



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

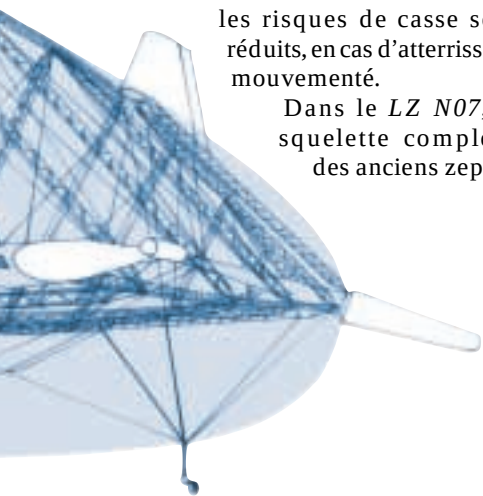
est donc remplacé par une simple structure triangulaire, constituée de trois longerons en alliage d'aluminium et de 12 ensembles de poutrelles légères et résistantes, en composites à fibres de carbone. Cette structure ne rigidifie l'engin que selon sa longueur. La rigidité radiale est assurée par la 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

peut pousser l'arrière du vaisseau sur les côtés. Ainsi le zeppelin pivote autour de son nez. Enfin des systèmes hydrauliques font pivoter les pales des quatre hélices, de sorte que chacune assure aussi bien une marche avant qu'une marche arrière.

Les capots de tous les moteurs, en fibres de carbone, réduisent le bruit, tout comme les systèmes de transmission, qui transforment les 2 750 tours par minute des moteurs en une rotation des hélices de 1 250 tours par minute : les moteurs ont un meilleur rendement à vitesse élevée, mais les longues pales des hélices produisent une poussée suffisante à la vitesse inférieure.

L'excellente manœuvrabilité du nouveau zeppelin, qui décolle et atterrit presque verticalement, limite le personnel au sol, comme nous l'avions souhaité. Un camion équipé d'un mât télescopique qui s'élève jusqu'à 12 mètres de haut amarre le dirigeable. Le chef de l'équipe au sol saisit un câble

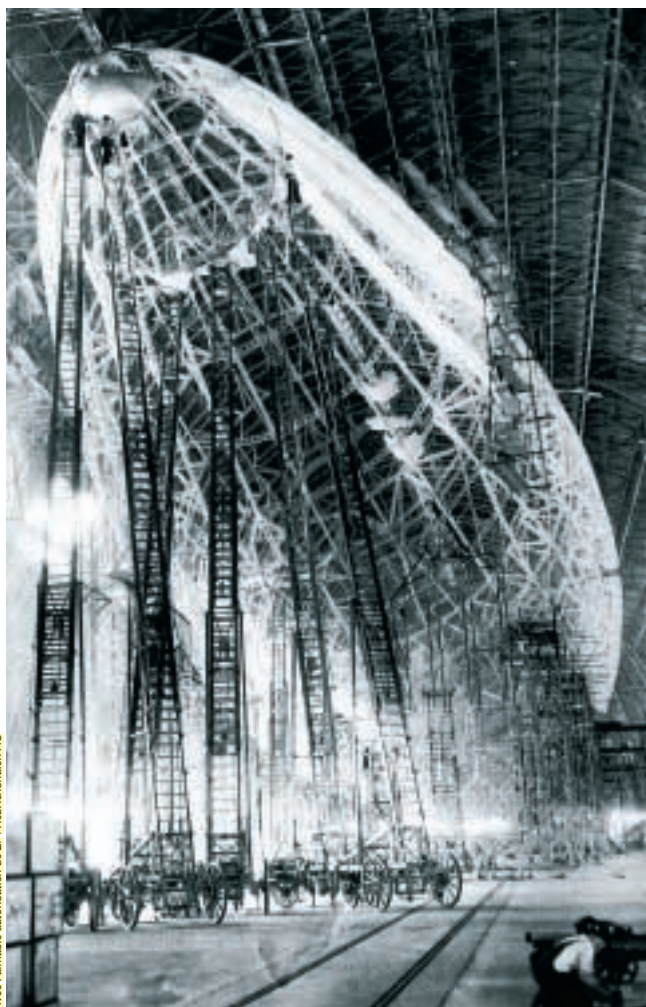
attaché au nez du vaisseau et l'accroche à un treuil fixé sur le mât. Aucun autre contact physique par câble n'est nécessaire. Le treuil tire le vaisseau vers le mât, qui redescend ensuite au niveau du sol. Le chef d'équipe, le conducteur du camion et l'opérateur du treuil composent l'ensemble de l'équipe d'assistance au sol.

Lancement d'un dirigeable

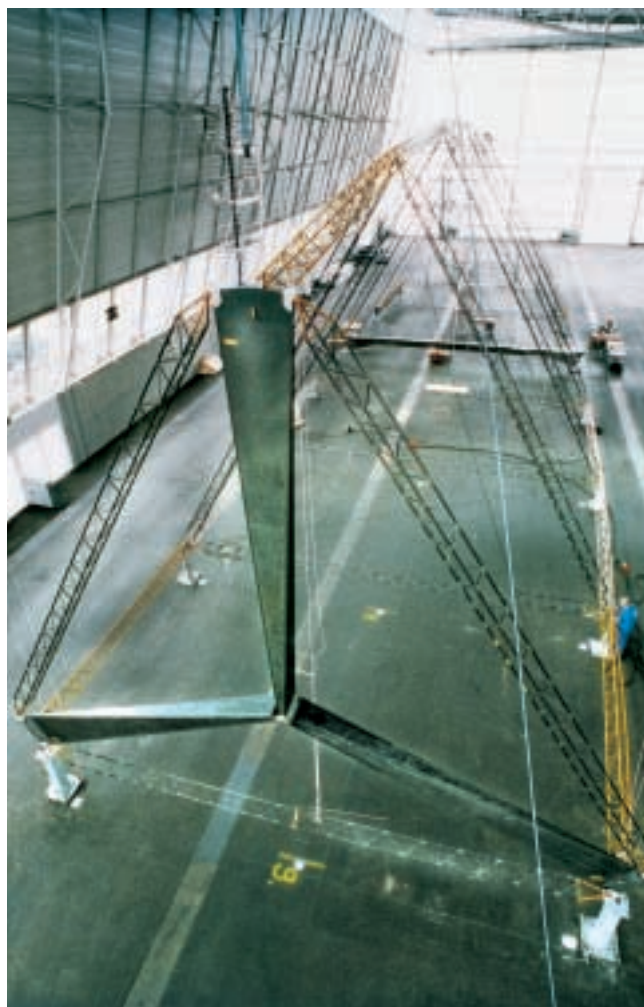
Le cockpit du nouveau zeppelin n'a rien à envier aux avions les plus modernes. Pourtant un pilote de dirigeable des années 1930 serait probablement à l'aise dans le nouvel appareil. Naguère le pilote actionnait des manches ou des manettes, qui tiraient ou poussaient des câbles fixés directement aux gouvernes de direction ou de profondeur, ou qui augmentaient ou réduisaient la puissance des moteurs. Le système moderne de commandes de vol a la même appa-

rence, mais il fonctionne différemment. Bien que le manche du nouveau vaisseau ait le même type de fonctions, l'ancien pilote serait surpris par le déplacement souple du manche. La facilité de fonctionnement s'explique par les nouveaux organes internes du système de commande : les câbles ont été remplacés par des systèmes électroniques. Le mouvement du manche produit des signaux numériques qui commandent au gouvernail de pivoter, par exemple. Plutôt que d'actionner en force des câbles, les actions du pilote sur le manche ressemblent à celles du jeu vidéo *Zeppelin Aviator 1.0*.

Des affichages à cristaux liquides indiquent l'état de toutes les fonctions du dirigeable : la position de chaque gouverne de direction et de profondeur, le pas des pales pour chaque hélice... Le cockpit comprend également un écran radar météorologique, un système GPS de positionnement par



Avec l'aimable autorisation de ZF Friedrichshafen AG



3. LA STRUCTURE DES NOUVEAUX ZEPPELINS (à droite) n'a plus rien à voir avec celle des anciens modèles. À gauche, on voit le *Macon*, un engin de la marine américaine d'avant la Seconde Guerre

mondiale. Le squelette simple du LZ N07 joue le même rôle que l'ancienne structure interne du *Macon* qui mesurait 240 mètres de long.

satellite et un système électronique d'informations de vol. Ce dernier intègre un petit tableau qui donne les principales informations nécessaires à la navigation : cap, vitesse, vitesse verticale, altitude, inclinaison longitudinale, inclinaison latérale. Les pilotes sont assis à l'avant de la nacelle, qui accueille jusqu'à 12 passagers pour des croisières à des vitesses atteignant 130 kilomètres par heure.

Le premier vol du nouveau zeppelin a eu lieu le 18 septembre 1997, 69 ans exactement après celui du *Graf Zeppelin*. Le voyage inaugural de 47 minutes du *LZ N07* débuta sur un parc de stationnement proche de son hangar de construction, un hall d'exposition de la ville de Friedrichshafen. Tous les habitants de la ville semblaient s'être rassemblés pour assister à cet événement historique, augmentant la nervosité de l'équipe qui avait consacré huit ans d'ingéniosité et d'efforts au projet du nouvel engin. Celui-ci s'est élevé avec bien moins de bruit et de fumée qu'une fusée *Saturne V*, mais nos réactions étaient tout aussi enthousiastes que celles des équipes qui ont en charge la mise en orbite de satellites, après un lancement réussi.

Le vaisseau *LZ N07* aura bientôt un frère jumeau. Aujourd'hui, des clients ont commandé cinq zeppelins : quatre pour de la publicité et du tourisme, et un pour des études scientifiques. Grâce à ce succès, nous envisageons aujourd'hui de construire des dirigeables plus grands, selon les mêmes techniques. Bien que des vaisseaux de taille intermédiaire soient d'abord au programme, le *LZ N20*, avec 50 places pour des passagers, est également envisagé. Dans un avenir proche, des milliers de personnes pourront goûter aux joies de l'expérience touristique la plus «flottante» de leur vie, en glissant sereinement au-dessus de splendides paysages, dans la cabine d'un zeppelin du XIX^e siècle.

Klaus HAGENLOCHER dirige la Société *Zeppelin Luftschifftechnik*.

Harold G. DICK et Douglas H. ROBINSON, *Golden Age of the Great Passenger Airships; Graf Zeppelin and Hindenburg*, Smithsonian Institution Press, 1992.

William GARVEY, *Company Town*, in *Air & Space Smithsonian*, vol. 11, n° 6, pp. 60-67, février-mars 1997.

Une nouvelle rencontre de la science et de l'art.



LES SECRETS DE LA CASSEROLE

Comment préparer plus de 20 litres de mayonnaise à partir d'un seul jaune d'œuf ? En explorant la physique des émulsions. Comment obtenir un bon rôti ? En empruntant à la chimie ses études des sucres et des acides aminés. Comment obtenir de bonnes gelées ? En reprenant les résultats récents de la physico-chimie des gels. Code 1585-130 F 224 pages



RÉVÉLATIONS GASTRONOMIQUES

Encore un livre de recettes ! Oui, mais des recettes garanties par des expérimentations rigoureuses, par des analyses physico-chimiques des aliments et des tours de main culinaires. Chaque geste culinaire est ici disséqué, commenté du triple point de vue culinaire, physico-chimique et gastronomique. Code 1756-130 F 320 pages

Ces deux ouvrages ont obtenu le Prix de l'Académie nationale de Cuisine 1997.

LA CASSEROLE DES ENFANTS

Laissés seuls pour la soirée, deux enfants doivent cuisiner leur dîner. Mais leur sens aigu de l'observation et de l'expérimentation leur fait découvrir les bases de la chimie et de la physique. Ce livre pourrait être un manuel, s'il n'évoquait les molécules et leurs transformations de façon si simple et si amusante.

Code 2309-80 F-128 pages



BELIN

Voir bon de commande page 98