

des clients, le nouveau zeppelin doit avoir des performances bien supérieures à celles des anciens dirigeables : il doit être plus rapide, capable de voler dans des conditions météorologiques plus difficiles, moins bruyant, et plus facile à piloter.

En 1990, le groupe d'étude achève la conception des nouveaux modèles. Avec l'accord de la direction, nous entreprenons alors la construction d'un petit prototype. Lorsque ce zeppelin de dix mètres de long passe les phases de qualification au vol, au printemps 1991, de nouveaux problèmes se posent, qui nécessitent d'autres recherches et la mise au point de nouvelles techniques aéronautiques.

Notamment nous devons apprendre à effectuer des calculs aujourd'hui classiques pour les avions : l'évaluation des forces aérodynamiques, la détermination des contraintes et la prévision de l'électronique embarquée, pour plusieurs types de modèles. Nous savons que l'informatique nous aidera à perfectionner considérablement la conception des zeppelins, mais nous manquons d'informations théoriques : depuis la fin des recherches sur les dirigeables, en 1940, aucun progrès scientifique ou technique n'est inter-

venu. Nous cherchons alors des programmes informatiques capables de calculer les contraintes qui s'exercent au cours des diverses manœuvres... En vain : nous devons créer nos propres théories de la conception de zeppelins.

Deux mathématiciens de notre groupe récupèrent d'abord tout ce qui peut être utile, dans les publications. En collaboration avec des membres de l'Institut d'aérodynamique et de dynamique des gaz de l'Université de Stuttgart, ils construisent des programmes pour prévoir le comportement de l'engin. La tâche est compliquée, parce que la forme de cigare du zeppelin grandeur nature n'est pas la même que celle des prototypes plus petits, utilisés pour des essais préliminaires en soufflerie ; en outre, les comportements des petits prototypes et ceux de l'engin final diffèrent. Par exemple, l'écoulement de l'air sur le vaisseau lors des virages est difficile à calculer, même après des essais en soufflerie (les avions sont plus faciles à modéliser, car les versions réduites, pour les études de soufflerie, sont une approximation raisonnable des modèles plus grands). Notre zeppelin grandeur nature, le modèle LZ N07, est construit sur la base de nos calculs initiaux, mais

chaque nouvelle heure de vol (il en a aujourd'hui 400) est l'occasion d'enregistrer des données pour améliorer les programmes et les futurs modèles.

Depuis septembre 1993, la Société *Zeppelin Luftschifftechnik* construit des zeppelins de notre conception et dépose des brevets pour protéger les nombreuses inventions qui permettront à des dirigeables modernes de prendre leur envol. Tous les zeppelins des futures flottes seront nommés «zeppelins NT» (NT est le sigle de «nouvelle technique») ; chacun sera identifié par un numéro, qui indiquera le volume de gaz emprisonné dans l'enveloppe ; par exemple, le LZ N07 contenait initialement 7 000 mètres cubes de gaz (mais nous avons ensuite porté sa capacité à 8 200 mètres cubes).

Le corps d'une nouvelle machine

L'armature interne qui distingue un zeppelin d'un simple ballon donne des possibilités de vol supérieures. Par exemple, on peut fixer des moteurs en des endroits plus propices que sur la seule nacelle : la manœuvrabilité s'en trouve augmentée, et le bruit réduit. Les moteurs des nouveaux zeppelins paraissent être attachés à l'extérieur de l'enveloppe, mais ils sont en réalité fixés à la charpente interne, dans l'enveloppe.

Les dirigeables de l'ancienne génération, tels le *Hindenburg* et le *Graf Zeppelin*, avaient des structures internes complexes,

1. L'ARMATURE RIGIDE du nouveau zeppelin comprend une série de poutrelles triangulaires en composite à fibres de carbone, fixées sur trois longerons en alliage d'aluminium, qui traversent toute la longueur du vaisseau.



2. LE COCKPIT des nouveaux zeppelins (à gauche) comporte des instruments de navigation modernes, ainsi que des systèmes électroniques de commande des systèmes de vol. La queue (à droite)



Avec l'aimable autorisation de ZF Friedrichshafen AG

est munie d'une hélice arrière qui pivote vers le bas de 90 degrés et fait monter le vaisseau, ainsi qu'une hélice latérale pour faire décrire au zeppelin un cercle dont le centre est le nez de l'appareil.

qui supportaient leur masse considérable : avec 245 mètres de long et 41 mètres de diamètre, chacun avait un volume de 200 000 mètres cubes. Trente-six poutres allongées, ou longerons, traversaient l'appareil du nez à la queue, et des pièces annulaires, tous les cinq mètres, servaient de renforts. Nous avons voulu une forme beaucoup plus aérodynamique, avec une structure interne plus légère et moins coûteuse, pour rigidifier des engins de 75 mètres de long. L'allègement de la structure

interne avait un autre avantage :

les risques de casse sont réduits, en cas d'atterrissage mouvementé.

Dans le LZ N07, le squelette complexe des anciens zeppelins

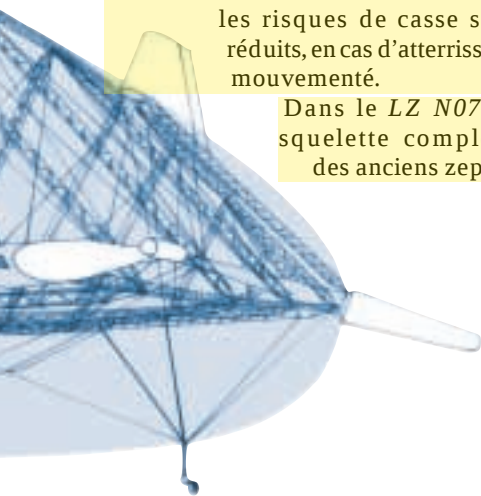
est donc remplacé par une simple structure triangulaire, constituée de trois longerons en alliage d'aluminium et de 12 ensembles de poutrelles légères et résistantes, en composites à fibres de carbone. Cette structure ne rigidifie l'engin que selon sa longueur. La rigidité radiale est assurée par la pression du gaz. Tous les composants externes, tels les moteurs, la nacelle, les surfaces de commande, comme les ailerons et les gouvernes de direction, sont fixés sur la charpente.

L'enveloppe est un tissu multicouche qui est fixé aux trois longerons et entoure à la fois l'hélium et des ballonnets, des compartiments que l'on remplit d'air à volonté. Ces ballonnets peuvent capter de l'air extérieur ou en relâcher, pour maintenir une pression constante à l'intérieur de l'enveloppe durant l'ascension ou la descente. Leur positionnement à l'avant et à l'arrière permet également une régulation de l'assiette, par pompage d'air du ballonnet arrière vers le ballonnet avant, par exemple, ce qui abaisse le nez de l'appareil par rapport à la queue.

Les nouveaux zeppelins sont légèrement pressurisés : la pression de l'hélium et de l'air des ballonnets est

supérieure d'environ quatre pour cent à la pression atmosphérique. Ce maintien d'une faible surpression est un facteur de sécurité. Si la pression à l'intérieur de l'enveloppe était trop élevée, la moindre perforation conduirait à la catastrophe, comme lorsqu'une aiguille fait exploser un ballon. Avec une surpression faible, la même perforation ne provoque qu'une petite fuite du gaz interne, de sorte que le pilote a largement le temps de faire atterrir l'appareil. Dans le LZ N07, la charpente et l'enveloppe s'épaulent mutuellement : l'enveloppe subsisterait même si la charpente se rompait, et cette dernière assurerait une certaine aptitude au vol en cas de chute de pression à l'intérieur de l'enveloppe.

Afin d'augmenter la manœuvrabilité, nous avons équipé les dirigeables de trois moteurs. Deux sont installés respectivement à gauche et à droite du fuselage, juste devant le centre de portance. Ces deux moteurs entraînent des hélices basculantes (l'angle maximal de basculement atteint 120 degrés). Le troisième moteur entraîne une hélice de queue, qui bascule également, mais seulement de 90 degrés ; il entraîne également une petite hélice latérale qui



Lee Dumette