

Compte-rendu de la Réunion de la Commission Essais chez Intespace à Toulouse le 20 mars 2014

Thème : la mesure des pressions dans les essais

Participants :

Nom	Société	Adresse @mail	Téléphone	Mobile
BRIQUET Philippe	PCB PIEZOTRONICS	pbriquet@pcbpiezotronics.fr		06 03 05 51 34
BUFFARD Jean-François	DGA EV	jean-francois.buffard@intradef.gouv.fr	04 42 48 30 57	
CANEVET Tanguy	DGA EV	tanguy.canevet@intradef.gouv.fr	04 42 48 32 40	
CHAMBOREDON Guillaume	SNECMA	guillaume.chamberodon@sncma.fr	01 60 59 63 24	06 32 75 13 57
CHOIN Frédéric	AIRBUS D&S LES MUREAUX	frederic.choin@astrium.eads.net	01 39 06 60 39	
DESTARAC Guy	3AF	guy.destarac@wanadoo.fr	05 61 85 03 60	06 80 23 33 59
DIJKSTRA Klaas	PRODERA	prodera@prodera.com	05 61 84 36 98	06 08 05 81 79
GAUDRY Alain	SAFRAN	aml.gaudry@orange.fr	06 77 91 12 81	
GIRARD Laurent	AIRBUS HELICOPTERS	laurent.girard@eurocopter.com	04 42 85 73 61	
LAURENT Alain	LA MESURE SUR MESURE	lamesuresurmesure@orange.fr		06 36 36 90 39
LEFEBVRE Elisabeth	DGAC	elisabeth.lefebvre@aviation-civile.gouv.fr	01 58 09 37 25	
MADEC David	ACRA CONTROL	dmadec@curtisswright.com		06 48 54 25 42
MEIGNIEN François	DGA EV	francois.meignien@intradef.gouv.fr	05 57 15 46 60	06 50 54 72 12
PONS Jacques	DASSAULT AVIATION	Jacques.pons@dassault-aviation.com	04 42 56 75 78	06 32 44 40 11
SCHOTT Didier	AIRBUS DEFENCE & SPACE	didier.schott@astrium.eads.com	01 39 06 18 10	
SMITH Cindy	AIRBUS D&S LES MUREAUX	cindy.smith@astrium.eads.net	01 39 06 31 46	
URLI Renaud	AIRBUS HELICOPTERS	renaud.urli@eurocopter.com	4915117125901	
MIMEAU Alain	MBDA	alain.mimeau@mbda-systems.com		06 08 55 42 83
CACH Emmanuel	MBDA	emmanuel.cach@mbda-systems.com		06 03 95 93 64
BUTTIGIEG Florian	DASSAULT AVIATION	Florian.Buttigieg@dassault-aviation.com	04 42 56 73 90	
BERARD Gilbert	EPNER	g.berard13@orange.fr	04.42.56.41.65	
JEANSON Christophe	AIRBUS DEFENCE & SPACE	christophe.jeanson@astrium.eads.net	01 39 06 75 27	
JOLY Diane	INTESPACE	diane.joly@intespace.fr		06 12 41 00 99
BUGEAT Louis-Patrice	INTESPACE	louis-patrice.bugeat@intespace.fr	05 61 28 12 65	
DENEUFVE Florence	INTESPACE	Florence.deneufve@intespace.fr	05 61 28 12 32	07 86 12 59 30
CAVRO Etienne	INTESPACE	Etienne.cavro@intespace.fr	05 61 28 12 74	

Compte-rendu rédigé par Laurent Girard et Jacques Pons.



Introduction

Nous avons pu constater au cours de cette réunion que la mesure des pressions est une préoccupation commune à la communauté des essais, qu'il en existe une grande variété et de nombreux moyens pour y parvenir.

1. Présentation générale d'INTESPACE (M. Louis-Patrice BUGEAT)

Intespace, dont l'origine est un centre d'essais créé à l'origine par le CNES et la Sopemea vers la fin des années 1960, sous ce nom en 1983, est maintenant une filiale d'AIRBUS (avec THALES ALIENA) qui emploie 190 personnes sur 3 sites : Toulouse + Paris + Noordwijk (Fin).

Trois axes d'activité ou métiers sont maîtrisés :

- Centre d'essais en environnement : mécanique (vibrations, chocs et acoustique), compatibilité électromagnétique et radio fréquences, vide thermique et climatique).
- Ingénierie et services (en essais), formation.
- Développeur et éditeur d'un logiciel d'essais : DYNWORKS pour la gestion des essais et des données d'essais, l'analyse temps réel et l'analyse temps différé.

L'objectif actuel est la diminution de la durée des essais, essentiellement par amélioration de la corrélation entre la simulation et les essais, et augmentation de l'efficacité et du rendement des essais.

2. Présentation DGA-EV : Calibration anémo-barométrique (M. François MEIGNIEN)

L'objectif de la DGA-EV est de chercher une nouvelle méthode d'essais pour diminuer les coûts des méthodes actuelles de calibration anémométriques en vol.

Sont présentées et comparées différentes techniques de calibration anémo-barométriques sur F16. En particulier, utilisation d'une perche à l'avant de l'appareil (prises PS et PT placées 9 ft avant le nez de l'appareil) et d'un cône traînant derrière l'appareil (prises PS placées 50 ft après la dérive, dont le capteur est placé en haut de dérive). Le cône doit être calibré au préalable, et sa calibration dépend de l'altitude.



Méthodes évaluées : passages tour, accélérations/décélérations en palier, trèfles à 6 branches (se révélant peu adaptés pour les avions rapides), virages sur 360°, avec utilisation d'un modèle d'atmosphère recalé par mesures sur lâchers ballon (PS, TS mesurées tous les 100 ft).

3. Présentation MBDA : Mesures de pression à bord des missiles (M. Emmanuel CACH)

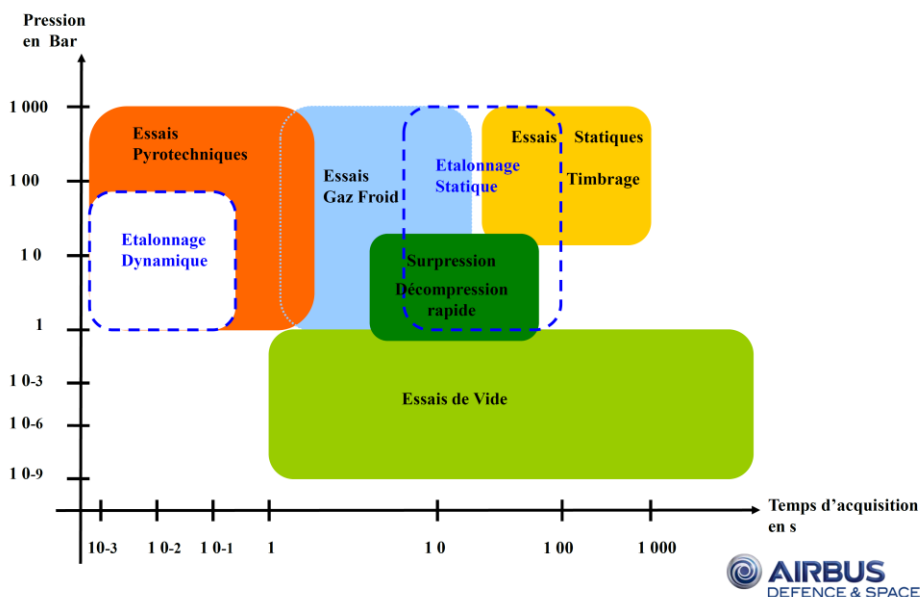
Problématique : quel type de capteur étalon ?

3 exemples de mesure de pression chez MBDA sont présentées (choix du capteur, implantation, calibration) :

- Mesures de pression dans le cône de nez d'un missile pour détermination du nombre de Mach (mesures de type Pitot).
- Mesures de pression à l'intérieur d'un propulseur pour vérification de la poussée (mesures fonctionnelles et non pour essais).
- Mesures de pression (très élevée) sur missile ASTER dans une gouttière pour étude aérodynamique ; à cause de l'air chaud qui pénètre, jusqu'à 250°C, les capteurs (type Kulite LE) sont isolés avec des protections thermiques.

4. Présentation AIRBUS Defence & Space (ex ASTRIUM) : Mesures de pressions dynamiques en milieu pyrotechnique (Mme Cindy SMITH)

Différentes mesures de pression chez ASTRIUM, avec leurs caractéristiques associées, cf. ci-dessous les niveaux de pression max et durées d'essais :



Zoom sur les mesures de pression dans les essais pyrotechniques : gammes de pression des essais pyrotechniques : 1 à 1000 bars, temps d'acquisition de 1ms à 1000ms avec des fréquences d'acquisition de quelques MHz. Calibration statique et dynamique.

Exemple d'essais de tirs en bombes (petit volume) : problématique du choix du capteur (Kulite ou Kistler) pour détermination précise :

- Du front de montée,
- De la rupture de pente,
- De la pression max.

Pollution des mesures par les résonances du système et du capteur.

5. Présentation DASSAULT AVIATION : Mesures de pression aux essais en vol (M. Florian BUTTIGIEG)

Mesures de pression aux Essais en Vol à Istres :

- Les capteurs (2 gammes : mesures de pression classiques ou mesures anémobarométriques). Zoom sur le scanner de pression Kulite KMPS.

	Usage	Marque	Type	Sortie	Exemple	Dérive sur 3 ans connue
Pression Standard Prec. >10 ⁻²	Civil ou Militaire	KULITE	Absolue	Analogique	ET(L/M)-29DC	0.25% /EM
			Différentielle	Analogique	ET(L)-30DC ET-45DC	0.25% /EM
			Capteur de peau	Analogique	LLE-6DC LLE-1-125	Non dispo.
			Scanner de pression	Ethernet	KMPS-1-64	0.3% /EM
Anémométrie Prec. >10 ⁻³	Civil	HONEYWELL	Multi	RS232	PPT	0.075% /EM
			Multi	ARINC	ADM HG1153 (sélection DA)	Non dispo.
	Militaire	THALES	Multi	Manchester	UMPT33 (obsolète)	Non dispo.

- Les moyens d'étalonnage (banc balance, banc anémo, cloche à vide).
- Exemples d'applications : mesure du retard anémométrique, mesure de débit avec chambre de Kent (mesures PT, PS, TS), mesure (peu intrusive) de pression voilure.

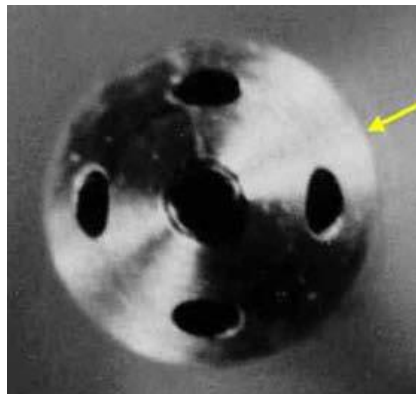
6. Présentation AIRBUS HELICOPTERS (ex EUROCOPTER) : Etat et évolutions prévues des mesures de pression d'air chez AIRBUS HELICOPTERS (M. Renaud URLI)

- Présentation d'essais de calibration anémo-barométriques sur EC135 à partir d'une sonde traînante « trailing bomb » à l'extérieur de l'hélicoptère, placée 17 à 18 m derrière l'hélicoptère, accrochée au train. Utilisation des accélérations/décélérations en palier pour simuler les assiettes de l'appareil aux centrages extrêmes. Utilisation également d'une perche basculante pour les mesures de PS, PT, α , β .
- Cartographie de pression aux entrées d'air moteur à partir d'un scanner de pression. La principale difficulté est le routage des tubes de pression des prises au scanner.
- Mesure de pression sur structure (blast).

7. Présentation DGA-EV : Exemples de mesures de pression dans les installations d'essais et de mesures de DGA-EV (M. Jean-François BUFFARD)

Présentation d'exemples de mesures de pression :

- Pression fluides (carburant, hydraulique).
- Utilisation d'une sonde anémo-clinométrique sur Dauphin pour mesurer le vecteur vitesse air (différents emplacements : sur une perche amont, un empennage, ...) ; observation des vortex (responsables de nombreux accidents d'hélicoptères).



- Mesures de pression avec des capteurs Kulitesur les pales d'un fenestron Dauphin.

8. Présentation CURTISS-WRIGHT (ex ACRA) : Pressure measurement conditioning and acquisition (M. David MADEC)

Présentation des solutions Curtiss Wright pour l'acquisition et le conditionnement des différentes mesures de pression ; les systèmes d'acquisition de petite taille peuvent être déportés pour être placés au plus près des capteurs, grâce à une architecture réseau Ethernet des installations de mesure ACRA :

- Capteurs de pression classique piezorésistifs / piezoélectriques montés en pont.
- Capteurs de pression « plats » compensés en température (via mesures par PT100).
- Scanner de pression (avec différents types de sortie).
- Capteurs de pression Digiquartz (nouvelle techno pulse de quartz oscillant en fonction de la pression).
- Flexible Air Sensing Technology (pressure belt FAST de la société Endevco) pour mesure non intrusive sur voilure. Le bus de données propriétaire Endevco est converti en Ethernet IENA par une carte spécifique ACRA.

9. Visite des installations d'INTESPACE à Toulouse (M. Louis-Patrice BUGEAT et divers intervenants)

Visite du centre d'essais d'INTESPACE :

- Moyens d'essais vibro-acoustiques :
 - Tables vibrantes en basse et moyennes fréquences, par excitateurs électromagnétiques à bobines : un pot pour axe Z, une table avec deux excitateurs pour les axes X et Y. Sinus balayés et aléatoires. 350 voies de mesures accélérométriques pour la centrale d'acquisition. Possibilité d'essais combinés vibrations et températures.
 - Première chambre réverbérante de 11000 m³, pour des excitations acoustiques de 25 Hz à 10 kHz avec des niveaux de 156 dB, où la pression varie dans toutes les directions (lorsqu'on envoie une onde sphérique, on obtient un champ de pressions stationnaires) ; les ondes sonores sont obtenues en soufflant un gaz par trois générateurs devant des fentes. Deuxième chambre réverbérante de 1 m³, mais capable de 176 dB.
- Chambre anéchoïde en salle blanche : Essais de compatibilité électromagnétique et radio fréquences, reproduction du champ lointain, simulation de transmission de données entre satellites à 36 km de la station terrestre, formes d'ondes sinusoïdales et planes à forte puissance, gamme de fréquence entre 1 et 40 GHz (Les ondes planes sont obtenues par émission d'une onde sphérique d'abord réfléchi sur un plan puis sur un deuxième plan parabolique), positionnement ultra précis d'antennes (précision meilleure que 1/100 ° pour des masses de 6 tonnes), caractérisations d'antennes, auto-compatibilités, vérifications de systèmes multifréquences à HF avec des énergies de l'ordre de quelques kW. Les absorbants recouvrant murs, plafonds et planchers doivent être remplacés par tiers tous les ans, à cause de l'énorme quantité d'énergie qui est dissipée.
- Chambres de vide thermique et climatique :
 - L'une est un cylindre de 10 m de diamètre et 10 m de longueur, le vide obtenu est de l'ordre de 10⁻⁵ mb. Il est atteint à l'aide de pompes classiques, relayées ensuite par des pompes moléculaires avec palettes qui choquent les molécules, puis des plaques de condensation refroidies à l'azote liquide qui collent sans les retirer les dernières molécules. Il existe un phénomène de dégazage lorsque la structure à tester voit le vide pour la première fois ; il faut compter sur environ 6 h pour un dégazage moyen. Le contrôle des températures de surface se fait par circulation de gaz dans des tubes placés à l'intérieur des surfaces, y compris la porte d'accès, entourant le satellite à tester. Ce dernier est placé sur une équerre fixée sur un chariot se déplaçant sur rails. Il subit des cycles thermiques dans le vide. L'horizontalité des boucles de fluide de transfert d'énergie thermique est surveillée car on ne sait pas enlever les effets de la gravité dans les cloches à vide. Jusqu'à 900 thermocouples peuvent être installés pour surveillance des températures des éléments des satellites. Les campagnes d'essais durent de quelques semaines à quelques mois.

- Deuxième simulateur de vide (même niveau que le précédent) plus thermique (-190°C à + 190 °C) plus rayonnement (flux) solaire en spectre, puissance et forme d'onde : 24 lampes au xénon de 1200W/m² sont utilisées, leur flux est collimaté à l'infini par des miroirs donnant un flux de 3.8 m de diamètre. Le caisson a une taille de 6.2 m de diamètre pour une longueur de 7 m. Il dispose d'un système de modification de la position de satellite par rapport à l'onde simulée du soleil. Cela impose un collecteur tournant pour récupérer toutes les informations des capteurs de mesure. Même surveillance de l'horizontalité des boucles de fluide de transfert d'énergie thermique. Cette chambre est particulièrement onéreuse à l'exploitation car sa consommation totale si tous les systèmes fonctionnent est voisine de 1 MW.
- Beaucoup d'autres caissons à vide, mais de tailles plus modestes.

10. Fonctionnement de la Commission Essais

- Les participants qui ne l'ont pas encore effectué sont invités à régler leur cotisation à la 3AF.
- La prochaine réunion de la Commission Essais 3AF sera organisée le jeudi 20 novembre 2014 chez DGA-EV, à Cazaux, et son thème sera : La mesure des déplacements.
- Décision prise lors de la précédente réunion en 2013 : *deux axes de travaux pour notre commission essais sont soumis à l'assemblée :*
 - *Le premier porte sur la standardisation d'un format de description des bus numériques à destination des logiciels de configuration des systèmes d'acquisition embarqués et des moyens sol associés. Chaque constructeur aéronautique a sa propre solution fondée sur une base de données propriétaire.*
 - *Le deuxième porte sur le protocole de récupération des configurations des unités d'acquisition sur les réseaux (versions logicielles, numéros de série, références, ...) et également d'indicateurs (nombre de mises sous tension, heures de fonctionnement, incidents relevés, ...).*
 - *Pour répondre à cette problématique, un groupe de travail est créé au sein de la commission, sous la présidence de Christian Herbepin et les volontaires sont invités à se faire connaître.*

Force est de reconnaître que les travaux n'ont pas été menés faute de disponibilité, mais l'intérêt est confirmé par tous les participants !
- Enfin, Renaud Urli nous rappelle que le prochain ETC 2014 se tiendra cette année les 3, 4 et 5 juin prochains à Nürnberg en Allemagne. Cette conférence sera organisée en coopération avec Sensor+Test 2014. Informations sur le site www.etc2014.de
- Remise par le Président de la Commission Essais du CD de la précédente réunion (Utilisation de la vidéo dans les essais, 21 novembre 2013 à Istres, Dassault Aviation).