

Mise en place du projet de recherche et du cadre de développement du dirigeable gros porteur. Cabinet Urba 2000. Décembre 2003.

Commande n° 03MT 34 de la Direction de la recherche et de l'animation scientifique et technique (Drast) du ministère en charge des transports.

Cette étude fait suite à une recherche commandée par la Délégation générale pour l'armement (DGA) et à une étude "de marché" menée sous l'égide du Prédit par l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne.

Le dirigeable peut-il transporter des avions ?

Et si, demain, un dirigeable acheminait les lourdes pièces du nouvel A 380 d'Airbus sur le site d'assemblage de Toulouse ? Airbus avec l'aide du cabinet Urba 2000 s'est livré à une étude sur la faisabilité de l'utilisation d'un engin gros porteur, capable de transporter de lourdes charges d'un seul tenant.

Conclusion : le projet n'a rien d'utopique lorsque l'engin existera, mais il faudra procéder par étapes.

Souvent présenté comme le cas d'école d'une technologie en cul-de-sac, le dirigeable pourrait-il retrouver une seconde vie ? Un groupe de chercheurs obstinés en est persuadé. Tâche difficile, même en 2005, car le souvenir de l'incendie, jamais vraiment élucidé, du *Hindenburg* en 1937, n'est pas sorti de la mémoire collective.

Il n'est plus question d'organiser des voyages transatlantiques pour amateurs riches. Le nouvel usage du dirigeable serait plus trivial. Son office serait le transport de pièces de plusieurs centaines de tonnes d'un seul tenant, dont le voyage par voie terrestre ou maritime demande de longs et coûteux aménagements. Le marché potentiel est immense. Il pourrait s'agir de transports d'unités exceptionnelles, comme des pièces d'avions, de centrales nucléaires, d'engins de forage pétrolier, d'équipements pour les plates-formes *offshore*, de

composants de paquebots géants, d'éléments pour des ouvrages de génie civil comme le viaduc de Millau ou le stade de France, d'excavateurs, de ponts roulants, voire de maisons préfabriquées.

Des entreprises comme Airbus, Bouygues, Ariane Espace, le CEA, Eiffel construction ont fait travailler leurs équipes de recherche et développement sur cette solution, comme le montre la centaine d'entretiens réalisés pour les besoins de l'étude. Le dirigeable gros-porteur pourrait acheminer des charges du même type dans des pays dépourvus d'infrastructures terrestres et fluviales. Il serait utile lors de situations d'urgence, surtout dans les zones dépourvues de pistes d'atterrissage. Le Haut-Commissariat aux réfugiés (HCR), la Commission des Nations Unies

pour le commerce et le développement (Cnuced) ont manifesté leur intérêt. Principal avantage du dirigeable : l'absence de

Il n'est plus question d'organiser des voyages transatlantiques pour amateurs riches

Le dirigeable se moque des distances.

Il n'a pas besoin de faire escale pour s'avitailer.

rupture de charge. Pour assembler l'*Airbus A 380* à Toulouse, le transport des pièces fabriquées en Grande-Bretagne, en Espagne, en Allemagne et en France, a combiné la mer, la voie d'eau et la route. À Bordeaux, les convois ont remonté l'estuaire de la Gironde jusqu'à Langon, puis emprunté la Nationale. Il a fallu des mois et des mois pour mettre cette route au gabarit, modifier les éléments en hauteur, élargir, consolider la chaussée, contourner les villages, négocier avec les habitants et les associations riveraines. Certes, la vue du majestueux convoi traversant le Sud-Ouest a fait la fierté des habitants et suscité la ruée des télévisions, mais pour Airbus, la note a été salée.

Casse-tête identique pour les éléments de la fusée Ariane, la distance en plus. Départ : Les Mureaux, près de Paris, pour un voyage par la route jusqu'à Flins (Seine-Maritime). Transbordement sur la Seine jusqu'au Havre. Puis, embarquement dans un navire roulier spécialement conçu pour naviguer en eau peu profonde afin de pouvoir accoster dans la lagune de Kourou (Guyane).

Le dirigeable se moque des distances. Il n'a pas besoin de faire escale pour s'avitailer. Il navigue dans des altitudes assez basses, ce qui évite les variations de pression, le froid ou le givre. Certes, avec ses cent km/h environ, c'est une tortue par rapport au lièvre avion, Mais pour le transport de pièces de cette importance, le critère n'est pas discriminant. En plus, compte tenu de sa grande capacité, il consomme peu. Selon les chiffres cités dans l'étude, un dirigeable gros-porteur transportant 200 t. consomme 0,1 kw/h par km alors qu'un camion de 30 t roulant à 100 km/h atteint 0,067 kw/h et un avion-cargo volant à 600 km/h frise les 0,8 kw/h.

L'engin n'est pas magique pour autant. D'abord, il coûte cher. Selon une estimation effectuée par EADS (European aeronautic defence and space company) en 2001, la recherche demanderait 10 millions d'euros, la réalisation d'un proto-

type, dix fois plus, et la fabrication de dix unités mobiliserait 100 millions d'euros par unité.

Outre ces investissements directs, il faudrait aussi adapter les sites de production des dirigeables eux-mêmes ainsi que ceux des pièces transportées, en les munissant, par exemple, de toits ouvrants. L'avènement du dirigeable gros-porteur ne manquerait pas de conduire certaines firmes à fabriquer des unités plus grandes, ce qui modifierait le mode de production.

Mêmes contraintes - ou presque - à l'arrivée. Cas le plus favorable : l'espace est libre autour du site. Le dirigeable se pose et s'amarre en restant face au vent. Il faut alors prévoir une équipe technique au sol, car le monstre doit être surveillé en permanence. "*Un dirigeable ne dort jamais*" fait remarquer Michel Chouzenoux, auteur de l'étude. Il faut sans cesse lui prendre le pouls pour réajuster les pressions.

Autre solution : l'engin ne se pose pas, mais s'arrime à un pylône par le biais d'une rotule. En un sens, c'est plus simple, mais il faut jouer fin. Certains prétendent que la précision doit être de l'ordre du demi-centimètre. C'est sans doute exagéré, mais la contrainte est réelle.

Toutes ces manœuvres exécutées sans accroc, reste à garer notre dirigeable. Certes, on peut supposer que dans certaines circonstances, il fasse un aller et retour sans escale, mais enfin, il doit bien avoir un port d'attache. Il faut donc trouver de vastes espaces comme des aéroports peu utilisés, des docks ou des entrepôts désaffectés.

Et le retour sur investissement ? Envisager de construire des séries n'est pas une vue de l'esprit quand on pense, par exemple au nombre d'*Airbus A 380* en commande. Mais le plus souvent, de tels voyages ne sont pas récurrents. Il ne faudra transporter qu'une fois le réacteur *Iter* à Cadarache. Il faudrait alors s'orienter vers un système dont l'équilibre économique reste à démontrer.

Devant ces obstacles, se lancer d'emblée dans la construction d'un gros-porteur, même en supposant un financement public important, présente un gros risque. On l'a vu lorsque la firme Cargolifter, – en Allemagne, a voulu passer à la réalisation. Elle a été contrainte au dépôt de bilan et son engin fait les beaux jours d'un parc de loisirs.

Urba 2000 propose donc une double piste : la

Se lancer d'emblée dans la construction d'un gros-porteur, même en supposant un financement public important, présente un gros risque.

première serait de réhabiliter le dirigeable, de le rendre à nouveau visible dans le ciel, comme les Parisiens en ont fait l'expérience lors du dernier salon du Bourget en juin 2005 quand un dirigeable Zeppelin affrété par la Sofema (groupe Thalès) a survolé Paris.

On peut aussi affecter ces unités, plus stables que les hélicoptères, à la surveillance maritime. La seconde suggestion est de construire un prototype de taille plus petite que le futur gros por-

teur en adoptant une approche dite "par similitude", c'est-à-dire par extrapolation d'une taille à l'autre. Cette méthode a déjà été utilisée pour construire des coques de bateaux. La proposition est de d'abord construire un appareil d'une contenance de mille m³, ce qui permettrait de transporter 500 kilos et coûterait 50 000 euros. Reste à rassembler des compétences aujourd'hui dispersées aux quatre vents. ■

La métamorphose du vieil oiseau

Le dirigeable a cette qualité qu'il est quasi prêt à être construit. Pas de saut technologique par rapport à ceux des années trente. En revanche, il pourrait bénéficier d'innovations décisives pour la construction de son enveloppe, le choix du gaz porteur, son pilotage et sa sécurité.

"Si l'on prenait les plans du Hindenburg et qu'on s'en servait pour construire un dirigeable gros porteur, il n'y aurait rien à changer". Cette assertion un peu provocatrice de Michel Chouzenoux est pourtant vraie. Autrement dit, il n'est pas besoin de saut technologique pour construire un dirigeable.

Le principe est archi connu. Il consiste à trouver en permanence un équilibre par rapport aux contraintes qui s'exercent sur l'enveloppe, laquelle pourrait éclater sinon. Au départ, l'engin a tendance à fuser comme un bouchon de champagne, il faut donc le lester. Ensuite, pour maintenir l'équilibre, il faut lâcher du lest. Pour cela, on utilise des ballonnets remplis le plus souvent d'eau évacuée par des soupapes.

Oui, mais objectent les sceptiques, quid du gaz porteur ? Aussitôt après la catastrophe du Hindenburg, l'utilisation de l'hydrogène a été interdite et le choix s'est porté sur l'hélium. La demande relative à ce gaz étant en forte progression permanente, son prix ne cesse d'augmenter.

La ressource se raréfie tant au Texas, Qatar qu'en Chine ou en Afrique du Sud, les principaux producteurs.

Utilisé dans l'imagerie médicale, la cryogénie, la fibre optique ou pour la plongée, c'est

devenu un produit très cher, dont le prix augmente de 8 % par an. C'est pourquoi, l'étude préconise de récupérer l'hélium déjà utilisé et n'exclut pas totalement de revenir à l'hydrogène, dont la portance est meilleure et dont les progrès dans les matériaux de construction pourraient limiter la dangerosité.

En effet, si le dirigeable ne nécessite pas de saut technologique, il peut bénéficier de progrès importants intervenus depuis son abandon. On sait construire des enveloppes formées de trois couches capables de résister aux contraintes, d'assurer l'étanchéité du gaz porteur et de faire face aux éléments atmosphériques. L'expérience d'une firme comme Zodiac le montre. On dispose de plusieurs possibilités pour créer une ossature interne en matériaux légers et résistants comme l'aluminium. On peut équiper l'engin de rotors sustentateurs qui permettent de majorer la charge par rapport à la portance aérostatique. Ils peuvent être couplés à des moteurs pour l'orientation. La forme même du dirigeable (sphérique, fuselée, lenticulaire, en aile delta, voire façon catamaran) compte. Le GPS et autres TIC peuvent monter à bord. Ainsi, le vieil oiseau peut-il se métamorphoser en un engin d'avant-garde. ■

UNE MÉMOIRE À RETROUVER.

Le plus urgent si l'on veut voir renaître le dirigeable est de retrouver sa mémoire. Elle est aujourd'hui en miettes. Depuis 1954, il n'existe en France aucun diplôme ni aucune formation pour les pilotes ou le personnel au sol. Il n'y a plus que cinquante pilotes vivants dans le monde, dont deux français. Le dernier inventaire bibliographique a été dressé en 1979 par l'université de Reims. Il collecte tous les ouvrages détenus par la Bibliothèque Nationale entre 1863 et 1964, date de construction du dernier dirigeable. D'autres documents se trouvent au musée de l'Air et de l'Espace. Il faudrait regrouper brevets, maquettes, coupures de presse, photographies, archives filmées. L'Association d'étude et de recherche sur les aéronefs allégés (Aerall) tente de renouer ces fils.

L'autre urgence est de constituer un réseau scientifique et technique digne de ce nom. Ce maillage existe en pointillé. Il comprend des chercheurs, - souvent bien isolés ! - dans des universités comme celle de Pau, d'Evry, l'IUT de Tarbes ou l'Ecole normale supérieure (ENS) de Cachan, dans des instituts tels que le Conservatoire national des arts et métiers (Cnam) ou l'Institut national de la recherche en informatique et en automatique (Inria). Des études à but à la fois civil et militaire sont menées par le Commissariat à l'énergie atomique (CEA), l'Office national de recherche et d'études aéronautiques (Onera), la Délégation générale à l'armement (DGA), le Centre national d'études spatiales (CNES) ou EADS.

Des chargeurs ont mené leurs propres études, ainsi que des institutions humanitaires (lire article principal). Les fabricants de textile, par exemple regroupés au sein de Clubtex dans le Nord-Pas-de-Calais, ne sont pas en reste, ni les pourvoyeurs de gaz, tel Air Liquide.

Des collectivités locales ont pris fait et cause pour le dirigeable.

La communauté de communes de Moulins (Allier), qui dispose d'un aéroport surdimensionné, souhaite accueillir des sociétés qui veulent fabriquer ou utiliser des dirigeables de tourisme, telle *Voliris*.

Nombre de pays ont pris de l'avance. L'Allemagne possède plusieurs fabricants. Les Etats-Unis abritent le seul centre de formation de pilotes dans le monde. La Russie, le Brésil, la Chine sont dans la course.

Ils s'intéressent surtout aux unités moyennes pour les prises de vue, le contrôle des conditions météorologiques ou la régulation du trafic routier, mais aussi au gros-porteur.

La voie pourrait donc s'ouvrir à des coopérations entre la France et l'Allemagne. Les obstacles juridiques pourraient être levés.

L'Europe prévoit un règlement spécifique pour les dirigeables dans le cadre de l'agence de sécurité aérienne qui délivre les certifications depuis 2003.

RECHERCHES ET SYNTHÈSES, rend compte, sous une forme journalistique, de travaux financés par la Drast (direction de la recherche et des affaires scientifiques et techniques) du ministère en charge des transports au sein du programme national Predit.

Ce programme de recherche et d'innovation dans les transports terrestres soutient des projets dans le domaine des transports publics ou privés de voyageurs ou de marchandises, assurant par des modes de transports routiers, ferroviaires ou fluviaux, des déplacements en milieu urbain ou interurbain.

Le Predit est organisé autour de groupes à vocation technologique ou socio-économique, dont les résultats donnent lieu à des documents de synthèses ou des expérimentations.

NUMÉROS LES PLUS RÉCENTS :

10. "La modélisation des trafics, un outil au service de la planification et de la prospective"
"Design, transport et mobilité" numéro spécial pour le salon de la mobilité"
11. "Droits de stationnement limités, bourse d'échanges ou cartes à points ?"
12. "Alertes sur virages dangereux : encore un peu de patience"
13. "Marche et vélo : de nouvelles perspectives ?"
14. "Cyber-société et mobilité"
15. "Sûreté et traçabilité dans le TRM"
16. "Les grandes manifestations, moteur de l'aménagement urbain"
17. "IVHW et Alzira, deux systèmes d'alerte passés au crible"
18. "Idées de ville en Italie"
19. "Le risque dans les transports en commun : loin des stéréotypes"
20. "Le stationnement en ville : une histoire riche en rebondissements"
21. "Élu local/sécurité routière : chronique de la sécurité routière dans un village provençal"
22. "Chronocity, le conteneur citoyen de Chronopost : 1,3m³ et zéro pollution"
23. "De la connexion de lieux à la desserte géographique : les SIG"

RECHERCHES ET SYNTHÈSES

Responsable de publication : André Pény,
responsable de la Mission transports
Rédaction : Madeleine Melquiond
Conception graphique : Gérard Casal
Impression : MJ2

CONTACT ÉDITEUR

- @ Andre.Peny@equipement.gouv.fr
- @ mt.drast@equipement.gouv.fr
- @ <http://www.predit.prd.fr>

Mission Transports - SG/DRAST/MTETM

Tour Pascal B
92 055 La Défense cedex
Téléphone : 01 40 81 14 30