

# How to build an airplane in 5 minutes?

## Printemps des Sciences 2022

*Le cadre exact du projet est la thèse de Master de Corentin Dardenne, afin d'obtenir le titre d'ingénieur électromécanicien en aéronautique en 2022. Le titre original est : « Preliminary Design of a Boeing Aircraft Competitive with the A321neo family. La thèse étant encore en développement, le titre et/ou les informations pourraient changer.*

*Pour plus d'informations : corentindardenne88@gmail.com*

*Superviseur : Professeur Jean-Jacques Speyer*

L'aéronautique, rêve de nombreuses personnes, est aujourd'hui pointée du doigt pour son rôle dans la pollution mondiale. Responsable de 2% des émissions de l'humanité<sup>1</sup>, le secteur se réinvente pourtant. Le tout nouveau A321neo LR consomme en effet environ 2.15 litres de kérosène par passager, pour voler 100 kilomètres. Face au succès de l'avion européen, Boeing se trouve dans une position délicate car n'a aucun modèle capable d'être compétitif en embarquant 200 passagers sur 7400 km, comme l'A321LR peut faire. Le but de la thèse est donc d'étudier les possibilités s'offrant à l'avionneur américain afin de récupérer ce marché que ces anciens B757 et B767 dominaient autrefois.

Pour ce faire, le marché de l'aéronautique et son évolution dans les 20 prochaines années sont analysés. Ensuite, un avion existant de Boeing est modifié afin d'atteindre les mêmes caractéristiques que l'A321LR. Le B787-800 est donc raccourci, allégé et modifié. Si la modification d'un modèle d'avion existant implique moins de coûts que le commencement d'un nouveau programme, il sera prouvé que même allège, le B787-8 ne sera pas aussi compétitif que l'A321LR. Il est donc nécessaire pour Boeing de commencer (en urgence) un nouveau programme, avec de toutes nouvelles technologies afin de se différencier d'Airbus.

Tout d'abord, comme indiqué, il est important d'analyser l'évolution du marché global dans les 20 prochaines années. En effet, le développement d'un avion peut prendre entre 7 et 12 ans pour un tout nouveau programme. Airbus estime que d'ici 2040, 39020 nouveaux avions seront vendus. Parmi les commandes, 40% serviront à remplacer la flotte existante, et les 60% restant correspondent à l'augmentation du nombre de passagers. En effet, le nombre de voyageurs en Chine va être multiplié par 2.9 d'ici 2040 ! D'autres marchés géographiques comme l'Asie du Sud-Est et le Moyen-Orient vont également connaître une forte croissance (2.5). Toutefois, parmi les 39000 nouveaux avions, il faut estimer la répartition parmi les différents modèles. Historiquement, 3 catégories existent :

- Large: B747 , B777x, B787, A350, A380, A330... (10% des nouvelles commandes)
- Medium: B757, B767, A321LR, A300... (14% des nouvelles commandes)
- Small: B737, B717, A319, A320, COMAC100... (76% des nouvelles commandes)

---

<sup>1</sup> Pr Hendrick : cours : aircraft propulsion (AIRCRAFT ENGINE EMISSIONS)

Le marché des « small aircraft » est donc le plus intéressant. Toutefois, l'A321LR, bien que considéré comme un « medium » est capable de voler sur des distances similaires au « small ». Il est donc très attractif car il permet de faire le lien entre ces deux parties.

Avant d'essayer de construire un tout nouveau modèle en partant de zéro, il est nécessaire de d'abord essayer de modifier un avion existant. En effet, les coûts et temps de développement sont bien plus faibles. Boeing devant réagir au plus vite, cette solution est prioritairement envisagée, avec la modification du B787-800. Ce modèle récent est capable de voler sur 7300n.miles (13000km) avec 242 à 380 passagers ! Le défi va donc être de le raccourcir pour qu'il embarque environ 200 passagers et de l'alléger afin qu'il vole 4500 n.miles (8300 km). Le « fil rouge » lorsqu'un avion est désigné est le poids. En effet, il faut être capable d'estimer très rapidement le poids total, avant même d'avoir construit un modèle 3D ! Dans notre cas, le B787-8 pesait au maximum 502500 lbs (228000 kg) et l'objectif pour le B787-S (raccourci) est 250000 lbs (113000kg). La réduction du poids viendra principalement des ailes (56% plus légères) et des stabilisateurs horizontaux (-48%) . En effet, comme l'avion est plus léger, les ailes peuvent être plus petites. La quantité de fuel est aussi réduite, de 223000 lbs pour le B787 à 106000 lbs pour le B787-S. Ce qui est à nouveau logique, comme le rayon d'accès est réduit, avec moins de passagers et un avion plus léger, la consommation sera plus faible. Toutefois, le nouveau B787-S consommera plus que son concurrent l'A321LR (10% !). Dès lors, même s'il présente certains avantages comme le fait d'avoir deux couloirs et donc plus de confort et un rayon d'action plus grand, très peu de compagnies voudront l'acheter ! En effet, le fuel correspond à 25% (environ) du prix d'un ticket d'avion. Cela signifie que si deux compagnies font voler l'A321LR et le B787-S chacune avec 200 passagers, pour un ticket à 100€, la compagnie avec le B787 gagnera 500€ en moins... Cela peut paraître faible, mais l'histoire célèbre d'American Airlines qui en retirant une olive de chaque salade servie au passager en 1987 économisa 40000\$<sup>2</sup> en carburant montre que la moindre réduction de poids est importante.

Il faut donc que Boeing reparte de zéro, avec un tout nouveau modèle ! Il faudra qu'il utilise des technologies de « rupture » pour réduire encore plus la consommation ! Parmi celles-ci, le fuselage est repensé avec une forme ovale « double-bubble ». Ensuite, les ailes seraient modifiées en utilisant des supports « truss-braced-wing ». Enfin, une toute nouvelle technologie, l'absorption de couche limite pourrait encore réduire la consommation. Malheureusement, je ne peux pas encore vous donner des résultats concrets, car je travaille actuellement sur les challenges d'implémentation !

Nous l'avons vu, bien que polluant, le secteur de l'aéronautique fait tout pour se réinventer et réduire ses émissions. Des projets d'avions à l'hydrogène, électrique, d'ailes volantes fleurissent chaque jour ! Et nous avons besoin de jeunes passionné.e.s comme vous, vous seul serez capable de les faire voler ! Soyez fier.e.s de vous et croyez en vous, en vos rêves !

---

<sup>2</sup> <https://www.lesaviezvous.net/societe/en-1987-american-airlines-a-economise-40-000-dollars-en-retirant-une-olive-de-chaque-salade>