

ON REDÉCOUVRE LE ZEPPELIN



C'est quoi ?

Le dirigeable, ou ballon dirigeable, est un aéronef nommé aussi aérostat. Il possède la caractéristique essentielle d'être plus léger que l'air. Il dispose de plusieurs dispositifs pour amener à son décollage, à son atterrissage et à sa propulsion. Il se distingue des montgolfières et des ballons par le fait qu'il est capable de ne pas subir la direction des vents. Il est ainsi totalement manœuvrable verticalement. Il ne consomme et ne rejette presque rien. Du fait de sa légèreté, il s'élève seul sans brûler de kérosène ou de fioul lourd, et il profite des courants pour se déplacer. De ce fait, pour lutter contre la pollution aérienne, les dirigeables sont envisagés comme la solution la moins énergivore et émettrice de gaz à effet de serre pour assurer le transport de marchandises.



Le dirigeable conçu par Lockheed Martin. © Photo : Courtoisie

Comment ça fonctionne ?

Compromise par l'accident du Hindenburg (zeppelin dont la réserve d'hydrogène avait pris feu à son atterrissage aux Etats-Unis en 1937, tuant 36 de ses 100 passagers), l'histoire du dirigeable s'écrit désormais au futur. Hier semblables à des paquebots naviguant dans les airs, ces gigantesques aéronefs flottants apparaissent de plus en plus comme une solution écologique aux applications multiples.

Contrairement aux montgolfières qui génèrent leur sustentation grâce à de l'air chaud, c'était de l'hydrogène (très explosif) qui permettait aux dirigeables de se maintenir dans les airs. Abandonné au profit de l'hélium, plus stable, mais plus rare, les dirigeables recommencent à attirer l'attention, notamment pour le transport de marchandises. Aujourd'hui, 90% du fret transite par la mer. Or il faut deux mois à un cargo porte-conteneurs pour faire le tour du monde. Avec un dirigeable, deux semaines suffiraient.



Le P-791 un véhicule hybride de Lockheed Martin © Lockheed Martin

En France, deux entreprises soutenues par l'office national d'études et de recherches aérospatiales (Onera) tentent de le faire renaître de ses cendres.

Développé par Thales, le Stratobus, mi-drone, mi-satellite, devrait servir à la fois de relais de communication et d'outil d'observation et de surveillance.



La commercialisation de Stratobus, engin mi-drone mi-satellite, est prévue pour 2023. © Thales

Le dirigeable LCA60T de Flying Whales

L'entreprise française Flying Whales ambitionne de révolutionner le transport de charges lourdes en construisant de grands dirigeables capables de déplacer jusqu'à 60 tonnes de marchandises. Ces immenses vaisseaux de 150 mètres de long seront produits dans le département français de la Gironde. La construction de l'usine d'assemblage débutera en 2021.

C'est un appareil qui permettra d'accéder à des zones très compliquées d'accès puisque l'on n'aura pas besoin de se poser pour charger et décharger.

Cet appareil volant "rempli d'hélium" flottera en l'air et sera doté d'un moteur hybride pour le diriger. Il est destiné à faire des distances relativement courtes entre 300 et 500 km, pour transporter des charges lourdes à partir du moment où les infrastructures de transport sont difficiles voire inexistantes au sol (exemples : transporter des pales d'éoliennes, transport du bois en forêt).



Prototypé de dirigeable, transportant des pales d'éoliennes © Flying Whales

Une pile à hydrogène est actuellement en cours de mise au point, afin de créer une chaîne de propulsion toute électrique. L'objectif est de permettre au dirigeable de ne pas émettre de CO₂ en vol.



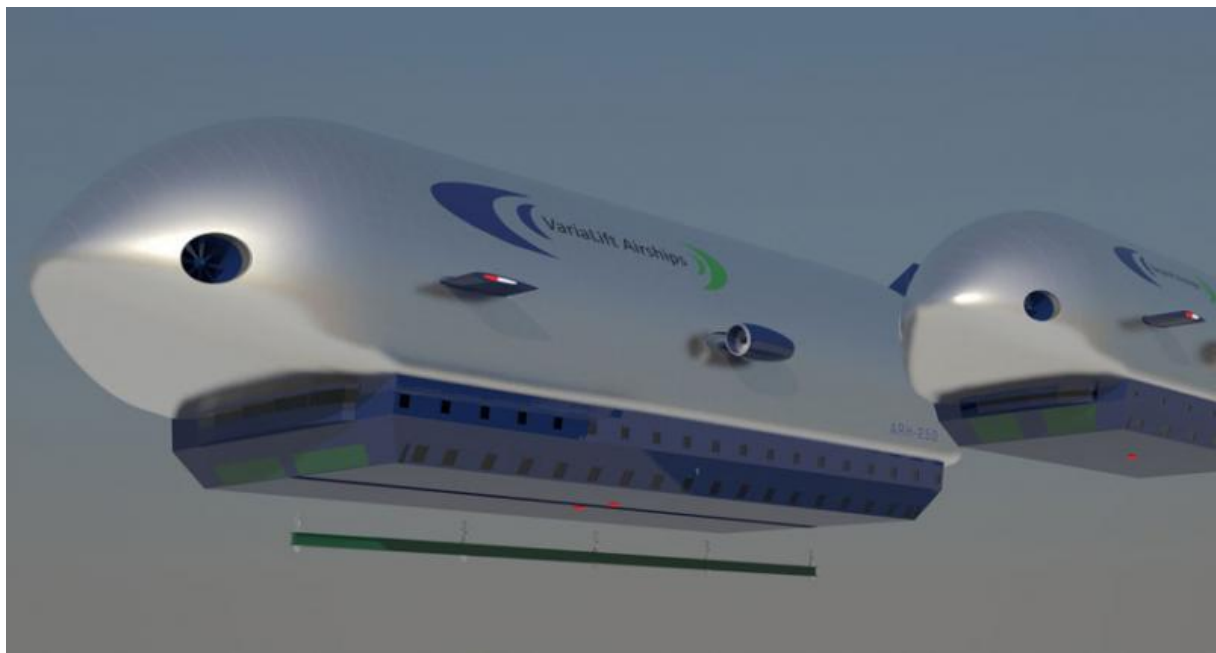
Prototypé de dirigeable, transportant du bois © Flying Whales

VariaLift Airships

VariaLift Airships travaille sur trois prototypes entièrement opérationnels de dirigeables tout-aluminium, qui dans un contexte de recherche et développement dans le sens de la mobilité durable, présentent un avantage économique et écologique indéniables.

Capables de voler à une vitesse comprise entre 250 et 350km/h à une altitude maximale de 9km, les dirigeables VariaLift devraient consommer 80 à 90% de carburant en moins que les avions actuels, puisque propulsés à l'hélium.

Capables d'embarquer jusqu'à 50 tonnes de charge, les dirigeables VariaLift pourraient bien commencer à apparaître dans le ciel et offrir une alternative durable aux avions et à leur immense consommation de kérosène.



Un dirigeable lourd tout-aluminium pour remplacer l'avion © Credit Photo - VariaLift Airships

Un dirigeable, comment ça vole ?

Un dirigeable, ce n'est qu'un gaz dit « plus léger que l'air » enfermé dans une enceinte à laquelle on accroche des moyens de propulsion et de manœuvrabilité. La science du dirigeable repose en fait sur le principe de la Poussée d'Archimède : « Tout corps plongé dans un fluide au repos, entièrement mouillé par celui-ci ou traversant sa surface libre, subit une force verticale, dirigée de bas en haut et opposée au poids du volume de fluide déplacé ». Ce principe explique la flottabilité des bateaux, mais aussi l'équilibre aérostatique des dirigeables et montgolfières. Le gaz porteur contenu dans l'enveloppe du dirigeable est en effet de densité plus faible que l'air environnant, et a donc naturellement tendance à s'élever dans les cieux.

L'intensité de cette force [Poussée d'Archimède] est d'autant plus grande que la différence de densité entre le gaz porteur et l'air extérieur est importante.

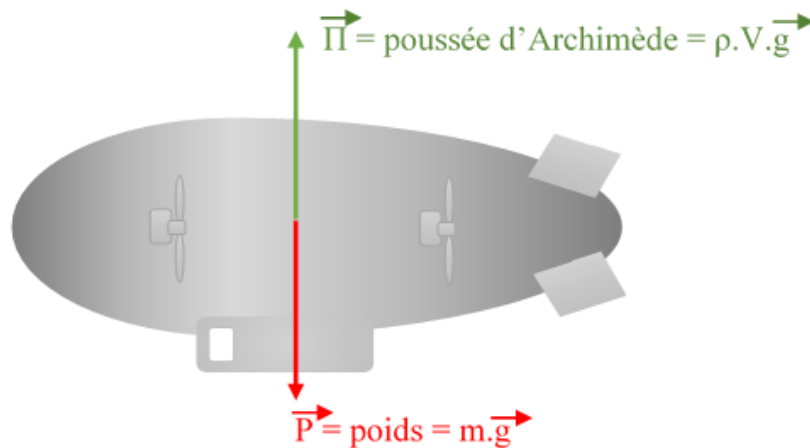


Schéma explicatif – Poussée d'Archimède

Les différents gaz plus légers que l'air n'ont pas tous la même densité et ne peuvent en conséquence pas tous porter les mêmes masses. Ainsi, l'hélium est 7 fois plus léger que l'air, quand l'hydrogène est 14 fois plus léger.

Cependant, cela ne signifie pas que l'hydrogène « porte » deux fois plus que l'hélium : En effet, 1m^3 d'hydrogène portera $1,1\text{kg}$ quand le même volume d'hélium portera environ 1kg .

Néanmoins, le type de gaz n'est pas le seul facteur de variation de portance. En effet, la portance varie selon la pureté du gaz, de sa température et de sa pression.

Aujourd'hui, tous les dirigeables volent soit à l'hélium soit à l'air chaud. Ainsi, le Zeppelin NT, d'une masse maximale au décollage de 8T est gonflé de 7400m^3 d'hélium !

De quoi sont faits les dirigeables ?

Il existe plusieurs catégories de dirigeables, mais tous regroupent généralement les mêmes éléments :

L'enveloppe : souple ou rigide, dans laquelle est enfermé le gaz porteur. Cette enveloppe est l'organe vital du dirigeable car il lui confère sa portance, comme les ailes pour l'avion et les pales pour les hélicoptères.

Motorisation : contrairement aux aéronefs, les dirigeables ne nécessitent pas de motorisation pour assurer une portance [sauf pour les dirigeables hybride]. La motorisation des dirigeables est donc généralement moins puissante que celle des autres aéronefs, mais reste néanmoins primordiale afin de contrer les effets du vent. La motorisation est en effet la clef de la sécurité des dirigeables. L'immense majorité des dirigeables est propulsé par des moteurs à hélices. Les moteurs utilisés sont le plus souvent thermiques, mais de plus en plus de dirigeables sont propulsés à l'aide de moteurs électriques alimentés via batteries par des panneaux photovoltaïques.

Empennages : assure la manœuvrabilité des dirigeables, ils sont très souvent utilisés, comme sur les avions, et sont constitués de surfaces fixes et de surfaces mobiles. L'orientation des surfaces mobiles permet de diriger l'aéronef. Leur nombre et leur disposition sont variables.

Nacelle : disposée sur la partie inférieure de l'enveloppe, c'est une structure rigide contenant le cockpit, mais aussi les cabines passagers, soutes ou réservoirs. Cette structure peut aussi porter des équipements lourds ou nécessitant le passage d'efforts conséquents tels que les moteurs, les empennages, les ballasts, les trains d'atterrissages, les sangles d'amarrages... Certains projets actuels envisagent des nacelles positionnées dans le nez du dirigeable, pour des raisons de visibilité depuis le cockpit.

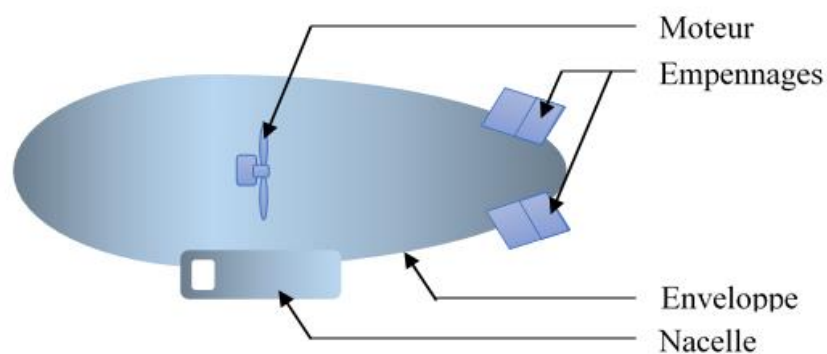


Schéma explicatif – Eléments constitutifs des dirigeables.



AVANTAGES

- Sobriété énergétique. Pour une même cargaison, ils consomment cinq à dix fois moins qu'un avion.
- L'aérostat ne requiert pas de piste. L'équivalent d'un terrain de football lui suffit pour décoller et atterrir.
- Le ballon n'aura pas besoin d'énergie polluante pour s'élever du sol.
- Permet d'acheminer des marchandises à des endroits inaccessibles par voies terrestres et maritimes.
- Absence de nuisance sonore.
- Coûts de maintenance moins élevés que pour les avions.

INCONVENIENTS

- L'impact écologique n'est pas totalement neutre car une propulsion hybride est nécessaire pour avancer.
- Encore en phase de prototype ou expérimentale selon les modèles développés.
- Tributaire des conditions météorologiques.
- L'hélium a pour inconvénient d'être une ressource non renouvelable.

Pour en savoir plus :

<https://fr.euronews.com/2020/07/28/cette-entreprise-souhaite-transporter-des-charges-lourdes-avec-un-ballon-dirigeable>

<https://youtu.be/CKAyJ3zKTus>

<https://thegoodlife.thegoodhub.com/diaporama/airlander-10-un-dirigeable-electrique-pret-a-voler-en-2024/>

<https://www.lavionnaire.fr/AerostatDirig.php>

