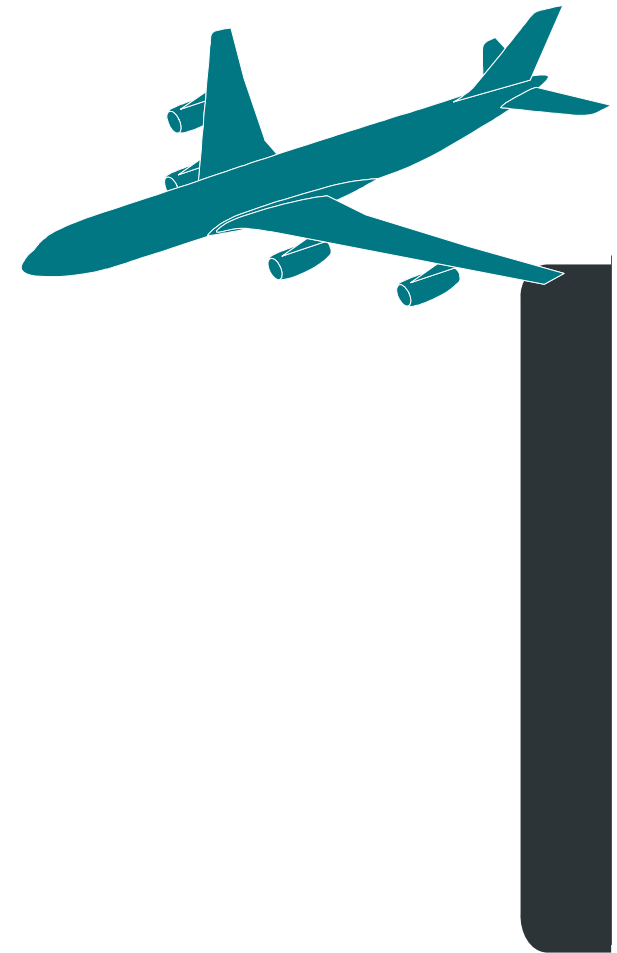


# Institut national de la propriété

## Aéronautique: grand angle sur les technologies de demain

Etude de la Direction des brevets de l'INPI

# industrielle





# Méthodologie

## Rappel des données

### Axes de développement

1. Electronique & Electricité
  - Gestion du trafic
  - Réseaux
  - Avion plus électrique
  - Multimédia
2. Structure et procédés
  - Structure
  - Matériaux & Procédés
3. Environnement
  - Propulsion
  - Architecture

## Conclusion



## Le brevet, indicateur de l'innovation :

- Comparaison des performances de pays, de régions, de firmes ou de secteurs technologiques
- Données brevet publiques et facilement accessibles à un niveau fin

## Pour cette étude, a été examinée :

- l'évolution des demandes de brevet déposées jusqu'en 2009 et réalisées par origine des principaux pays déposants du secteur :
    - **Amérique** (US + Canada + Brésil)
    - **Europe** (France, Allemagne, Royaume-Uni, Italie, Espagne, Suède, Suisse, Autriche, Finlande)
    - **Asie** (Japon, Chine, Corée, Taiwan)
- Permettant de comparer les activités des différents blocs**

## Rappel des données

### Axes de développement

1. Electronique & Electricité
  - Gestion du trafic
  - Réseaux
  - Avion plus électrique
  - Multimédia
2. Structure et procédés
  - Structure
  - Matériaux & Procédés
3. Environnement
  - Propulsion
  - Architecture

## Conclusion



# De grands défis



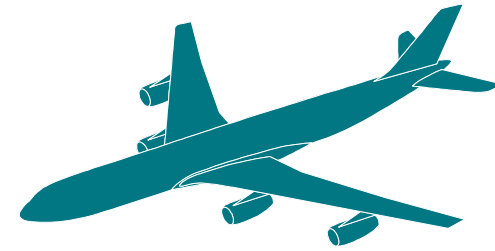
- Parmi les différentes activités liées à l'industrie aéronautique:

- Construction d'aéronefs civils et militaires
- Construction d'hélicoptères
- Engins spatiaux
- Défense et sécurité

- La présente étude se limitera au secteur civil, secteur industriel qui est en forte croissance et se trouve aujourd'hui confronté à des défis majeurs :

- multiplication par 2 du trafic (+ 5% par an)
- déséquilibre € / \$
- nouvelles concurrences en émergence
- contraintes environnementales

# Contraintes environnementales



## Rappel des données

### Axes de développement

1. Electronique & Electricité
  - Gestion du trafic
  - Réseaux
  - Avion plus électrique
  - Multimédia
2. Structure et procédés
  - Structure
  - Matériaux & Procédés
3. Environnement
  - Propulsion
  - Architecture

## Conclusion

inpi

- Les programmes environnementaux (Clean Sky JTI pour 2020) :
  - Réduction de 50 % des émissions de CO<sub>2</sub>
  - Réduction de 80 % des émissions d'oxydes d'azote (NOx)
  - Réduction de 50 % du niveau de bruit extérieur
  - Intégration des contraintes environnementales à tous les stades de développement et de vie du produit
- La rançon du succès :
  - 200 avions de ligne ont été déclarés en fin de vie en 2006
  - 7000 appareils devront être retirés de la circulation à l'horizon 2024

# Activité du secteur



## Rappel des données

### Axes de développement

1. Electronique & Electricité
  - Gestion du trafic
  - Réseaux
  - Avion plus électrique
  - Multimédia
2. Structure et procédés
  - Structure
  - Matériaux & Procédés
3. Environnement
  - Propulsion
  - Architecture

## Conclusion

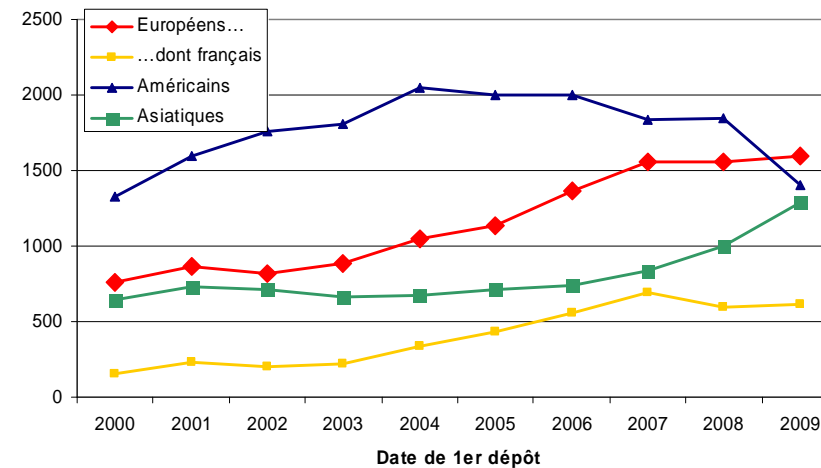
inpi

## • L'activité des déposants :

- Américains : 33%
- Asiatiques: 30%
- Européens : 37%
- ...dont Français : 13%

## des dépôts aéronautiques

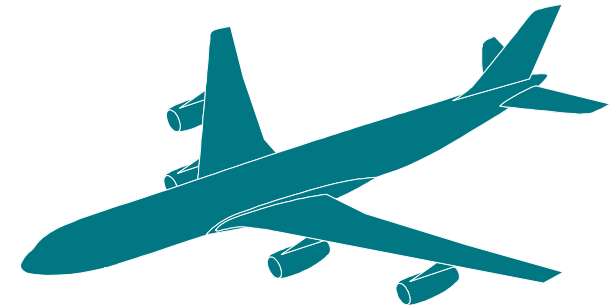
Dépôts dans le domaine de l'aéronautique



→ Une activité liée aux programmes aéronautiques

→ Après une hausse en 2009, la **tendance** sur le nombre de brevets français déposés en **2010** dans l'aéronautique est à la **baisse**, pour revenir au nombre de brevets déposés en 2008

# Activité du secteur



## Rappel des données

### Axes de développement

#### 1. Electronique & Electricité

- Gestion du trafic
- Réseaux
- Avion plus électrique
- Multimédia

#### 2. Structure et procédés

- Structure
- Matériaux & Procédés

#### 3. Environnement

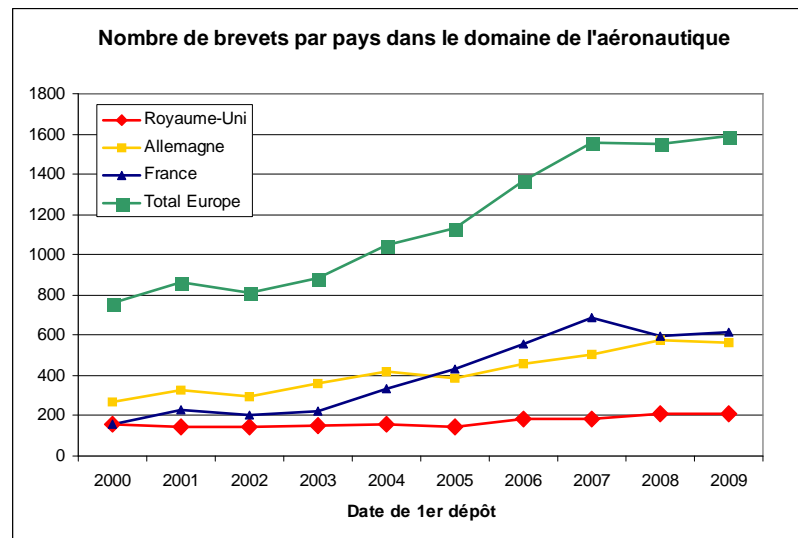
- Propulsion
- Architecture

## Conclusion

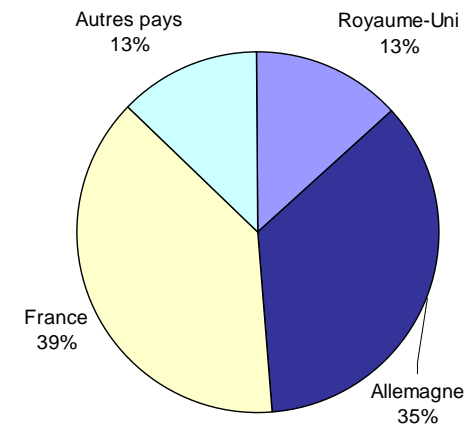


## • Evolution et répartition par pays en Europe

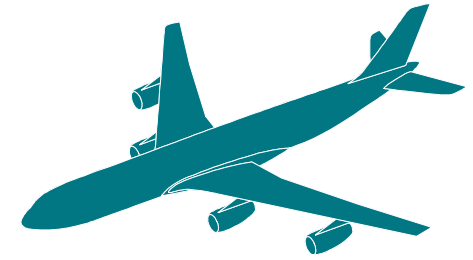
**Au sein de l'Europe, la France et l'Allemagne effectuent 3/4 des dépôts de brevets**



### Répartition par pays de premier dépôt en 2009



# Activité du secteur



## Rappel des données

### Axes de développement

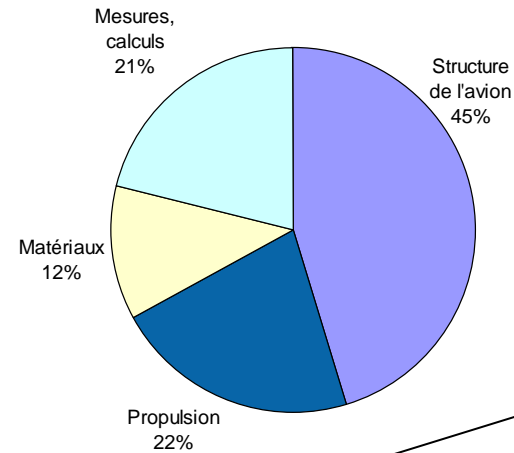
1. Electronique & Electricité
  - Gestion du trafic
  - Réseaux
  - Avion plus électrique
  - Multimédia
2. Structure et procédés
  - Structure
  - Matériaux & Procédés
3. Environnement
  - Propulsion
  - Architecture

## Conclusion

inpi

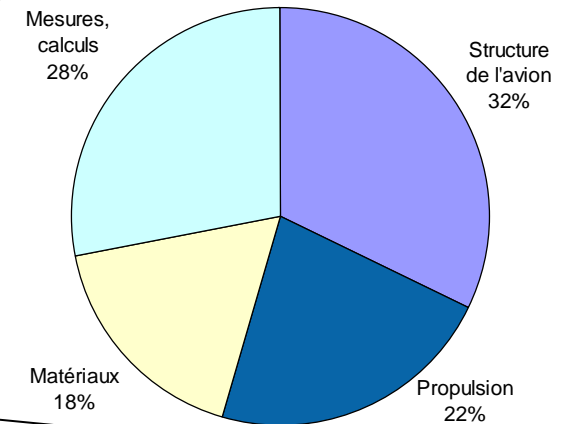
## • les européens :

- Structure de l'avion
- Mesure et propulsion



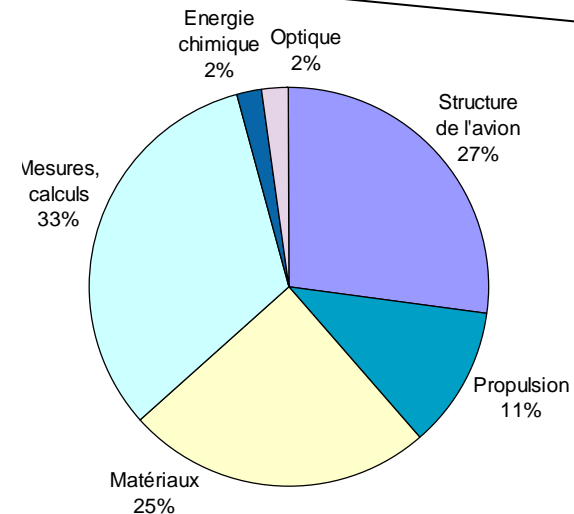
## • Les américains :

- Répartition plus équilibrée



## • Les asiatiques :

- Part importante de matériaux/chimie



# Axes de développement

## Rappel des données

### Axes de développement

#### 1. Electronique & Electricité

- Gestion du trafic
- Réseaux
- Avion plus électrique
- Multimédia

#### 2. Structure et procédés

- Structure
- Matériaux & Procédés

#### 3. Environnement

- Propulsion
- Architecture

## Conclusion

## 1. Electronique & Electricité

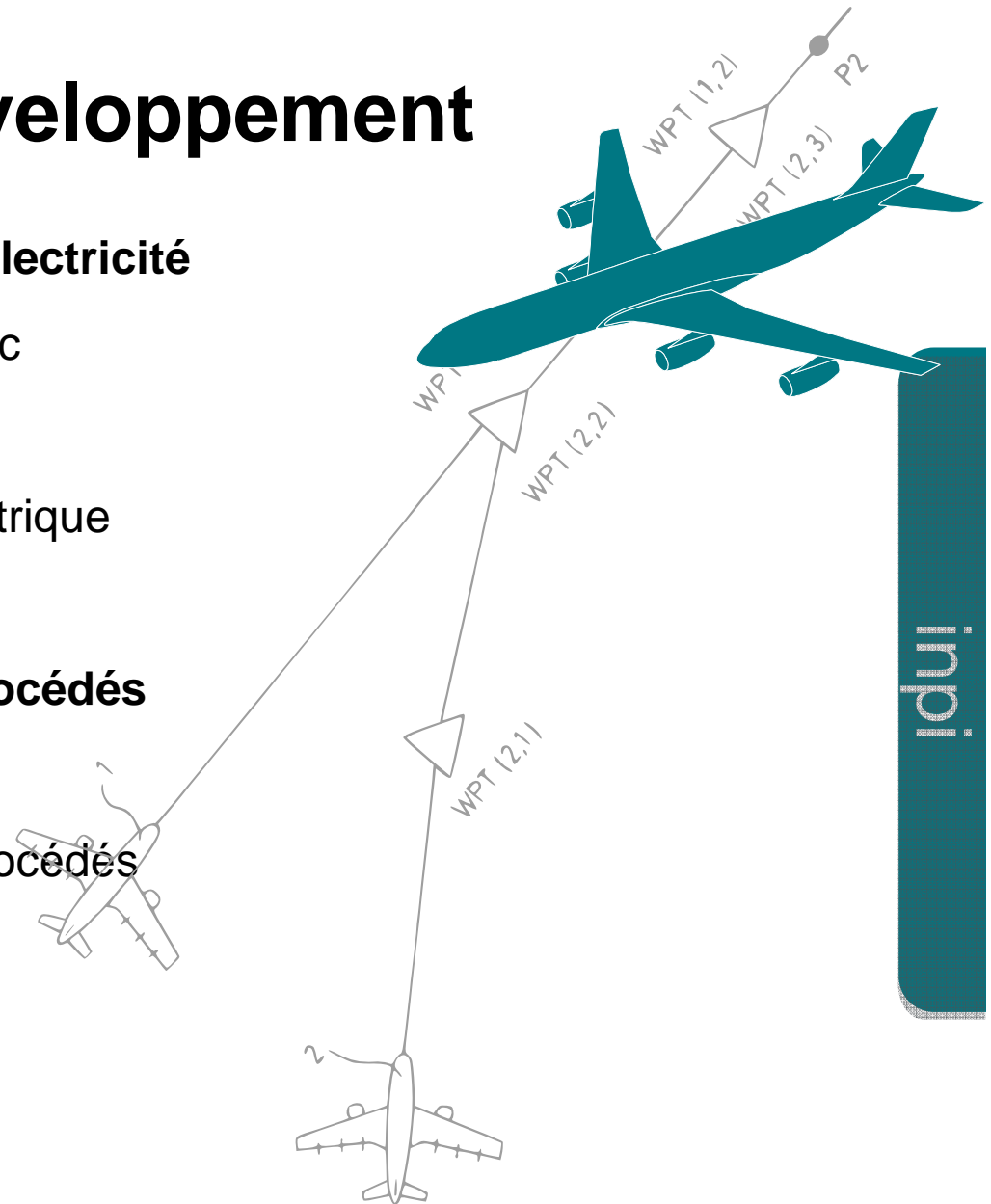
- Gestion du trafic
- Réseaux
- Avion plus électrique
- Multimédia

## 2. Structure et procédés

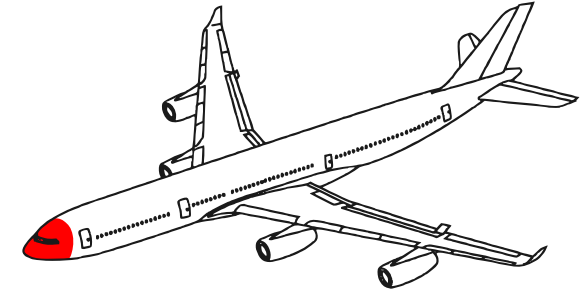
- Structure
- Matériaux & Procédés

## 3. Environnement

- Propulsion
- Architecture



# Gestion du trafic, instruments de bord



## Rappel des données

### Axes de développement

#### 1. Electronique & Electricité

- Gestion du trafic
- Réseaux
- Multimédia
- Avion plus électrique

#### 2. Structure et procédés

- Structure
- Matériaux & Procédés

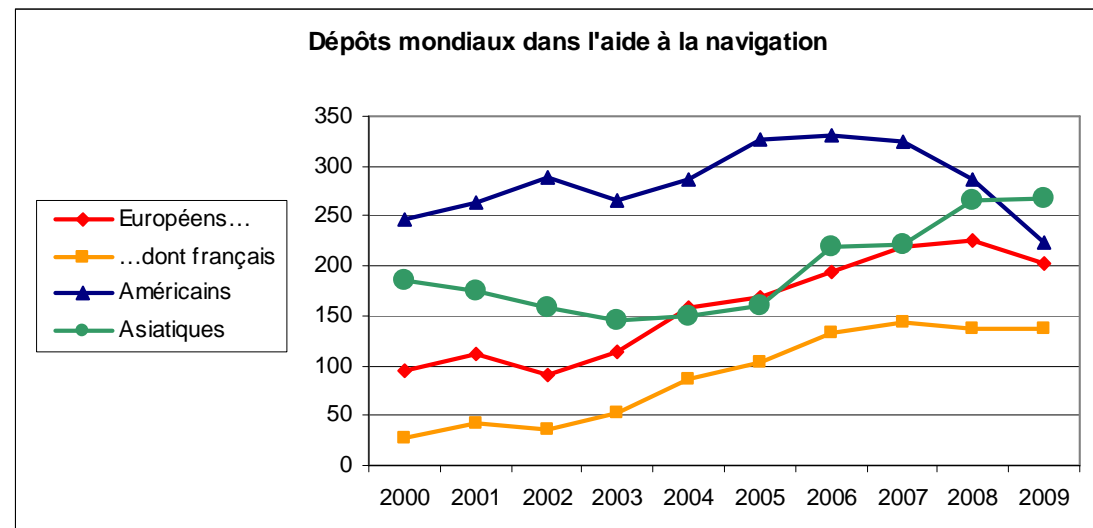
#### 3. Environnement

- Propulsion
- Architecture

## Conclusion

Les brevets d'origine française  
représentent **19%** du total des brevets en 2009

En **hausse** depuis 2003



- La densification du trafic impose des aides à la navigation de plus en plus précises
- Utilisation optimale des plateformes aéroportuaires
- Systèmes de cartographie (visualisation d'un aéroport en trois dimensions)
- Réduction de données

# Réseaux de commandes de vol



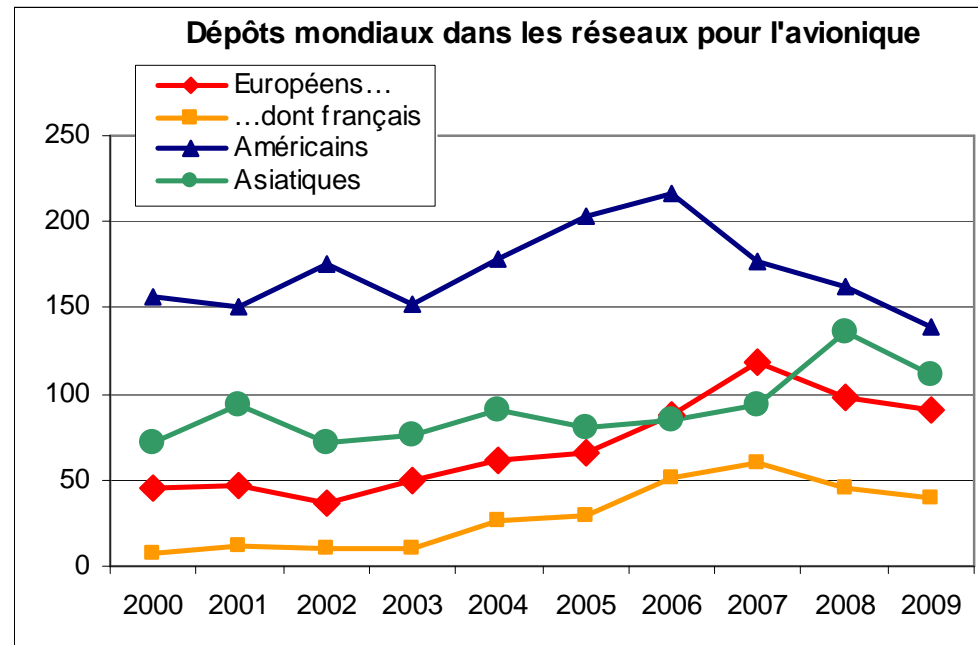
## Rappel des données

### Axes de développement

1. Electronique & Electricité
  - Gestion du trafic
  - Réseaux
  - Avion plus électrique
  - Multimédia
2. Structure et procédés
  - Structure
  - Matériaux & Procédés
3. Environnement
  - Propulsion
  - Architecture

## Conclusion

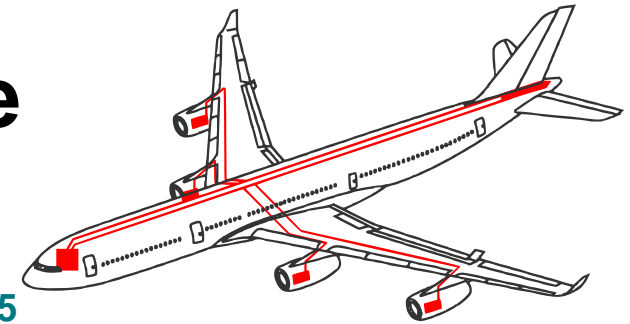
Les brevets d'origine française représentent **12%** du total des brevets en 2009



- protocole AFDX (Avionics Full Duplex) = une même voie pour plusieurs types de signaux
- Faire face à la hausse de la consommation électrique à bord

# L'avion plus électrique

## Gestion électrique à bord



### Rappel des données

#### Axes de développement

##### 1. Electronique & Electricité

- Gestion du trafic
- Réseaux
- **Avion plus électrique**
- Multimédia

##### 2. Structure et procédés

- Structure
- Matériaux & Procédés

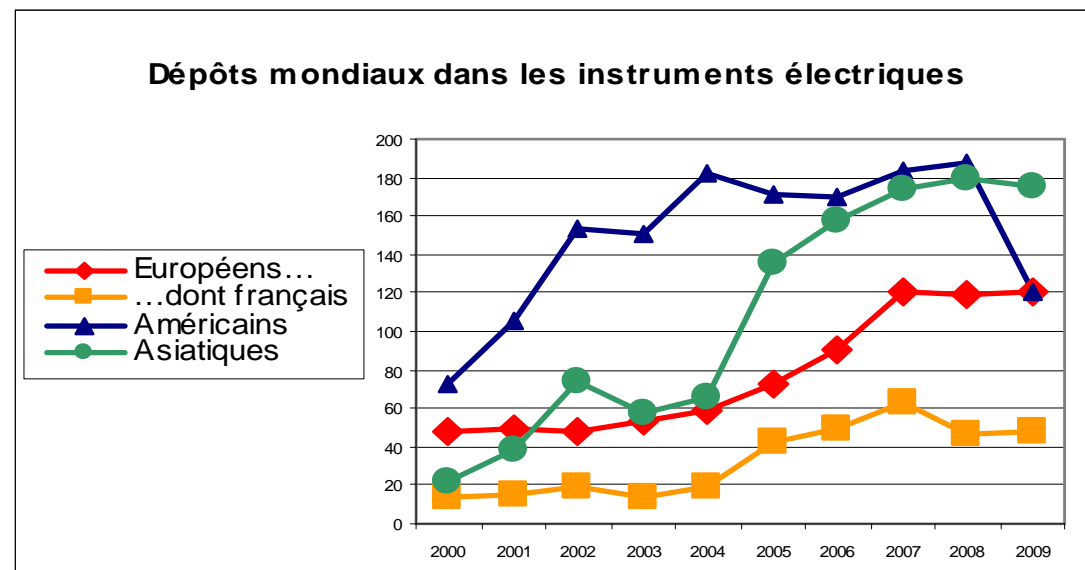
##### 3. Environnement

- Propulsion
- Architecture

### Conclusion

Forte hausse des brevets asiatiques à partir de 2005

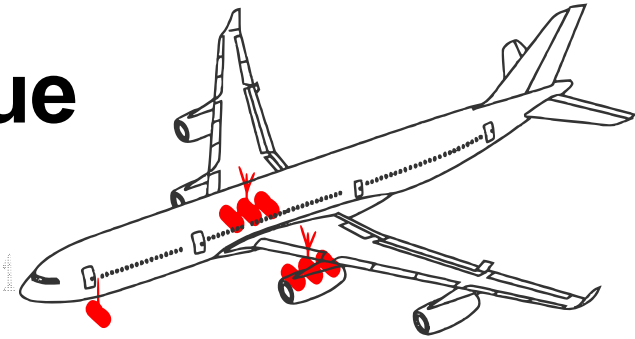
2009 : Les brevets d'origine française représentent **12%** du total des brevets



- Usage des génératrices triphasées
- Fonctionnement des appareils de bord sous tension élevée
- Suppression progressive des commandes hydrauliques
- Commandes exclusivement électriques (volets d'aile, trains d'atterrissage, freinage)
- Développement en cours d'un contrôle commande adapté et robuste

# L'avion plus électrique

## Trains d'atterrissage



### Rappel des données

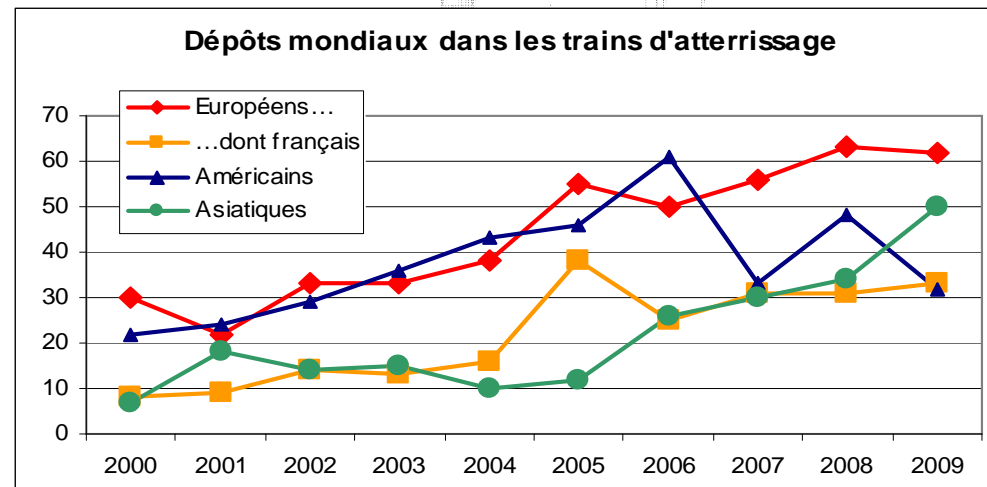
#### Axes de développement

1. Electronique & Electricité
  - Gestion du trafic
  - Réseaux
  - **Avion plus électrique**
  - Multimédia
2. Structure et procédés
  - Structure
  - Matériaux & Procédés
3. Environnement
  - Propulsion
  - Architecture

### Conclusion

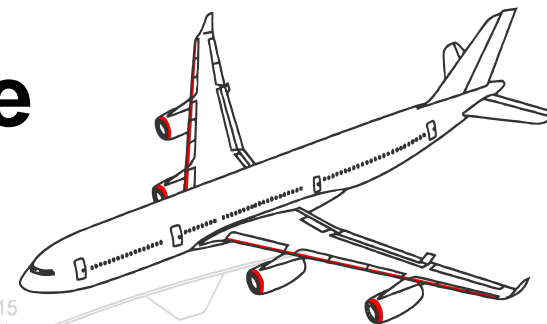
**2009 : Les brevets d'origine française représentent 23% du total des brevets**

- Éléments de l'avion qui concentrent beaucoup d'actionneurs hydrauliques amenés à être remplacés par des actionneurs électriques.



# L'avion plus électrique

## Dégivrage



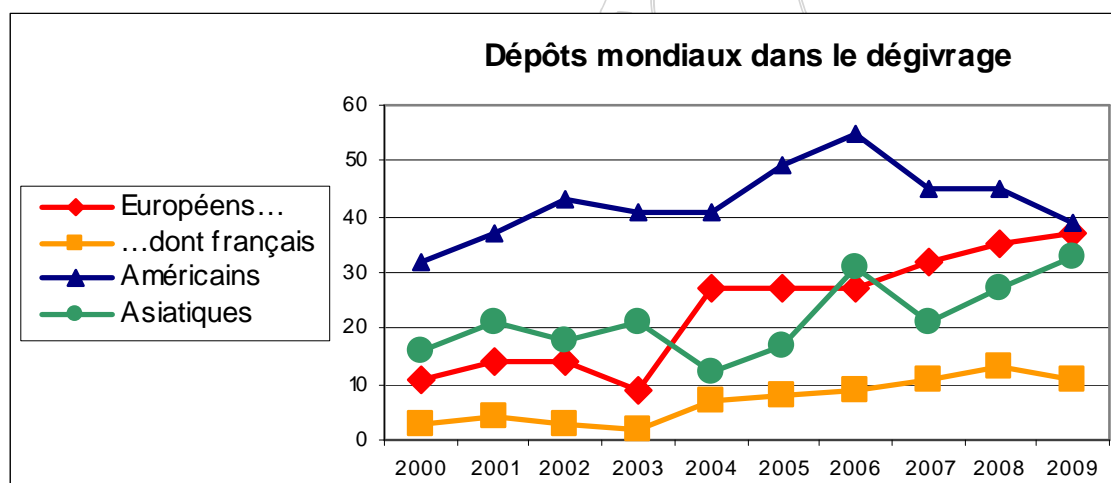
### Rappel des données

#### Axes de développement

1. Electronique & Electricité
  - Gestion du trafic
  - Réseaux
  - **Avion plus électrique**
  - Multimédia
2. Structure et procédés
  - Structure
  - Matériaux & Procédés
3. Environnement
  - Propulsion
  - Architecture

#### Conclusion

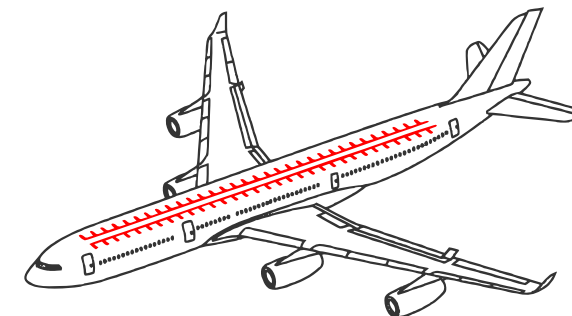
2009 : Les brevets d'origine française représentent **10%** du total des brevets



- Remplacement des systèmes de dégivrage des surfaces externes utilisant un prélèvement d'air chaud sortant du moteur par des systèmes de dégivrage électrique
- Dispositifs de réduction du bruit à proximité des entrées d'air des réacteurs

# Le multimédia à bord

## Infotainment



### Rappel des données

#### Axes de développement

##### 1. Electronique & Electricité

- Gestion du trafic
- Réseaux
- Avion plus électrique

##### - Multimédia

##### 2. Structure et procédés

- Structure
- Matériaux & Procédés

##### 3. Environnement

- Propulsion
- Architecture

### Conclusion



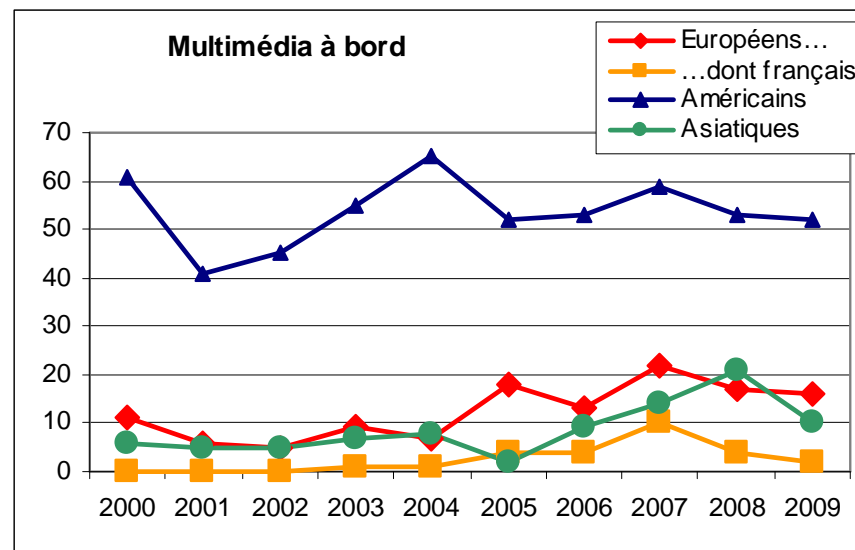
inpi

Accéder en vol à **Internet** en haut débit

**Accessibilité** aux réseaux (satellitaire ou terrestre)

**Valeur ajoutée** que peut apporter une compagnie aérienne à ses passagers

Les brevets d'origine française représentent **3%** du total des brevets en 2009 – **domination des brevets d'origine US**



- Concentration des flux de données reçus ou émis par les passagers
- Réseaux haut débit par fibre optique
- Réseaux dérivés du WiFi ou du WiMax

>

INPI le 19 10 2011

# Axes de développement

## Rappel des données

### Axes de développement

#### 1. Electronique & Electricité

- Gestion du trafic
- Réseaux
- Avion plus électrique
- Multimédia

#### 2. Structure et procédés

- Structure
- Matériaux & Procédés

#### 3. Environnement

- Propulsion
- Architecture

## Conclusion

## 1. Electronique & Electricité

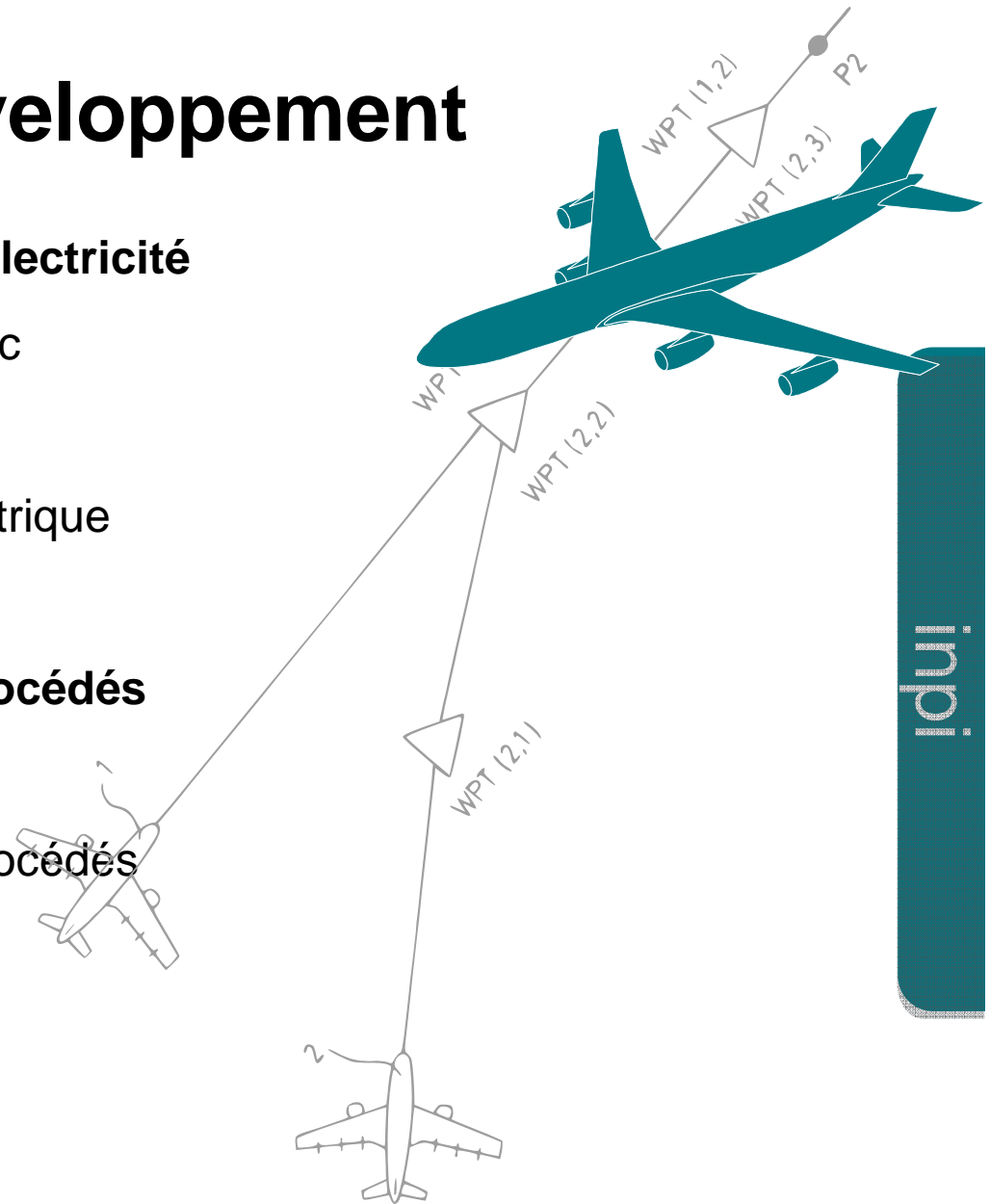
- Gestion du trafic
- Réseaux
- Avion plus électrique
- Multimédia

## 2. Structure et procédés

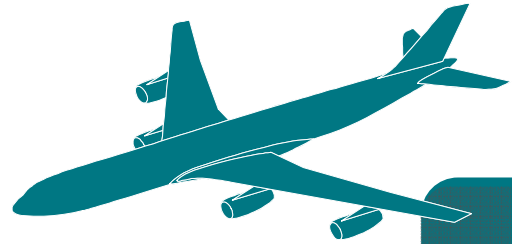
- Structure
- Matériaux & Procédés

## 3. Environnement

- Propulsion
- Architecture



# Structure, matériaux et procédés



## Rappel des données

### Axes de développement

1. Electronique & Electricité
  - Gestion du trafic
  - Réseaux
  - Avion plus électrique
  - Multimédia

### 2. Structure et procédés

- Structure
- Matériaux & Procédés

### 3. Environnement

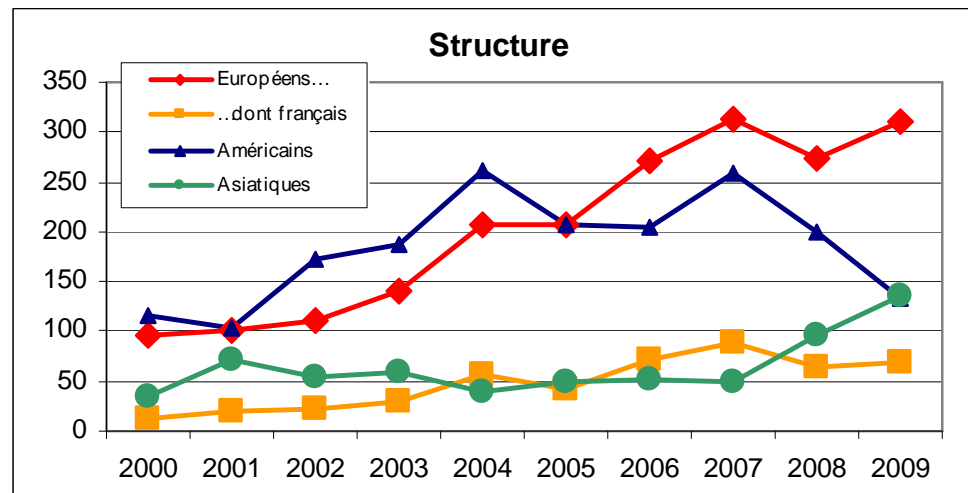
- Propulsion
- Architecture

## Conclusion

Les brevets d'origine française représentent **12%** du total des brevets en 2009

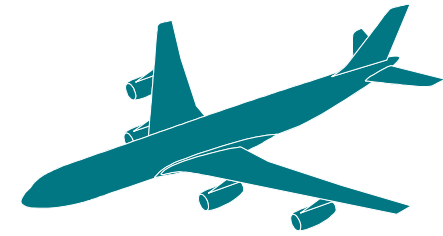
Prédominance des brevets d'origine européenne

**Enjeu :** performances élevées pour masse réduite



- Optimisation des différentes parties de structure de l'avion

# Composites



**Essentiel** des dépôts sur procédés de fabrication  
et **non** sur les composants contenus dans les composites

## Rappel des données

### Axes de développement

1. Electronique & Electricité
  - Gestion du trafic
  - Réseaux
  - Avion plus électrique
  - Multimédia
2. Structure et procédés
  - Structure
  - **Matériaux & Procédés**
3. Environnement
  - Propulsion
  - Architecture

## Conclusion

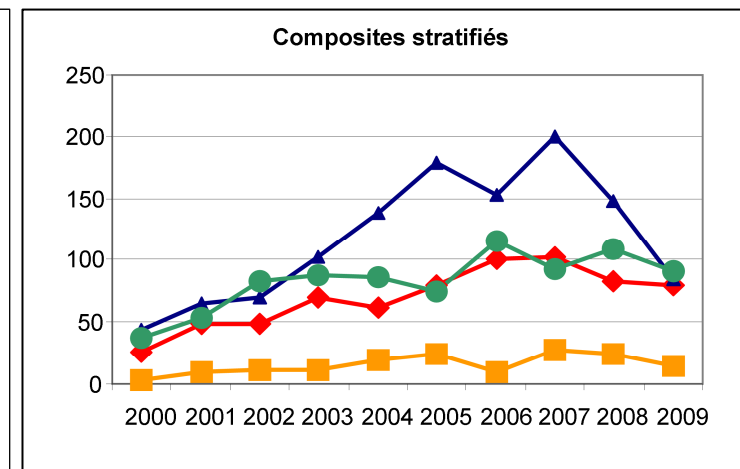
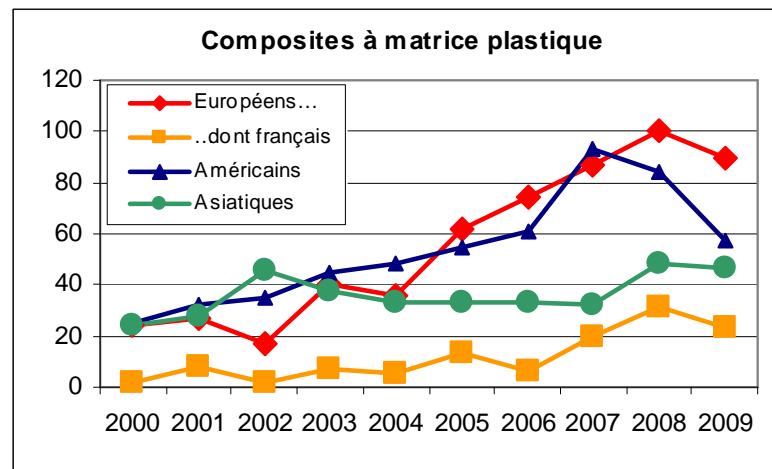
### Procédé de fabrication des composites à matrice plastique :

- domination européenne, baisse du nombre de brevets américains depuis 2008

### Procédé de fabrication des composites stratifiés :

- autant de brevets des pays européens, américains (en baisse) et asiatiques

→ Asiatiques : équipementiers experts



Les brevets d'origine française représentent respectivement **12%** et **6%** du total des brevets en 2009 dans les composites à matrice plastique et stratifiés

# Matériaux métalliques



Rappel des données

Axes de développement

1. Electronique & Electricité
  - Gestion du trafic
  - Réseaux
  - Avion plus électrique
  - Multimédia

2. Structure et procédés

- Structure
- **Matériaux & Procédés**

3. Environnement

- Propulsion
- Architecture

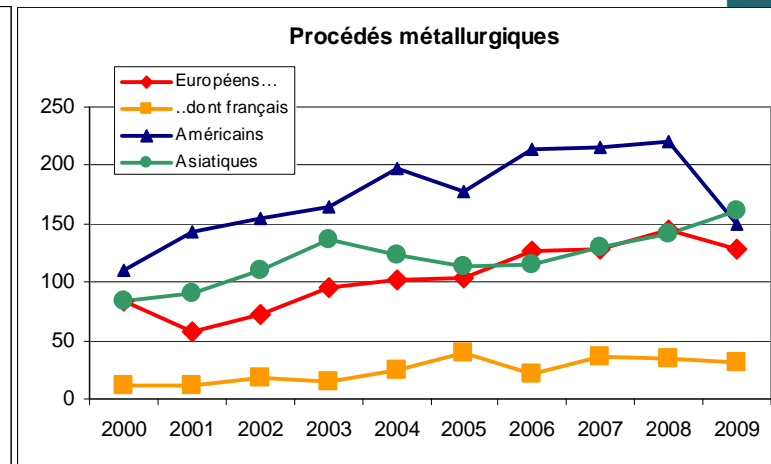
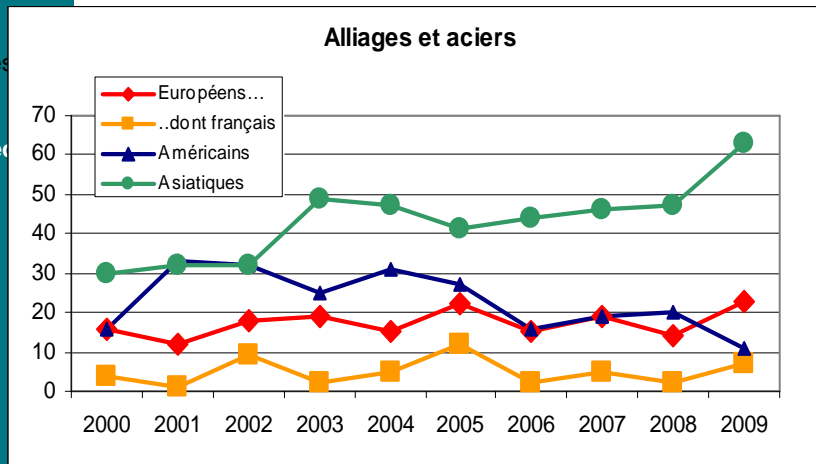
Conclusion

• **Alliages et aciers :**

Activité **asiatique** importante (65% du total des brevets)

• **Procédé métallurgiques :**

Autant de brevets des pays européens, américains (en baisse) et asiatiques



Les brevets d'origine française représentent **7%** du total des brevets en 2009 dans les matériaux métalliques et dans les procédés métallurgiques

# Revêtements et traitements chimiques



Répartition égale des brevets entre Américains, Européens et Asiatiques

Les brevets d'origine française représentent **6%** du total des brevets en 2009

## Rappel des données

### Axes de développement

#### 1. Electronique & Electricité

- Gestion du trafic
- Réseaux
- Avion plus électrique
- Multimédia

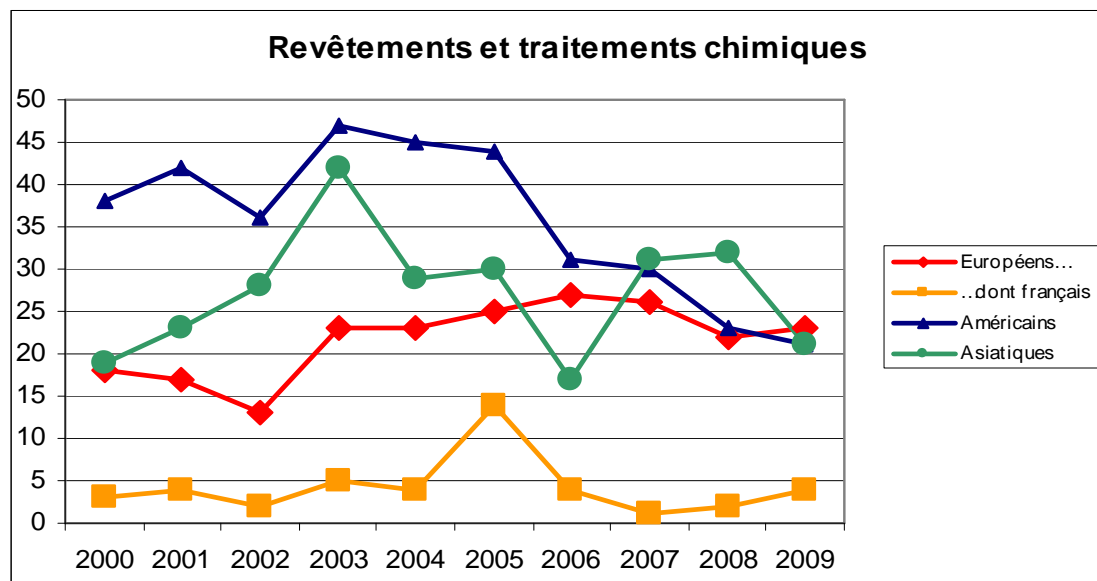
#### 2. Structure et procédés

- Structure
- **Matériaux & Procédés**

#### 3. Environnement

- Propulsion
- Architecture

## Conclusion



- Revêtement anticorrosion : matériau alternatif au chrome VI
- par ex : matériaux nanostructurés comportant des **nanoparticules**

# Axes de développement

## Rappel des données

### Axes de développement

#### 1. Electronique & Electricité

- Gestion du trafic
- Réseaux
- Avion plus électrique
- Multimédia

#### 2. Structure et procédés

- Structure
- Matériaux & Procédés

#### 3. Environnement

- Propulsion
- Architecture

## Conclusion

## 1. Electronique & Electricité

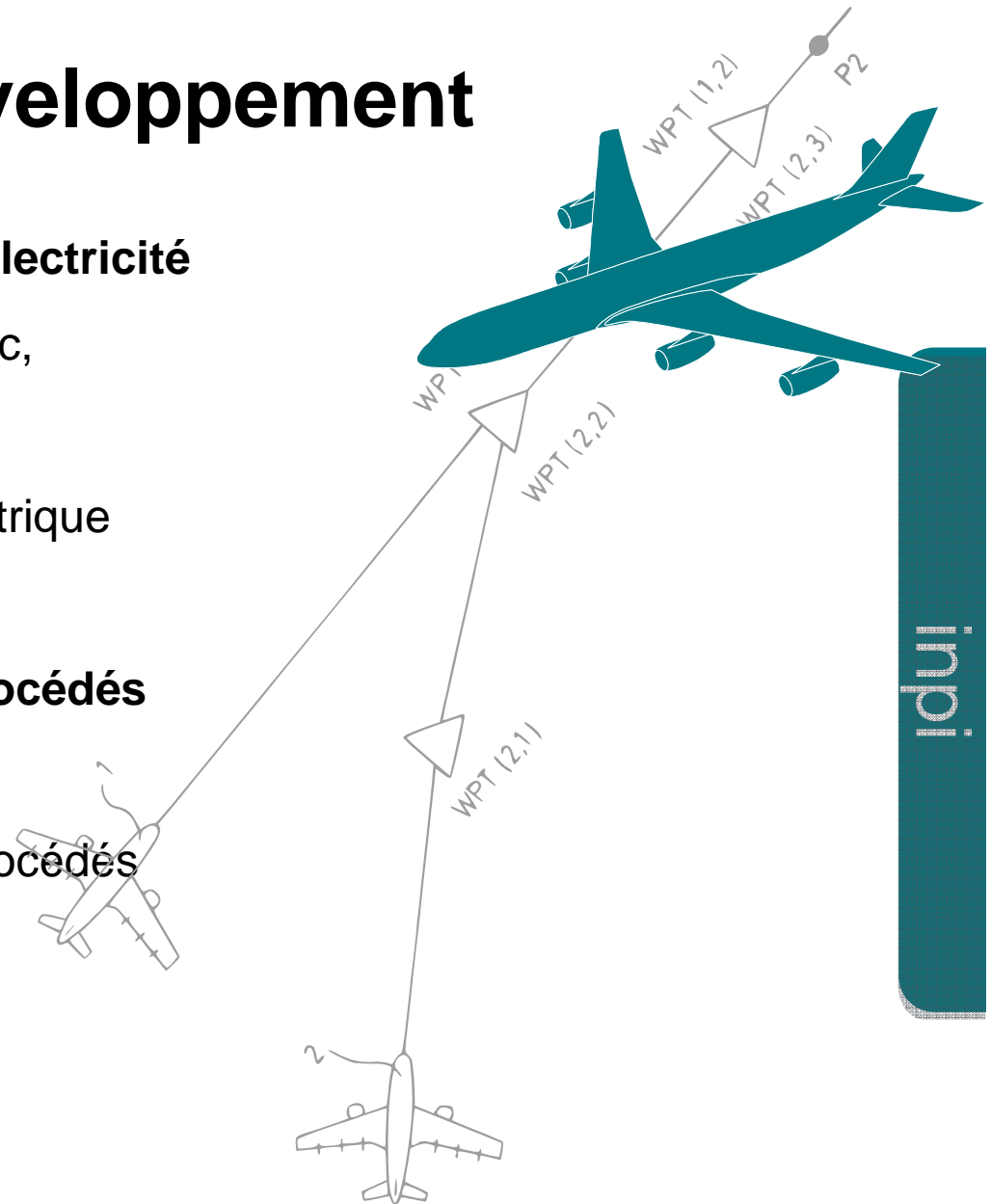
- Gestion du trafic,
- Réseaux
- Avion plus électrique
- Multimédia

## 2. Structure et procédés

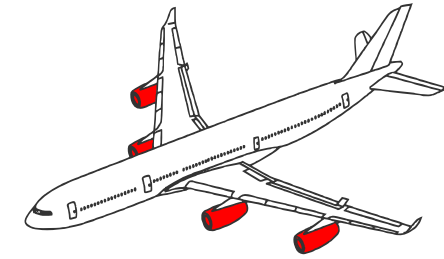
- Structure
- Matériaux & Procédés

## 3. Environnement

- Propulsion
- Architecture



# Propulsion



## Rappel des données

### Axes de développement

#### 1. Electronique & Electricité

- Gestion du trafic
- Réseaux
- Avion plus électrique
- Multimédia

#### 2. Structure et procédés

- Structure
- Matériaux & Procédés

#### 3. Environnement

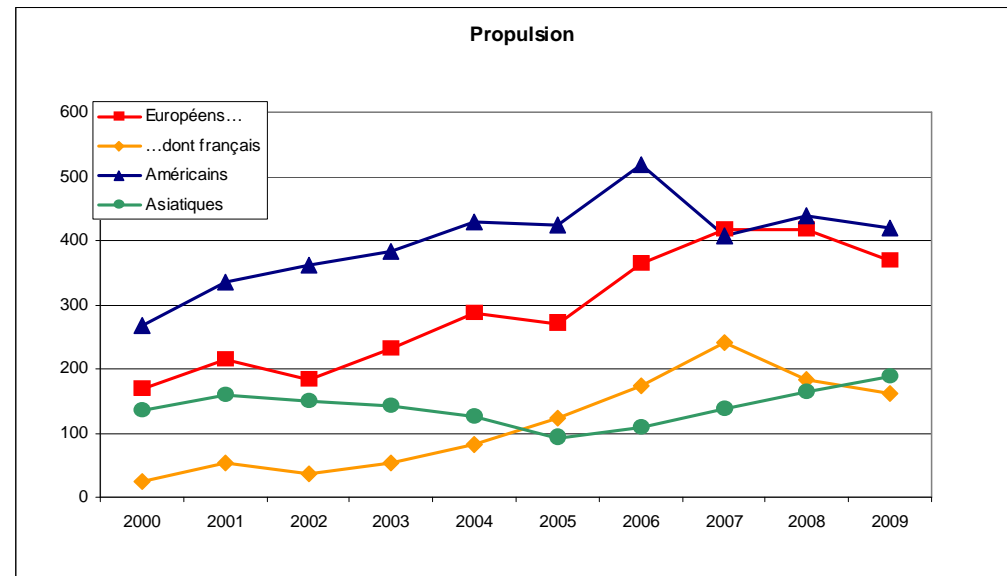
- **Propulsion**
- Architecture

## Conclusion

inpi

2009 : Les brevets d'origine française représentent **17%** du total des brevets

**Autant de brevets d'origine américaine qu'européenne**



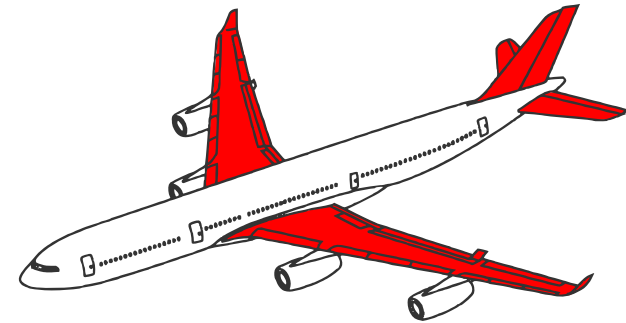
- Augmentation du taux de dilution
- Amélioration de la combustion
- Insonorisation

>

INPI le 19 10 2011

# Architecture

## Aérodynamique



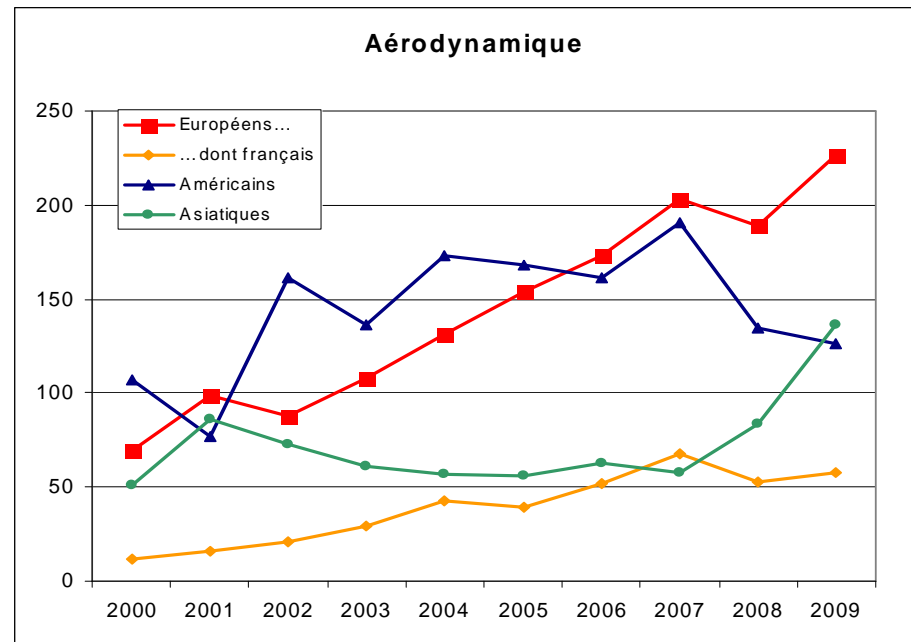
### Rappel des données

#### Axes de développement

1. Electronique & Electricité
  - Gestion du trafic
  - Réseaux
  - Avion plus électrique
  - Multimédia
2. Structure et procédés
  - Structure
  - Matériaux & Procédés
3. Environnement
  - Propulsion
  - Architecture

### Conclusion

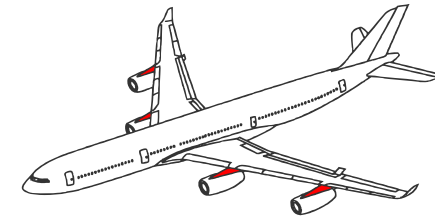
Les brevets d'origine française représentent **12%** du total des brevets en 2009



- Optimiser les performances de l'avion : Winglets, volets, commandes, etc.
- Excellence de l'industrie européenne
- Baisse du nombre de brevets US en 2008 et 2009
- Croissance forte en Asie

# Architecture

## Intégration des propulseurs



Les brevets d'origine française représentent **42%** du total des brevets en 2009

### Rappel des données

#### Axes de développement

##### 1. Electronique & Electricité

- Gestion du trafic
- Réseaux
- Avion plus électrique
- Multimédia

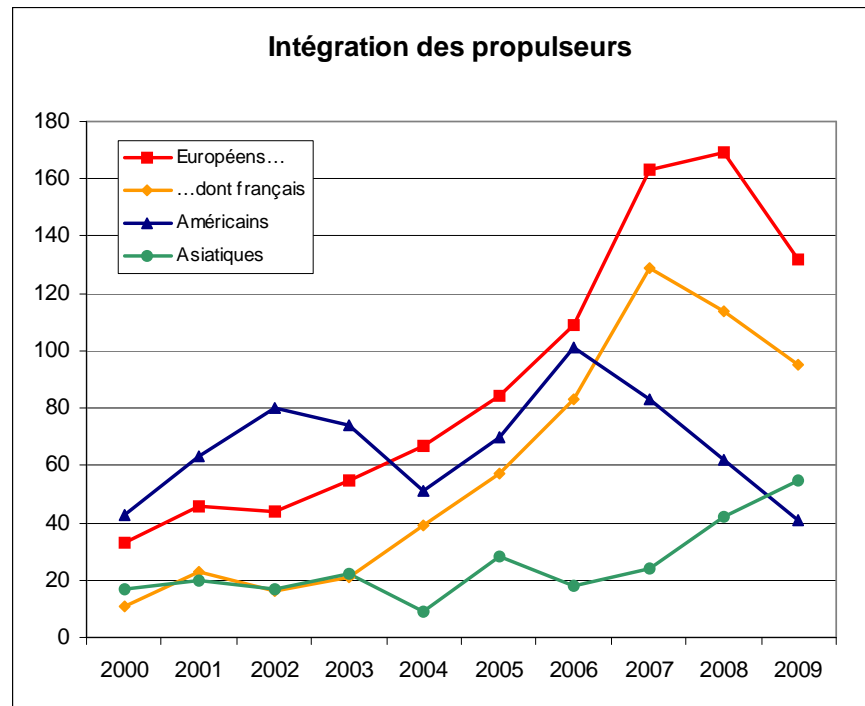
##### 2. Structure et procédés

- Structure
- Matériaux & Procédés

##### 3. Environnement

- Propulsion
- **Architecture**

### Conclusion



- La liaison **nacelle/aile** est critique pour l'amortissement du bruit et la transmission des vibrations au fuselage.
- Sensible tendance baissière en Occident et US : Maturité d'une technologie ?

# Conclusion



## Rappel des données

### Axes de développement

1. Electronique & Electricité
  - Gestion du trafic
  - Réseaux
  - Avion plus électrique
  - Multimédia
2. Structure et procédés
  - Structure
  - Matériaux & Procédés
3. Environnement
  - Propulsion
  - Architecture

## Conclusion



## Un marché énorme :

- pour les constructeurs en place (Airbus, Boeing, Embraer, Bombardier)
- et surtout pour les challengers dont la clé d'entrée est fondée sur les investissements en R&D

## 5 grands enjeux pour demain :

- L'augmentation du trafic
- L'épuisement des ressources
- Les contraintes urbaines en terme de bruit
- Les émissions polluantes
- Le confort du passager

## Pour répondre à ces enjeux, les axes de travail sont :

- La réduction de la masse (matériaux/circuits électriques) :
- Meilleure utilisation de la poussée (gestion du trafic)
- Réduction du bruit
- Amélioration de la propulsion
- Architecture de l'aéronef
- Multimédia à bord



# Conclusion



## Rappel des données

### Axes de développement

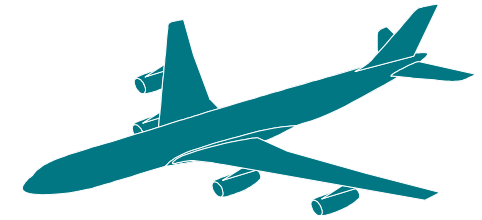
1. Electronique & Electricité
  - Gestion du trafic
  - Réseaux
  - Avion plus électrique
  - Multimédia
2. Structure et procédés
  - Structure
  - Matériaux & Procédés
3. Environnement
  - Propulsion
  - Architecture

## Conclusion

L'industrie aéronautique française est au cœur de ces avancées avec **une activité très soutenue** au niveau mondial et une part importante des brevets d'origine française dans les domaines suivants

- l'électronique de bord: gestion du trafic, instruments de bord **19%**
- certaines parties mécaniques notamment les trains d'atterrissage **23%**
- la fabrication des composites à matrice plastique **12%**
- Les propulseurs **17%** , et leur intégration **42%**

# Conclusion



## Rappel des données

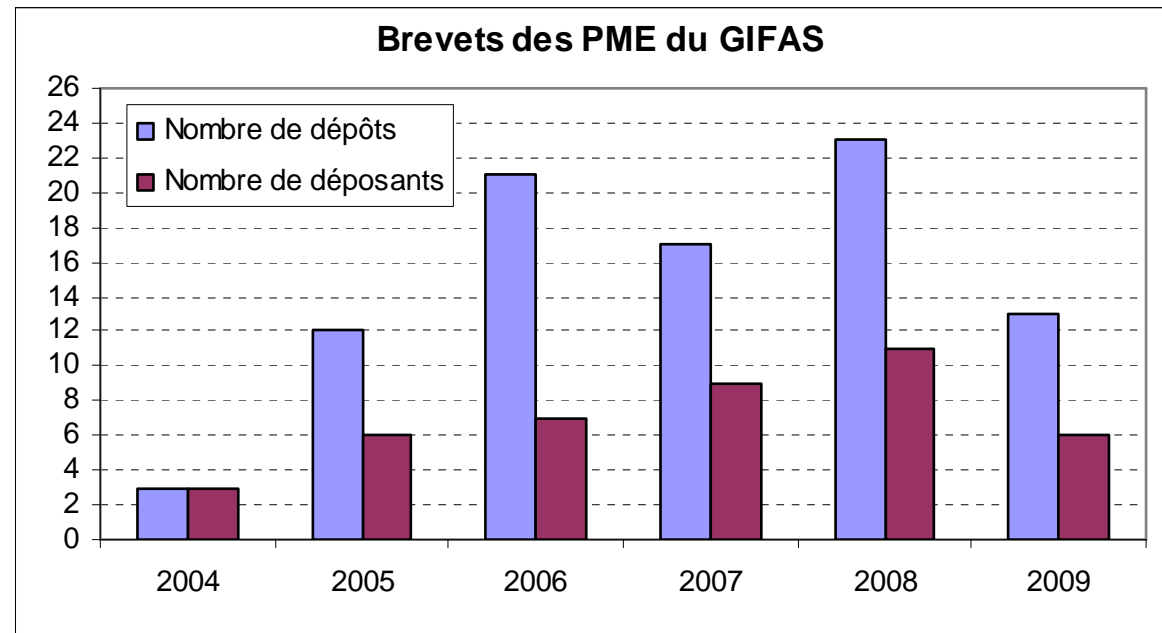
### Axes de développement

1. Electronique & Electricité
  - Gestion du trafic
  - Réseaux
  - Avion plus électrique
  - Multimédia
2. Structure et procédés
  - Structure
  - Matériaux & Procédés
3. Environnement
  - Propulsion
  - Architecture

## Conclusion

Cette activité soutenue se retrouve au niveau des PME dans :

- **L'augmentation globale jusqu'en 2008 du nombre de brevets par les PME du GIFAS**
- **L'augmentation régulière jusqu'en 2008 du nombre de PME déposant des demandes de brevet**
- **Ralentissement en 2009**



# Contacts



Erwan CHAPELIER : [echapelier@inpi.fr](mailto:echapelier@inpi.fr)

G rome LE BARON: [glebaron@inpi.fr](mailto:glebaron@inpi.fr)

Raphaël LEVY : [rlevy@inpi.fr](mailto:rlevy@inpi.fr)

Philippe MARCEL: [pmarcel@inpi.fr](mailto:pmarcel@inpi.fr)