



Matériaux composites pour les avions commerciaux de prochaine génération

Ben Boehm, vice-président,
Programmes des avions commerciaux
Bombardier Aéronautique

30 novembre 2009

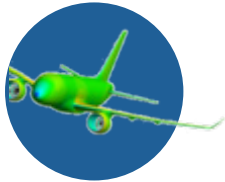
BOMBARDIER

Énoncés prospectifs

Cette présentation contient des énoncés prospectifs. Les énoncés prospectifs se reconnaissent habituellement à l'emploi de termes comme « pouvoir », « prévoir », « avoir l'intention de », « estimer », « planifier », « entrevoir », « croire », « continuer », la forme négative de ces termes, leurs variations, ou une terminologie semblable. De par leur nature, les énoncés prospectifs exigent que nous formulions des hypothèses et ils sont assujettis à d'importants risques et incertitudes, connus et inconnus, de sorte que nos résultats réels de périodes futures pourraient différer de façon importante des résultats prévus. Bien que nous jugions nos hypothèses raisonnables et appropriées selon l'information à notre disposition, il existe un risque qu'elles ne soient pas exactes. Pour en savoir davantage sur les hypothèses sous-jacentes aux énoncés prospectifs formulés dans cette présentation, se reporter aux rubriques Énoncés prospectifs respectives des sections BA et BT du rapport de gestion du rapport annuel de l'exercice 2009 de la Société.

Parmi les facteurs qui pourraient faire en sorte que les résultats réels diffèrent de manière importante des résultats prévus dans les énoncés prospectifs, notons les risques liés à la conjoncture économique, à notre contexte commercial (la situation financière de l'industrie aérienne), à l'exploitation (le développement de nouveaux produits et services, les partenaires commerciaux, les pertes découlant de garanties sur le rendement des produits et de sinistres, les risques liés aux procédures réglementaires et judiciaires, les risques environnementaux et les risques de santé et de sécurité, la dépendance à l'égard de certains clients et fournisseurs, les risques liés aux ressources humaines et les risques découlant des engagements en matière de prix et de la production et de l'exécution de projets), au financement (les liquidités, les modalités de certaines clauses restrictives de conventions d'emprunt, le financement en faveur de certains clients, la dépendance à l'égard de l'aide gouvernementale et l'accès aux marchés financiers) et au marché (les fluctuations des taux de change, des taux d'intérêt et des prix des produits de base). Pour plus d'information, se reporter à la rubrique Risques et incertitudes de la section Autres du rapport de gestion du rapport annuel de l'exercice 2009 de la Société. Le lecteur est prévenu que la présente liste de facteurs pouvant influencer sur la croissance, les résultats et le rendement futurs n'est pas exhaustive et qu'il ne faudrait pas s'y fier indûment. Les énoncés prospectifs décrits aux présentes reflètent nos attentes à la date de cette présentation et pourraient subir des modifications après cette date. À moins qu'elle n'y soit tenue selon les lois sur les valeurs mobilières applicables, la Société nie expressément toute intention ou obligation de mettre à jour ou de réviser tout énoncé prospectif, que ce soit à la lumière de nouveaux renseignements, d'événements futurs ou autrement.

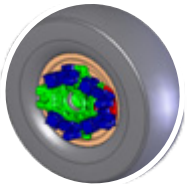
Stratégies de programme pour les avions commerciaux... une équation complexe



Sélection de la technologie à tous les niveaux de composants



Études de marché et analyse du coût du cycle de vie utile



Feuille de route de l'état de préparation de la technologie



L'apport des sociétés aériennes valide le progrès et les décisions

Produits qui ont révolutionné les réseaux commerciaux des sociétés aériennes



La révolution CRJ

- Accroissement de la portée des sociétés aériennes régionales
- Nombreuses occasions d'ajouter des plaques tournantes
- A permis aux sociétés aériennes de mieux apparier la capacité à la demande

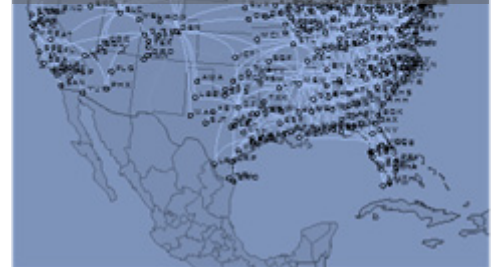


La révolution Q400

- Vitesse d'un biréacteur court-courrier
- Réductions significatives du coût par siège
- Confort en cabine amélioré grâce au système de suppression de bruit et des vibrations (NVS)

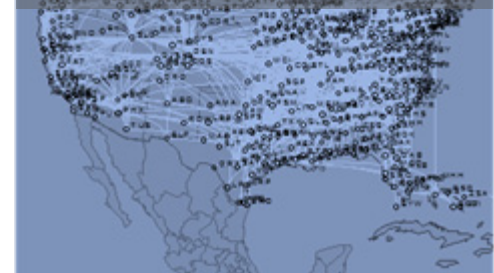
Réseaux régionaux – É.-U.

1995 – appareils de 20 à 99 places



Réseaux régionaux – É.-U.

2009 – appareils de 20 à 99 places



Bombardier Belfast possède une longue expérience des matériaux composites

- Rolls-Royce
- Shorts
- Lockheed

Années 1970



Empilage pré-impregné de la structure secondaire en verre et carbone

- Rolls-Royce
- Boeing
- Fokker

Années 1980



Structures alvéolaires pré-impregnées renforcées

- Bombardier
- Rolls-Royce
- Boeing
- Lockheed
- IAE
- BRR

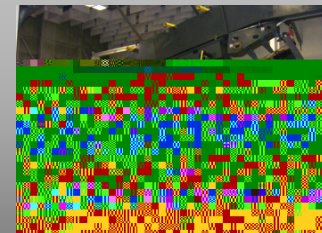
Années 1990



Empilage automatisé des structures primaires monolithiques

- Bombardier: CRJ NextGen, CSeries

Années 2000



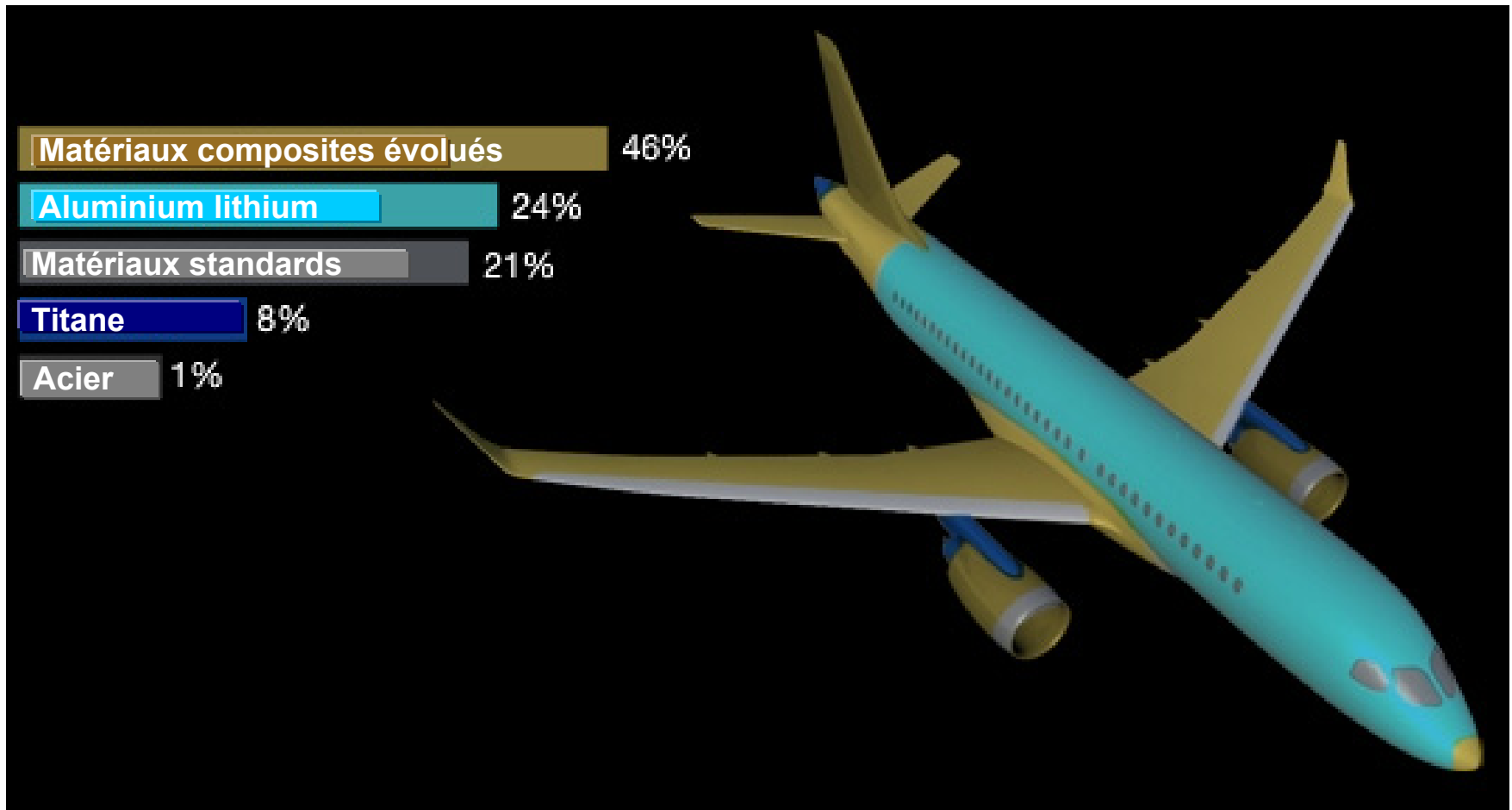
Structures monolithiques utilisant des méthodes de transfert de résine

L'intégration signifie prendre en compte la situation dans son ensemble et la vision à long terme

Facteurs envisagés	Option A	Option B	Option C
État de préparation de la technologie pour l'entrée en service	●	●	●
Coût initial d'investissement	●	●	●
Poids de la structure	●	●	●
Coût de maintenance	●	●	●
Résistance à la corrosion	●	●	●
Vulnérabilité aux dommages de manipulation	●	●	●
Temps d'inspection et de réparation	●	●	●
Complexité de la fabrication	●	●	●
Attrait marketing	●	●	●

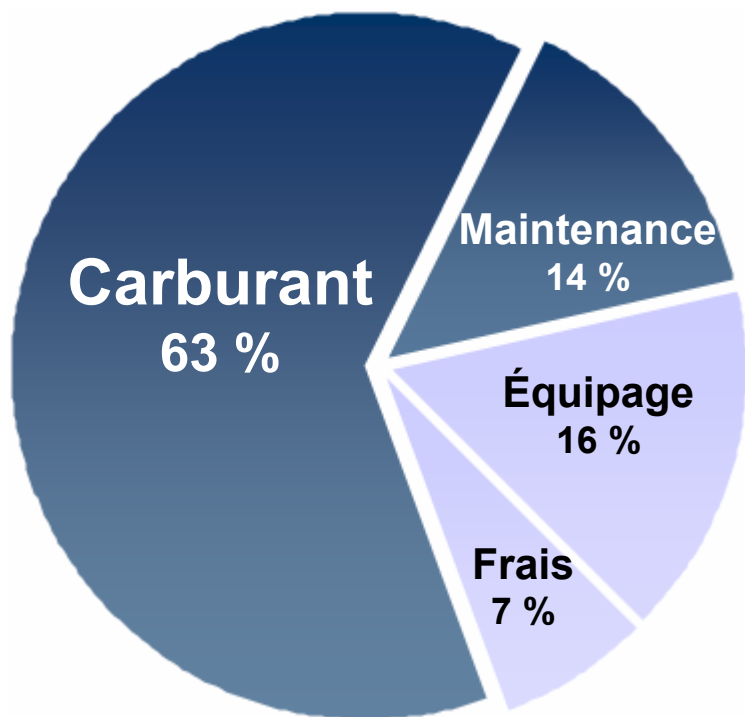
**pour illustration
seulement**

La technologie adéquate réduit la masse à vide

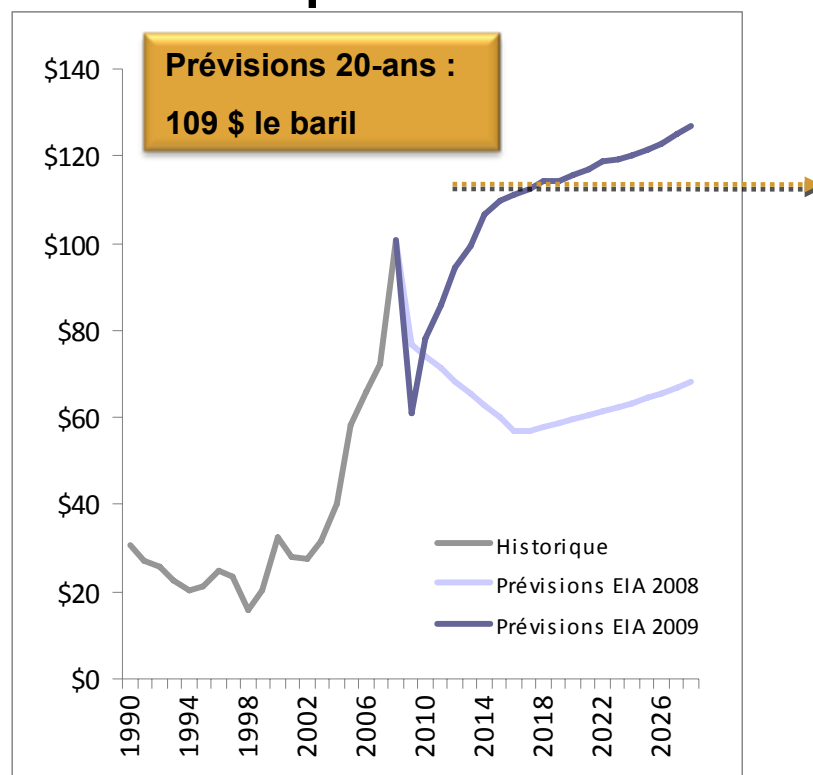


L'économie de carburant sera le premier levier à la fois en matière de rentabilité des sociétés aériennes et de conception des appareils

Coûts d'exploitation dans le contexte nord-américain

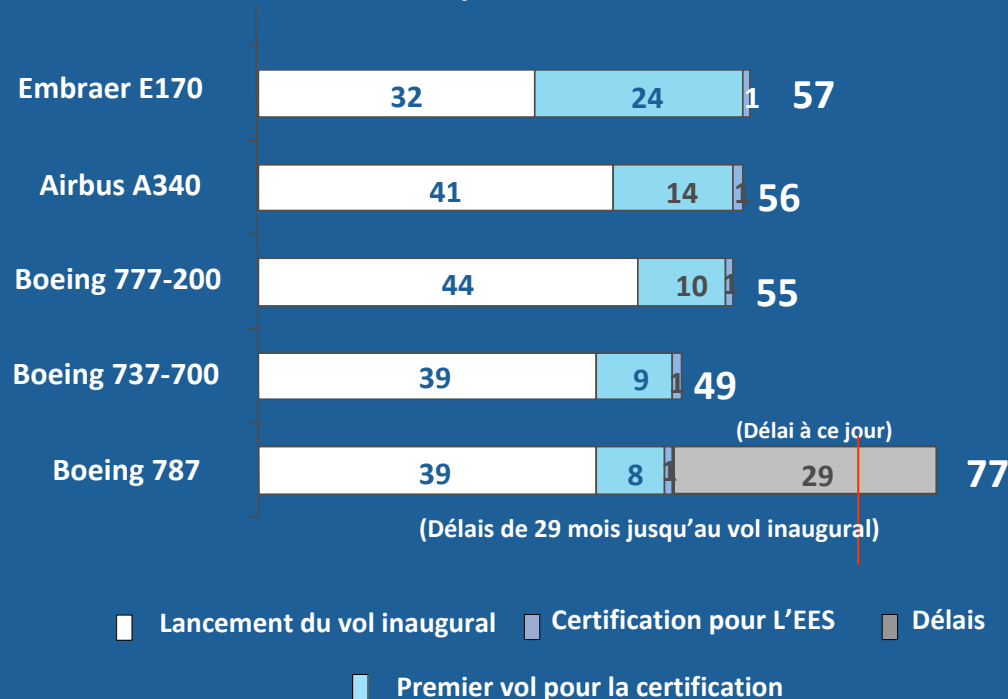


Historique et prévisions du prix de l'huile



Échéancier de 60 + mois du programme de la CSeries d'ici le lancement : harmonisé avec les nouvelles exigences technologiques

Comparaison du moment opportun de la commercialisation pour une conception entièrement nouvelle et d'importants dérivés
Concurrents industriels, nombre de mois



Les modèles intégrés de chaîne d'approvisionnement font partie de notre histoire

- Pourquoi le modèle intégré ?
 - Maximiser l'expertise et le savoir-faire des fournisseurs
 - Travailler en tant qu'équipe intégrée
 - Les fournisseurs procurent non seulement les composants, mais les solutions complètes à partir de l'étape de la conception et au-delà de fabrication

Bombardier a lancé le modèle dans les années 1990, Airbus et Boeing ont suivi plus tard

Bombardier a créé 3+ conceptions entièrement nouvelles et possède 15 années d'expérience quant à ce système



Une approche « par étapes » assure des processus intégrés

Programme de développement de la CSeries

2008

JCDP

2009

JDP

2010

DDP

2011

PDRP

2012

PHASE DE CERTIFICATION

2013

EES

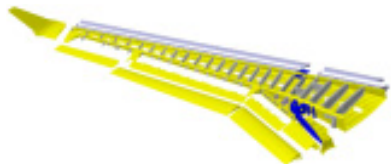
- **Achèvement fructueux de la phase JCDP**
- **Sessions de révision de la conception préliminaire et intérimaire selon l'échéancier**
- **Plus de 275 représentants de fournisseurs sur place et tous les principaux fournisseurs retenus**
- **Accroissement des effectifs pour la CSeries pour atteindre 1200 employés**
- **Début des travaux de construction des installations pour l'assemblage des ailes et pour les essais des circuits de bord intégrés (CIASTA) à Mirabel**
- **Démonstrateurs technologiques : cylindre d'essai en alliage d'aluminium évolué et banc d'essai des ailes en CFRP**

JCDP : phase de définition conceptuelle conjointe
JDP : phase de définition conjointe
DDP : phase de conception détaillée

PDRP : phase d'acceptation de définition de produit
EES : entrée en service
CFRP : polymère renforcé de fibres de carbone

Toutes les technologies sont pleinement éprouvées avant le gel de la conception

Banc d'essai des ailes en matériaux composites (Belfast)

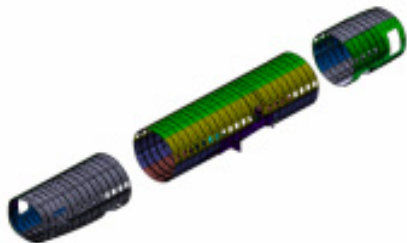


Le plus grand banc d'essai d'ailes fabriquées par procédé d'infusion de résine (RTI). Effectuera des essais de conditions extrêmes de charges statiques réelles



Début de l'assemblage en mai 2009

Cylindre d'essai du fuselage (de Shenyang à Montreal)

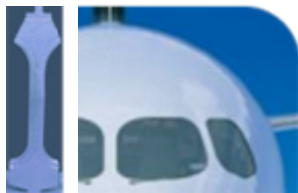


Cylindre d'essai en alliage d'aluminium évolué simulera trois fois la durée de vie utile de l'avion



Arrivée du cylindre d'essai du fuselage 19 août 2009

Pièces d'essai produites chez Bombardier à St-Laurent



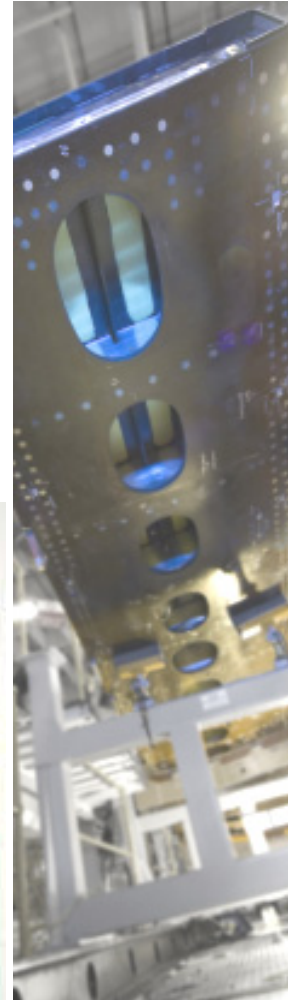
Premières pièces d'essai du revêtement en matériaux composites du panneau arrière du fuselage et du montant central du poste de pilotage



Production des premières pièces d'essai

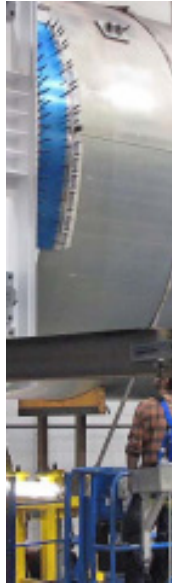
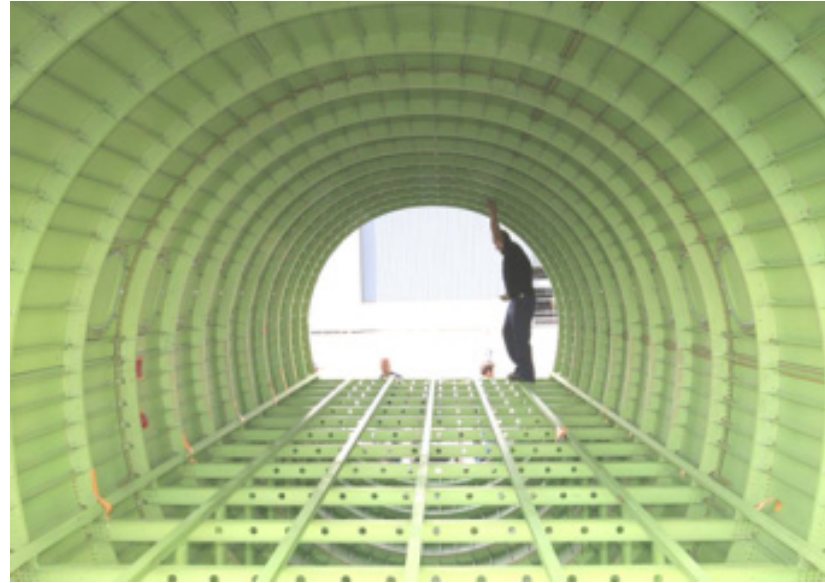
Panneau d'aile monobloc RTI déjà complété

- **Banc d'essai des ailes fonctionnel**
deux ans avant la production
- **La construction d'une usine de 600 000 pied carrés a débuté**
- **Le plus important investissement privé réalisé en Irlande du Nord**



Cylindre d'essai du fuselage livré avant l'échéancier prévu

- **Le cylindre livré avant l'échéancier prévu**
- **Des essais rigoureux simuleront trois fois les durées de vie utile des appareils** grâce à 180 000 cycles d'essai
- Une étape en plus pour s'assurer que les appareils répondront à **l'échéancier et aux attentes des clients**



Les nouveaux matériaux exigent des nouveaux procédés de fabrication



Première pièce d'essai du montant central du poste de pilotage



Tout résulte dans l'exécution de 7 principes fondamentaux



- ✓ **Gamme d'avions à communauté complète**
- ✓ **Réduction inégalée de l'empreinte écologique**
- ✓ **Amélioration des coûts du cycle de vie total**
- ✓ **Avantages : réduction de 15 % des coûts d'exploitation + consommation de carburant réduite de 20 %**
- ✓ **Cabine à couloir unique offrant le confort d'un avion à fuselage large**
- ✓ **Maturité : fiabilité de 99 % dès la mise en service**
- ✓ **Souplesse opérationnelle – Performance sur des pistes plus courtes et plus grande autonomie pour les longs trajets**

Plus de 30 organisations contribuent activement par des groupes de travail et des conseils consultatifs

2008

Conseil consultatif des sociétés aériennes ✓
Montréal, 20 au 22 novembre
12 organisations représentées

Événement client JCDP ✓
Montréal, 2 et 3 avril
4 organisations représentées

2009

Conseil consultatif des sociétés aériennes ✓
Hong Kong, 12 et 13 mai
21 organisations représentées

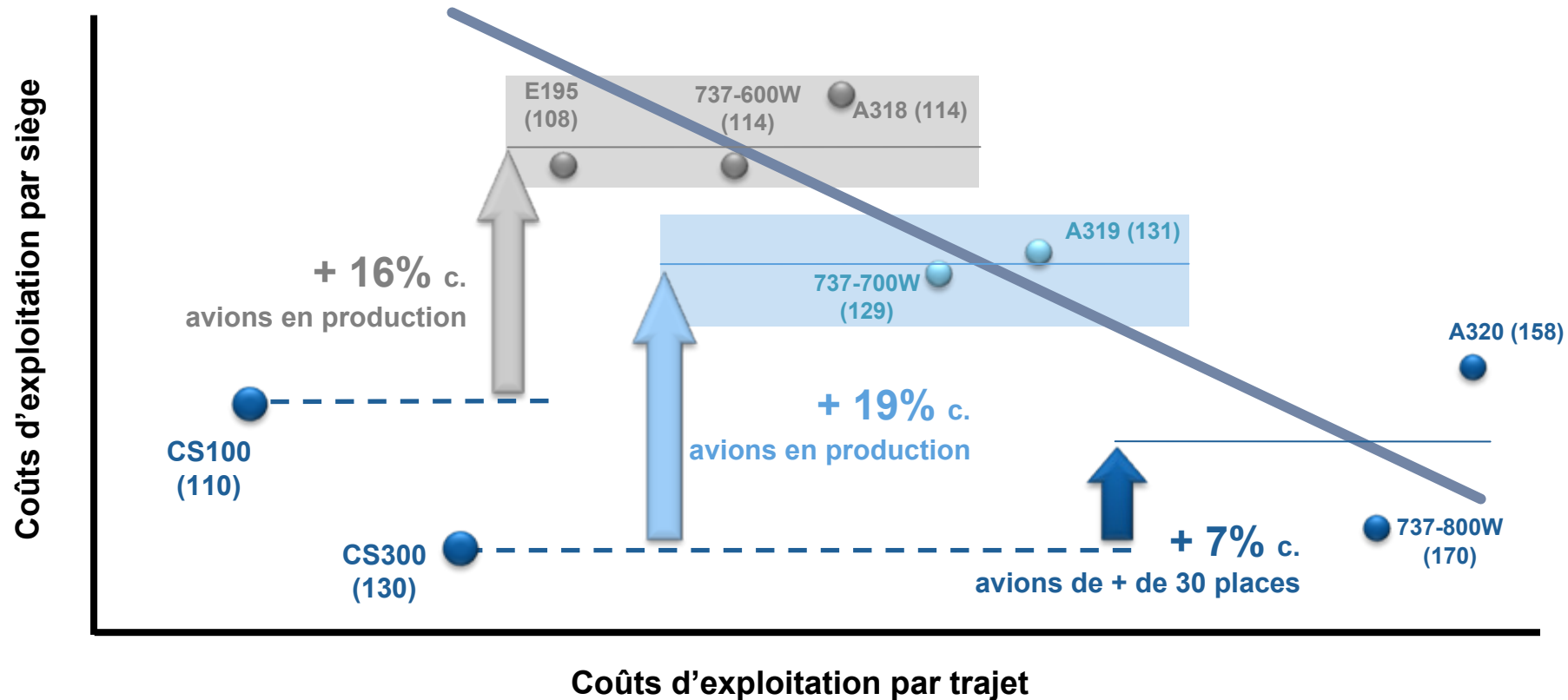
Groupes de travail des sociétés aériennes ✓
juin à sept. 2009
14 organisations représentées

- Aménagements intérieurs
- Poste de pilotage
- Maintenance
- Structures



Succès du programme = un avion plus rentable et de taille idéale

Comparaison des coûts d'exploitation – Mission de 500 nm dans le contexte nord-américain



LES ESPRITS ÉCLAIRÉS VOIENT PLUS LOIN

EMPREINTE ENVIRONNEMENTALE RÉDUITE

PLUS DE CONFORT

COÛT RÉDUIT

PLUS DE SOUPLESSE



BOMBARDIER