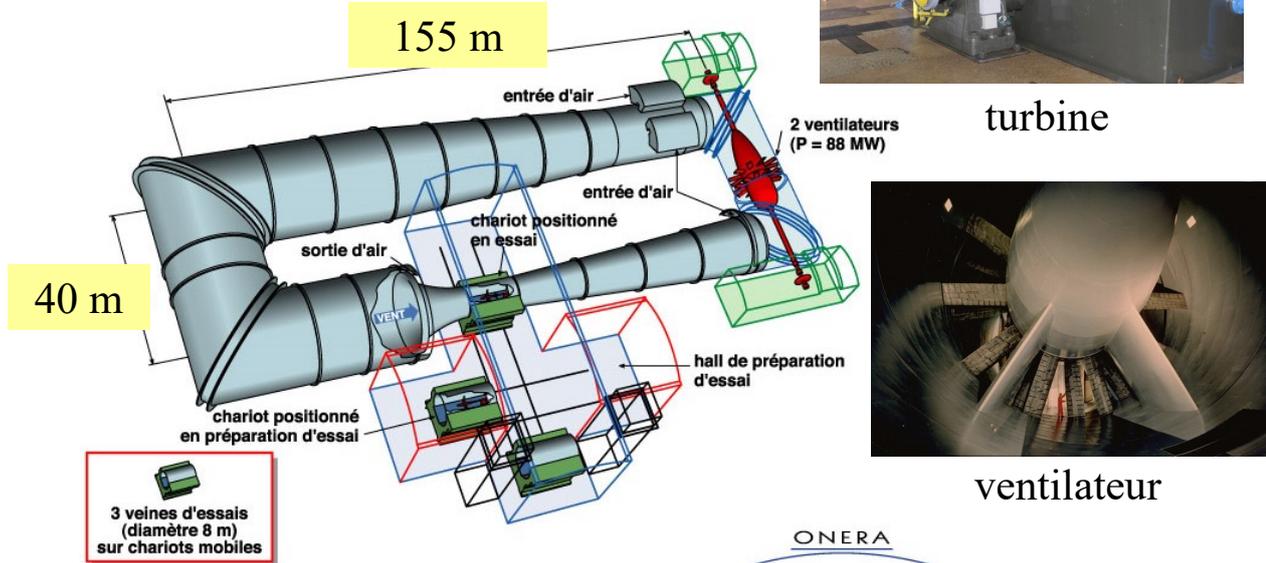
Les souffleries sont aussi classées selon le domaine d'écoulement simulé. Pour éviter une énumération longue et fastidieuse, on se limitera aux réalisations les plus significatives en Europe.

Souffleries subsoniques : F1 du centre ONERA du Fauga-Mauzac, pressurisée, vitesse maximale 430 km/h ; soufflerie du site Jules Verne de Nantes au CSTB (conception du viaduc de Millau et du stade de la Beaujoire à Nantes) ; soufflerie automobile S2A du GIE PSA/Renault/CNAM à proximité de l'IAT.

Souffleries transsoniques : la plus impressionnante et l'une des plus grandes, sinon la plus grande au monde, est la soufflerie S1 de Modane-Avrieux (S1MA). Elle a une histoire particulière [3]. L'Allemagne nazie avait débuté en 1942 sur le site d'Ötztal (Tyrol autrichien) la construction d'une très grande soufflerie à retour. Considérée comme prise de guerre par les autorités françaises en 1945, les parties mécaniques et métalliques sont rapatriées en France pour être installées par le GRA (qui deviendra l'ONERA en 1946) dans la vallée de la Maurienne. Il s'agit d'une installation géante dont le diamètre dans la zone d'expérience est de 8 m et qui nécessite une puissance de 88 MW délivrée par des turbines Pelton entraînées par une chute d'eau de 840 m (figure 4). S1 a participé à tous les projets aérospatiaux français depuis sa mise en service en 1952 et continue à rendre d'incalculables services. Son avenir est assuré mais nécessite aujourd'hui de lourds travaux de consolidation.

100 ans de souffleries depuis Eiffel

Fig. 4 - La soufflerie transsonique S1MA.



À signaler aussi la soufflerie cryogénique ETW (European Transonic Windtunnel) de Cologne et qu'une réplique de S1MA à l'échelle 1/8ème a été construite à Chalais-Meudon (S3Ch).

Souffleries supersoniques : S5Ch en est un exemple.

Souffleries hypersoniques : elles sont généralement qualifiées de souffleries à rafales parce qu'elles n'opèrent que durant un bref temps d'essai. On distingue deux types :

- les souffleries hypersoniques « froides » ou à basse enthalpie si l'air est chauffé juste assez (S4MA) pour éviter sa liquéfaction durant la détente dans la tuyère ;
- les souffleries hypersoniques « chaudes » ou à haute enthalpie (F4 par exemple, héritière des souffleries à arc de Fontenay-aux-Roses) pour lesquelles la température d'arrêt de l'écoulement est restituée.

Le calcul numérique a fait de très grands progrès mais bute encore sur un obstacle fondamental qui porte sur la modélisation générale de la turbulence. Aussi les essais en soufflerie continuent à être considérés comme un juge de paix avant la période

des essais en vol.

La présentation de Bruno Chanetz a été riche en informations, notamment de caractère historique. Elle a passionné un auditoire dont une grande partie avait pratiqué l'aérodynamique mais en avait peut-être partiellement oublié la naissance.

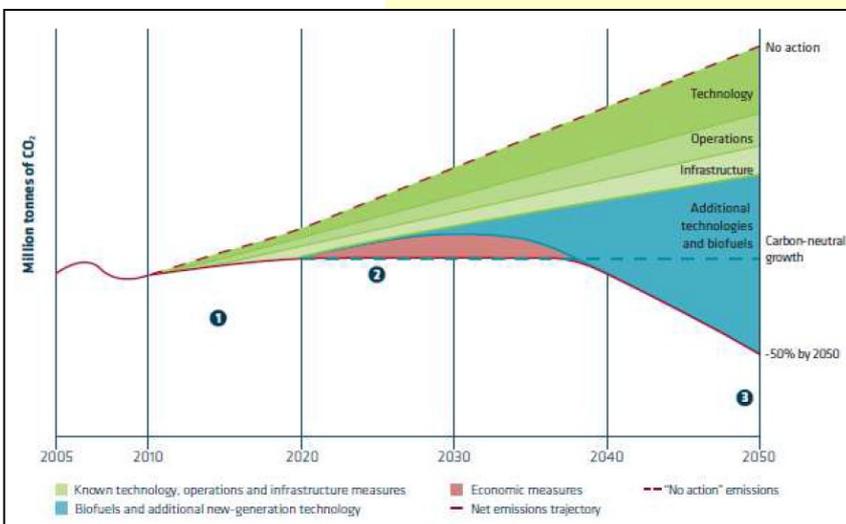
PK

Références

- [1] *Les souffleries*, Bruno Chanetz, La Science au Présent 2015, Encyclopaedia Universalis.
- [2] *Gustave Eiffel, pionnier de l'aérodynamique*, Marie-Claire Coët, Bruno Chanetz et Martin Peter, Centraliens n°617, avril 2012, pp. 52-55.
- [3] *Modane, la Grande Soufflerie*, Bruno Chanetz, Marie-Claire Coët et Jean Tensi, PEGASE, Revue de l'Association des Amis du Musée de l'Air n° 137, juin 2010.
- [4] *Cahier d'histoire et de philosophie des sciences, Histoire de la Mécanique Appliquée*, Claudine Fontanon et al, ENS Éditions, ISBN 2-902126-50-6, 1998.

1. **Point éclair** : température au-delà de laquelle un corps s'enflamme sous l'effet d'une source de chaleur.
2. **Mt** pour Mégatonne, 10^6 tonnes.
3. **IATA** pour International Air Transport Association, Association Internationale du Transport Aérien en français.
4. **OACI** pour Organisation de l'Aviation Civile Internationale, en anglais International Civil Aviation Organization (ICAO).
5. **ATAG** pour Air Transport Action Group, groupe d'action indépendant d'organisations et d'entreprises travaillant dans le transport aérien.

Fig. 1 - Vers la réduction des émissions de CO₂ du trafic aérien.



Dans une première partie de la conférence, Olivier Penanhoat s'est appliqué à expliquer pourquoi la communauté aéronautique cherche à développer des carburants alternatifs au kérosène et en particulier des biocarburants. Le kérosène issu du pétrole est une coupe de distillation située entre les essences et le gazole et il est utilisé internationalement pour le transport civil sous l'appellation de Jet A1 ou Jet A (USA) ; des types de kérosène du domaine militaire existent également, il s'agit par exemple de coupes larges (JP4/F40) ou de kérosène à point éclair¹ élevé (JP5/F44 pour l'aéronavale). La consommation mondiale de kérosène est actuellement proche de 250 Mt/an.

Le kérosène fossile n'a pas une composition chimique figée. Il comporte 75 à 90 % d'alcane ou paraffines (paraffines normales, isoparaffines, paraffines cycliques), moins de 5 % d'alcènes ou oléfines et de 5 à 25 % d'aromatiques. On ne lui demande donc pas de posséder des caractéristiques fixées mais des caractéristiques situées dans certains intervalles ou obéissant à certains seuils. Les fonctions demandées ne se résument pas à celles d'un vecteur énergétique : le kérosène est aussi un fluide caloporteur, un lubrifiant et parfois

une fluide hydraulique. Il représente un facteur déterminant pour la sûreté du vol dans un large domaine de température d'utilisation.

Le kérosène fossile est un produit sûr, bien connu, de qualité harmonisée, possédant d'excellentes propriétés (contenu énergétique et tenue à froid en particulier) et il est compatible avec les technologies actuelles. Pour lui chercher un substitut, il faut donc de fortes motivations. Dans la période actuelle, la principale motivation mise en avant est de réduire les émissions de CO₂ du transport aérien.

Les émissions du transport aérien ont été de 670 Mt² en 2011 (source IATA³), soit environ 2 % des émissions anthropiques, mais pourraient atteindre entre 3 et 4 % en 2030, compte tenu de la croissance soutenue du trafic (de 4 à 5 % par an), et autour de 5,5 % en 2050, et ce malgré les différents progrès attendus sur les avions, les moteurs et la gestion du trafic.

Des objectifs ambitieux ont été définis aux niveaux des organismes internationaux (OACI⁴), des associations internationales (IATA, ATAG⁵) et de l'Europe. L'Europe vise une réduction de 75 % des émissions de CO₂ par passager et km, par rapport à une référence 2000. IATA s'est engagé sur un gain d'efficacité de consommation de 1,5 % par an, sur une croissance neutre en carbone à partir de 2020 et sur une réduction de 50 % des émissions de CO₂ par passager et km, par rapport à une référence 2005. L'OACI a des objectifs voisins mais peut-être un peu plus prudents, en mélangeant le recours aux biocarburants et le MBM (Market-Based Management).

Tous les acteurs s'accordent pour admettre que les biocarburants représentent une solution potentielle intéressante dans la mesure où toute plante croît par

Les biocarburants aéronautiques : une solution d'avenir ?

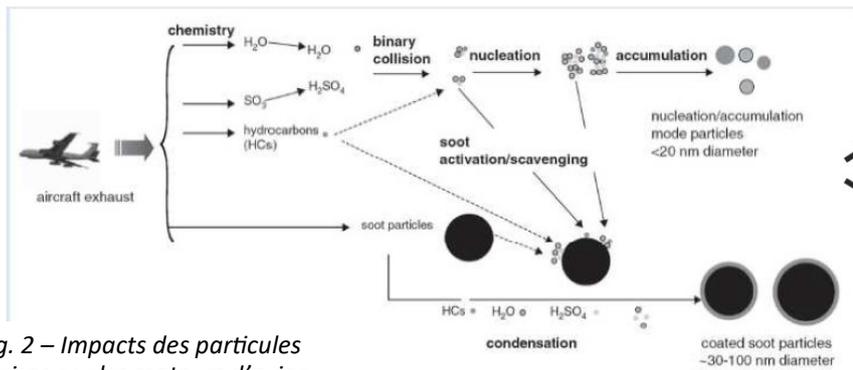
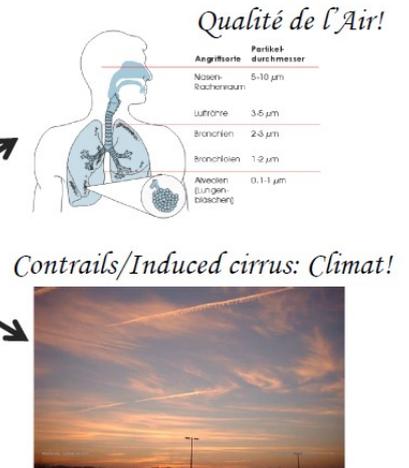


Fig. 2 – Impacts des particules émises par les moteurs d'avion.



6. UHC pour Unburned HydroCarbon, carbures d'hydrogène imbrulés en français.

7. AAFEX pour Alternative Aviation Fuel Experiment (AAFEX).

8. ASTM pour American Society for Testing and Materials. Établie en 1898, ASTM International est l'une des plus importantes organisations de développement de normes internationales au monde.

9. M\$ pour Millions de Dollars.

photosynthèse et capte donc le CO₂ lors de ce processus fondamental. Mais pour prouver le gain effectif en terme de CO₂, il faut établir des Analyses de Cycle de Vie (ACVs) complexes et toutes les filières de biocarburant ne sont pas équivalentes, sans compter que des directives telles que les « RED/Sustainability Criteria » imposent de ne retenir à partir de 2018 que les filières pouvant démontrer un gain supérieur à 60 %.

D'autres émissions sont préoccupantes, celles des particules non volatiles et volatiles (UHC⁶, SOx, NOx en particulier). Ces émissions peuvent avoir un impact sur la santé humaine (particules ultrafines émises à basse altitude, effets cancérigènes des particules volatiles) et sur le climat (augmentation du forçage radiatif). La recherche a avancé dans ce domaine et on commence à mieux comprendre quelles sont les particules incriminées, comment elles se forment, comment elles évoluent et quels sont leurs effets (figure 2). Les aromatiques présents dans le carburant sont des précurseurs de suie (particules primaires dont la taille est comprise entre 10 et 100 nm) puis les suies forment des agrégats ; le nombre de particules est réduit lorsque le taux d'aromatiques est diminué (mesures sur CFM56, programme AAFEX⁷ II). La diminution du taux de soufre a un effet direct sur les particules volatiles.

D'autres motivations tiennent aux aspects géostratégiques et économiques. Sur ce dernier point, il faut noter que les filières alternatives de carburant aéronautique connues ne sont pas encore compétitives.

Le second orateur, Nicolas Jeuland, s'est ensuite attaché à décrire les différentes filières de biocarburant aéronautique et les obstacles rencontrés pour leur déploiement industriel. La communauté aéronautique mondiale a adopté le concept « drop-in », ce qui signifie que les carburants alternatifs développés devront être similaires, pour leur composition chimique et pour leurs propriétés, au kérosène conventionnel ; les biocarburants aéronautiques seront donc des kérosènes « classiques » mais fabriqués à partir d'une nouvelle ressource primaire, la biomasse.

Il existe un processus de certification que doit suivre chaque filière proposée. Ce processus est principalement géré pour les applications civiles par ASTM⁸ International. Il s'agit d'un processus basé sur l'expertise, qui peut être considéré comme long (il peut durer plusieurs années), complexe (quatre étapes à franchir) et coûteux (ordre de grandeur : 6 M\$⁹) mais qui est reconnu comme fiable. Il ne couvre pas un certain nombre de points comme :

- la durabilité de la filière ;
- sa fiabilité économique et industrielle.

Différentes filières sont en cours d'étude. Comme le montre la figure 3, ces filières sont assez nombreuses car il existe plusieurs types de ressource et plusieurs procédés de transformation.

Actuellement trois filières sont certifiées pour des mélanges de biocarburant et de kérosène conventionnel, avec un taux limite de biocarburant. Ce sont :

Les biocarburants aéronautiques : une solution d'avenir ?

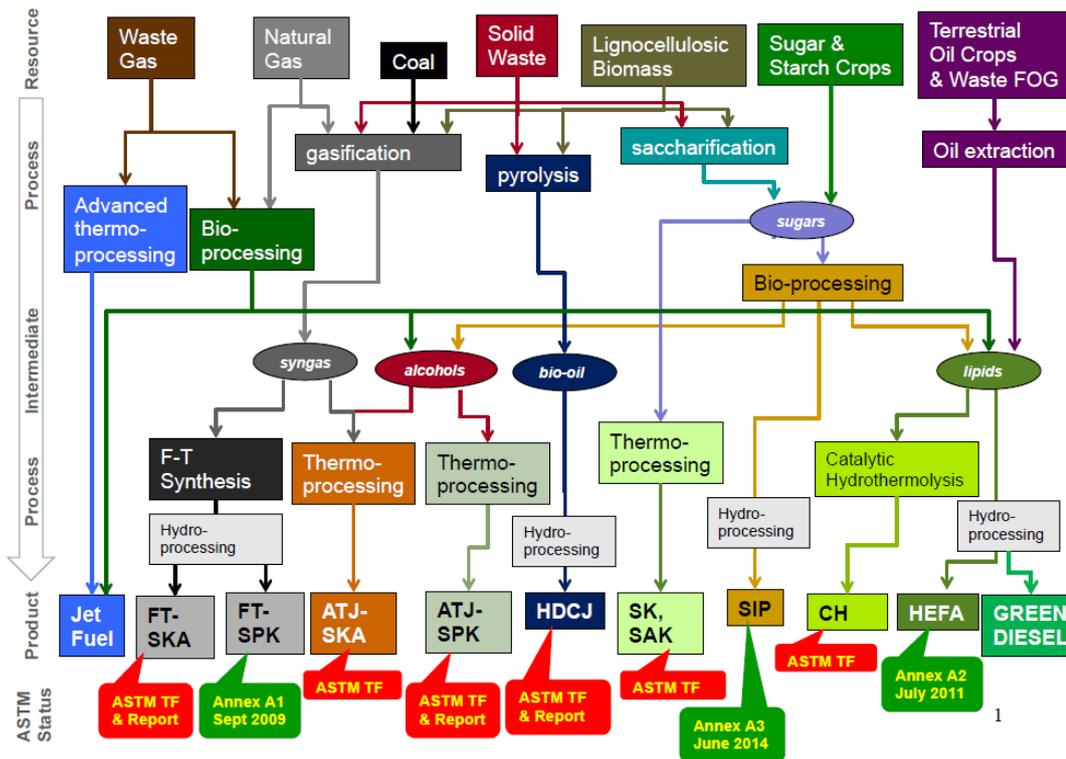


Fig. 3 – Filières de biocarburant aéronautique à l'étude.

tissement ou CAPEX (CAPital EXpenditure) et l'état des développements ; la situation présente est la suivante :

- HEFA : le gain environnemental se situe autour de 60 %, le CAPEX est modéré mais l'OPEX¹⁰ (dépenses d'exploitation) est très dépendant du prix de l'huile, les développements sont assez avancés ;

- DSHC : le gain environnemental est autour de 85 %, le CAPEX¹¹ est modéré et les développements en progrès ; un intérêt particulier de cette filière est la grande diversité des ressources primaires pouvant être utilisées ; le mélange utilisé

par Air France sur la navette Paris-Toulouse (programme Lab'Line) part du sucre de canne brésilien ;

- BTL : le gain environnemental peut atteindre 90 %, le CAPEX est très élevé (le coût d'une bioraffinerie peut être jusqu'à dix fois supérieur à celui d'une raffinerie classique) et les procédés bien maîtrisés ;
- ATJ : le gain environnemental est environ de 60 %, le CAPEX est modéré, la certification est proche pour la voie biobutanol.

Du fait de la nouveauté et de la complexité du système économique à mettre en place, il semble que deux conditions sont nécessaires pour résoudre l'équation économique : d'une part, le recours à des mesures d'incitation et, d'autre part, une insertion optimisée de chaque filière.

La perspective offerte par les biocarburants aéronautiques au motoriste français est la suivante :

- les carburants « drop-in » n'ont pas d'impact sur le développement technologique des moteurs mais leurs caractéristiques sont potentiellement bénéfiques pour la réduction des émissions polluantes et pour l'amélioration des performances d'opérabilité des moteurs ;

10. OPEX pour OPerational EXpenditure en anglais, charges courantes pour exploiter un produit, une entreprise, ou un système.

11. CAPEX pour CAPital EXpenditure en anglais, dépenses d'immobilisation.

- la filière HEFA (Hydroprocessed Esters and Fatty Acids), pour un taux d'incorporation maximum de 50 % (Neste) ;
- la filière DSHC (Direct Sugar Hydro Carbon), pour un taux d'incorporation maximum de 10 % (Total/Amyris) ;
- la filière BTL (Biomass To Liquid), pour un taux d'incorporation maximum de 50 % (procédé thermochimique Fischer-Tropsch).

D'autres filières sont en cours de certification :

- la filière ATJ (Alcohol To Jet) ;
- la filière Green Diesel, une variante de la filière HEFA, pour un taux d'incorporation de 5 % (fort soutien de Boeing).

Les filières en cours de recherche sont également nombreuses, on peut citer :

- les filières utilisant des huiles de micro-algues ou d'halophytes ;
- les filières basées sur les sucres de la lignocellulose ;
- les filières de valorisation du CO/CO₂ (Lanzatech, Solar-Jet, WTL- Waste To Liquid).

Toutes les filières ne sont pas équivalentes et présentent chacune avantages et inconvénients, ce qu'illustre la figure 4.

Les filières les plus matures sont ensuite passées en revue sous trois aspects : le bilan environnemental, le besoin d'investis-

Les biocarburants aéronautiques : une solution d'avenir ?

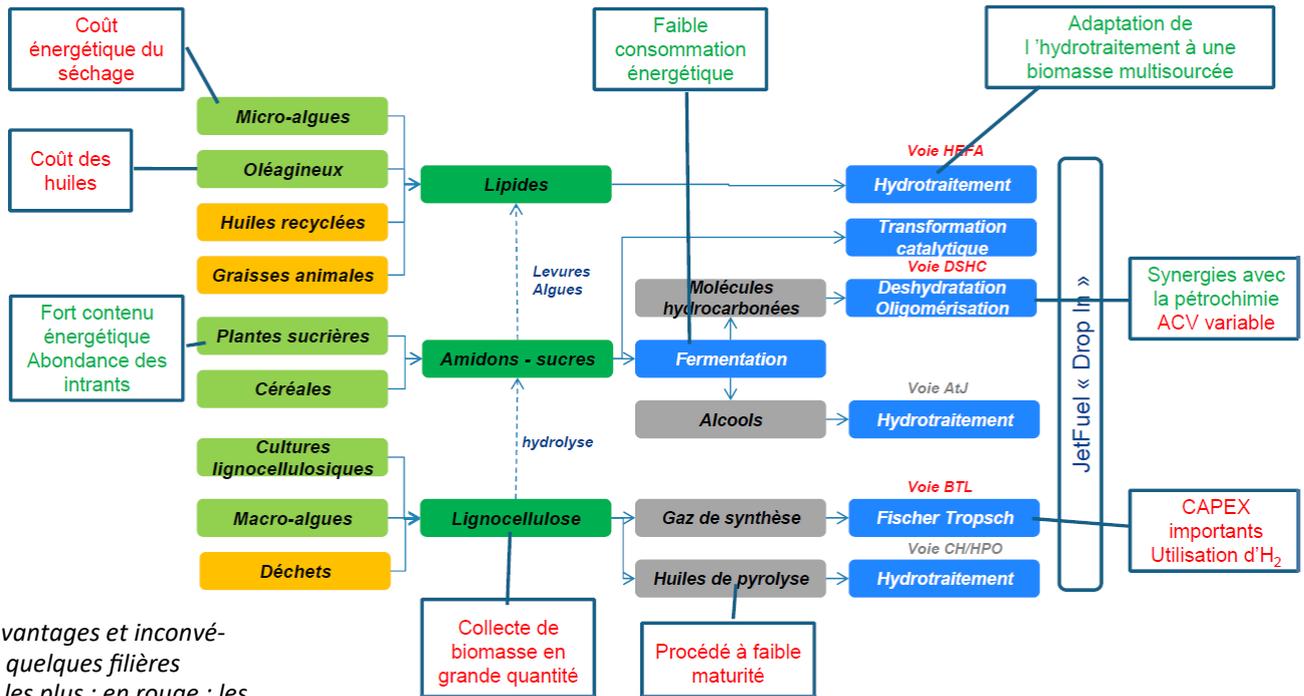


Fig. 4 – Avantages et inconvénients de quelques filières (en vert : les plus ; en rouge : les moins).

- la recherche doit s'orienter vers une meilleure connaissance des relations entre composition des carburants, opérabilité et émissions ; Safran/Snecma est donc impliqué dans les derniers programmes nationaux de recherche CAER¹², DREAM¹³ et MOCASSIN¹⁴.

Cette conférence a été très riche en informations et a prouvé, si besoin était, la forte mobilisation du groupe Safran pour une aviation toujours plus respectueuse de l'environnement.

PK

12. CAER, programme visant à évaluer les carburants alternatifs et leur compatibilité avec les moteurs et avions.

13. DREAM, pour ValiDation of Radical Engine Architecture SystemeS, programme destiné à identifier des solutions de rupture dans l'architecture des moteurs.

14. MOCASSIN, programme destiné à modéliser le comportement des carburants aéronautiques classiques et alternatifs.

Si les ambitions sur le long terme (2050) sont hautes (multiplier par deux les rendements, diviser par deux le coût), il faut bien reconnaître que la dynamique du déploiement industriel est lente et timide. Les objectifs de production pour l'UE sont 2 Mt en 2020 et pour le civil US de 3 Mt en 2018 et il n'est pas sûr qu'ils seront atteints. Cette dynamique pourrait toutefois changer si le prix du pétrole brut atteignait un niveau élevé sur une longue période ou si des accords internationaux sur les mécanismes de développement des biocarburants aéronautiques émergeaient.

De nombreuses questions ont été posées après la présentation ; elles ont porté principalement sur la logistique des biocarburants, sur les relations avec l'évolution de la production pétrolière, sur le prix des biocarburants, sur les impacts à basse et haute altitude, sur l'optimisation de la chambre de combustion et sur l'électrification des avions.

Cette conférence a fait l'objet d'un article rédigé par les auteurs dans la Lettre 3AF n°17 de janvier-février 2016, pages 7 à 15, (<http://www.3af.fr/sites/default/files/lettre3af-n17-150126.pdf>).

NUMÉRO 17
JANVIER - FÉVRIER 2016

3AF LETTRE 3AF
Le bulletin de la société savante de l'Aéronautique et de l'Espace

WWW.3AF.FR

2016 UNE ANNÉE D'INTENSE ACTIVITÉ POUR LA 3AF !

8^e European Congress
ERTS² 2016
27-29 JANVIER 2016 / TOULOUSE, FRANCE
CENTRE DE CONGRÈS PIERRE BAI-VIS

20^e ANNÉE D'ACTIVITÉ
SPACE PROPULSION 2016
27-29 JANVIER 2016 / TOULOUSE, FRANCE

13^e Forum Européen
IES2016
ROUEN, 27 OCTOBRE 2016

OPTRO 2016
2-4 FÉVRIER 2016
PARIS, FRANCE

AERO2016
Strasbourg, France - Avril 4-5-6, 2016

AEGATS '16
L'Association Française d'Etude et de Recherche Aéronautiques

LES CARBURANTS ALTERNATIFS AERONAUTIQUES COMMISSION TECHNIQUE « PROPULSION »

METHODOLOGIE D'ELABORATION D'UNE BASE DE DONNEES BIBLIOGRAPHIQUE COMMISSION TECHNIQUE « SIGMA2 »

LE GROUPE ISAE ET LA FONDATION ISAE-SUPAERO 4 ECOLES D'EXCELLENCE POUR DEVENIR INGENIEUR DE L'AERONAUTIQUE ET DE L'ESPACE

Le bonheur est dans l'Usine par Gérard Laruelle, membre du bureau du Groupe Ile-de-France



De gauche à droite : Michel Scheller (président de la 3AF), Cédric Toussaint (directeur de l'usine Howmet), Oleksandra Ygnatyuk (étudiante Sup'Aéro) et Gérard Laruelle (président du Comité Jeunes et membre du bureau 3AF Ile-de-France).

En octobre 2015, 13 équipes, venant de 6 grandes écoles françaises, étaient au départ de la deuxième édition du concours organisé par 3AF et la société Howmet, filiale du Groupe ALCOA. En janvier 2016, seulement 6 équipes avaient été retenues pour s'engager dans la deuxième phase du concours qui a été initialisée par une visite détaillée de l'usine de Gennevilliers où l'industrie aérospatiale, essentiellement, vient acquérir des pièces de fonderie réalisées par la méthode de la cire perdue. On peut noter que sur les 7 sujets proposés, 5 d'entre eux ont été travaillés par nos jeunes futurs ingénieurs : amélioration des flux, intégration du développement du durable, ... mais aussi promotion du bonheur au sein du personnel de l'entreprise. Mener de front, les études, les stages qui disséminent les équipes et un concours qui a pour but de les rassembler est déjà une preuve de la dynamique et de la résistance des membres des équipes.

Tout cela a conduit le jury à ne recevoir que 5 dossiers et seulement 4 équipes se sont présentées le 20 mai pour défendre oralement leur projet. Nous avons recueilli d'excellents travaux que nos jeunes candidats ont soutenu oralement avec brio. Dernière tâche difficile pour le jury, il restait à classer nos équipes. Il a été décidé de mettre en tête l'ISAE-Sup'Aéro, suivi de SUPii Mécavenir puis de l'ENSAM de Bordeaux.

La remise des prix a eu lieu le vendredi 17 juin à Cap 15. Les Sup'Aéro sont déjà en train de préparer leurs 5 jours à New York, à la mi-août, les seconds devraient les précéder de quelques jours pour leur week-end à Londres. Et nos Bordelais cherchent la date où ils pourront se retrouver ensemble pour effectuer leur baptême de l'air en hélicoptère en Aquitaine.

Bravo à tous et n'oubliez pas que « **le Bonheur est dans l'Usine** ».

1. HOWMET, société par actions simplifiées créée il y a 59 ans. Localisée à Gennevilliers et spécialisée dans les activités de fonderie d'acier ; cette société fabrique des produits de haute technologie comme des systèmes architecturaux en aluminium, des fixations et des systèmes d'assemblage, des éléments structuraux de fonderie, des composants de moteur à turbine ainsi que des éléments de structures d'avion. Son effectif est compris entre 200 et 299 salariés.

Au lendemain de la libération, la situation en France est critique : usines d'aviation dévastées, laboratoires vides, personnel dispersé, grave insuffisance d'équipements et de moyens techniques. Le 3 mai 1946, l'Assemblée Nationale Constituante vote la loi qui donne naissance à l'Office National d'Études et de Recherches Aéronautiques (ONERA). Sa mission est de développer, d'orienter et, en liaison avec le CNRS, de coordonner les recherches scientifiques et techniques poursuivies dans le domaine de l'aéronautique. Un grand nombre de services ou d'établissements chargés de recherche aéronautique, disséminés dans toute la France, sont alors dissous pour être intégrés à l'ONERA. Peu à peu, un certain regroupement se fait à Châtillon. D'autres équipes s'installent à Palaiseau, Chalais-Meudon et Modane.

Le développement (1946 à 1962)

L'activité scientifique s'organise autour de cinq directions scientifiques consacrées aux disciplines de base que sont l'aérodynamique, l'énergétique, les matériaux, la résistance des structures et la physique générale. Les essais en soufflerie réalisés à Chalais-Meudon et Modane contribuent à la définition de la Caravelle, du Concorde, du Breguet 941. Le passage du « mur du son » est simulé pour la première fois en 1953 sur une maquette du Mystère II¹. D'autres essais sont entrepris pour l'avion cible CT20², le missile Exocet, le Mystère

IV, le turbostatoréacteur du Griffon. Les turbomachines et la propulsion par moteurs fusées à ergols liquides ou propergol solide sont étudiées et de nombreuses campagnes d'essais en vol de fusées et d'engins sont réalisées.

L'expansion (1963 à 1983)

Avec l'accès de l'Homme dans l'espace, la politique nationale volontariste de la France amène la création du CNES. De nouvelles missions sont alors confiées à l'ONERA dans le domaine spatial : il devient l'Office National d'Études et de Recherches Aérospatiales. Le Centre d'Études et de Recherche de Toulouse puis l'Institut de Mécanique des Fluides de Lille lui sont rattachés, et de nouvelles souffleries industrielles sont réalisées au Fauga-Mauzac. Les grands programmes aéronautiques (Concorde, Airbus, Mirage) et spatiaux (Ariane) suscitent des recherches de grande ampleur. L'opération Electre³, relative à l'étude de la physique de la rentrée à très grande vitesse de véhicules dans l'atmosphère, est effectuée au Centre d'Essais des Landes avec la fusée Tibère, (figure 1).

Les nouvelles orientations (1984 à 1996)

A partir de 1984, l'ONERA doit exercer sa mission au bénéfice des industriels aérospatiaux français, tout en collaborant avec les laboratoires de l'Université et du CNRS. Suite à la fin de la « guerre froide », l'ensemble des moyens de défense ont dû être repensés devant la variété des menaces



Fig. 1 - Fusée Tibère en préparation de tir au Centre d'Essais des Landes.

1. Mystère II (MD 452, Dassault) : avion de chasse français dérivé de l'Ouragan muni d'une voilure à profil mince et propulsé par réacteur Rolls-Royce Nene. Construit à 150 exemplaires, son vol inaugural eut lieu en février 1951 et il dépassa la vitesse du son en février 1952.

2. CT20 Nord Aviation : drone-cible français propulsé par turboréacteur Marboré. Utilisé de 1956 à environ 2000, il était censé servir de cible pour les avions de chasse et les missiles surface-air. Le départ s'effectuait sur une rampe de lancement oblique, il était téléguidé depuis le sol et le retour au sol s'effectuait sous un parachute une fois la mission terminée.

3. Electre : étude de l'influence du plasma créé lors de la rentrée d'un véhicule à très grande vitesse dans l'atmosphère sur la propagation des ondes électromagnétiques entre ce véhicule et le sol.

et la diversité des théâtres d'opérations. L'optimisation de l'avion Rafale exige la synthèse de techniques multiples en aérodynamique, propulsion, matériaux et structures.

L'optimisation du missile ASMP⁴ est le fruit d'une étroite collaboration avec Aerospatiale. Les études sur la propulsion par statoréacteur aboutissent à un missile probatoire à statofusée rustique dont plusieurs exemplaires sont tirés au Centre d'Essais des Landes. Tous les secteurs

lanceur Ariane 5 sont étudiées du point de vue aérodynamique. Pour les systèmes de défense, l'ONERA est fortement présent dans le domaine des senseurs performants (radar, optique ou optronique) réalisant une imagerie du sol pour la détection, la localisation, l'observation et le pistage de cibles. Les efforts portent aussi sur la conception de missiles et de drones toujours plus rapides (figure 3), autonomes, précis et furtifs. Pour les hélicoptères, un concept

« ... l'ONERA reste le centre Français de la Recherche Aérospatiale... »

scientifiques de l'ONERA sont impliqués dans de nombreuses recherches au profit de la furtivité des avions ou des missiles, mais aussi dans le développement de nouveaux concepts de radars, ou encore dans le développement de superalliages monocristallins pour les aubes de turbines.

Le début du 21^{ème} siècle

Une contribution importante est apportée aux programmes de développement des avions de la famille Airbus, principalement dans le domaine de l'aérodynamique (figure 2) et de l'aéroélasticité. Des essais en soufflerie sont réalisés sur une maquette de l'avion de transport militaire A400M. D'autres études concernent le givrage et le foudroiement des avions, le tremblement et le flottement des structures, la réduction du bruit et des émissions polluantes des moteurs. Au profit du CNES, toutes les phases de vol du

de rotor à pales actives⁵ est analysé.

L'ONERA de demain

Dans le cadre de son activité scientifique, l'ONERA a souhaité s'inscrire dans la dynamique de l'Université Paris-Saclay⁶ et rassembler la plus grande partie de ses effectifs de l'Ile-de-France dans son centre de Palaiseau. Ainsi, la Direction Générale et certains départements scientifiques ont déjà quitté le site de Châtillon.

L'ONERA reste le Centre Français de la Recherche Aérospatiale (The French Aerospace Lab). Fort de son expertise industrielle multidisciplinaire et de son parc de moyens d'essais, au meilleur niveau mondial, l'ONERA s'appuie sur une approche combinant simulation et expérimentation. Il continuera à contribuer aux succès de l'aéronautique et du spatial français.



Fig. 2 - Essais de l'Airbus A380, soufflerie S1 de Modane.



Fig. 3 - Drone ONERA RESSAC développé pour des applications de sécurité civile.

Références

- 50 ans de recherches aéronautiques et spatiales, ouvrage édité en 1996 à l'occasion du cinquantenaire de la création de l'ONERA, publication ONERA, 143 pages, 1997.
- Un demi-siècle d'aéronautique en France, centres et moyens d'essais, Les Cahiers COMAERO, ouvrage coordonné par Jean-Pierre Marec, Haut Conseiller Honoraire à l'ONERA, Tome II, chapitre 13.
- Site Internet : www.onera.fr

4. ASMP : pour missile Air-Sol Moyenne Portée.

5. Pales actives : la forme de la pale se modifie (torsion, vrillage) selon sa position angulaire par rapport à la trajectoire pour optimiser son fonctionnement aérodynamique.

6. Université Paris-Saclay : communauté d'universités et d'établissements pluridisciplinaire créée le 29 décembre 2014 qui regroupe 2 universités, 10 écoles d'ingénieurs et 7 organismes de recherche. Doit constituer l'équivalent de Stanford aux États-Unis

La Commission Stratégie & Affaires Internationales

par Bertrand de Montluc

Membre senior 3AF et Président de la Commission CSAI

La Commission Stratégie et Affaires Internationales de la 3AF, souvent désignée par l'acronyme CSAI, est l'une des commissions techniques de notre société savante, dont la coordination générale est assurée au niveau du siège par un comité de pilotage (COPI). Elles comprennent chacune un président, un secrétaire et des membres experts dans les champs de compétence de l'association (cela va des hélicoptères à l'aviation commerciale, l'aviation légère, les drones, en passant par la propulsion, l'aérodynamique, les matériaux, les missiles tactiques, les structures, l'optique, le transport spatial et l'exploration spatiale, l'énergétique, sans oublier des commissions transverses telles que le comité Sigma 2 pour les PANs et OVNI, la propriété intellectuelle, l'histoire, l'environnement, les essais, l'information pour les entreprises...). De ce point de vue la 3AF et ses commissions fonctionnent, à leur façon, sur le modèle des associations non lucratives constituées en réseaux d'excellence, mis à disposition des grands partenaires institutionnels et industriels, en Allemagne, au Royaume Uni ou aux États-Unis, toutes proportions gardées parce que les associations européennes et américaines souvent très anciennes comprennent un nombre de membres actifs ou retraités beaucoup plus important, dans la vieille tradition anglosaxonne des « non profit organisations » et des Clubs.

La CSAI pour sa part est une commission transverse qui traite des grandes problématiques internationales de notre secteur et qui contribue à la réflexion stratégique de la Société. Elle est composée d'une quinzaine d'experts juniors ou seniors, actifs et retraités, provenant de centres de recherche, de sociétés d'ingénierie, de centres des Armées, d'agences et surtout de groupes industriels importants (typiquement Airbus, Dassault, Safran, Thalès, MBDA, etc.). Le champ couvert pour l'essentiel s'étend de l'aéronau-



Avion furtif B2 Spirit, photo U.S. Air Force photo/Staff Sgt. Bennie J. Davis III.

tique, de l'astronautique, de l'aviation civile et militaire, à l'espace, aux missiles jusqu'aux industries de défense et de sécurité. La commission CSAI se réunit une fois par mois, en général le jeudi après-midi, durant trois heures sur projet d'ordre du jour. La restitution est faite par compte-rendu dans la semaine.

« La CSAI contribue à la réflexion stratégique de la Société. »

Les débats et réflexions collectives au sein de la commission sont guidés par la méthode suivante : la première partie de la réunion (trente minutes en moyenne) est dédiée à un tour d'horizon des faits marquants du mois (actualités industrielles internationales, événements marquants techniques ou opérationnels, restitutions de colloques et séminaires, données et statistiques). Ensuite vient une revue de l'avancement des études de fond en cours. Chaque année, en septembre et en décembre, une discussion est consacrée à la définition de projets nouveaux d'études et de recherches pour le semestre. Une fois sur deux un grand invité externe est invité à faire un exposé

assez technique d'une heure et demie sur un sujet choisi en commun (exemple récent, le directeur de programme ESA du programme Galiléo). Quand ce n'est pas le cas, les sujets abordés sont en général choisis en fonction de l'actualité d'un problème de fond (faut-il craindre l'aéronautique chinoise ? comment évolue le trafic

aérien mondial ? où en est le dossier Drones MALE ? prospective du trafic et du transport aérien dans le monde, etc.), ou d'une situation politico-stratégique complexe

(où en sont les industries aéronautiques et spatiales russe et ukrainienne ? où en est la défense anti-missile en Europe de l'est et en Turquie ? quelles sont les vues à long terme du Pentagone sur l'armement du futur ? quoi de neuf au sujet de la défense européenne ? ...). Une fois tous les deux ans un travail de plusieurs mois est mené au titre de dossiers d'études et de recherches sur un sujet complexe, la plupart du temps au moyen de la constitution d'un petit groupe ad hoc (4 à 5 personnes dont un rapporteur) et en concertation chaque fois que cela est possible avec les autres commissions techniques thématiques.

Ces dossiers terminés (travail de six mois à un an) sont soumis à l'exécutif de la 3AF puis diffusés, ou sous forme de dossiers pour quelques décideurs de l'Administration et de l'Industrie, ou de notes de conjoncture internes, ou de « *policy papers* » [1] publiés dans des revues françaises (RDN) ou internationales (RUSI, Space Policy). Dans certains cas, un petit séminaire ou une table ronde est organisée. Citons quelques exemples récents : l'Europe et la défense anti-missile, le drone MALE, les capacités spatiales de la Chine [2], l'aéronautique chinoise [3], l'apport des satellites pour l'étude scientifique et la gestion prudentielle de la dynamique climatique en Arctique, la mission Rosetta, Ariane 6, le projet ESA-UE Galileo...

Au total, l'expérience nous a montré que le succès de notre travail en commission était d'abord dû à la qualité intellectuelle et technique de ses membres, y compris des jeunes ingénieurs, des responsables industriels en activité, des anciens directeurs de programmes, d'unités ou de départements industriels seniors. La curiosité, l'expérience, la connaissance de fonds de dossiers et le suivi fin de l'actualité constituent des atouts majeurs contribuant au sérieux des débats de

conjoncture et des travaux de plus longue haleine (parfois deux ans). Le caractère relativement informel sur un ton assez libre de nos débats combiné à la rigueur des exposés et études semble une méthode qui convient à ce groupe dont l'objectif n'est pas de se cultiver entre amis mais de produire des informations et des réflexions utiles à l'exécutif de la 3AF, à ses grands partenaires et à l'ensemble de ses membres.

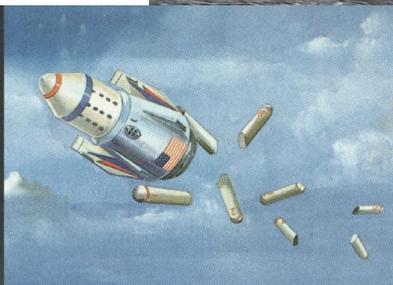
Mission Rosetta, illustration de l'atterrisseur PHILAE sur la comète Churyumov Gerasimenko, 03/11/2014, Copyright CNES/DUCROS David, 2014.

Quelques références :

- [1] *What is the state of play in European governance of space policy*, Elsevier, Space Policy Journal, 2012, 28, pp.74-76.
- [2] *L'industrie aéronautique et de défense en Chine*, Rapport 3AF, Cahier n°12, septembre 2014.
- [3] *Les capacités de la Chine dans le domaine spatial*, rapport 3AF, Cahier n°19, décembre 2015.



Sources CNES & Wikipédia.



Su - 27 © Dmitry A. Mottl



Rafale - Source RIAT 2012



Shenyang J-31, source wc



Su - T50 © Maxim Maksimov



C17 - Source US Air - Force



Harbin Z19

PUBLICATIONS COURRIERS

Rapport annuel de l'ONERA - « L'ONERA, acteur central de la recherche aéronautique et spatiale, emploie environ 2 000 personnes. Placé sous la tutelle du ministère de la Défense, il dispose d'un budget de 230 millions d'euros, dont plus de la moitié provient de contrats commerciaux. Expert étatique, l'ONERA prépare la défense de demain, répond aux enjeux aéronautiques et spatiaux du futur et contribue à la compétitivité de l'industrie aérospatiale. Il maîtrise toutes les disciplines et technologies du domaine. Tous les grands programmes aérospatiaux civils et militaires en France et en Europe portent une part de l'ADN de l'ONERA : Ariane, Airbus, Falcon, Rafale, missiles, hélicoptères, moteurs, radars... L'ONERA porte le label Carnot de partenariat recherche/entreprises. Reconnu à l'international et souvent primés, ses chercheurs forment de nombreux doctorants. » Accessible à partir du lien suivant : <https://fr.calameo.com/read/0045020683211c1933836>

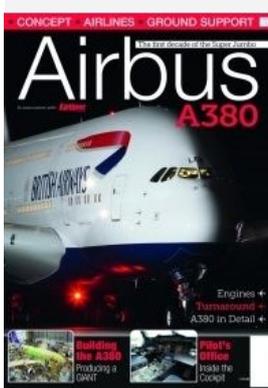


Report annuel de l'ONERA - « L'ONERA, acteur central de la recherche aéronautique et spatiale, emploie environ 2 000 personnes. Placé sous la tutelle du ministère de la Défense, il dispose d'un budget de 230 millions d'euros, dont plus de la moitié provient de contrats commerciaux. Expert étatique, l'ONERA prépare la défense de demain, répond aux enjeux aéronautiques et spatiaux du futur et contribue à la compétitivité de l'industrie aérospatiale. Il maîtrise toutes les disciplines et technologies du domaine. Tous les grands programmes aérospatiaux civils et militaires en France et en Europe portent une part de l'ADN de l'ONERA : Ariane, Airbus, Falcon, Rafale, missiles, hélicoptères, moteurs, radars... L'ONERA porte le

label Carnot de partenariat recherche/entreprises. Reconnu à l'international et souvent primés, ses chercheurs forment de nombreux doctorants. » Accessible à partir du lien suivant : <https://fr.calameo.com/read/0045020683211c1933836>



Les drones, fonctionnement, télépilotage, applications, réglementation, Rodolphe JOBARD, Éditions Eyrolles, Serial Makers, seconde édition mai 2016, EAN 9782212141894.



AIRBUS A380 - The first decade of the superjumbo, 100 pages pour célébrer le plus gros avion du monde. Le document évoque les difficultés à résoudre, la production, le programme d'essais en vol, la maintenance en opération commerciale et fournit des informations sur les performances.



Préparer le futur, Les projets de recherche stratégiques de l'ONERA 2016 - Ce recueil de 376 pages présente les recherches propres de l'ONERA en cours ou terminées (Projets de Recherche Fédérateurs (PRF), Axes de Recherche Fédérateurs (ARF) et Projets de Recherche (PR)). L'objectif de ce recueil consiste à faire connaître les travaux et les résultats obtenus à partir des subventions d'état. Pour les projets en cours, sont présentés les enjeux, le contenu du projet, les acquis, le département impliqué, les dates de début et de fin de projet. Aux projets terminés sont associés la description du projet, les résultats obtenus, les retombées du projet, des références, les dates de début et de fin de projet.

Préparer le futur, Les projets de recherche stratégiques de l'ONERA 2016 - Ce recueil de 376 pages présente les recherches propres de l'ONERA en cours ou terminées (Projets de Recherche Fédérateurs (PRF), Axes de Recherche Fédérateurs (ARF) et Projets de Recherche (PR)). L'objectif de ce recueil consiste à faire connaître les travaux et les résultats obtenus à partir des subventions d'état. Pour les projets en cours, sont présentés les enjeux, le contenu du projet, les acquis, le département impliqué, les dates de début et de fin de projet. Aux projets terminés sont associés la description du projet, les résultats obtenus, les retombées du projet, des références, les dates de début et de fin de projet.



Les prototypes expérimentaux de DASSAULT, tome 1, les avions à décollage et atterrissage vertical, les matériels de l'Armée de l'Air et de l'Aéronavale par Hervé BEAUMONT, 80 pages, 2016. Un livre illustré consacré au Balzac V 001, au Mirage III V 01 et au Mirage III V 02 avec des témoignages inédits, recueillis auprès des principaux acteurs.

COURRIERS DES LECTEURS

Quelles stratégies pour les voyages vers Mars ?

Réponse Gr IdF : La prochaine grande étape de l'exploration spatiale par l'homme sera vraisemblablement le voyage vers Mars. Différentes stratégies sont en cours d'élaboration dans le monde. Le président de l'ESA suggère de passer par une étape intermédiaire reposant sur une base lunaire permanente. La NASA, après avoir annoncé que le voyage d'astronautes vers d'autres mondes débiterait par l'exploration d'astéroïdes, commence à travailler sur un calendrier de mission martienne. La Russie, la Chine et l'Inde ont aussi des projets. L'association Planète Mars milite quant à elle pour la préparation d'un vol direct depuis une orbite terrestre. Il serait utile de comparer ces différentes stratégies et les argumentaires qui les soutiennent, ainsi que d'identifier ce qui devra être mis en commun.

CONFÉRENCES & COLLOQUES 3AF EN ILE-DE-FRANCE

2 - 4 FÉVRIER

COLLOQUE OPTRO 2016 - La 7ème édition du colloque international OPTRO 2016 sur "l'Optronique dans la Défense et la Sécurité" s'est déroulée au centre de conférences de l'OCDE à Paris. Ce colloque, sponsorisé par les sociétés SAGEM, THALES, MBDA et l'ONERA, a réuni 336 participants et 27 exposants. 104 exposés ont été présentés. Caroline Laurent IGA HC, Directrice de la Stratégie à la DGA, en a assuré la présidence.



La conférence d'introduction donnée par Gérard Mourou, professeur à l'École Polytechnique, a porté sur la lumière extrême laser et ses applications à la physique subatomique. Des représentants d'EDA, d'ESA, de Fraunhofer IOSB (DE), DSTL (UK) et de NVESD US Army (USA) ont assuré les conférences plénières. Trois conférences françaises avaient été sélectionnées par le Comité d'Organisation pour la session plénière sur l'optique adaptative (LESIA), l'hyper spectral aéroporté (ONERA) et le laser Mégajoule (CESTA).

La journée d'ouverture s'est achevée par une table ronde sur le « retour d'expérience des opérations extérieures françaises » en présence des représentants du CIE, de l'Armée de l'Air et de l'ALAT. Le rendez-vous est donné pour le prochain OPTRO en 2018.

12 - 14 AVRIL

AEGATS 2016 - Du 12 au 14 avril 2016, 3AF organisait la première Conférence Internationale pour le passager aérien et les opérateurs à son service, AEGATS 2016 (Advanced Aircraft Efficiency in a Global Air Transport System) sur le thème "Optimisation de la conception et de l'utilisation des avions civils". Cette conférence, organisée avec les soutiens d'Airbus, de Rolls Royce, de Pratt & Whitney, de Thales et de TLD, s'est tenue dans les Salons de l'Aveyron à Paris 12ème.

L'ouverture de la conférence a été faite par le Chairman Robert LAFONTAN, senior vice-président Engineering d'AIRBUS.



9 Tables rondes thématiques, dont une présidée par Fabrice BREGIER CEO d'Airbus depuis le 1er juin 2012, ont rassemblé les plus grands experts du milieu aéronautique et 45 intervenants coordonnés par 9 modérateurs.

6 Conférences pilotes et 54 présentations ont été proposées.

D'après R. Lafontan : la conférence a mis l'accent sur des moyens proactifs destinés à améliorer l'efficacité de l'avion dans un système de transport aérien avancé, tout en maintenant un haut niveau de compétence de tous les acteurs.

Pendant 3 jours, les experts de toutes les disciplines ont abordé une série de thèmes lors des sessions plénières et techniques :

- simplifier le système mondial de transport aérien à partir d'un point de vue des passagers (sécurité, efficacité, confort) ;
- réduire la durée et le coût du voyage tout en conservant le niveau de réponse face à des événements inattendus (météo, indisponibilité de l'avion, retards) ;
- optimiser l'utilisation du capital investi par l'ensemble des intervenants associés au système de transport aérien.

Ont été examinés les moyens d'améliorer le système de transport terrestre vers l'aéroport perçu comme une ville, vu du côté passager, et comme prestataire de services, vu du côté maintenance des avions.

La conférence a également permis de présenter l'avion à partir des visions passagers, opérateurs et fabricants. La gestion du trafic a également été évoquée en considérant les besoins et les aspects environnementaux.

Tous ces points ont été examinés en considérant le maintien des compétences et les modèles d'affaires caractéristiques du transport aérien.

LES COMMISSIONS 3AF EN ILE-DE-FRANCE

1. HOWMET, société qui avec l'Association 3AF propose un concours aux élèves des grandes écoles et universités françaises sur le thème "Le Bonheur est dans l'Usine", voir le site <http://www.3af.fr/article/concours-howmet-3af-2016-le-bonheur-dans-l-usine>, voir la page 15.

Vendredi 15 Janvier

HOWMET¹ – Le Kick Off de la phase 2 du concours Howmet - 3AF "Le Bonheur est dans l'Usine" a eu lieu au sein de l'usine Howmet de Gennevilliers. Accueil fort chaleureux de Cédric Toussaint, directeur, suivi d'une présentation du groupe Alcoa, d'une visite détaillée proposée en petits groupes suivie d'échanges entre les jeunes et le personnel de la société.

Mercredi 20 Janvier INSTITUT FRANCAIS DE L'HISTOIRE DE L'ESPACE -

Au CNES, Paris 1er : l'Institut Français de l'Histoire de l'Espace a présenté le livre "50 ans de coopération spatiale France-URSS/Russie, genèse et évolutions 1966-2016". Ce livre est disponible sur commande. Voir le site : www.3AF.fr rubrique Presse & Média.

Mardi 26 Janvier

GROUPE ILE DE FRANCE - Comment les avions disparaissent - Jean-Marc Garot, ancien directeur du Centre Expérimental d'Eurocontrol, a expliqué à partir de l'exemple du MH370, comment des avions peuvent se trouver déconnectés des liaisons avec le sol. Cette conférence a regroupé plus de 40 auditeurs.



Mercredi 27 Janvier COMMISSION PROPULSION

- Une conférence sur la propulsion d'Ariane 6 a été proposée par Michel Thamaly et

Fabien Barrier au CNES, Paris.

Jeudi 28 Janvier COMMISSION STRUCTURES

- Une réunion de travail en visio-conférence avec l'Onera/Châtillon, Airbus/Toulouse, CNES/Toulouse et Thales Alenia Space/Cannes. Préparation de la journée du 31 mai 2016 dédiée aux modèles réduits, aux méthodes de réduction et des futures journées scientifiques.

Mercredi 10 Février COMMISSION AÉRODYNAMIQUE

- Une réunion de travail a eu lieu à l'ONERA Meudon pour préparer la 51ème conférence internationale d'aérodynamique appliquée de la 3AF à l'université de Strasbourg, définir le sujet et le lieu de la conférence AERO 2017, rechercher un sujet pour la prochaine visite technique et travailler sur un ouvrage partagé d'aérodynamique expérimentale.

Jeudi 18 Février COMMISSION INTELLIGENCE ÉCONOMIQUE & STRATÉGIQUE

- Une réunion (CSIP) s'est tenue sur le site de Véolia, Paris 16ème. Plusieurs présentations de qualité au cours de la matinée consacrées aux activités de Véolia. Valérie Brosset-Heckel, directrice de "Business Intelligence" et "Knowledge Management", a démontré la complémentarité des processus de veille et d'analyse entre les 2 entités.

L'après-midi plusieurs membres ont fait part de leurs expériences sur :

- l'usage de twitter ;
- une méthodologie utilisée par la cellule Veille Technologique & Stratégique du CE-

TIM.

La fin de la session a été consacrée aux échanges sur différents sujets liés à l'intelligence économique et stratégique.

Courant Février COMMISSION SIGMA2 -

Diffusion d'un rapport d'avancement sur les travaux de la commission, parution d'un article dans La Lettre 3AF de février et contribution au livre de Robert Roussel (journaliste cameraman aéronautique, spécialiste des dossiers militaires) intitulé "Ovnis : les oubliés de la science" préfacé par Patrick Baudry (livre paru en avril 2016 aux éditions L'Harmattan).

9, 17, 22 et 25 Mars COMMISSION SYSTÈMES OPTRONIQUES

- Réunions des groupes 1 et 2 de la Plateforme d'échanges et de Coordination de l'Optronique (PCO) qui poursuit ses travaux en vue d'élaborer la feuille de route Optronique au profit de la DGA et du CNES.

Jeudi 22 Mars GROUPE ILE-DE-FRANCE -

Les drones civils - Une conférence proposée par Thierry Prunier (Dassault Aviation) qui a permis de faire un point sur les contraintes réglementaires en termes de conception et de réalisation, sur les besoins de développement et d'expérimentation ainsi que sur la protection de la



vie privée et la sécurité.

LES COMMISSIONS 3AF EN ILE-DE-FRANCE

Mercredi 13 Avril

COMMISSION SYSTÈMES

OPTRONIQVES - Réunion du Groupe 1 Techno Push de la Plateforme d'Échanges et de Coordination de l'Optronique (PCO), à l'Aéroclub de France pour faire suite à la réunion plénière au CCI France à Paris du vendredi 25 mars (*travaux en vue d'élaborer la feuille de route Optronique au profit de la DGA et du CNES*).

Vendredi 20 Mai

HOWMET - Rendez-vous du Comité Jeunes pour la présentation des travaux de la phase 2 du concours Howmet - 3AF "*Le Bonheur est dans l'Usine*".

Mercredi 24 Mai

COMMISSION AÉRODYNAMIQUE

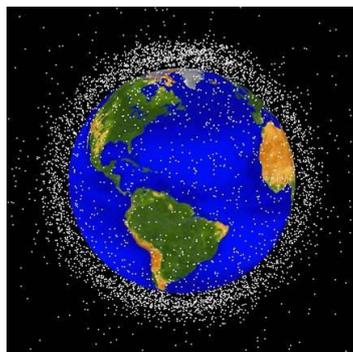
- Visite technique du site Dassault Systèmes de Vélizy, organisée en lien avec le Groupe Régional Ile de France de 3AF. Créée en 1981, la société Dassault Systèmes est une entreprise spécialisée dans la conception 3D, le maquettage numérique 3D et les solutions pour la gestion du cycle de vie d'un produit (PLM). Après une présentation générale, un panorama de quelques activités a été proposé via différents supports 2D et 3D de réalité virtuelle. Ces présentations ont été suivies d'un exposé sur le travail de création organisé au sein d'un atelier Design.

Mardi 31 Mai

GROUPE ILE-DE-FRANCE -

Les débris orbitaux, comment s'en débarrasser ? - Une conférence proposée par Christophe

Bonnal⁽¹⁾ du CNES, président de la commission Débris Spatiaux de l'IAA (International Academy of Astronautics). Cette conférence a permis de rappeler que les débris orbitaux augmentaient continuellement depuis le début de l'ère spatiale de 1957 et que seuls 6% des objets en orbite avaient aujourd'hui une réelle fonction. Après avoir recensé brièvement la population orbitale actuelle, a été évoquée la réglementation mise en



place pour limiter une accélération prévisible du nombre de ces débris (le fameux syndrome de Kessler). Les solutions et les moyens à mettre en oeuvre pour réduire leur nombre ont enfin été présentés.

Mardi 31 Mai

COMMISSION STRUCTURES

- En lien avec le Département Aéroélasticité et Dynamique des Structures de l'ONERA, un séminaire dédié aux "*Pratiques et perspectives dans la réduction de modèles*" a été organisé dans les locaux de l'Onera Châtillon.

AGENDA

SEPTEMBRE, visite technique 3AF/IDF du Centre de Formation des Métiers de l'Aérien, aérodrome de Toussus-le-Noble, co-organisée avec la commission Aérodynamique, la date sera communiquée ultérieurement.

MARDI 20 SEPTEMBRE, conférence 3AF/IDF "*Les lanceurs spatiaux réutilisables*", par Pascal Bultel, Mairie du 15^{ème}.

VENDREDI 7 OCTOBRE, visite technique 3AF/IDF centrée sur l'attractivité des métiers de l'aérien, Musée de l'air, organisée en collaboration avec la commission Aérodynamique.

MARDI 8 NOVEMBRE, conférence 3AF/IDF, "*Comparaison des pilotages des avions de transport Airbus et Boeing*", par Christian Roger et Jacques Jaurand, 18h, Mairie du 15^{ème}.

SAMEDI 3 DÉCEMBRE, Journée d'Études pour l'Aviation Légère (JEAL), 3AF/IDF, en partenariat avec les Commissions Aérodynamique et Aviation Légère et Machines Dérivées, voir la page 24.

MARDI 6 DÉCEMBRE, conférence 3AF/IDF "*L'Association Française des Femmes Pilotes*", présentation, objectifs, actions par Adriana Domergue, présidente de l'AFFP, Mairie du 15^{ème}.

DÉCEMBRE, visite technique de l'entreprise COLAS, "Panneaux Routiers Photovoltaïques". Visite organisée par le Groupe 3AF Ile de France en lien avec les Commissions "Aérodynamique" et "Aviation Légère et Machines Dérivées", la date sera communiquée ultérieurement.

(1) Télécharger les planches de la conférence de Christophe Bonnal : <http://goo.gl/1WHeiD>

Le samedi 3 décembre 2016 à l'Université d'Évry-Val-d'Essonne, le groupe régional 3AF Ile-de-France organise une

JOURNÉE D'ÉTUDES POUR L'AVIATION LÉGÈRE

Le Pilotage 2.0, formation et technologies



L'aviation légère et de loisir est confrontée à des évolutions continues touchant la formation et le renouvellement des aptitudes, la réglementation et l'instrumentation. Les contenus de formation s'oublent s'ils ne sont pas actualisés, la navigation dans la région parisienne fait l'objet de restrictions sévères et l'instrumentation moderne échappe quelquefois à la compétence des pilotes. Ces aspects, associés à une pratique limitée du pilotage, essentiellement liée au coût de l'heure de vol, tendent à induire la crainte de s'aventurer dans les zones contrôlées et peuvent engendrer des situations à risque.

Dans ce contexte, l'Association Aéronautique et Astronautique de France (3AF) s'est associée à la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC), à l'Association Nationale des Pilotes Instructeurs (ANPI), à l'Association Française des Femmes Pilotes (AFFP), aux Fédérations Françaises de l'Aéronautique (FFA), de Vol à Voile (FFVV), des Pilotes d'ULM (FFPLUM), à l'Aéroclub de France, au Réseau des Sports de l'Air (RSA), à l'Association des Pilotes Propriétaires d'Avions (AOPA) et au Syndicat National des Pilotes Professionnels de l'Aviation Légère (SNPPAL) pour organiser une journée d'échanges visant à faire le point des connaissances techniques et réglementaires nécessaires à la pratique de l'aviation de loisirs en Ile de France.

Cette journée, qui se tiendra le 3 décembre à l'Université d'Évry, sera animée par des experts du domaine, des pilotes instructeurs et/ou inspecteurs et des pilotes professionnels. Une information sera dispensée sur les évolutions en cours et sur les moyens à mettre en œuvre pour développer les capacités des pilotes privés, la prévention et la sécurité des vols. Les échanges qui auront lieu après chaque présentation et au cours de la table ronde finale permettront aux participants de tous horizons de profiter de retours d'expériences, d'exprimer leurs difficultés et d'envisager des orientations susceptibles d'améliorer leur pratique. Cette journée permettra aux plus jeunes d'envisager une future carrière aéronautique.

Au programme de la journée : L'aviation légère en France, situation, intérêts et enjeux / L'humain et la formation / L'humain et le pilotage / Les technologies cadrans et écrans / Intérêts du simulateur / Table ronde.

Informations : Carole Lévy jeal2016@3af.asso.fr Tél : 01.56.64.12.30



www.3af.fr

