

N° 64 - OCT 2012 *Dernier Numéro - Dernier Numéro*

AEROCIC

Le Magazine du Club

Le Mur du Son



DOSSIER SPÉCIAL 23 PAGES:

Chuck Yeager,

Ernst Mach, le Bell X-1, le Mur,...

« Dès lors que vous aurez goûté au vol, vous marcherez à jamais sur terre les yeux levés vers le ciel, car vous y étiez et n'aurez de cesse d'y retourner. » L. de Vinci

Editorial

C'est le dernier !

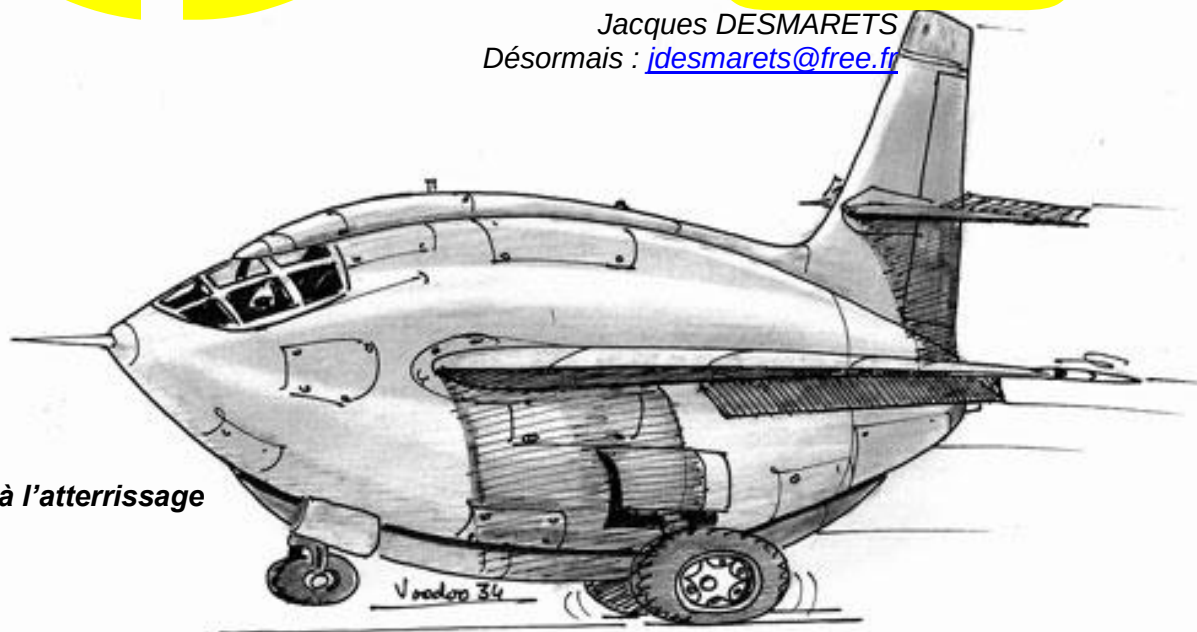
Je vous l'avais dit : ce numéro est le dernier d'Aérocic sous sa forme actuelle. Ma retraite m'oblige à quitter le club. Animé par d'autres, le journal va donc reprendre une forme plus proche de cette des premiers numéros, et une périodicité sans doute beaucoup plus réduite.

Par contre, ceux qui me l'ont réclamé par mail recevront, certainement dès le mois prochain, le premier numéro d'un nouveau journal sans lien avec le club Aérocic. Il ressemblera beaucoup à celui-ci, sans les nouvelles du club. Un peu plus aviation et un peu moins ULM, et toujours à l'écoute de vos souhaits. Alors profitez-en pour me les communiquer.

En attendant, ne boudez pas votre plaisir et profitez pleinement de ce numéro 64.

Bonne lecture !

Jacques DESMARETS
Désormais : idesmarets@free.fr



Le Bell X-1 à l'atterrissage

En couverture

Le F-22 Raptor passe le mur

Visualisation de l'onde de choc sur un F22 raptor à l'approche du mur du son.

Illustration en ligne sur <http://inter.action.free.fr/labo-aero/aero-transonique/aerodynamique-transonique.html>

AU SOMMAIRE DE CE NUMERO

HISTOIRE

P.4 DOSSIER SPÉCIAL

Le Mur du Son

P.5 Ernst Mach

P.6 Chuck Yeager
Il brisa le Mur



P.9 C'était le 14 Octobre 1947
Le Mur tombait

P.16 Mais avant lui ...

P.17 ... et après lui

**P.18 Le Mur du Son :
Aspect Technique**

**P.24 L'avion de l'exploit
Le Bell XS-1**



ACTUALITE AERONAUTIQUE

**P.27 Jetman continue ses
exploits**

**P.28 Rassemblement des
Femmes de l'Air**

A L'AFFICHE DU MUSEE

**P.29 AÉROPUCES &
La Terre en héritage**

NOUVELLES DU CLUB

P.30 L'avenir dépend de vous

AEROWDIQUE

P.32 Concours photo

DOSSIER :

LE MUR



DU SON

Franchir le mur du son : l'une des grandes aventures de l'aviation, le défi de l'après-guerre, encore aujourd'hui un simple rêve pour la plupart des pilotes...

Qu'est-ce exactement que ce mur, pourquoi a-t-il été si longtemps un obstacle, comment a-t-on réussi à le vaincre, qui est Chuck Yeager, le vainqueur du Mur, et quel était l'avion sur lequel il réussit l'exploit ? Voici quelques-unes des questions auxquelles nous allons essayer de répondre ce mois-ci dans ce dossier spécial.

Le mur du son. Tout le monde connaît. Enfin, on sait tous à peu près. Le bang, tout ça ...

Mais sans très bien comprendre. Même moi, après avoir beaucoup lu sur le sujet, je sais bien qu'il y a encore beaucoup de points qui m'échappent et qui m'échapperont toujours. La dynamique des fluides, ce n'est pas à la portée de tout le monde !

Mais je vais quand même partager avec vous ce que j'ai appris et compris.

C'est une histoire qui commence à la fin de la seconde guerre mondiale.

Les constructeurs commencent à tester et à construire (surtout en Allemagne) les premiers avions à réaction. Mais déjà, les dernières versions de chasseurs à hélice atteignent des vitesses vertigineuses. Près de 700 km/h pour les hélices, 850 pour les réacteurs ! A ces vitesses, les avions restent pilotables, mais lors de certaines phases de vol, volontairement ou non, des pilotes ont été amenés à s'approcher trop près de ce qui semble une limite. A l'approche de cette vitesse, l'avion est pris de vibrations de plus en plus fortes, et les gouvernes répondent de moins en moins tout en devenant de plus en plus dures. Plusieurs pilotes y ont laissé la vie.

La chose n'était pas surprenante. En 1935, l'aérodynamicien Anglais **W. F. Hilton** du National Physical Laboratory expliquait à un journaliste, en lui montrant les résultats de ses calculs : « Voyez comme la résistance d'une aile monte brusquement comme une barrière quand on approche de la vitesse du son ». Le lendemain, le journal déformait ses propos en parlant de Mur du Son (**Sound Barrier** en anglais), et la notion d'une barrière physique impossible à atteindre par un avion se répandait dans le public. **Le mythe était né !** Mais pour les ingénieurs aéronautiques, cette limite théorique devait être explorée et si possible vaincue. Il en allait sans doute de la supériorité aérienne de leurs pays respectifs...

Félix Baumgartner le 10 octobre ?

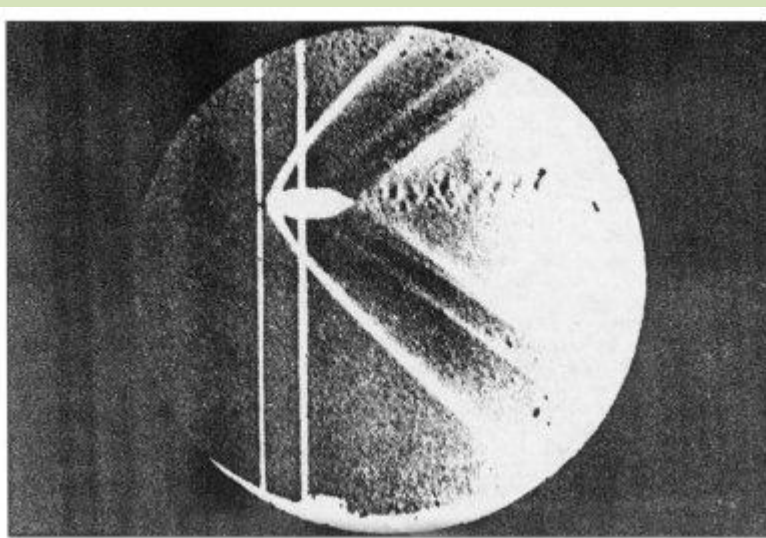


Franchir le mur du son en chute libre depuis une altitude de 36,5 km, atteinte dans une capsule sous un ballon stratosphérique, c'est le défi qu'a choisi de relever l'autrichien. L'opération, qui se déroule au-dessus de Roswell au Nouveau Mexique, était programmée pour le 08. Elle a été reportée au 09 puis au 10 pour des raisons météo (vent trop fort pour le ballon). Vous en saurez donc plus dans le prochain journal ...

Ernst MACH

La recherche sur les écoulements supersoniques date du 19ème siècle. L'évènement le plus important de cette période est la preuve par l'image de l'existence des ondes de choc provoquées par un flux supersonique. Elles avaient déjà été imaginées, mais ne pouvaient être observées. C'est le physicien Ernst Mach, professeur à l'Université de Prague qui, en 1887, mit au point un système photographique (le shadowgraph) capable de les voir. Sur la photo d'une balle de fusil qu'il présente la même année à l'Académie des Sciences de Vienne, on distingue nettement l'onde de choc.

L'étude de ces ondes pouvait commencer ... et le nom de Mach allait devenir célèbre !



Chuck Yeager

Il brisa le Mur !



Charles Elwood "Chuck" Yeager est né le **13 février 1923** dans un petit village près de Hamlin (West Virginia). Curieux de tout, il devient avec son grand-père excellent chasseur et pêcheur, respectueux de la nature. Etudiant moyen, il excelle surtout dans tout ce qui est mathématique ou manuel, et comprend très vite le fonctionnement de tout ce qui est mécanique. Il s'intéresse particulièrement aux machines de forage de gaz de l'affaire paternelle, et il aide son père à les réparer. Au collège, il fait partie des équipes de football et de basket.

En septembre 1941, à 18 ans, juste après son diplôme, il s'engage comme mécanicien dans l'Army Air Corps (l'US Air Force n'existe pas encore). Bien qu'il ait souffert du mal de l'air lors de son baptême, il accepte de devenir élève pilote l'année suivante et est breveté le 10 mars 1943. Il se fait remarquer par une vue exceptionnelle (20/10 !) et une surprenante capacité à rester concentré dans les situations stressantes. Il rejoint le 363^{ème} Bombing and Gunnery Range à Tonopah (Nevada)

où il se forme sans difficulté au pilotage du P-39 Airacobra. Il y fait connaissance de la jolie Glennis qui deviendra plus tard son épouse et la marraine de ses avions. En novembre, son unité rejoint l'Angleterre pour participer aux combats.



Yeager (au centre) à l'école de pilotage d'Hemet, CA, en 1942.



Yeager à bord d'un P-39 du Bombing and Gunnery Range de Tonopah en Avril 1943.

Les années de guerre



Le P-51D Mustang "Glamorous Glen III".

Assignée à la Huitième Air Force, son unité est désormais équipée de P-51 Mustang.

En Mars 44, lors de sa huitième mission sur son avion baptisé Glamorous Glen en l'honneur de sa fiancée, il remporte sa première victoire contre un Me-109. Mais il est abattu à son tour le lendemain près de Bordeaux. Grâce à la Résistance française, il échappe à la capture et retourne en Angleterre en passant par l'Espagne. Une aventure trop longue pour être détaillée ici.

De retour en Grande Bretagne, il doit se battre et obtenir le soutien d'Eisenhower pour reprendre l'action ; en effet, la règle veut que, pour protéger les Résistants, un pilote abattu ayant obtenu leur aide ne soit plus renvoyé au-dessus du territoire ennemi. Abattu à nouveau, il pourrait, sous la torture, donner de précieux renseignements les concernant. Mais il fait valoir qu'à cette époque la résistance n'est plus clandestine et obtient donc une nouvelle affectation en août.

Il baptise son nouvel avion, un P-51 C, Glamorous Glen II, mais reçoit bientôt un P-51 D qui devient Glamorous Glen III. C'est avec cet avion qu'il remportera la plupart de ses 12 victoires et demie, dont 5 Me 109 abattus le 12 octobre et 4 FW 190 le 27 novembre.

A la fin de son tour de combat, le 15 janvier 1945, il totalise 270 heures de vol en 64 missions de combat et obtient le grade de Capitaine.

De retour aux States, il épouse Glennis en février.

Flier Bags 5 Nazi Planes To Vindicate Ike's Ruling

A ruling by Gen. Eisenhower last July cancelling the orders which would have returned 1/Lt. Charles E. Yeager, Mustang pilot from Hamlin, W. Va., to the U.S. after being shot down and wounded in enemy territory and getting back to England proved to be bad news for the Luftwaffe.

The 21-year-old squadron leader, who holds the distinction of having led his group while still holding the rank of flight officer, last Thursday bagged five Messerschmitt 109s over Bremen. Although his original claim was four enemy craft destroyed, the fifth kill was confirmed by other pilots in his squadron who had seen the German plane crash.

Yeager was wounded in action over Berlin last March. Recovered, he was determined to seek revenge on the Luftwaffe and went to Eisenhower for permission to return to action.

"I had to go through a lot of channels to see Gen. Ike," he related. "I went from one office to another and from one high officer to another, until I found myself in front of his desk."

Yeager's recent victories brought his official score to seven.



1/Lt. Charles E. Yeager

Un article du Stars and Stripes vante ses 5 victoires du 12 octobre en félicitant Eisenhower d'avoir accepté de renvoyer Yeager au combat

Yeager épouse sa "Glamorous Glennis"



La chasse au Mach

Après un court séjour à Perrin comme instructeur, il choisit une affectation comme assistant de maintenance à la section « chasseurs » de la base de Wright Field (Ohio), la base de Recherche et Développement de l'Air Force. C'est la base la plus proche du domicile de ses parents, et Glennis est enceinte... A ce poste il essaie tous les avions qui sortent d'entretien, ce qui lui permet de piloter toutes sortes d'avions de pointe. Remarqué pour ses compétences, il est sélectionné pour participer à des meetings.

En Septembre 1945 il fait une première visite à la base de Murdoc (devenue depuis l'Edwards Air Force Base), où on lui fait piloter l'un des premiers P-80 A Shooting Star, le premier chasseur à réaction opérationnel des USA. Il est alors remarqué par le colonel Boyd, chef de la Division des Essais en Vol. Dur et inflexible, il recherchait les meilleurs pilotes pour son école de pilotes d'essais : il sélectionne Yeager.

Malgré son faible niveau d'études, compensé par d'excellentes aptitudes de pilotage, il obtient son diplôme. Et en juin 1947, Boyd prend la lourde décision de confier à son plus jeune pilote le rôle principal dans la course au Mur du Son. Il dira que c'est le pilote le plus instinctif qu'il ait jamais vu et celui qui fait preuve du plus grand sang-froid. Or il sait que le passage de la « Sound Barrier » promet d'être particulièrement stressant. Yeager va piloter le Bell XS-1 !

Les premiers vols ont été effectués par deux autres pilotes.

Les essais ont été d'abord pris en main par le constructeur lui-même, qui les a confiés à son pilote Jack Woolams qui effectuera les dix premiers vols sans utilisation du moteur. Celui-ci se tue en août 1946 lors d'un vol d'entraînement sur Airacobra alors qu'il préparait les National Air Races. Bell confie alors l'avion à Chalmers Slick Goodlin qui effectue les 26 vols suivants. Mais le programme d'essais prend du retard, en particulier du fait des exigences de Goodlin. A l'approche du moment fatidique, ce dernier a réclamé 150.000 \$ plus quelques indemnités supplémentaires pour réussir l'exploit. Ce que Bell ne souhaite pas payer.



Le Shooting Star

Boyd en profite et obtient la modification du contrat entre Bell et l'Air Force. Le 24 juin 1947, les essais sont désormais de sa responsabilité. Il confie le pilotage du X-1 à Yeager qui, lui, ne touchera toujours que sa solde ordinaire de pilote militaire.

Chuck arrive à Muroc fin juillet. La base est située dans un endroit où il fait toujours beau (idéal pour faire les tests en vol), au milieu du désert (idéal pour la conservation du secret sur les projets en cours) et entourée de lacs asséchés (idéal pour les atterrissages de fortune).

Dès qu'il prend contact avec l'avion, il le baptise « Glamorous Glennis ». L'avion est très particulier et ne ressemble à rien de ce qu'il a déjà piloté malgré sa grande expérience. Et d'abord, il ne décolle pas seul (bien que ce soit techniquement possible) mais est largué depuis un bombardier B29 Superfortress. Ensuite il est équipé d'un moteur fusée, au carburant assez dangereux et ne dispose que de quelques minutes d'autonomie. Son rôle est d'aider à la mise au point de l'appareil, mais aussi de trouver les meilleures altitude, trajectoire et gestion du moteur pour atteindre la plus grande vitesse en si peu de temps.

Lors de son premier vol le 29 août, il atteint Mach 0,85. Le programme d'essais suit un rythme très strict, pour ne prendre aucun risque. A chaque vol, le pilote doit seulement améliorer la vitesse précédente du deux centièmes de Mach. Mais lorsqu'il atteint 0,94 à son septième vol, il constate la perte du contrôle en tangage. Il coupe les moteurs pour ralentir et rentre sagement à la base pour étudier le problème avec son ami l'ingénieur Jack Ridley. Celui-ci pense avoir la solution. Le plan fixe arrière est alors remplacé par un empennage à calage variable depuis le cockpit mis au point par les anglais pour un programme similaire. Ils décident de tester en vol différents angles en fonction du Mach atteint par touches de ¼ degré. Au huitième vol, à Mach 0,96, il constate qu'effectivement il peut retrouver le contrôle de l'appareil en modifiant ce calage. Le neuvième vol doit normalement lui permettre d'atteindre Mach 0,98. Ce sera après le week-end ...

Remarquez sur cette photo la trappe d'accès que doit atteindre en vol le pilote pour pénétrer dans l'avion

C'était en Octobre ... il y a 65 ans !



Pendant cette période, comme tous les pilotes de la base, Chuck a pris ses habitudes au « Happy Bottom Riding Club » de Pancho Barnes (voir notre n° 59). Il y pratique, entre autres, l'équitation. Le 12 octobre, il emmène Glennis dîner chez Pancho. Ils font ensuite une promenade à cheval mais au retour, dans le noir, il remarque trop tard que la barrière de l'enclos a été fermée. Il fait une chute et se brise deux côtes ! Inutile de dire que ce n'était pas le moment. Yeager choisit de cacher l'événement et de poursuivre les essais sur le point d'aboutir. Glennis l'emmène se faire bander chez un docteur à l'extérieur de la base.

Le 14 Octobre, le X-1 est à nouveau arrimé sous son B-29. Chuck embarque dans celui-ci et l'appareil monte à 20.000 pieds. L'accès à bord du Bell se fait par une entrée latérale et, comme à chaque fois, Chuck doit descendre sous l'avion au moyen d'un minuscule ascenseur pour y pénétrer.



Yeager sur son « descenseur » va embarquer dans le X-1 depuis la soute du B-29.

Voir la vidéo :
<http://www.youtube.com/watch?v=Fw03cFiQ5dc>

Chuck et Pancho Barnes au Happy Bottom Riding Club

Mais cette fois, ses côtes cassées ne lui permettront pas de verrouiller seul la porte. Discrètement, Ridley lui a bricolé une rallonge de poignée avec un morceau de manche de balai et l'embarquement se fait sans problème.

Le X-1 est largué. Le moteur fusée possède quatre chambres de combustion. La gestion des gaz se fait en allumant ou éteignant les quatre chambres. Chuck les allume toutes et prend de l'altitude. Il corrige comme lors du vol précédent le calage du stabilisateur. Entre 35 et 40.000 pieds il éteint successivement deux des chambres et au fil des prises de Mach, il teste les corrections d'angle du plan fixe. A 42.000 pieds il est à Mach 0,92 et se met en vol horizontal. Il rallume une troisième chambre et l'appareil accélère franchement. Passé 0,94, l'efficacité de la gouverne de profondeur diminue fortement mais l'avion reste stable sur ses trois axes. A 0,97 l'efficacité revient. A 0,98 l'aiguille du machmètre se met à fluctuer et d'un coup franchit la dernière graduation. En effet, son indicateur n'est pas gradué au-delà de 1. L'écart constaté lui permet d'évaluer sa vitesse à Mac 1,05.

Le mur vient d'être brisé !

Au sol l'équipe a entendu ce qu'ils ont pris pour un coup de tonnerre lointain ...

Chuck remarque que, une fois le mur passé, les vibrations ont disparu et que le pilotage est redevenu doux et facile. Il en profite pendant une vingtaine de secondes puis éteint le moteur, vidange ses deux réservoirs, redescend en vol plané et fait un tonneau de victoire avant de se poser.





Le X-1 photographié depuis son avion poursuite le 14 Octobre 1947.

Yeager recevra le Collier Trophy

Pilote d'essais



F-100 Super Sabre



F-104 Starfighter

Après ce jour mémorable, les essais se poursuivent, sur le X-1 mais aussi sur les autres nouveaux avions.

Pendant sept ans, Yeager (qui a fait 34 vols sur le X-1) va vivre son « âge d'or du vol et du plaisir ». L'aviation progresse à très grande vitesse, et cette progression se fait particulièrement à Muroc. Il va être l'un des deux pilotes à tester en 1953 le prototype YF-100, puis le F-100 Super Sabre, qui sera le premier chasseur supersonique de série. Il testera aussi en 1954 le F-104 Starfighter. En octobre 1953, il rejoint le général Boyd à Okinawa, où on lui demande de tester un MiG 15 qui vient de tomber entre les mains des américains. Par une météo exécrable, et presque sans instruments (ils sont gradués dans le système métrique, en mètres, km/h, degrés celsius et litres, qui ne lui parlent pas) il va tester cet appareil, notoirement instable, dans toutes ses évolutions possibles, et le pousser à son maximum en piqué, atteignant au final Mach 0,98.

Boyd déclare alors que « grâce à lui, nous en savions plus alors sur les capacités du MiG 15 que les Russes eux-mêmes ! ».



MiG-15

En novembre 1953, Scott Crossfield passait Mach 2 pour la première fois sur le Douglas Skyrocket. Bell ne voulant pas en rester là, Chuck reprit les commandes d'une nouvelle version du X-1, le X-1A. Et le 12 décembre 1953, après avoir été largué du B-29 à 32.000 pieds, il entame une montée jusqu'à 76.000 pieds et Mach 1,9. Utilisant alors la pleine poussée de son moteur, il établit un nouveau record à Mach 2,44. Mais alors qu'il vient de couper son moteur, le Bell commence à rouler et tourner sur la gauche. Yeager tente de corriger entraînant cette fois un roulis et un lacet à droite. Très vite, il perd le contrôle de l'appareil qui déclenche une vrille effrénée. Elle va durer près d'une minute et Chuck va perdre 50.000 pieds avant de réussir enfin à stabiliser sa trajectoire ! En heurtant la verrière, son casque l'a même fêlée. *« Vous savez, si j'avais eu un siège éjectable, vous ne me verriez plus dans ce machin ! »* (extrait de la retranscription des communications radio du vol).

Il recevra pour ce vol le Harmon International Trophy des mains du Pdt Eisenhower.



Yeager avec tout le personnel et les équipements nécessaires à l'exploit.

Le Bell X-1A était propulsé par un moteur fusée augmenté à 36 kN. Il n'y avait alors aucun moyen de le quitter en vol. Un siège éjectable sera ajouté ultérieurement.



AF FORM 5
1 OCT 45

INDIVIDUAL FLIGHT RECORD

PILOT

(1) SHEET NO. 71

(2) PERIOD NO. Sep YEAR 1950

PREPARING ORGANIZATION				(6) OFF. DATING & DATE Pilot 10 Mar 43				(5) NAME LAST FIRST MIDDLE FRAGER CHARLES R					
(3) AF OR COMMAND AMC		(4) BR (GROUP OR SQ) 2759th Rec Wg		(7) PRESENT RATING & DATE Sr Plt 3 May 50									
(8) STATION Edwards AFB, Muroc, Calif				(9) TYPE INST. CERT. & DATE Green 3 Feb 50				(10) YEAR OF BIRTH 13 Feb 23		(11) GRADE Capt USAF		(12) SERIAL NO. 16076A	

DATE	AIRCRAFT TYPE MODEL SERIAL	MISSION SYMBOL	NO. LANDING	CLASSIFICATION OF FIRST PILOT FLYING TIME										COMMAND PILOT C	CO-PILOT CP	TO	FROM	
				FIRST PILOT P	INSTRUCTOR I	DAY			NIGHT			WEATHER INSTR. W	OVER THE TOP OT					FOOD F
						CONTACT	WINGMAN W	PRER THE TOP PT	CONTACT	WINGMAN W	PRER THE TOP PT							
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
1	T33A	S24	1	130												AMB Bombing		
1	B29B	S24	1	315														
5	C47D	S27	2	130										135		MIF HUGHES MIF		
6	C47D	S24	2		6150											MIF HIF MIF		
7	B29B	X1	1	130														
7	B29	X3	1	130										130		MIF SMO MIF		
8	C47D	S27	2		155													
8	F86A	X1	1	1405														
11	F82F	X1	2	140	1410													
11	F86A	X1	1	150														
11	T33A	X1	1	150														
12	B29B	X1	1	2140												AMB Bombing		
12	T6D	X1	2	130	135								130			MIF VNY MIF		
13	X4	X1	1	145														
13	F82F	X1	2	155														
14	RF80A	X1	1	1400														
14	B29	X1	1	3110														
15	B29	X1	1	1130														
17	B25J	A3	1		1130						1130					MCC MIF		
15	X4	X1	1	105														
15	F86A	X1	1	155														
18	X4	X1	1	1100														
18	F86A	X1	1	150														
18	B29	X1	1	1135														
19	F86A	X1	1	1115														
19	F94A	X1	1		1115													
20	X4	X1	1	1100														
19	F94A	X1	2	2125							2125							
20	F94A	X1	1	1100														
21	X4	X1	1	150														
21	F86A	X1	1	130														
22	X4	X1	1	150														
23	F94A	X1	4	1125							1125							
25	T33A	X1	2		130													
26	T6D	X1	2	1130							1145					MIF LAI MIF		
26	F94A	X1	2	2135							1145							
26	F86A	X1	1	1100														
26	X4	X1	1	1100														
27	F86A	X1	1	145														
28	F86A	X1	2	1110														
28	F94A	X1	1	145														
28	F86A	X1	1	145														
29	F86A	X1	1	1100														
29	F94A	X1	1	1100							1100							
30	F94A	X1	1	155														
(19) TOTALS THIS SHEET				48	13	49				11			1					
(20) BROUGHT FORWARD FROM SHEET NO. 70				2561	270	2142	131	144	237	20	9	148		146				
(21) TOTALS TO DATE				2609	283	2191	131	144	243	20	9	149		147				

(33) TYPED NAME OF PILOT AND SIGNATURE OF PILOT
Charles R. Frager

(34) (CERTIFIED) CORRECT - SIGNATURE OF OPERATIONS OFFICER
James A. Brown

(35) GAIN

10-55003-0

Le relevé des vols de Chuck pour le mois de septembre 1950 : 45 vols pour 61 heures sur 12 types d'avions différents (chasseur, bombardier, transport, entraînement et expérimental). Les pilotes ne chômaient pas !

Et ensuite ...

En 1954, le lieutenant-colonel Yeager retourne en opérations et prend le commandement du 417th Fighter Bomber Squadron en Allemagne puis à Toul, en France, équipé de F-86H Sabre. Il en gère la transformation de défense aérienne en missions tactiques nucléaires. Comme leader de la patrouille acrobatique de l'escadrille, il remporte le championnat inter-escadrilles européennes de l'USAF en 55 et 56. En 1957 il retourne aux USA pour prendre le commandement du 1st Fighter Day Squadron sur Sabre Super 100 où il contribue à la mise au point des procédures de ravitaillement en vol.

En 1961 il revient à Muroc, désormais Edwards Air Force Base, comme colonel et comme responsable adjoint des essais en vol.

Et en 62, il devient commandant de la nouvelle USAF Aerospace Research Pilot School (ARPS), qui sélectionne et prépare les pilotes d'essais de l'USAF aux vols spatiaux. 26 de ses élèves deviendront astronautes et Yeager garde une très grande fierté de cette réussite.

Pour se former, les pilotes utilisent une version spéciale du Starfighter, le NF-104. Trois appareils furent modifiés pour cette mission, équipés en particulier d'une fusée additionnelle de 2.700 kgp qui leur permet d'atteindre 120.000 pieds sur une trajectoire balistique et de tester l'apesanteur. Yeager ne put s'empêcher de tester lui-même le NF-104 le 10 décembre 1963. Il fit deux vols, mais lors du second, alors qu'il atteignait 104.000 pieds, l'avion partit en vrille. Chuck essaya de rattraper son avion pendant 13 tours, perdant plus de 90.000 pieds, avant de s'éjecter enfin.

Yeager en tenue de vol rejoint son NF-104 le 10 décembre 1963.



Dix jours plus tôt, il avait fait le premier vol de test pour l'Air Force du M2-F1 "Flying Bathtub" (baignoire volante), un prototype de véhicule de rentrée de l'espace sans moteur.

Les diplômés de 1963. Accroupi à droite, Mike Collins, le troisième homme d'Appolo 11.



En 1966, il retourne en opérations pour prendre le commandement de la 405th Fighter Wing, basée aux Philippines et qui va opérer au Viet-Nam. Il participe à 127 sorties, essentiellement aux commandes d'un bombardier léger B-57. Puis en 1968 il prend le commandement du 4th Tactical Fighter Wing en Corée et organise son rapatriement aux USA. Il devient alors Brigadier Général.

Il revient en Allemagne pour prendre le vice-commandement de la 7ème Air Force, puis part au Pakistan comme représentant de la Défense US, et enfin revient aux States en 1973 comme responsable de la Sécurité Aérienne de l'USAF.

Le 25 février 1975, à l'âge de 52 ans, il accomplit son dernier vol militaire aux commandes d'un Phantom F4-C sur la base d'Edwards. Lorsqu'il en descend, il totalise 10.131 heures de vol sur 180 types d'avions différents. Il quitte l'armée trois jours plus tard.



Yeager embarque pour son dernier vol militaire

Paradoxalement, malgré cette étonnante carrière il devra attendre encore 6 ans pour connaître la gloire.

C'est en 1979 que le grand public prend réellement connaissance de ses exploits avec la sortie du livre « *L'étoffe des héros* », et surtout en 83 avec son adaptation au cinéma. Son rôle y est tenu par Sam Sheppard, mais il y fait une petite apparition dans le rôle d'un vieux client du « Happy Bottom Riding Club ».

Voir la vidéo de son exploit assez bien raconté dans le film :

<http://www.youtube.com/watch?v=hOhhADQeHC&feature=related>



Chuck et Glenn en première place sur l'affiche du film



Chuck Yeager avec Sam Sheppard près du X-1 ...

... et dans sa scène. Il y dit « Si les heures avaient toutes été relevées, j'en ai sûrement passé plus ici que dans un cockpit ! »



Chuck gardera toujours le contact avec les pilotes d'essai d'Edwards en tant que consultant, moyennant un salaire de 1\$ par mois ... et le droit de voler quand il veut.

Il devient alors porte-parole de la marque de pièces automobiles Delco, conduira en 1986 et 1988 la Pace Car du Grand Prix d'Indianapolis, participe à de nombreux meetings et donne des conférences.

Le 14 octobre 1982 (donc à 59 ans), pour célébrer les 35 ans de son exploit, il prend les commandes d'un F-20 qu'il monte à Mach 1,45 et le 14 octobre 1997, pour les 50 ans, à bord d'un F-15 Eagle baptisé « Glamorous Glennis » pour l'occasion, il revit son premier vol supersonique sous l'œil des caméras (mais avec un copilote !).



En 1990, son épouse Glennis décède d'un cancer. Treize ans plus tard, il épouse une « jeune » veuve de 44 ans, l'ex-actrice Victoria Scott D'Angelo. Sa vie professionnelle lui ayant permis d'accumuler une richesse assez confortable, ses enfants ont cru judicieux de contester ce mariage devant les tribunaux, craignant pour leur héritage. A 81 ans, il dut donc faire face à un procès pénible, et la justice lui donna raison.

Aujourd'hui, Chuck a 89 ans. Il vient encore d'être honoré le mois dernier par l'association « Spirit of 45 ».

Chuck le 05 septembre 2012



Yeager fût aussi un bon père de famille



Chuck et Glennis en 1975



Chuck et Victoria Scott D'Angelo

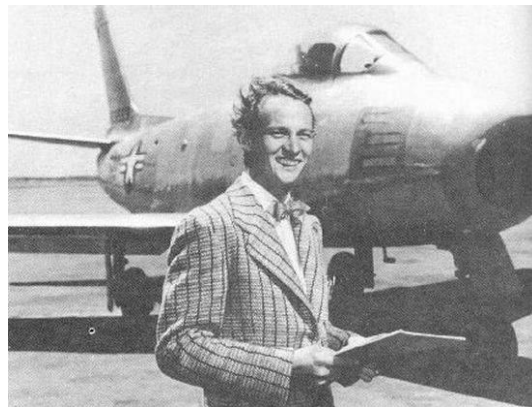
Mais déjà avant lui ...

Comme souvent dans l'histoire de l'aviation, il y a l'évènement que l'Histoire a retenu, et puis il y a les autres, sur lesquels elle a préféré laisser tomber un voile.

Ainsi du Mur du son que deux autres pilotes au moins prétendent avoir atteint avant Yeager.

En 1947

Né en 1918, **George « Wheaties » Welch** est l'un des 17 pilotes qui ont réussi à décoller et à affronter les japonais lors de l'attaque de Pearl Harbour en 1941 (son rôle est tenu par Ben Affleck dans le film « Pearl Harbour »). A la fin de la guerre, qu'il termine avec 16 victoires, il est embauché par North American comme pilote d'essai. On lui confie la responsabilité des essais du tout nouveau XP-86 (futur F-86 Sabre). Destiné à atteindre de grandes vitesses, il est le premier prototype de chasseur à ailes en flèche. Welch en fait le premier vol le 1^{er} octobre 1947, sur la base de Muroc. On est au même endroit, 13 jours avant l'exploit de Yeager. A cette époque, l'avion est équipé d'un réacteur J35 qui est insuffisant et sera bientôt remplacé par un J47 plus performant. Mais de toute façon, les essais sont conduits sous la responsabilité de l'USAF qui a donné des consignes strictes. En aucun cas, le XP-86 ne doit franchir le mur du son avant le X-1, qui a coûté très cher et qui est, lui, piloté par un militaire. Officiellement, il atteint seulement Mach 0,93 lors d'un piqué à plein régime le 13 novembre suivant, et Mach 1, toujours en piqué, le 26 avril 1948.



Welch franchira la vitesse du son en palier lors du premier vol du F-100 Super Sabre en Mai 1953. Il meurt en 1954 lorsque son avion se désintègre à Mach 1.55.

Pourtant, à partir d'avril 1948, le bruit court qu'il avait franchi la Sound Barrier avant Yeager. De nombreux témoignages l'attesteraient, et on aurait même entendu un bang supersonique au-dessus du ranch de Pancho Barnes vingt minutes avant le vol de Chuck ! L'ensemble est raconté par un autre pilote d'essais, Al Blackburn dans *Aces Wild: The Race for Mach 1* (1998).

En 1945

Le 19 avril 1945, l'aspirant **Hans Guido Mutke**, pilote de l'EJG2 de la Luftwaffe décolle avec son Messerschmitt Me262. Alors qu'il est encore en montée, sa radio l'informe qu'un P51 est en train d'approcher l'avion d'un de ses camarades. Aussitôt, Mutke met son appareil en piqué à 40° à plein régime de ses deux réacteurs pour se porter à son secours. Lorsqu'il arrive à 12.000 m, son avion se met à vibrer et à osciller autour de son axe. Son badin se bloque à la graduation maximale de 1.100 km/h (le Me 262 est censé ne pas dépasser 870 km/h). A cette altitude, la vitesse du son est de 1.062 km/h ! Il perd momentanément le contrôle de son appareil. Celui-ci est équipé d'un empennage à incidence variable dont le changement d'incidence lui permet de retrouver ce contrôle. L'avion cesse alors de vibrer. Mutke réduit les gaz et ses moteurs s'éteignent. Lorsque sa vitesse diminue, il retrouve les vibrations et les problèmes de contrôle de tangage. Vers 500 km/h, il réussit à rallumer ses réacteurs et ramène son avion à la base. Ses ailes sont tordues et il a perdu de nombreux rivets ! Mutke ne peut pas expliquer ce qui lui est arrivé. Mais quand en 1948 il apprend le vol de Yeager, il comprend et affirme qu'il a, le premier, franchi le mur du son. Pourtant des tests réalisés pendant la guerre par Messerschmitt d'abord puis après la guerre par des ingénieurs anglais concluent qu'il est impossible au 262 de dépasser M 0.86 sans être désintégré. Toutefois d'autres études américaines ont invalidé ces points de vue et pensent que le chasseur allemand aurait pu en être capable... Le fait n'a pas été validé, l'évènement n'ayant pas été enregistré ni eu de témoins. Et puis, dans l'immédiat après-guerre, on n'allait pas attribuer ce record à un pilote portant l'uniforme nazi ... même si il a « fuit » le Reich 6 jours plus tard, amenant un autre Me262 en Suisse en prétextant une erreur de navigation !



... et après lui

Dès la fin des années 40, l'heure est à la conquête du mur du son. C'est dans ce contexte que Dassault lance en novembre 1949 l'étude de ce qui allait devenir le Mystère II, évolution logique de l'Ouragan dont il reprend le fuselage, légèrement allongé, mais doté d'une voilure en flèche et de commandes de vol assistées par des servocommandes.

Le premier vol du premier prototype, désigné Mystère 01, eut lieu le 23 février 1951 à Istres, piloté par Kostia Rozanoff. Les deux autres prototypes, équipés d'un réacteur Rolls-Royce Tay, prennent le nom de Mystère II A. Les 6 et 7 septembre 1951, le Colonel Charles "Chuck" Yeager et le Général Richard Boyd viennent en France effectuer des essais comparatifs entre le F-86 Sabre et le Mystère II, qui obtient une bonne appréciation. Mais le mur du son n'a toujours pas été franchi par un appareil français ; les pilotes d'essais sont persuadés l'avoir atteint mais rien n'a été perceptible du sol. C'est un pilote américain, le **Major Marion Davis**, qui fait retentir le premier "bang" d'un Mystère II le **28 octobre 1952** à bord du prototype 03 (le machmètre indiquait 0.97 mais le bang a été entendu du sol, ce qui prouve que la mesure des très hautes vitesses n'était pas encore très précise). Le 12 novembre de la même année, le **Capitaine Roger Carpentier**, du CEV, est le premier pilote français supersonique.

Le 17 janvier 1953, le **colonel Constantin Rozanov** franchit le mur sur le Mystère IV, une version améliorée du Mystère II normalement destinée seulement à des tests d'une nouvelle voilure. Le 15 août, **Jacqueline Auriol** est la première française (et première européenne) à franchir Mach 1 sur Mystère II. Enfin dès le 29 décembre, **Louis Christiaens**, Ministre de l'Air, est le premier ministre à franchir le Mur, en tant que passager d'un Vautour piloté par **Roland Glavany**.

Le 03 août 1954, **André Turcat**, nouveau Chef Pilote d'Essais de Nord Aviation, franchit le Mur à bord d'un Gerfaut. Quinze ans plus tard, le 1^{er} octobre 1969, il sera aussi le premier à le franchir aux commandes du Concorde.



Les britanniques avaient lancé un programme de recherche dès 1942, qui avait donné lieu au projet Miles M52, un appareil proche du Bell X-1 mais propulsé par un réacteur. C'est pour lui qu'avait été mis au point le stabilisateur monobloc que le Bell reprendra. A moitié construit à la fin de la guerre, le prototype est abandonné par le nouveau gouvernement anglais pour des raisons financières et pour orienter la recherche vers les ailes en flèche. Geoffrey De Havilland lance alors le prototype d'une aile volante, le DH 108. Le premier exemplaire de la version transsonique est détruit en 1946 dans un accident qui coûtera la vie à son fils Geoffrey, pilote d'essai. Et le 6 septembre 1948, **John Derry** franchit (de peu) le mur en piqué avec le troisième exemplaire.

Enfin, les soviétiques franchirent le mur du son le 26 décembre 1948 à bord d'un Lavochkin La176 piloté par **I.E. Fedorov**.



Le Mur du son : aspect technique

Expliquer le Mur du son n'est pas chose simple, surtout si l'on veut être compris du plus grand nombre. Pour rédiger cet article, je me suis essentiellement appuyé sur l'encyclopédie Larousse « L'aviation d'aujourd'hui », de Jacques Lachnitt, parue en 1968.

Vitesse du son et compressibilité de l'air

Lorsqu'un mobile se déplace dans un fluide à une certaine vitesse, en comprimant l'air qui se trouve devant lui il donne naissance à des variations de pression qui s'éloignent de lui à la vitesse du son dans toutes les directions. Elles participent d'ailleurs au bruit qu'il fait en se déplaçant. C'est pourquoi un planeur, bien que non motorisé, siffle en passant devant vous.

Ce simple fait va nous permettre de comprendre pourquoi la vitesse du son joue un rôle particulier en aérodynamique.

Notons également que la vitesse du son varie avec la température. Pour l'air, elle est donnée par l'expression $A = 20,1 \times \sqrt{T}$ (en °K). Par voie de conséquence, elle diminue avec l'altitude puisque la température diminue, et vaut **340,5 m/s à 15°** (**1.225 km/h** au niveau de la mer en altitude standard), **331,5 m/s à 0°** (**1.193 km/h**) et **299 m/s à -50°** (**1.076 km/h** à 10 000 m).

Considérons un mobile ponctuel M se déplaçant à une vitesse V. Les perturbations émises à chaque instant se propagent sous forme d'ondes sphériques dont le rayon est égal au produit de la vitesse du son A par le temps écoulé depuis l'émission. On voit immédiatement (fig. 1) que, si V est inférieur à A, les perturbations s'éloignent du mobile, qui reste toujours à l'intérieur de toutes les ondes sphériques qu'il émet.

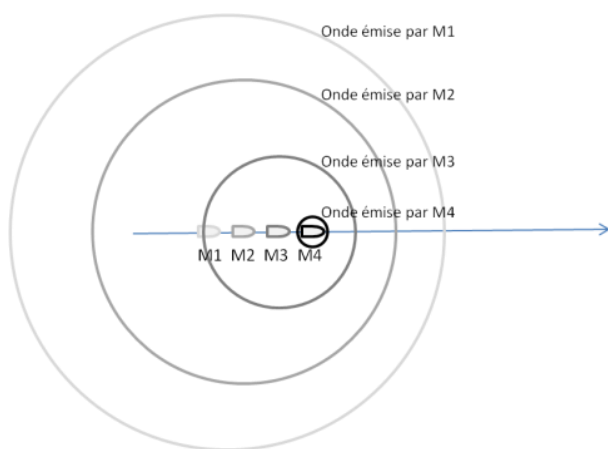


Fig.
1

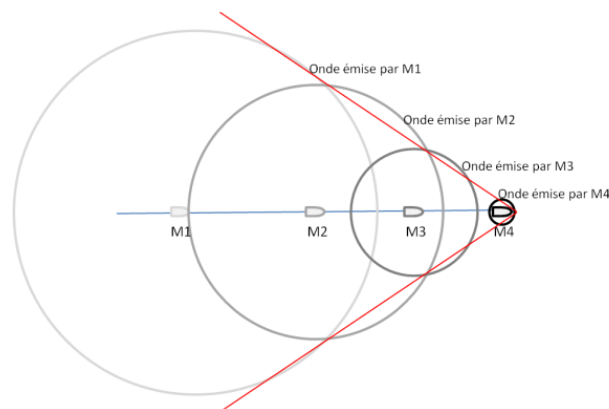


Fig. 2

Au contraire, si V est supérieur à A (fig. 2), le mobile dépasse continuellement les perturbations, et les ondes sphériques restent inscrites dans un cône dont le sommet est la position du mobile. Dans le premier cas, le mouvement est dit «subsonique» et, dans le second cas, «supersonique».

Le rapport $M = V/A$ est appelé « nombre de Mach »; il est inférieur à 1 pour les vitesses subsoniques et supérieur à 1 pour les vitesses supersoniques.

Revenons sur ce dernier cas pour signaler que les perturbations de pression s'accumulent le long du cône de Mach, chaque onde s'ajoutant à la précédente aux endroits où elles se croisent, provoquant ainsi une discontinuité dans l'écoulement, tant du point de vue de la vitesse que de la pression et de la température.

Cette surface de discontinuité est appelée « **onde de choc** », et elle joue un rôle très importants dans les lois de l'écoulement aux vitesses supersoniques.

Lorsqu'enfin la vitesse du mobile est juste égale à la vitesse du son (fig. 3), les sphères restent continuellement tangentes au mobile, et le cône-enveloppe se réduit au plan tangent. L'accumulation de pression est, dans ce cas, beaucoup plus sensible. Il se dresse devant le mobile une véritable barrière, que le mobile doit franchir s'il veut accélérer encore, et qui perturbe surtout l'écoulement de l'air autour de lui.

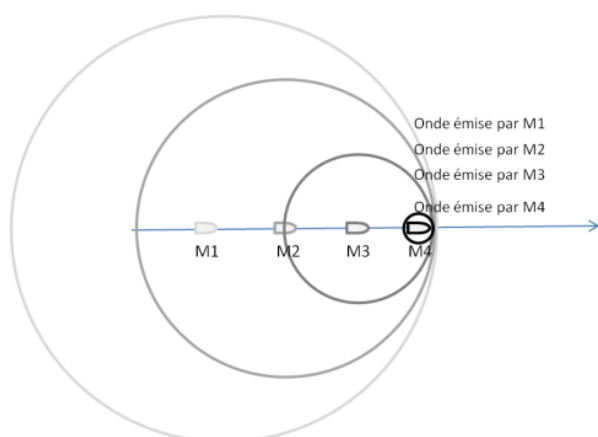


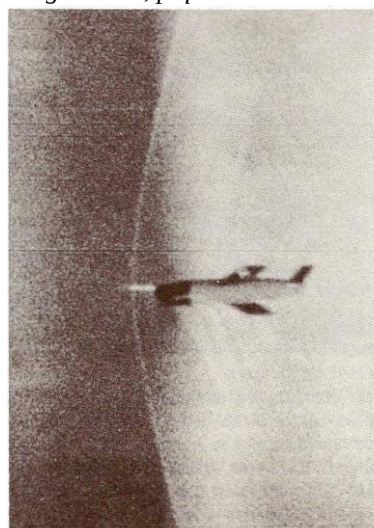
Fig. 3

Cette accumulation d'ondes produit, d'ailleurs, au sol des effets tant sonores que dynamiques. Il s'agit des «bangs» désormais bien connus, dont nous verrons l'explication plus loin.

Il est évident que, lorsqu'on ne considère plus un point mais un avion, l'onde de choc est constituée par l'enveloppe des cônes générés par chaque point de l'avion, sachant que, du fait de sa forme influant

différemment sur la vitesse des molécules d'air en chaque endroit de sa surface, ces vitesses peuvent être subsoniques à certains endroits et supersoniques à d'autres.

Ce document assez exceptionnel montre les ondes de choc qui se développent autour d'un missile «Regulus 1», piquant à la verticale à une vitesse de 1.300 km/h.



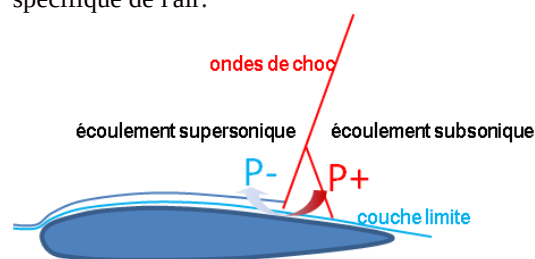
On voit nettement l'onde de proue détachée à l'avant et les ondes secondaires formées le long des parois du fuselage. (Coll. R. de Narbonne.)

L'aile aux grandes vitesses

Autour d'une aile en mouvement à une vitesse V , la vitesse locale de l'écoulement d'air varie d'un point à un autre ; l'air se trouve ralenti à l'intrados et accéléré à l'extrados. Lorsqu'on augmente la vitesse V , il arrive alors un moment où, en un point de l'aile, la vitesse locale devient égale à la vitesse du son. Du fait de l'accélération de l'écoulement à l'extrados du profil, cela se produit avant que la vitesse de l'avion soit elle-même sonique. Le nombre de Mach correspondant est dénommé «nombre de Mach critique» M_{cr} . A cette vitesse, bien que l'avion ne soit pas encore à la vitesse du son, l'écoulement commence à atteindre Mach 1 sur l'extrados. Cela explique pourquoi le vol à des vitesses proche de Mach 1 commence à poser des problèmes.

M_{cr} varie avec la forme du profil et est d'autant plus élevé que le profil est plus mince et qu'il accélère moins l'écoulement d'extrados. C'est pourquoi, sur les avions devant atteindre des vitesses élevées, on utilise des profils très minces. Si l'on continue d'augmenter le nombre de Mach au-delà de M_{cr} des ondes de choc prennent naissance. L'écoulement mixte, subsonique et supersonique, autour d'un profil est représenté ici. Une onde de choc sépare deux zones d'écoulement de caractéristiques physiques différentes, c'est-à-dire qu'à sa traversée il y a une brusque diminution de vitesse, mais aussi une augmentation de la

pression, de la température et de la masse spécifique de l'air.



ONDE DE CHOC SUR PROFIL D'AILE

Les ondes de choc sont très minces, et ce d'autant plus que la vitesse de l'écoulement amont est plus élevée ; à un nombre de Mach de 1,5, leur épaisseur ne dépasse pas quelques microns.

A l'intérieur de la couche limite, l'onde de choc n'existe pas, puisque les vitesses y sont très lentes; la pression en aval de l'onde, supérieure à la pression en amont, se transmet alors vers l'amont en traversant la couche limite. Celle-ci se déforme, ce qui donne naissance à une onde de choc secondaire, légèrement inclinée par rapport à la première, l'ensemble des deux ayant l'aspect de la lettre grecque *lambda*. Les pertes d'énergie à travers une onde de choc croissent très rapidement avec l'intensité du choc.

Tous ces phénomènes aérodynamiques se traduisent par une variation des coefficients de portance et de traînée, qui commencent par augmenter proportionnellement au facteur $1/\sqrt{1-M^2}$. Mais, lorsqu'on dépasse le nombre de Mach critique, alors que la portance s'effondre rapidement, la traînée s'accroît encore plus rapidement pour atteindre un maximum très élevé au voisinage de la vitesse du son.

Aux basses vitesses, la traînée se compose de deux termes : la traînée de forme et la traînée de frottement; mais, dès qu'apparaissent les ondes de choc, il s'y ajoute un nouveau terme, la traînée d'onde, qui traduit l'absorption d'énergie à travers l'onde de choc. C'est ce terme qui devient prépondérant aux vitesses supersoniques.

Parallèlement, le centre de poussée, c'est-à-dire le point d'application de la résultante aérodynamique, se déplace; alors qu'aux basses vitesses il se trouvait pratiquement au quart de la corde moyenne de l'aile, il commence par avancer jusqu'à ce que la vitesse atteigne la vitesse du son, puis recule assez loin vers l'arrière aux vitesses supersoniques.

Comme la résultante aérodynamique doit équilibrer le poids de l'avion, généralement appliqué au voisinage de la corde moyenne de l'aile, cela signifie qu'il s'exerce alors un moment de tangage d'abord cabreur, puis piqueur, qu'il faut compenser avec les gouvernes de profondeur.

C'est ce phénomène, alors inconnu, qui a causé le plus de problèmes aux pilotes qui ont les premiers approché la limite.

Pour essayer de réduire la traînée aux grandes vitesses, il a fallu jouer sur les caractéristiques géométriques de l'aile.

L'aile en flèche

On appelle «flèche» d'une aile l'angle que celle-ci fait avec l'axe du fuselage. Le bénéfice dû à la flèche s'explique facilement; on peut, en effet, décomposer la vitesse V des filets d'air arrivant au contact de l'aile en deux composantes respectivement parallèle au bord d'attaque (V_p) et perpendiculaire au bord d'attaque (V_n) (fig.1). La première n'entraîne pas de modification des pressions autour de l'aile, mais introduit seulement des forces de frottement; elle n'a donc aucun effet sur l'évolution du type d'écoulement, et en particulier sur l'apparition des ondes de choc. La seconde, par contre, est directement responsable du champ d'écoulement autour du profil. En d'autres termes, l'aile en flèche soumise à un écoulement de vitesse V se comporte comme une aile droite de même profil soumise à un écoulement de vitesse $V_n = V \cos a$, et le nombre de Mach critique est multiplié par le facteur $1/\cos a$.

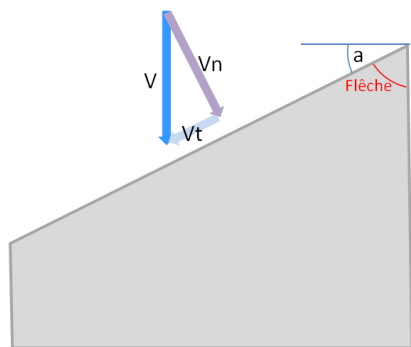


Fig. 1

Il en résulte une appréciable réduction de traînée au passage de la vitesse du son et aux vitesses supersoniques, comme en témoigne la figure 2, qui compare deux ailes, l'une de flèche nulle, l'autre de flèche 45° , par ailleurs identiques.

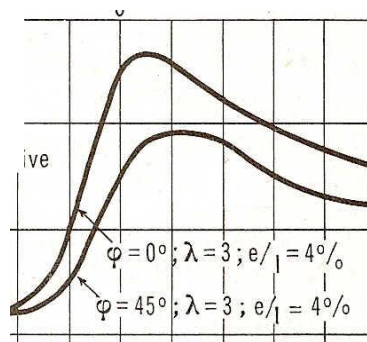


Fig. 2

Si sur les premiers avions à aile en flèche apparus peu après la Seconde Guerre mondiale elle ne dépassait pas 25° , elle grimpa vite jusqu'à des chiffres record de 60° sur l'English Electric P-1 et 55° sur le Mig-19 soviétique. En contrepartie, l'aile en flèche présente une valeur relativement basse de sa portance maximale, qui se répercute sur les performances à l'atterrissage et au décollage. L'hypersustentation est elle-même moins efficace que sur une aile droite, cela par suite de la déviation de l'écoulement vers les extrémités de l'aile. Il en résulte des distances de décollage et d'atterrissage plus longues.

L'aile delta

Outre l'augmentation de flèche, il existe deux autres moyens de limiter l'accroissement de traînée par action sur des paramètres géométriques : la réduction de l'épaisseur relative et la réduction de l'allongement.

Il apparut alors très vite qu'une bonne solution pour concilier une forte flèche avec un allongement et une épaisseur relative faibles était représentée par l'aile triangulaire, ou aile delta, imaginée par l'aérodynamicien allemand Lippisch peu avant la Seconde Guerre mondiale, mais non utilisée à cette époque. En effet, sur une aile delta, la corde à l'emplanture est assez grande, ce qui permet, tout en acceptant une épaisseur relative faible, de conserver une épaisseur absolue suffisante pour loger dans l'aile des réservoirs de carburant ou le train d'atterrissage en position rentré. Enfin, pour avoir un faible allongement, il faut combiner l'augmentation de la surface alaire et la diminution de l'envergure, ce que réalise justement la forme en delta. On obtient ainsi des traînées en supersonique encore inférieures à celles des ailes en flèche. Le Mirage III restera l'exemple le plus beau et l'un des

plus célèbres de l'utilisation de cette formule, qui sera néanmoins abandonnée à partir des années 70 en raison des longueurs de pistes trop importantes nécessaires pour la mise en œuvre de ce type d'avions.



Ici, un Mirage 2000

Les gouvernes aux vitesses transsoniques et supersoniques

Lorsque la vitesse de l'avion dépasse la vitesse du son, les coefficients de portance des empennages et des gouvernes subissent la même baisse que celui de l'aile.

On est donc conduit à augmenter la surface des gouvernes, et dans la majorité des cas, en ce qui concerne les gouvernes de profondeur, c'est l'empennage dans son ensemble qui est mobile et qui constitue en fait la gouverne; une telle formule porte le nom d' « empennage monobloc ».

Nous avons vu par ailleurs qu'au voisinage de la vitesse du son, le centre de portance avance d'abord puis recule brutalement. À l'approche de cette vitesse, la baisse d'efficacité des gouvernes amène donc le pilote à braquer de plus en plus sa gouverne à piquer puis, au moment où le centre de poussée recule brutalement, il doit au contraire d'un seul coup cabrer. C'est ce que l'on appelle l' « inversion des commandes ». Toutefois, ce phénomène est considérablement amoindri avec les empennages monoblocs.

Vous avez vu que cette solution a été effectivement utilisée dès 1947 sur le Bell X-1 de Chuck Yeager.



Cette photo du Bell X-2, successeur du X-1, montre bien l'empennage monobloc

Par ailleurs, les efforts nécessaires aux braquages des gouvernes à ces vitesses deviennent trop importants pour la force du pilote et ces vitesses ont nécessité l'utilisation de vérins hydrauliques, les servocommandes.

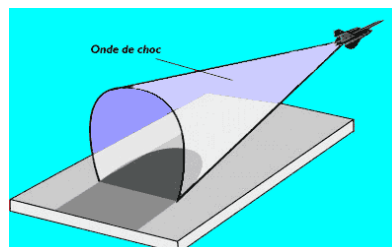
Le bang supersonique

Vous l'avez compris, ce bang est dû au passage de l'onde de choc au niveau de votre tympan. Cette onde suit l'avion tant qu'il est en vitesse sonique ou supersonique. Il n'est donc pas un bruit instantané dû au passage du mur, mais un bruit continu et se déplaçant très vite. Chacun l'entend à son tour le long de la trajectoire de l'avion, avion qui s'est silencieusement éloigné entre temps. Toutefois, cette onde très violente au moment de sa création s'étire le long du cône d'onde et diminue d'intensité en s'éloignant de sa source. Si donc le bang est très violent et peut même occasionner des dégâts au niveau de vitres lorsque l'avion vole à basse altitude, on estime qu'il n'est plus gênant lorsque l'avion vole à plus de 6.000 mètres. Du temps de Concorde, la législation lui interdisait le survol supersonique des zones habitées à moins de 15.000 mètres pour qu'il ne soit pas détecté.



Pour gérer le problème de variation du centre de poussée aux différentes vitesses, le Concorde transférait en vol une partie de son carburant entre les réservoirs avant et arrière

Mais il faut bien voir que l'onde se déplaçant dans toutes les directions, le bang peut être perçu de n'importe quel point du ciel traversé par le cône de choc. Les oiseaux ou les pilotes d'avions, qu'ils soient en dessous, au même niveau ou au-dessus de l'avion, peuvent aussi le ressentir.



Un point beaucoup plus délicat est celui du double bang entendu parfois par les témoins. Et à ce sujet, il est intéressant de noter que ces témoins sont de moins en moins nombreux, les vols supersoniques au-dessus de notre territoire ayant très vite été interdits. Le bang, tout le monde le connaît, mais personne ne l'a jamais entendu ! (*) Sur ce double bang, donc, les avis techniques divergent. On dit qu'il pourrait être dû au passage de deux ondes de choc, l'une créée par le nez de l'avion et l'autre par son empennage, ou la première par le bord d'attaque et la seconde par le bord de fuite de l'aile. Mais d'autres affirment que l'intervalle de temps entre ces deux ondes serait trop court pour être détecté par l'oreille humaine. On pense aussi qu'il pourrait être provoqué par certaines évolutions de l'appareil qui modifierait l'orientation du cône. Ce qui n'est jamais cité qui pourrait bien être une explication, ce serait tout simplement un phénomène d'écho, l'onde de choc pouvant se réfléchir, comme n'importe quel bruit sur, par exemple, la surface d'un bâtiment.

La singularité de Prandtl-Glauert

Dans certaines conditions atmosphériques de pression et d'humidité, le passage de l'onde de choc peut produire un phénomène de condensation instantané générant un nuage en forme de bouclier qui se matérialise et se déplace avec l'appareil. En fait, cette onde de choc fait varier la pression ambiante selon une courbe en N ; c'est-à-dire que la pression augmente brutalement, puis diminue brutalement avant d'augmenter à nouveau brutalement. Ce serait la baisse brutale et très courte de pression qui générerait cette condensation, aussitôt annulée par la nouvelle augmentation ... mais aussitôt recrée par l'avancée de l'onde.

Photo John Gray d'un F/A 18 Hornet prise le 07 juillet 1999 depuis le porte-avions USS Constellation



(*) **Quoi que ...** Voici des extraits de deux articles de presse parus cette année :

28/02/2012 Déflagration, lundi soir, dans le Calvados : des dizaines de réactions

Une « explosion », une « déflagration », un « énorme bruit », un « grand boum ». « J'ai cru que c'était un pavillon, derrière chez moi, qui avait explosé ! J'ai entendu le moteur d'un avion », écrit Monique.
« Les fenêtres ont tremblé », raconte un autre internaute. À Caen, Hérouville Saint-Clair, Ifs, Mondeville, Falaise et même dans l'Orne, les témoignages se multiplient depuis hier soir, sur notre page Facebook.
Il était « 20h45 », ce lundi soir, quand ce « bruit » a retenti. Les pompiers du Calvados évoquent « entre 30 et 50 appels et un standard débordé. Mais aucun dégât

n'a été signalé ».

Selon les services de la préfecture, "il s'agirait d'un avion de chasse qui a passé le mur du son en empruntant un couloir supersonique de façon réglementaire. Son passage s'est fait à plus de 15 000 mètres mais les conditions météorologiques semblent avoir favorisé de façon exceptionnelle la propagation de l'onde sonore".

L'avion de chasse regagnait la base aéronavale de Landivisiau, dans le Finistère.



20/07/2012 Mystérieuse déflagration d'hier : un avion de chasse fait trembler le ciel

Muret, Fonsorbes, Carbone mais aussi Auch et Gimont dans le Gers et Castelnaudary dans l'Aude... dans la région toulousaine comme dans les départements voisins, des dizaines de personnes ont soudain perçu une déflagration dans le ciel hier, entre 14 et 15 heures. Une déflagration due au passage du mur du son d'un Rafale de l'armée de l'air.

«J'ai entendu un grand bruit. Toute la maison a tremblé», témoigne un des nombreux internautes qui ont réagi hier en début d'après-midi sur le site internet de «La Dépêche du Midi». «On a ressenti une déflagration à 15 km au sud de Muret. J'ai aperçu un avion de chasse», indique un autre lecteur. Au centre opérationnel de la gendarmerie (COG) de la Haute-Garonne, une vingtaine d'appels ont été reçus en quelques minutes vers 15 heures. A Toulouse et dans l'agglomération, c'est inmanquablement le souvenir d'AZF qui a ressurgi, comme à chaque fois. Un internaute demeurant à Saint-Lys explique ainsi que son cœur s'est «emballé pendant

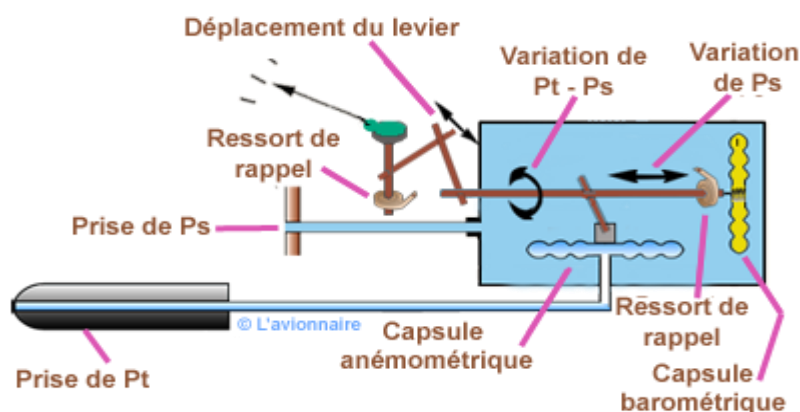
dix minutes tellement ce bruit a réveillé le souvenir de l'explosion».

À Paris, le service de presse de l'armée de l'air nous a confirmé le passage à la vitesse supersonique d'un avion de chasse, un Rafale vraisemblablement, précise un officier. «Un appareil anglais a signalé de petits problèmes de radio et a demandé une assistance», explique-t-on. D'où la décision de faire décoller un des avions en veille 24 heures sur 24, toute l'année, sur les bases françaises et qui assurent la police de l'air. La base de départ d'hier n'a pas été divulguée par l'armée. Le Rafale a donc accompagné jusqu'à notre frontière l'avion anglais qui se rendait au Nigeria. Une mission menée sans incident. Ce n'est pas la première fois qu'un tel «bang» est entendu au-dessus de Toulouse. En 2008 et 2010, deux avions commerciaux à destination de l'Espagne, qui ne s'étaient pas signalés, avaient provoqué pareille intervention.

Le Machmètre

Le Machmètre est l'instrument qui permet au pilote de connaître sa vitesse relative à celle du son quelle que soit l'altitude où il se trouve. En fait c'est un mixte badin/altimètre. Comme le premier, il mesure la différence entre les pressions dynamique et statique grâce à une capsule anémométrique reliée à deux prises de pression. Mais cette différence est automatiquement corrigée par une seconde capsule reliée à la seule prise statique, dont le volume varie donc avec l'altitude. Il n'y a pas de réglage à faire au décollage. Cette capsule est étalonnée d'après l'atmosphère standard ; l'appareil déduit une vitesse du son standard d'après la température standard régnant à l'altitude standard mesurée.

Ce Machmètre de MiG 29 est gradué jusqu'à M 3,5 !



L'avion de l'exploit : Bell XS-1



Chuck Yeager dans le X-1 sérial 46-062 portant l'inscription Glamorous Glennis

C'est en mars 1945 que la division des essais en vol de l'USAF et la NACA (ancêtre de la NASA) passent un contrat avec Bell Aircraft Corporation pour la construction de trois avion-fusées XS-1 (le préfixe XS signifie « eXperimental Supersonic » ; mais l'avion sera généralement appelé X-1) en vue de récolter des données sur les conditions de vol à vitesse transsonique.

On pensait alors que le Mur du son pourrait être impossible à atteindre. Pourtant il existait au moins un objet connu pour être capable de franchir cette limite : les balles de fusil (de 400 à 1.000 m/s). Les ingénieurs de Bell dessinent donc l'avion en

s'inspirant de la forme d'une balle de 12,7 mm (Browning 0.50"). De ce fait, le pilote se retrouve assis dans une cabine étroite logée dans le nez. En 1947, lorsque l'appareil est confronté pour la première fois aux phénomènes de compressibilité, il est équipé d'un empennage horizontal à incidence variable.



Moteur fusée XLR-11

Le moteur-fusée XLM11RM3 utilise de l'éthanol dilué avec de l'eau comme carburant et de l'oxygène liquide comme comburant. Le pilote peut moduler la poussée en choisissant le nombre de chambres de combustion en fonctionnement (le moteur étant doté de 4 chambres identiques et indépendantes). La poussée pouvait atteindre 26 500 Newton, l'autonomie de l'appareil n'étant alors que de 2 min 30 s.

Bien que le XS-1 puisse décoller par ses propres moyens, il est décidé au vu de sa faible autonomie de le larguer d'un avion porteur afin d'accroître son autonomie. Pour le fixer sous le bombardier, celui-ci est relevé par trois vérins (*).



Le X-1/3 en cours de montage sous un RB-50. Identique au X-1/2, le 3 explosa au sol avec son porteur avant son troisième vol

Premier et dernier vol	25 janvier 1946 – mai 1950
Moteur Fusée	Reaction Motors XLR11-RMB
Poussée Maximale	26,5 kN
Envergure	8,5 m
Longueur	9,4 m
Hauteur	3,3 m
Surface alaire	12m ²
Masse à vide	3.175 kg
Masse maximale	5.557 kg
Vitesse maximale	1.541 km/h (Mach 1,26)
Plafond	21.900 m
Autonomie	5 mn
Charge alaire	463 kg/m ²
Rapport Poussée/Poids	0,49

Le 5 janvier 1949, Chuck Yeager réalise le seul décollage autonome du programme X-1 et atteint l'altitude de 7 000 m en 90 secondes.

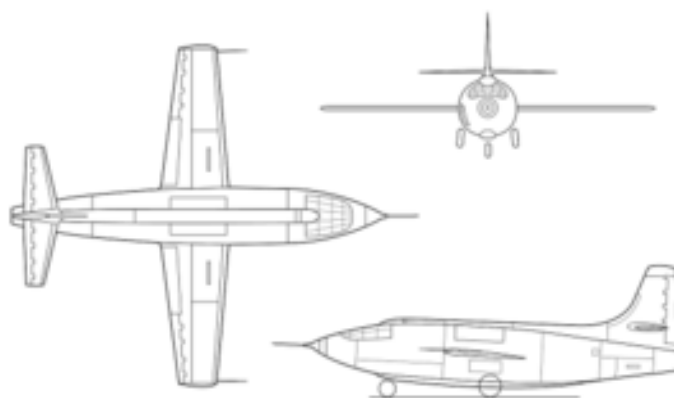
Héritage

L'appareil est bourré de capteurs en tout genre. Son but n'est pas seulement de franchir le Mur, mais bien d'analyser ce qui se passe au moment de ce franchissement et au-delà.

Les recherches menées lors du programme X-1 serviront de base à tous les programmes suivants. Les procédures développées par la NACA lors des essais du X-1 faciliteront le développement du programme spatial américain dans les années 60. Le projet X-1 a aussi pour effet de renforcer la coopération entre l'USAAF, les industriels et les centres de recherche.

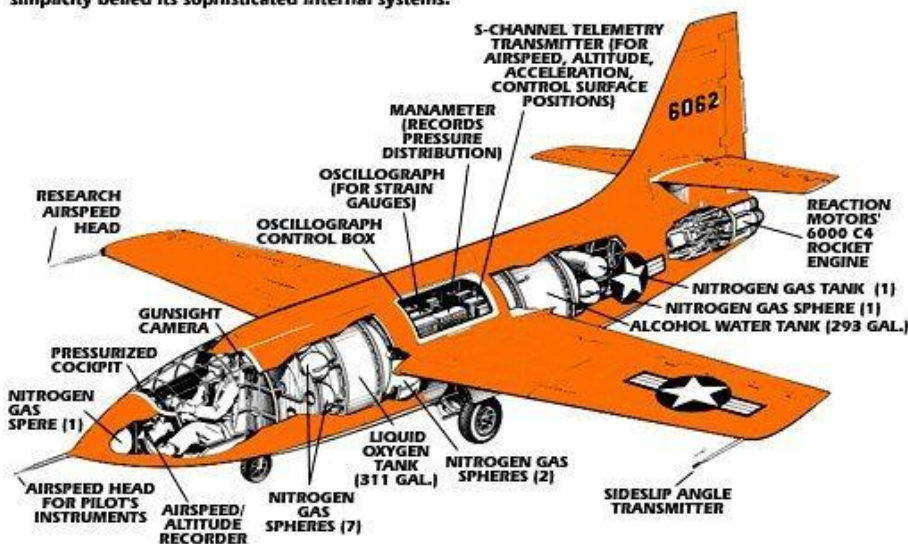
Le X-1-2 (serial 46-062) est actuellement exposé dans le hall Milestone du National Air and Space Museum à Washington, DC aux côtés du Spirit of Saint Louis et de Space Ship One.

(*) Au début, le X-1 était descendu par une rampe dans une fosse au-dessus de laquelle le B-29 venait se positionner.



Inside Chuck Yeager's XS-1 No. 1

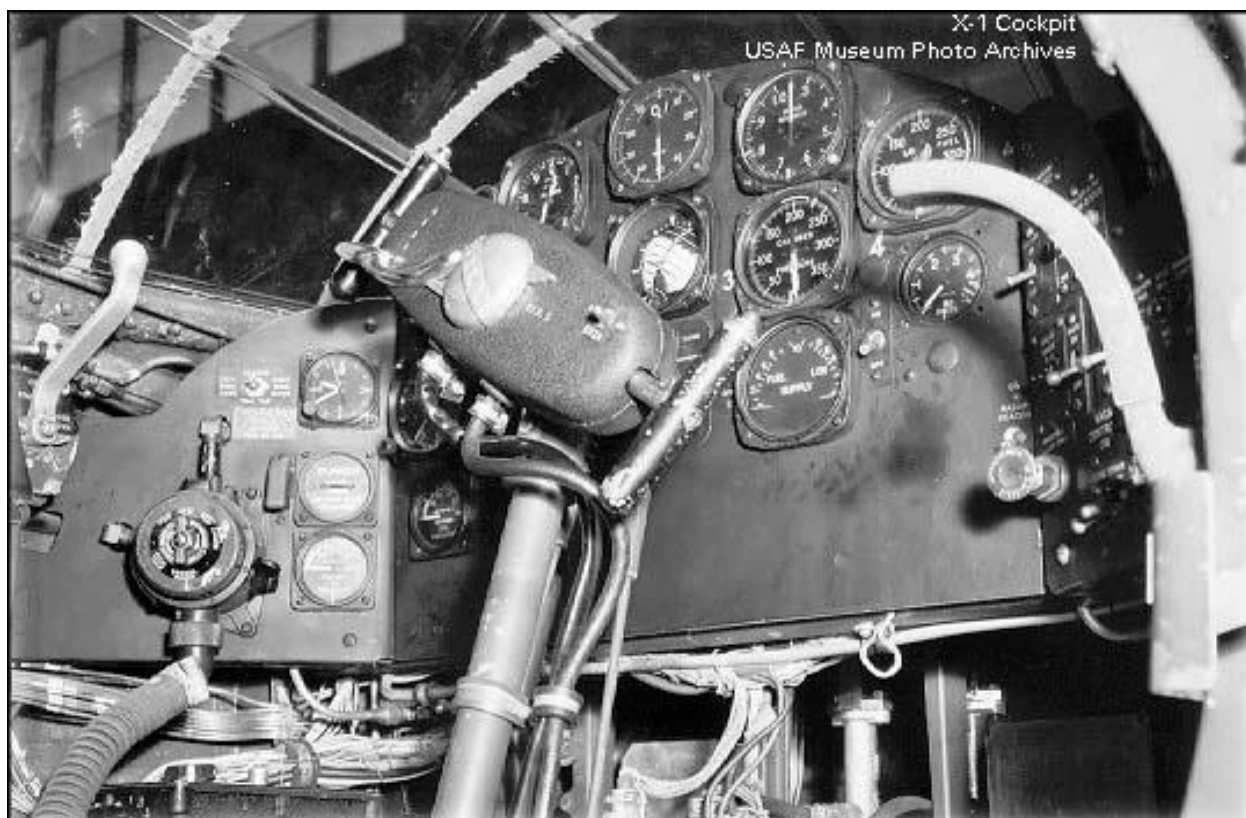
Shaped like a .50-cal. bullet, the XS-1's aerodynamic simplicity belied its sophisticated internal systems.





Le X-1 n'avait qu'une autonomie de 2 à 5 minutes. Tant mieux : le confort était un peu spartiate !

Sur cette autre vue, on distingue le Machmètre (juste sous USAF), gradué de 3 à 10 (de Mach 0,3 à 1,0)



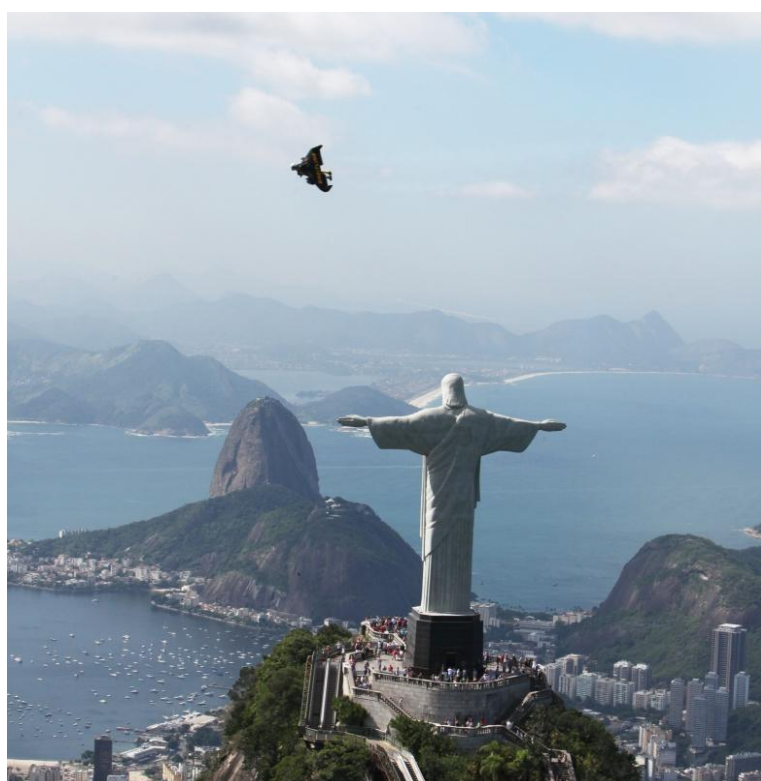
JETMAN CONTINUE SES EXPLOITS



Après le survol de Rio en mai et un vol en formation avec les passagers d'un DC3 en juin, Yves Rossy continue à démontrer son talent et la maniabilité de son aile en faisant cette fois un vol en formation avec un authentique Spitfire Mk IX-B. Cela s'est passé le 7 septembre dernier, au meeting annuel de Bex (Suisse). Un parallèle audacieux entre un avion qui, pour fringant qu'il soit, accuse quand même 70 ans, et un appareil si récent qu'il doit toujours être considéré comme un prototype. Entre deux monoplaces dont l'un est réduit au strict minimum et l'autre pèse près de trois tonnes, entre un monomoteur à hélice emmenant son pilote à près de 700 km/h et un quadrimoteur faisant évoluer le sien à 200 km/h (300 en piqué).

Autrement dit, entre deux systèmes qui n'ont aucune raison d'être mis en parallèle. Et pourtant ... c'est si beau !

Le 02 mai 2012, à RIO...



et le 29 juin 2012 en Suisse



22 Septembre 2012

Rassemblement des Femmes de l'Air

Compte-rendu officiel

Parce que nous ne sommes que 23 000 en France à voler, toutes voilures confondues.... soit seulement un pilote sur 10.

Parce que nous avons des qualités unanimement reconnues pour bien le faire, et parce que l'air peut offrir des métiers ou des loisirs à tous, les femmes pilotes se sont rassemblées le 22 septembre à Orange, sous le marrainage du Commandant Virginie Guyot, ex leader de la patrouille de France.

Pour ce 2^e rassemblement des Femmes Pilotes, 58 avions étaient inscrits : sous une très belle météo en région PACA, avions, planeurs, chasseurs.... ont répondu présents. Des femmes d'exception ont inauguré cette manifestation : le Commandant Virginie Guyot, mais aussi Aude Lemordant, championne de voltige aérienne 2012.

La confédération des fédérations aéronautiques, partenaire privilégié, a permis de retrouver toutes les disciplines aéronautiques en un même lieu, soit 9 fédérations.

800 visiteurs composés essentiellement de jeunes des écoles comme ESMA, ENAC, E.N.M., CFA métiers de l'aérien ont pu montrer des perspectives de métiers, de

loisirs et de passion. L'Association des Femmes ingénieurs présentait ses activités sur un stand, tout comme le SIRFA Armée de l'air et les différentes fédérations. Beaucoup d'intérêt des jeunes, beaucoup de contacts et de demandes d'informations sérieuses et motivées.

L'académie de Montpellier est venue avec 50 jeunes filles et 10 Enseignants.

Des conférences se sont déroulées toute la journée, alternant sujet d'avenir et historique.

Un questionnaire sur l'expo "des pionnières aux astronautes" leur a permis de gagner 6 baptêmes de 'air. 20 jeunes filles très motivées sont allées visiter la tour de contrôle.

<http://www.femmes-pilotes.com/>



Savez-vous qu'il existe un forum pour les ULMiste...

<http://www.forum-ulm-ela-lsa.net/index.php>



AéROPUCES

20 et 21 Octobre 2012

La 6e édition de la brocante aéronautique se tiendra dans le hall Concorde du musée de l'Air et de l'Espace. Ce sera l'occasion pour vous de faire prendre l'air à vos collections... Rendez-vous au musée pour **acheter, échanger et rencontrer des passionnés**. Plus de soixante exposants sont attendus.

La brocante est ouverte aux particuliers et aux professionnels. Vous y dénicherez des livres, affiches, magazines, cartes postales, vieux papiers et objets de collection, des instruments et accessoires, moteurs, hélices, casques, uniformes, des aéronefs, pièces, maquettes...

La Terre en héritage

Jusqu'au 21 Octobre 2012

Il vous reste encore quelques jours pour aller voir cette exposition qui exprime la pensée écologique de St-Ex. Vous y trouverez :



- des dessins et des manuscrits peu connus de l'auteur de *Terre des Hommes*,
- des images de la Terre et de l'univers prises par la NASA, le CNES et l'ESA,
- des photographies de **Yann Arthus-Bertrand** et
- des photographies d'**Antoine de Saint-Exupéry** de la terre vue du ciel.

L'écologie chez Saint-Exupéry ne se résume pas à l'appel de la forêt : elle englobe l'urbanisme, les relations sociales, les rapports de l'homme avec l'argent et avec la spiritualité. La beauté et la fragilité de notre planète trouvent également un écho singulier à travers les citations tirées de l'œuvre de Saint-Exupéry qui ponctuent cette exposition et contribuent à nous faire comprendre l'importance de préserver notre environnement et ses ressources naturelles.

Accès gratuit.

Deux bonnes raisons de vous rendre au Musée pendant ce week-end !



Aérocic est mort ... pas Aérocic

Le Journal Aérocic s'arrête, mais le club Aérocic peut continuer à vivre, avec vous !

Tout a commencé il y a six ans. Le 25 juillet 2006. Olivier Marin nous racontait son baptême d'ULM, et nous disait que le brevet l'intéressait. Moi, il y avait bien longtemps que je n'avais plus sorti le mien de son tiroir. Quand à Laurent Manier, il gardait un souvenir déçu d'une formation de pilote de planeur qu'il n'avait pas pu terminer. Alors mettant en commun nos compétences et connaissances respectives en matière de Comité d'Entreprise et d'animation, et recrutant notre ami Jean-Luc Borderelle, éminent pilote aux nombreux brevets et 800 heures de vol, nous décidions de lancer la création d'Aérocic. *Nous allions enfin nous y remettre pour de bon !*



L'idée de départ était d'amener nos collègues à passer leur brevet et à pratiquer le pilotage ULM. Mais la chose allait-elle en tenter beaucoup ? Pour le savoir, nous convenions dès le lendemain de l'organisation d'une première Journée « Découverte ». Le temps de structurer notre idée, de la vendre au C.E., de convaincre l'école Mach 0,1 d'y participer, et nous lançons l'opération pour le 23 septembre et le 1^{er} octobre...

Avec 83 participants faisant 106 vols, le succès était au rendez-vous ! Plusieurs personnes se disaient intéressées par le brevet. Et le 28 novembre 2006, la création du Club Aérocic était validée par la commission Sports du C.E..

C'était il y a six ans !

Le temps de négocier les conditions financières avec Mach 0,1 et le subventionnement avec le C.E., et le Club était officiellement lancé le 26 mars 2007. Un mois plus tard, nous comptons avec plaisir huit inscriptions. Dans un premier temps, nous décidions de refaire une nouvelle Journée « Découverte », pour continuer à « amorcer la pompe ». Chose d'autant plus utile que très

vite, plusieurs de nos inscrits abandonnaient leur formation.

Et puis, le succès étant chaque fois au rendez-vous, les Journées « Découverte » devenaient une habitude, une activité régulière du club.

Six ans plus tard, quel est notre bilan ?

Côté brevets, vingt (élèves) pilotes se sont inscrits, dont un nouveau membre l'an passé et deux cette année. Cinq ont été actifs cette année. A ce jour, et à ma connaissance, un seul brevet a été obtenu, celui de Jean-Marc Lorgnier, que nous félicitons à nouveau. Côté Baptêmes, 467 participants ont fait 722 vols au cours des douze sessions que nous avons organisées.

Un bilan tout-à-fait positif, donc. Alors pourquoi le club devrait-il s'arrêter ?

En réalité, il n'y a aucune raison. Le club Aérocic doit continuer à vivre. Mais il était essentiellement animé par Laurent et moi-même. Or d'une part je dois le quitter

pour cause de mise à la retraite et d'autre part Laurent, qui en restera l'animateur principal, est débordé par un emploi du temps très chargé. En plus, des problèmes de santé l'obligent depuis un an à suspendre sa propre formation de pilote, ce qui l'éloigne donc de l'aérodrome de Meaux, base de notre activité.



L'organisation d'une Journée « Découverte » demande beaucoup d'abnégation !

Si vous souhaitez contribuer à l'avenir du club, il vous suffit de contacter Laurent Manier ou Jean-Luc Borderelle. Ils attendent vos appels !

Même si le club est bien sur ses rails, il n'avancera plus s'il n'est pas tiré par une véritable équipe d'animation. En d'autres termes, AéroCic, Manier et Borderelle ont besoin de sang neuf pour les soutenir. Les rails ont été construits et consolidés depuis 6 ans, il n'y a plus qu'à pousser. Mais il faut des volontaires pour cela.

Et puis, pendant ces six ans, vous avez été plusieurs à suggérer que nous trouvions des partenariats avec d'autres écoles dans l'ouest parisien. Nous y avons souvent pensé, mais nous avons toujours manqué de disponibilités pour aller démarcher là-bas, loin de nos domiciles respectifs, de nouveaux partenaires qui donneraient une nouvelle dynamique au club, en ouvrant le brevet à tous ceux de nos collègues qui vivent du côté de Cergy. Avoir dans l'équipe d'animation deux ou trois personnes qui résideraient dans ce secteur pourrait enfin permettre ce développement géographique.

Vous l'avez compris : cet article est un appel aux bonnes volontés. Nous étions trois au départ, et nous avons créé le club. Trois de plus et il repart pour six ans !



Solution de la photo du mois dernier



La photo du mois dernier représentait le Center Parc de Chamouille, dans l'Aisne. Donc pas dans le centre de la France (Center Parc !). Il était reconnaissable à ses grandes verrières garantissant la chaleur toute l'année autour des piscines.

6 bonnes réponses ce mois-ci, envoyées par *Frédéric Velsch*, *Christophe Nommay*, *Donato Lupo*, *Bruno Gariglietti*, *Gérard Van Oost*, et *Martine Rangée*.

Félicitations, car c'était plus difficile que le mois précédent !

La photo d'Octobre :



Marais salants ? On pourrait le penser, surtout en voyant le nom du photographe. Et pourtant ... pas si simple. « L'affaire n'est pas claire », comme disait mon parrain à son épouse. Quoi que ...

Que sont ces étendues d'eau et dans quelle ville se trouvent-elles ?

Réponse par retour de mail, comme d'habitude !

(Photo *Gilles Saulnier* en ligne sur www.survoldefrance.fr)

Et la solution dans un nouveau journal !