

# Quel type de **rupture** pour lever tout le **potentiel** de l'aluminium?

*Nicolas Laval, Marketing Manager*



# De Pechiney, Alusuisse, et Alcan à Constellium: Une longue et riche expérience dans l'aluminium

Plus d'un siècle de croissance

**PECHINEY** 

**1855**  
Pechiney



**1888**  
Alusuisse



**1902**  
Alcan



**2000**  
Alcan Aluminium Limited  
fusionne avec Algroup/  
Alusuisse

**2003**  
Alcan Inc. acquiert  
Pechiney

**RioTinto**

**2007**  
Rio Tinto  
acquiert la  
totalité d'Alcan

 **Constellium**

**May 2011**  
Alcan Engineered  
Products est renommé  
Constellium

# Un leader dans les matériaux performants à base d'aluminium

€3.6 billion de CA

Plus de 9,000 employés

22 sites de production

Un **centre R&D** de classe mondiale à Voreppe, France

## 3 Business Units

Global Aerospace,  
Transportation & Industry

Specialty Sheet

Extrusions & Automotive  
Structures

## Global Aerospace, Transportation & Industry



# Des réponses innovantes pour répondre aux défis toujours plus complexes du marché aéronautique



Concorde

60's



B747  
A300  
A310

70's



A320  
B757  
B767

80's



B777  
A330  
B340

90's



A380  
E-jets

2000



A350  
C-Series

2010

AIRWARE.

Alliages à faible contraintes internes

Alliages à haute tenue en corrosion

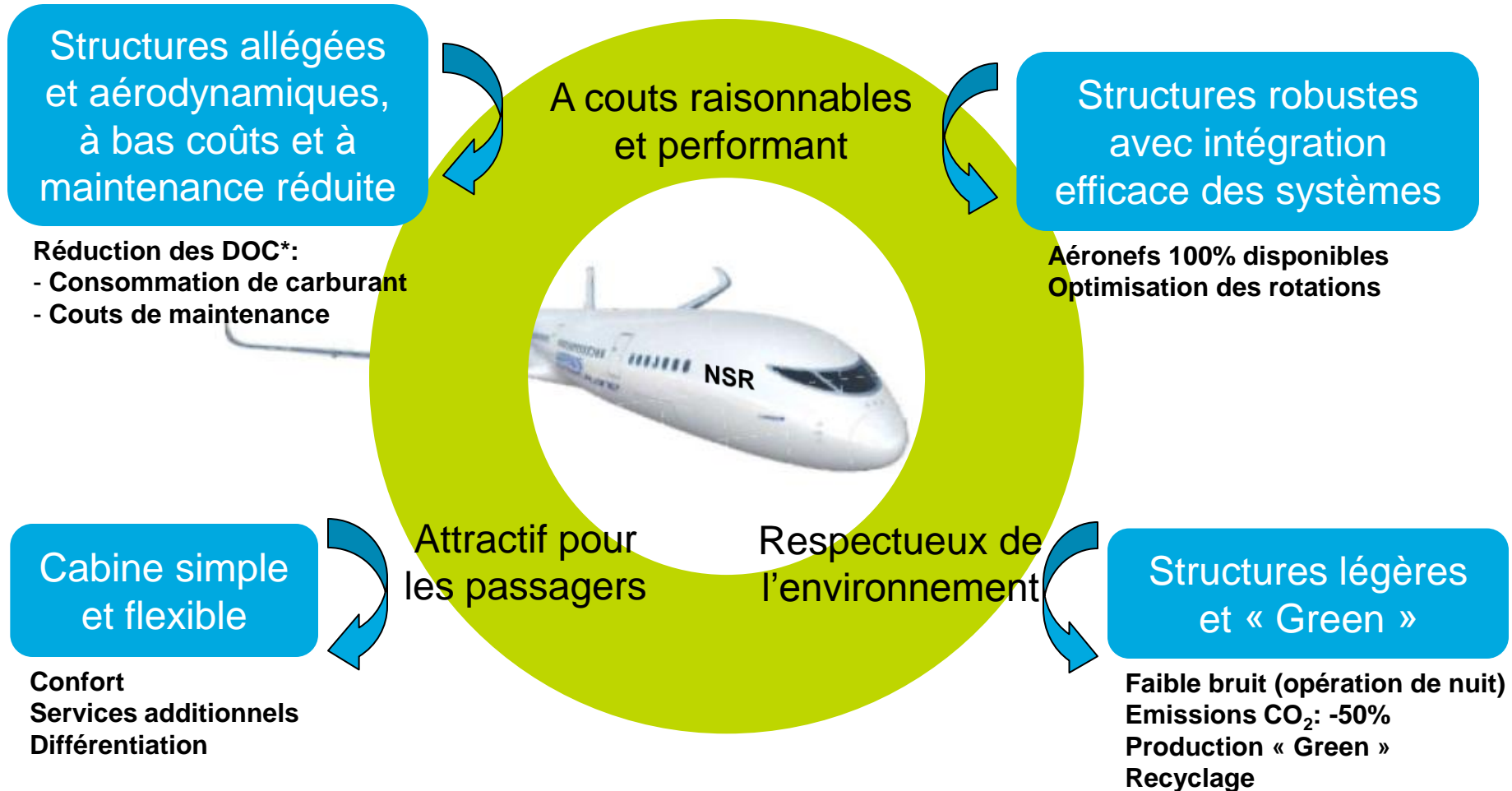
Alliages en forte épaisseur

Alliages à haute tolérance aux dommages

Alliages à haute ténacité

Alliages hautes températures

# Le lancement des A320Neo et B737MAX a contribué à relever le niveau des attentes du marché



\* Direct Operating Costs

# Le marché de l'aéronautique civile: rupture technologique ou innovation de rupture?



Rupture technologique  
ou innovation de  
rupture ?



Rupture technologique  
ou innovation de  
rupture ?

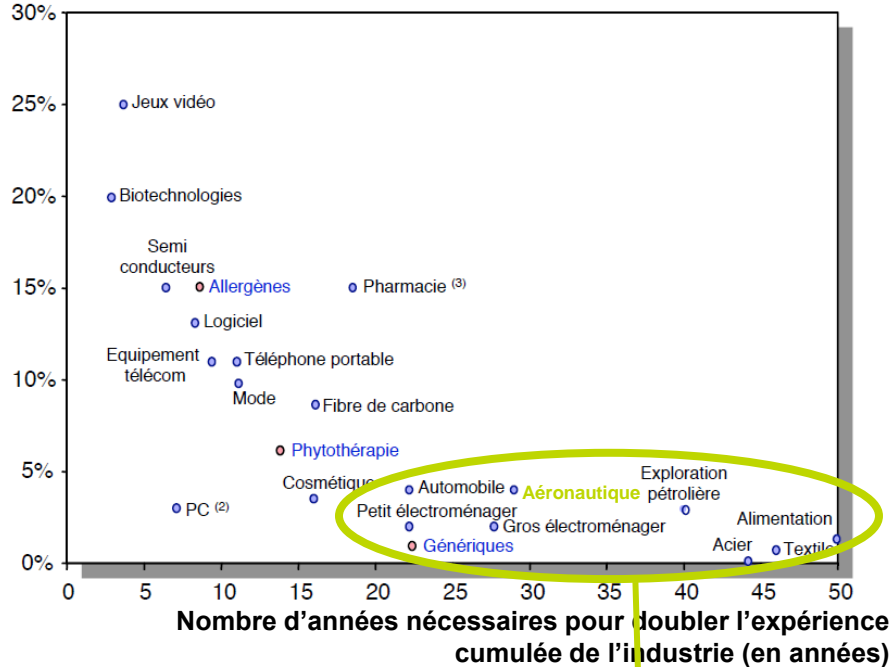


**Innovation de  
Rupture**

**L'iPhone a révolutionné le concept de la téléphonie mobile mais les technologies qu'il utilise existaient déjà avant son lancement. Apple a créé l'iPhone sans créer de rupture technologique.**

# Les innovations de rupture et les modifications technologiques majeures sont liées structurellement à la courbe d'expérience d'une industrie

R&D/Chiffre d'affaire (en %)



## Spécificités de l'aéronautique

- La sécurité est la première priorité
- L'industrie aéronautique et le marché du transport aérien sont globalisés
- Les cycles industriels sont longs
  - De la conception à la mise en service: 7 ans
  - Un avion vol entre 30 et 40 ans
- Les investissements sont énormes
  - A380: 12 Md€, A350XWB: 10 Md€, A320Neo: 1Md€
  - Un avion coûte cher: A380, autour de 300 M€

Dans les industries mûres:

- Paradoxalement, la R&D de rupture technologique n'est qu'un levier de compétitivité parmi d'autres.
- Les nouveaux positionnements, les associations de produits ou de services peuvent créer des ruptures aussi fortes que les innovations technologiques

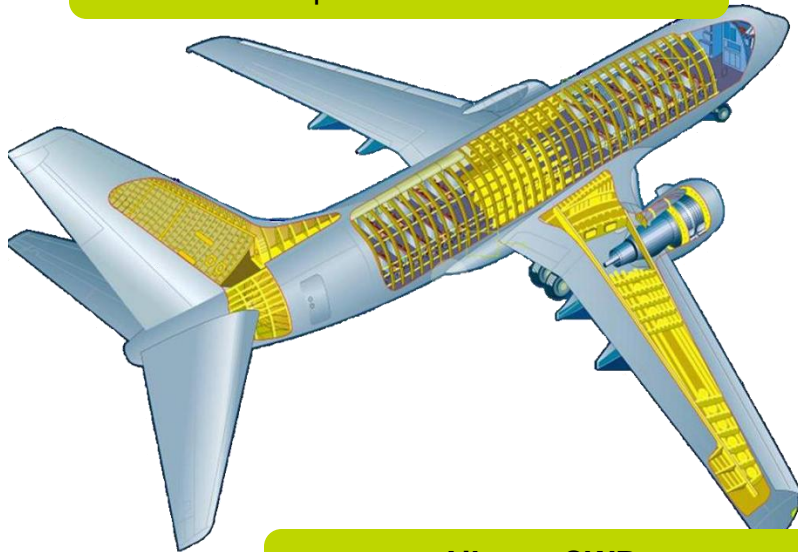
Source: Faut il encore investir en R&D?, Jean Estin, Estin & Co, 2006

# Les aérostructures jouent un rôle clé dans l'obtention des niveaux de performances attendus par le marché

Les aérostructures\* représentent 50% du poids de l'aéronef et 30% du coût

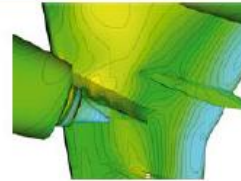
Les aérostructures\* sont attendues à hauteur de 20 à 25% dans la réduction de 50 % des émissions de CO2 (Horizon 2020)

**Fuselage :**  
40% du poids de la structure



**Ailes et CWB :**  
60% du poids de la structure

**Airframers :**  
20 – 25%



**Motoristes :**  
15 - 20%



**ATM :**  
5 - 10%



# Seules de nouvelles architectures et technologies permettront de répondre aux attentes du marché

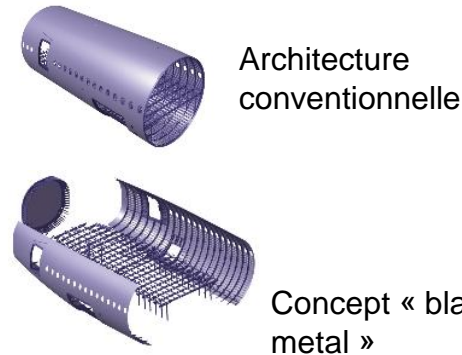
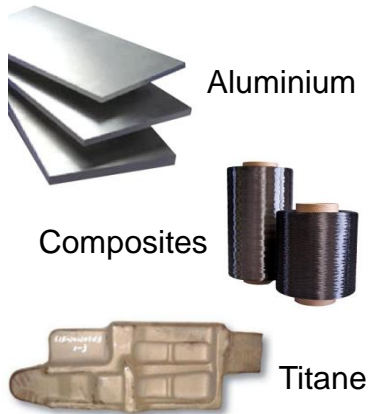
## Domaine des aérostructures

Technologies

Architectures

## Modèles Avion

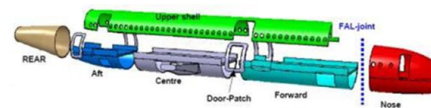
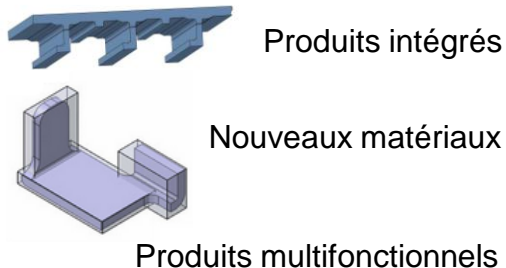
Aujourd'hui



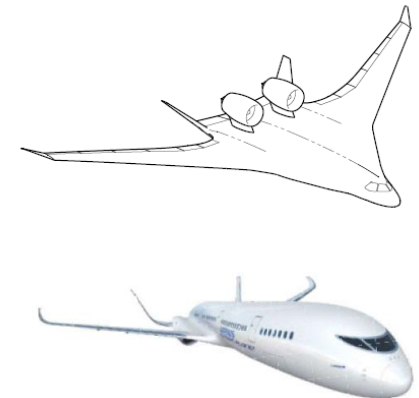
Demain

?

?



Nouvelles architectures



Source: Analyse Constellium, 2012

# Le choix des matériaux est au cœur des problématiques de l'industrie aéronautique

Des matériaux dépendent les logiques industrielles et l'adaptation de la chaîne d'approvisionnement aux besoins du marché

Les matériaux un élément crucial des aérostructures pour la performance économique et écologique de l'avion en phase d'utilisation

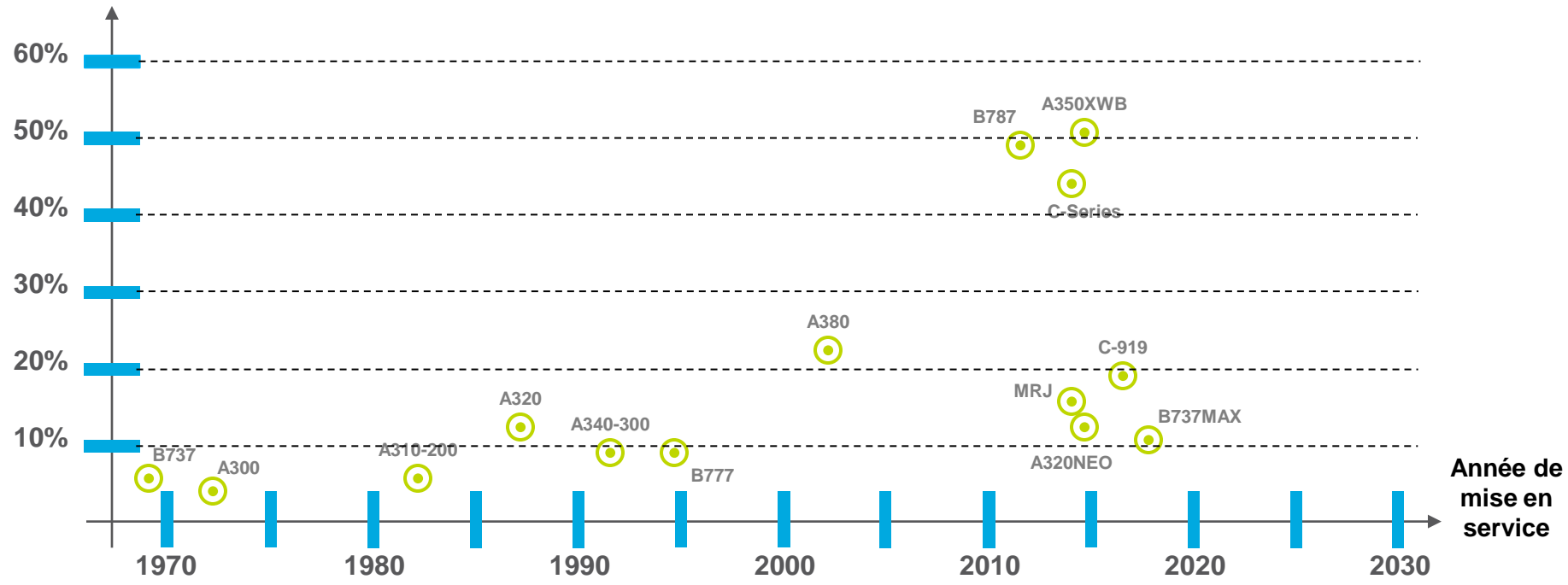
**Matériaux  
et  
technologies**

Les matériaux et le recyclage tout au long du cycle de vie des avions

Le choix des matériaux pour les aérostructures soulève la question de leur maturité lors de leur mise sur le marché

# Y a-t-il vraiment une tendance générale à augmenter la proportion des matériaux composites dans les avions?

Taux de composite  
(% en masse  
de la structure)



Source: Analyse Constellium, 2012

# Moyen-courriers et long-courriers ont des profils de mission différents

## Moyen courrier



### Mission typique

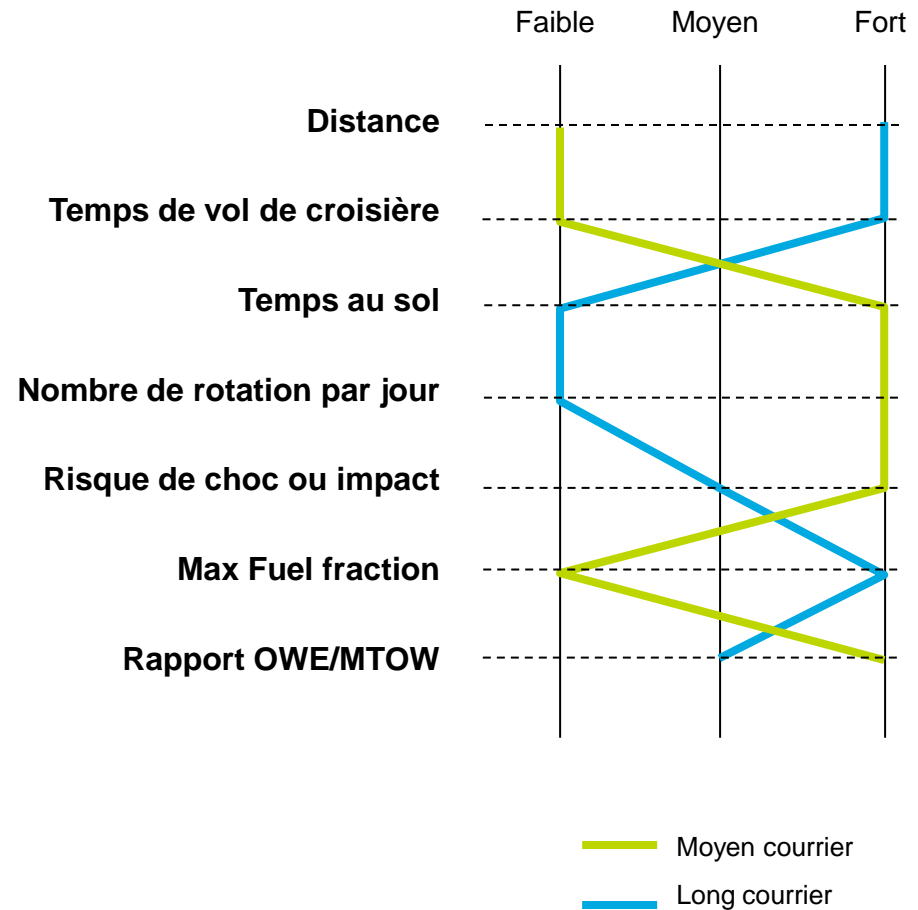
- 1300 km
- 1h50 de vol
- 6 décollages par jour

## Long courrier



### Mission typique

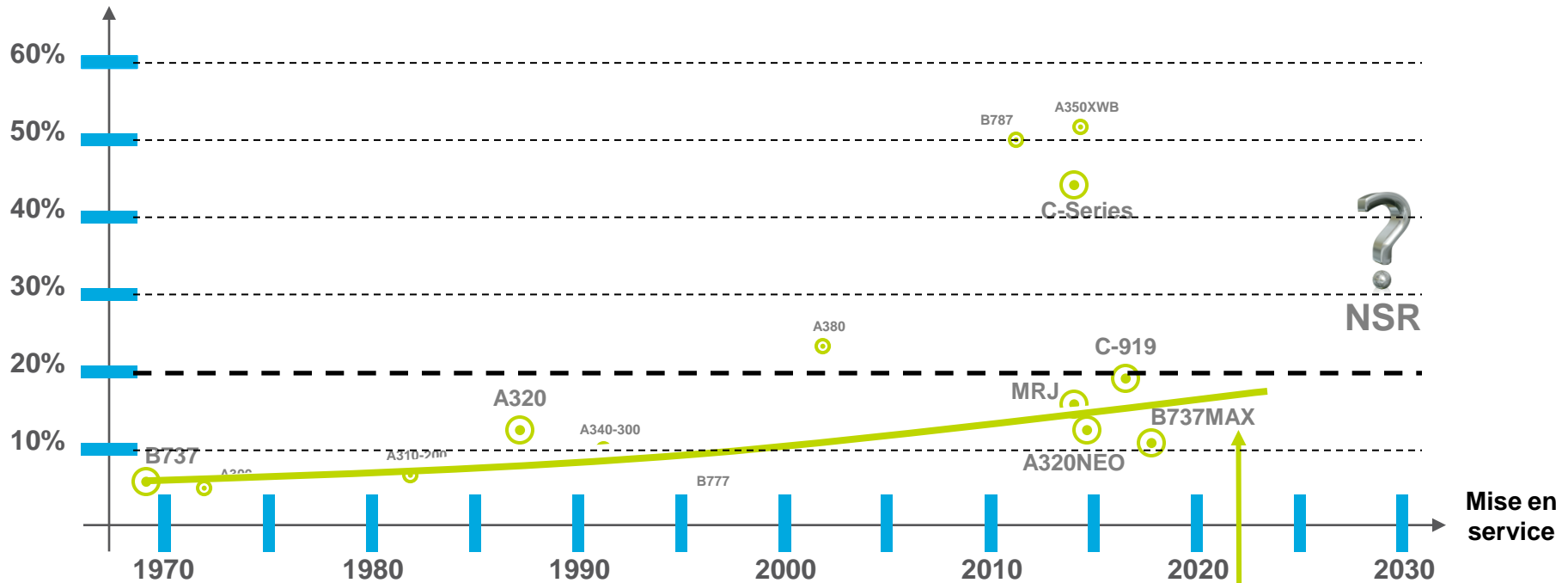
- 9450 km
- 11h10 de vol
- 2 décollage par jour



Source: Analyse Constellium, 2012

# La présence de composites reste faible dans les moyen-courriers actuels et en développement

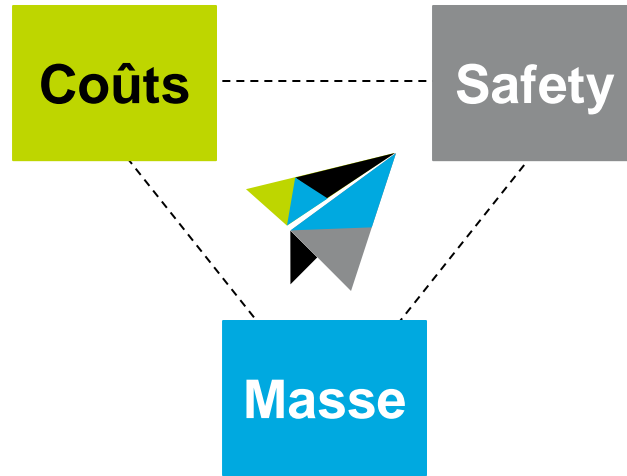
Taux de composite  
(% en masse  
de la structure)



- Le B737MAX intégrera les dernières technologies de moteur silencieux pour réduire l'empreinte bruit de fonctionnement de l'avion de 75% et la consommation de 15 % par rapport au dernier modèle de CFM 56

Source: Analyse Constellium, 2012

# La problématique aéronautique: le compromis masse/coût des aérostructures... et les autres critères

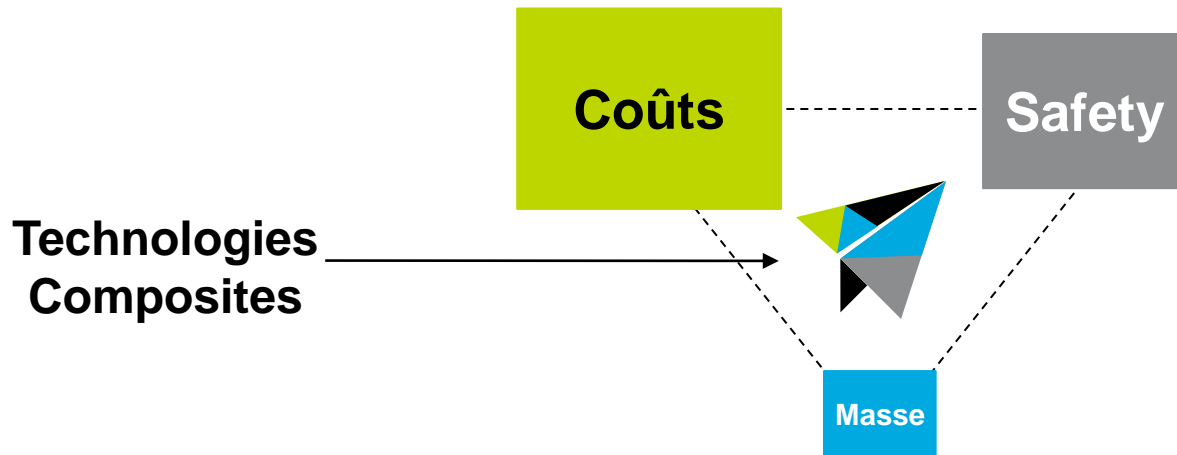


## Les contraintes du concepteur

- Faire léger
- Faire sûr
- A coût compétitif
- Tout en respectant les autres objectifs... maintenance, opérabilité, réparabilité, aspects environnementaux, sécurité des approvisionnements matière, recyclages des matériaux

Ces critères évoluent d'un programme aéronautique à l'autre en même temps que l'évolution des techniques et du contexte: réglementation, politique, mondialisation, finance, (\$/€)

# La problématique aéronautique: le compromis masse/coût des aérostructures... et les autres critères

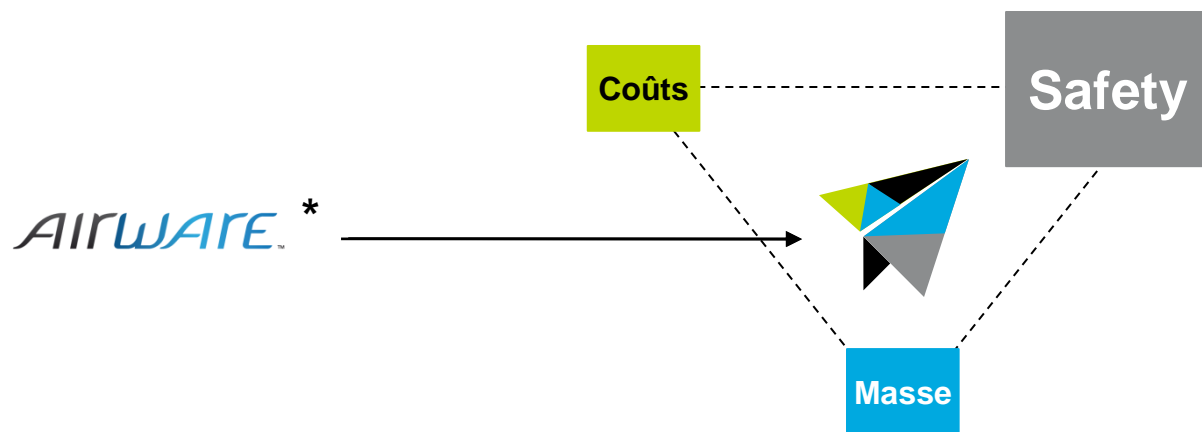


## Les contraintes du concepteur

- Faire léger
- Faire sûr
- A coût compétitif
- Tout en respectant les autres objectifs... maintenance, opérabilité, réparabilité, aspects environnementaux, sécurité des approvisionnements matière, recyclages des matériaux

Ces critères évoluent d'un programme aéronautique à l'autre en même temps que l'évolution des techniques et du contexte: réglementation, politique, mondialisation, finance, (\$/€)

# La problématique aéronautique: le compromis masse/coût des aérostructures... et les autres critères



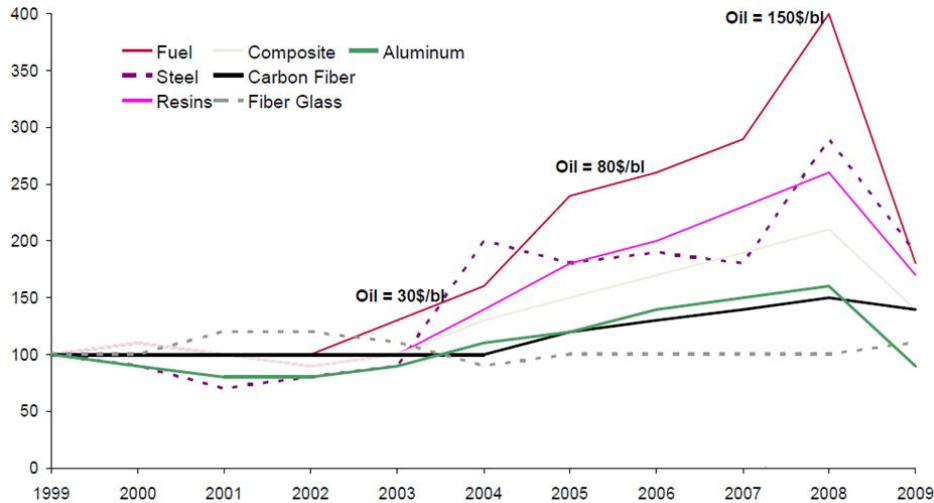
## Les contraintes du concepteur

- Faire léger
- Faire sûr
- A coût compétitif
- Tout en respectant les autres objectifs... maintenance, opérabilité, réparabilité, aspects environnementaux, sécurité des approvisionnements matière, recyclages des matériaux

Ces critères évoluent d'un programme aéronautique à l'autre en même temps que l'évolution des techniques et du contexte: réglementation, politique, mondialisation, finance, (\$/€)

# Les coûts de production d'un élément d'aérostructure en composites restent encore élevés

## ■ Moyenne annuelle de la croissance des prix des matériaux (en \$, index 100=1999)



Quand le pétrole est cher, les prix des composites (fibres de carbone + résine) augmentent plus vite que celui de l'aluminium, et la pression croit pour alléger et consommer moins de carburant

## ■ Comparaison de plusieurs solutions composites à la référence aluminium pour un panneau de voilure moyen-courrier)

Fabrication Method	Material (\$)	Labour (\$)	Total (\$)	% of Aluminium
Aluminium	21,056	11,366	32,392	100
Uniwoven "B" Stage Hand Layup & Autoclave Cure	45,453	120,600	166,053	512
Standard ATL / Autoclave Cure 12k Tow	29,692	16,550	46,242	143
Advanced ATL / Autoclave Cure 12k Tow <sup>XVII</sup>	29,692	13,056	42,748	132
"B" Stage Automated Tow Placement / Autoclave Cure 12k Tow	29,692	13,103	42,795	132
Uniwoven Dry Fibre Stitched Preform RIP Impregnation and Cure 3k Tow	40,347	26,375	66,722	205
NCF Dry Fibre Stitched Preform RIP Impregnation and Cure 12k Tow	20,410	10,505	30,915	95

Les coûts récurrents pour la fabrication d'un panneau de voilure montre que peu de solutions composite peuvent atteindre les coûts de l'aluminium

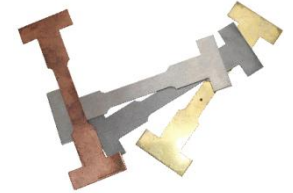
Source: NASA NAS1-18862 , Techno-Economic Requirements For Composite Aircraft Components, 1995; Benjamin Phillips Thesis, 2009

# Un matériau plus léger ne fait pas toujours un avion plus léger

45%



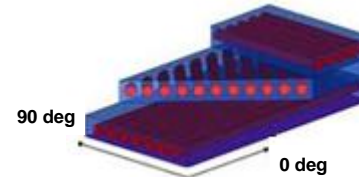
A l'échelle d'un coupon de matière première, les composites démarrent avec un avantage de 45% grâce à une densité plus faible



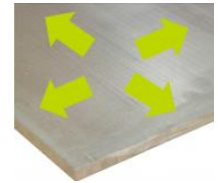
20%



25% de cet avantage est perdu car les composites utilisés dans les procédés automatisés sont "orthotropiques" et doivent être appliqués en couches multidirectionnelles pour transférer toutes les charges



Aluminium – propriétés isotropiques



10%



10% de l'avantage restant est perdu en raison de l'addition d'autres matériaux et éléments pour assurer le comportement "multifonctionnel" de l'aéronef



0%

Les derniers 10% sont perdu en raison de l'ajout de titane pour certaines pièces d'introduction d'effort et la difficulté à désescalader l'épaisseur de composites dans la même mesure que l'aluminium

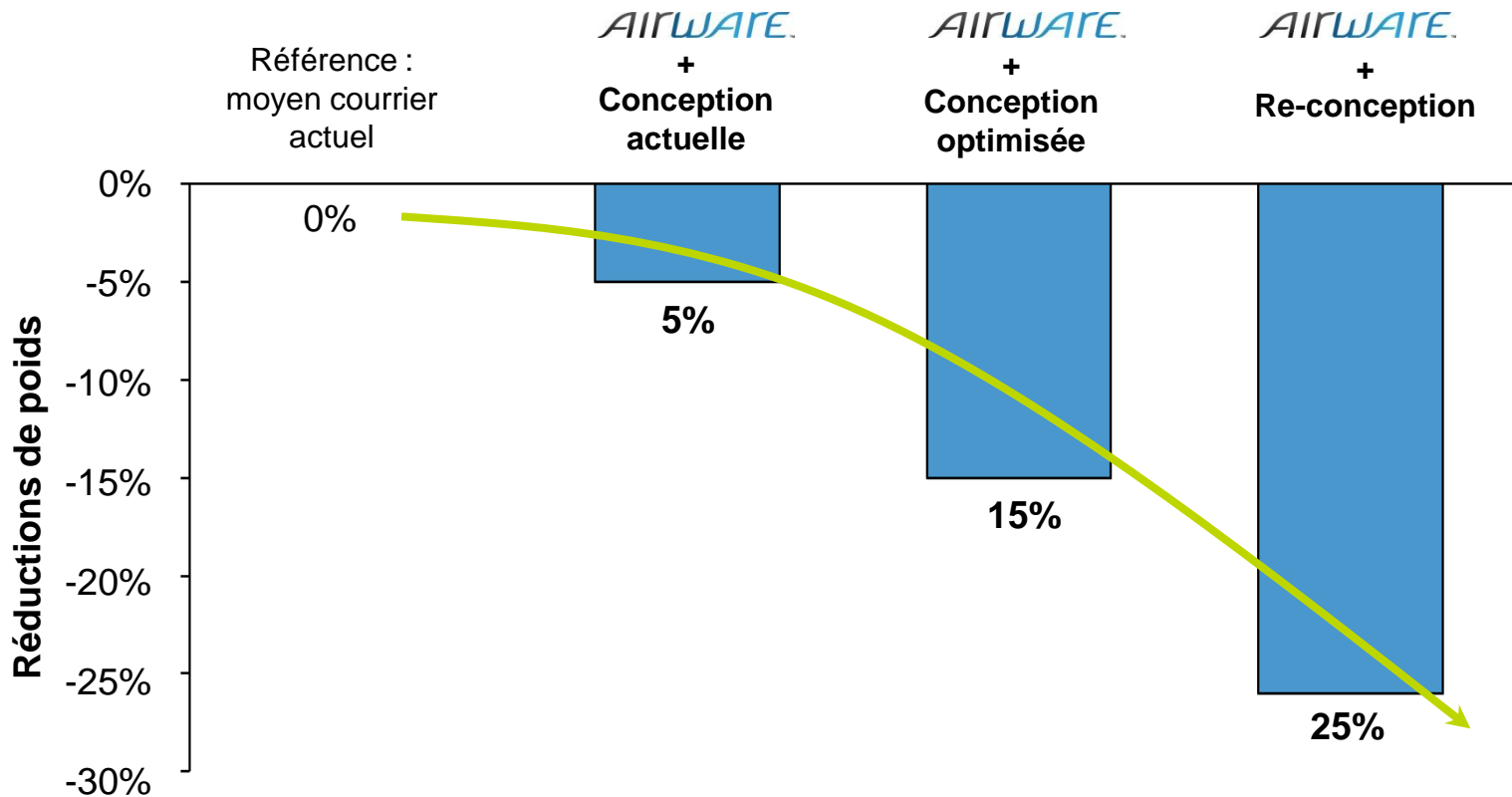
Titane – 60% plus dense que l'aluminium



Fuselage – épaisseur constante



# L'aluminium possède un important potentiel de réduction de masse dans les aérostructures



Source: Analyse Constellium, 2012

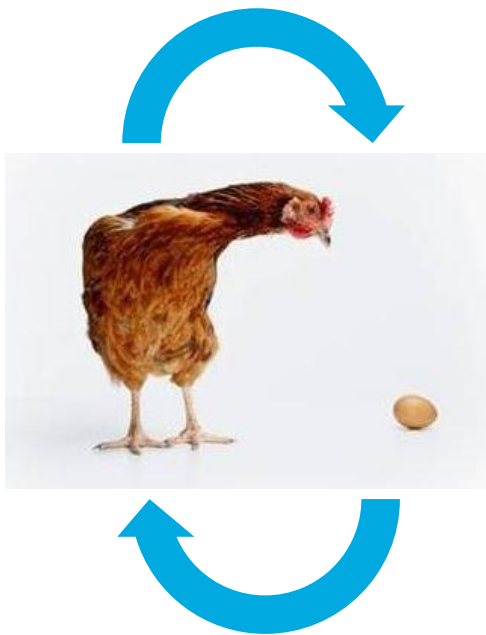
# De nombreuses sources de réduction de masse et de coûts dans les alliages, les procédés et le design

<b>AIRWARE I-FORM (fuselage C-Series)</b>	Facilite la mise en forme complexe 3D de toles pour les panneaux de fuselage	Réduction des couts, temps de fabrication
<b>Matériaux hétérogène ou à gradient</b>	Soudage FSW d'alliage ou matériaux différents Usinage intégral pour action sur la réponse élastique Traitement de revenu différentiel de panneaux de voilure: haute ténacité/haute résistance	Matériaux performants en cout et allègement
<b>Multicouches métallique à base d'aluminium</b>	Excellent comportement en fatigue Durée de vie jusqu'à 3 fois celle du métal de base	Réduction de la masse pour des application de type intrados de voilure
<b>Alliages Al-Li-Mg-X</b>	Très faible densité	Gain de cout et masse pour des applications de type peau de fuselage

<b>Soudage par Friction Malaxage (FSW)</b>	Optimisation de l'utilisation du matériau (produits plus près des cotes finales, optimisation local des matériaux/matériaux diffénrets) Réduction des durées et temps d'assemblage	Réduction des couts et ingénierie locale des matériaux
<b>Soudage par Friction Linéaire</b>	Pas de préparation spéciale (idem FSW) notamment au niveau des surfaces Assemblage très rapide Pas de surlongueurs	Réduction des couts, diminution buy-to-fly et nouveaux produits

<b>Créneaux et sous-raideurs</b>	Réduction de la vitesse de fissuration en fatigue (divisé par 2) Améliorer comportement en compression et réponse aéroélastique	Réduction de la masse et augmentation de la durée de vie
----------------------------------	--	--

# Le potentiel des nouvelles technologies est limité par le processus actuel de collaboration entre les acteurs



Les donneurs d'ordre et sous-traitant de rang 1 regardent ce que les fournisseurs de solutions matériaux proposent comme avancées technologiques

- Consultation tardive dans le processus de développement de l'avion
- Echanges essentiellement basés sur les spécifications matériaux
- Peu ou pas de communication sur les options de conception

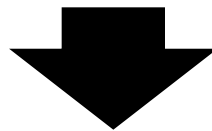
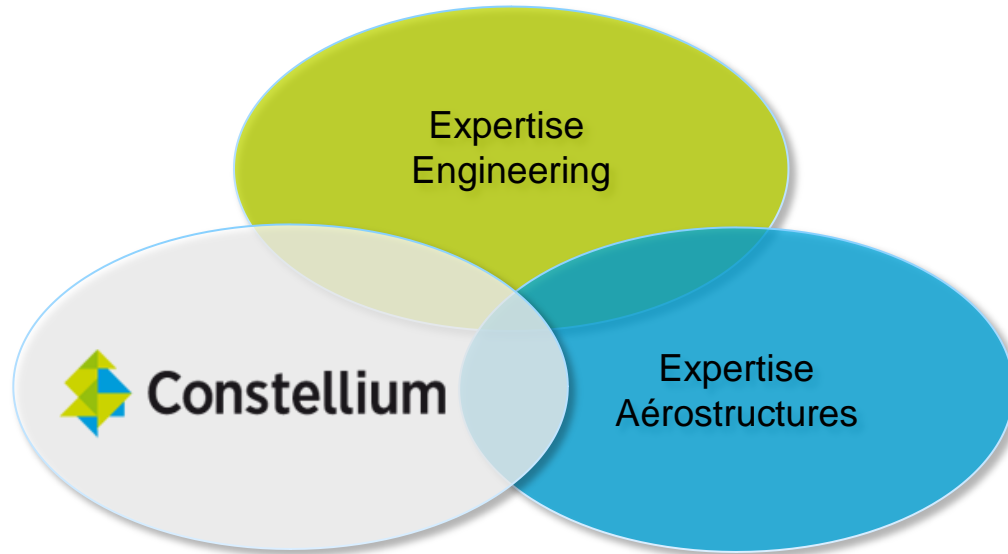
Les fournisseurs de solutions matériaux regardent ce que les donneurs d'ordre et sous-traitant de rang 1 envisagent comme architectures

- Accès difficile aux activités de conception
- Peu ou pas de plateformes de développement technologique à haut TRL
- Cloisonnement entre les activités de conception, fabrication et matériaux

# Comment lever tout le potentiel de l'aluminium?



# La recherche simultanée de solutions matériau innovantes et de concepts innovants



## Bénéfices

- Réduire le risque des investissements R&D
- Augmenter la compétitivité des aérostructures
- Gagner de nouvelles parts de marché
- Réduire le time-to-market
- Améliorer le positionnement des solutions technologiques
- Accélérer la maturité des développements technologiques

# Nous cherchons la rupture dans la technologie... peut être est elle aussi dans notre façon de travailler ensemble?

