



BIOAERO: Composites issus des matériaux naturels pour le monde aéronautique

Techno clé:

Composites, nouveaux matériaux
et assemblages

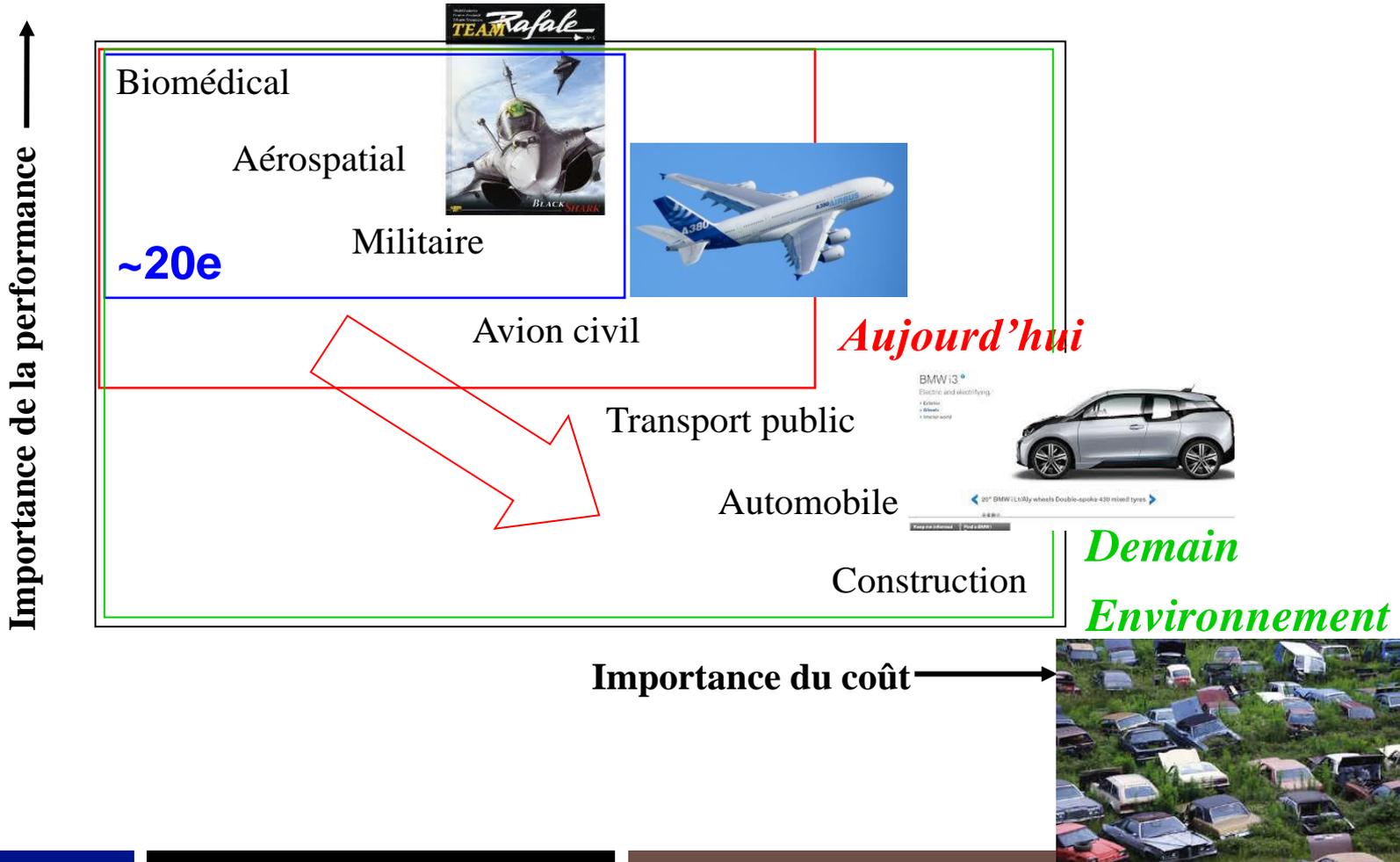


Nouveau Projet: Techno Clé « Composites »

- **Acronyme.** BIOAERO
- **Leadership IMT.** Chung Hae PARK (Mines Douai)
- **Objectif & Différenciateurs IMT.** Composites basés sur les matériaux naturels pour le monde aéronautique. *Triptyque : Bio-Composites-Aéronautique, nouveau marché des composites-bio.*
- **Partenaires & Rôles.** *Académiques:* Mines Albi (ICA), Mines Alès (C2MA), Mines Douai (TPCIM), Mines ParisTech (CDM Evry, CMM Fontainebleau, CEMEF Sophia), Mines Saint-Etienne (MPE). *ONR:* INRA Montpellier. *Applications Aéronautiques:* Airbus Group Innovation, Airbus Helicopters, Zodiac Aerospace, Stélia Aerospace, SAFRAN/Herakles, *Production de matériaux:* HEXCEL, *PMEs:* Pyroméral Systems, Terre de lin, Dehondt, etc.
- **Budget, Volume H-M, Durée.** 5M€, 4ans.
- **Guichets Cibles & Justification.** PIAVE Industrie du Futur ou FUI ou ANR
- **Date de dépôt anticipé.** 29/01/2016
- **Plateformes en support & Fonctions.** MIMAUSA (Albi) et EXTREMOM (Douai), voire plateformes MOCABIO (Alès), Miniprocessing (Sophia-Antipolis), Caractérisation (Saint-Etienne, Evry et Fontainebleau)

Evolution des Applications Industrielles

Performance → Coût → Environnement



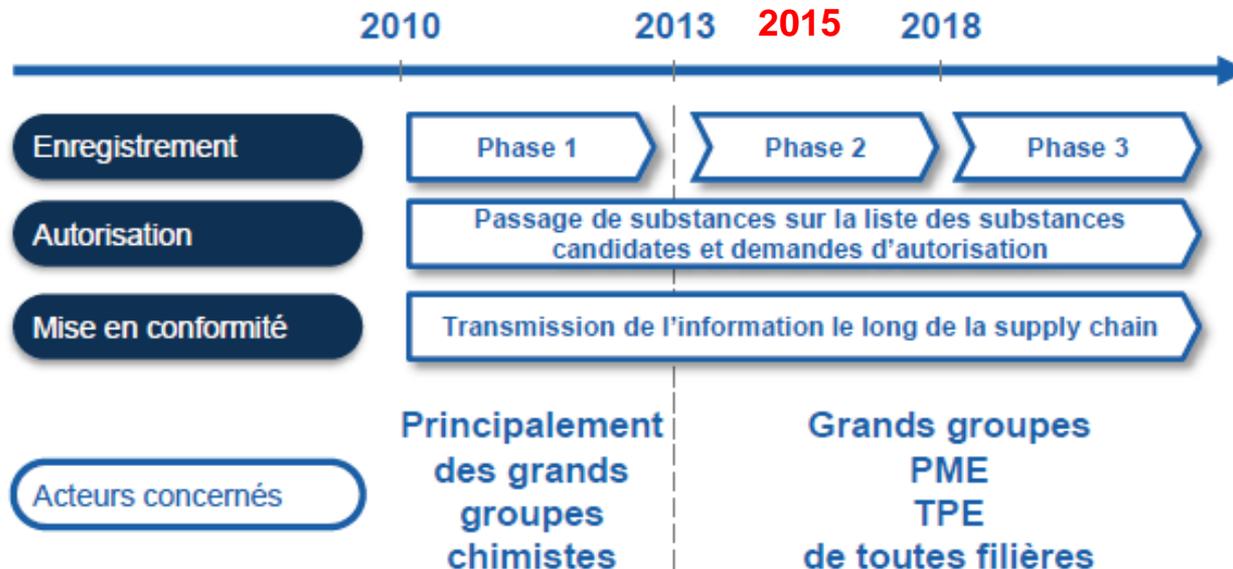
Politiques EU pour l'Environnement

■ Directive VHU (Véhicules Hors Usage)

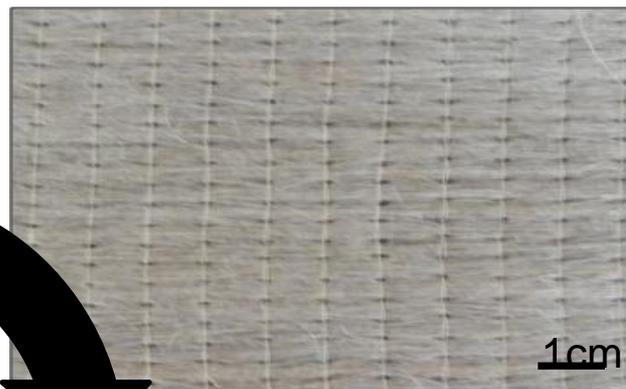
Depuis **janvier 2015**

- taux minimum de réutilisation et de recyclage de 85% en masse du VHU
- taux minimum de réutilisation et de valorisation de 95% en masse du VHU

■ REACH: Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals



Matériaux Naturels pour l'Environnement



Mercedes Benz A-Class (1995)

Fibre lin / Polypropylène



Matériaux Naturels « Made in France »

■ Fibres de lin et chanvre

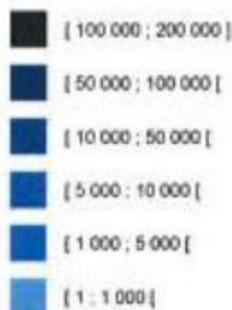
Fibres naturelles les plus performantes

Position de la France en Europe

- 80% du volume des fibres végétales
- 75% de la surface en fibres de lin
- 55% de la surface en fibres de chanvre



Production de fibres
(tonnes)



■ Géopolymère

Polymère inorganique à base minérale

En 1978, Joseph Davidovits a

- inventé le terme « Géopolymère »
- et créé « Institut Géopolymère »
(association loi 1901)

- Procédé de **polymérisation** similaire aux résines **thermodurcissables**
- **Sous haute température**

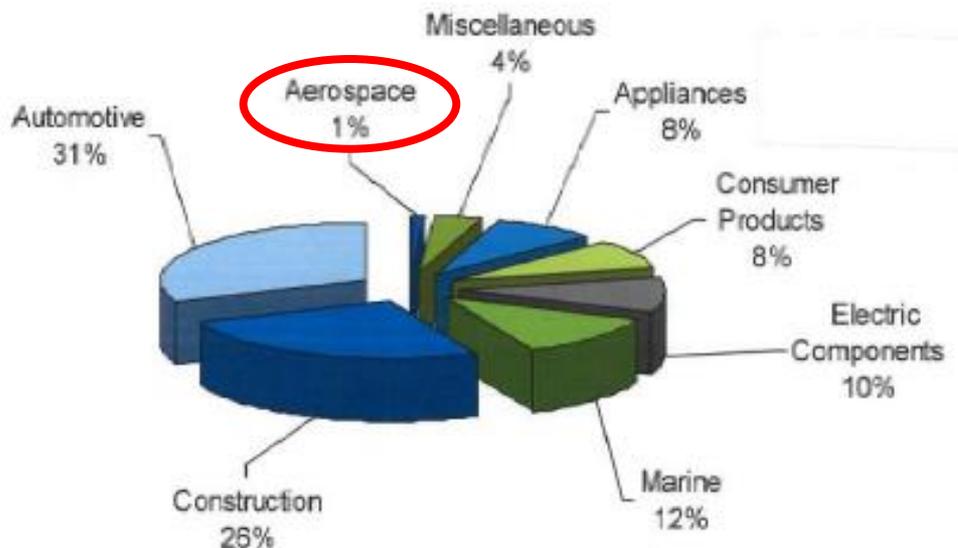


- aucun solvant dangereux
- pas de combustion
- pas de gaz
- pas de fumées toxiques

Marchés Visés

■ Fibres naturelles

- Marché mondial: \$3.8B en 2016
- 15% de taux de croissance annuelle
- Construction et Automobile
- Opportunités: Politique EU, Instabilité de prix de pétrole, etc.



Applications industrielles des fibres naturelles en Europe

■ Blue Ocean: Aéronautique

Nombreuses applications en **SVHC** (**Substances of Very High Concern**) interdits par **REACH**

Les industriels aéronautiques cherchent des matériaux conciliant:

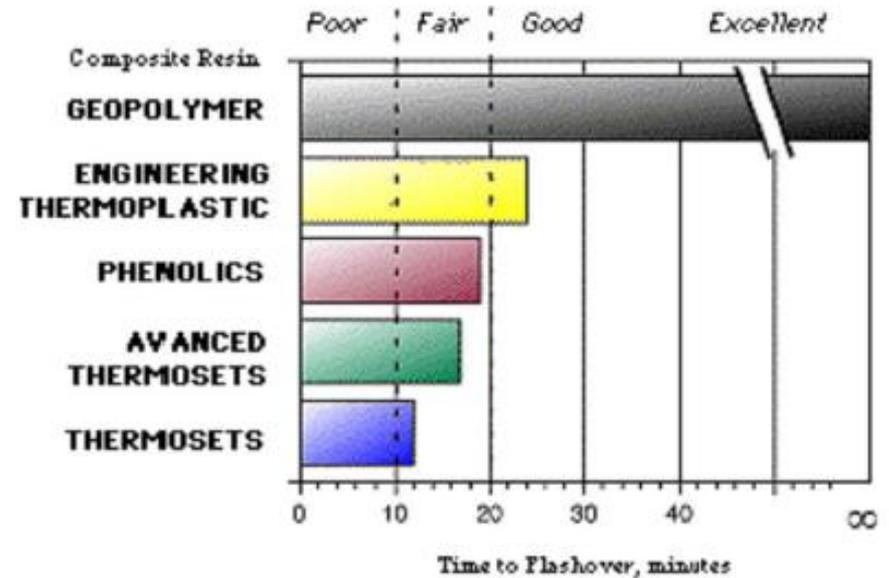


- Qualité
 - Coût
 - Sourcing (délais, pérennité)
- et
- **REACH**

Applications Aéronautiques I

■ Pièces intérieures

- Remplacement des SVHC: résine phénolique, fibre verre, kevlar, nid d'abeille
- Introduction de matériaux naturels non-toxiques et non-pétrosourcés: fibre naturelle, géopolymère
- Allègement, Performance, Bas coût,
- **Résistance au feu**



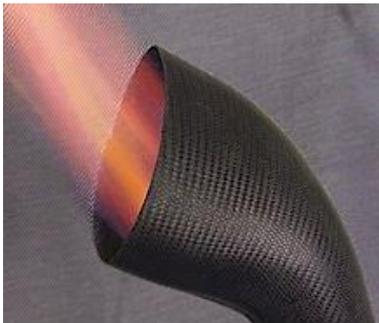
Applications Aéronautiques II

■ Composites structuraux résistants à la chaleur et barrière anti-feu

- Etat de l'art

Matériau composite	Matrice	Résistance à chaleur	Côût de fabrication
CMC (Composite à Matrice Céramique)	Céramique (e.g. Carbone)	Excellente ($T > 1000^{\circ}\text{C}$)	Très élevé (CVI: Chemical Vapor Infiltration)
CMO (Composites à Matrice Organique)	Polymère (e.g. Epoxy)	Mauvaise ($T < 300^{\circ}\text{C}$)	Bas (LCM: Liquid Composite Molding)

Procédé LCM à bas coût : fibre carbone + matrice vitro-céramique (géopolymère)



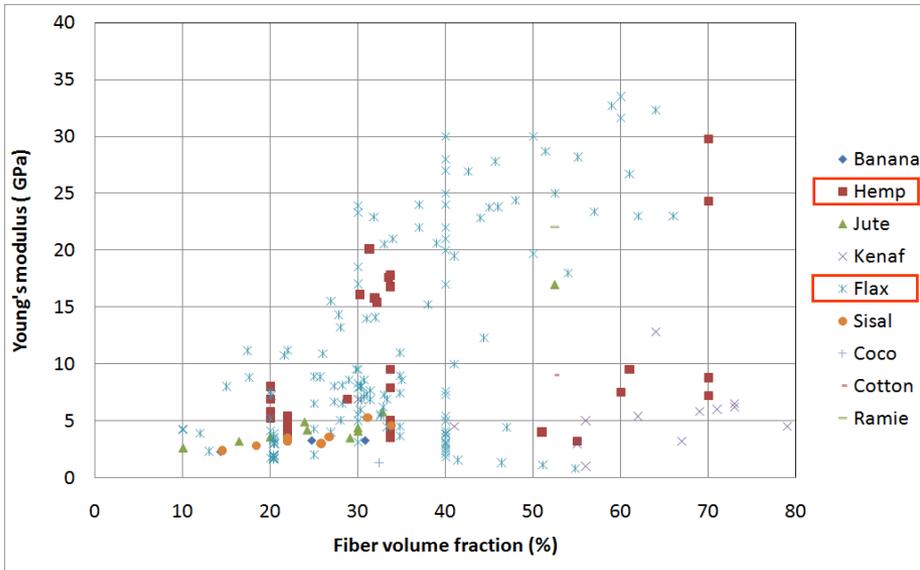
Conduit échappement



Barrière anti-feu

Verrous Technologiques

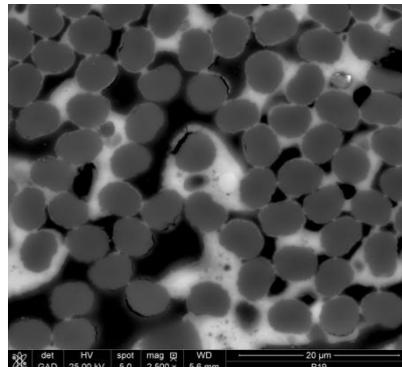
Variabilité des matériaux



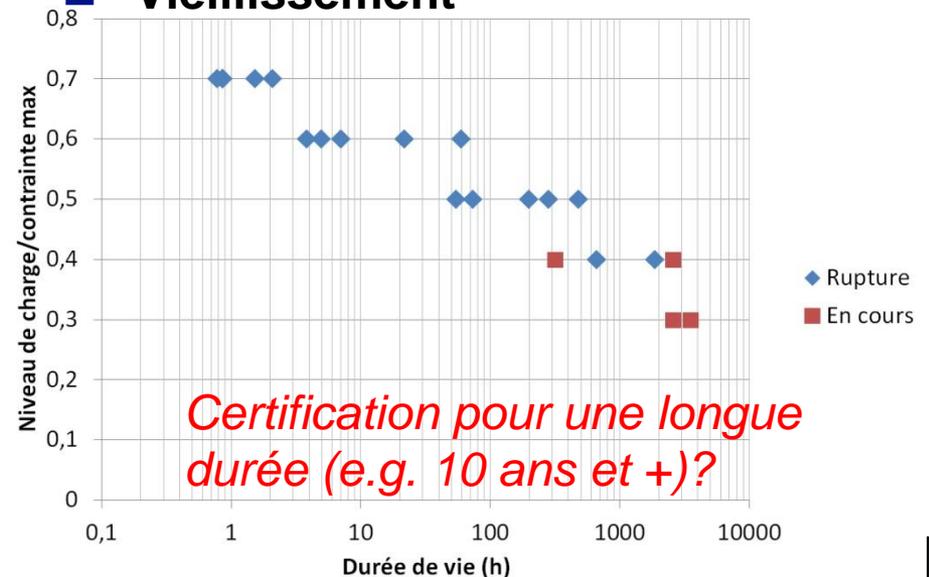
Interface (e.g. mouillabilité)



Défauts induits pendant le procédé (e.g. porosité)



Vieillessement



Objectifs du Projet BIOAERO

■ Une collaboration pluridisciplinaire pour

- Proposer une approche pluridisciplinaire et multi-échelles couvrant toute la chaîne du cycle de vie des matériaux et des produits
- Viser un nouveau marché des composites à constituants naturels : l'aéronautique (e.g. pièces intérieures des avions, applications à haute performance)
- Maîtriser la variabilité de la qualité des pièces finales simultanément au niveau de la préparation des matériaux constituants et de l'optimisation du procédé de fabrication
- Proposer une méthode expérimentale et un modèle théorique pour prédire les comportements des composites basés sur les matériaux naturels en tenant compte des effets liés aux matériaux et aux conditions de mise en oeuvre (i.e. procédés / manufacturing).

Composition du Consortium

■ Equipes académiques

- Amélioration et fonctionnalisation des matériaux constitutants: C2MA (Alès), CEMEF (Sophia-Antipolis)
- Procédés de fabrication : ICA (Albi), TPCIM (Douai), MPE (Saint-Etienne), CEMEF (Sophia-Antipolis)
- Durabilité des matériaux (vieillessement, fatigue) : TPCIM (Douai), CDM (Evry), C2MA (Alès)
- Recyclage : TPCIM (Douai), C2MA (Alès)
- Modélisation et simulation numérique : TPCIM (Douai), CDM (Evry), CMM (Fontainebleau), MPE (Saint-Etienne), CEMEF (Sophia-Antipolis)

■ Partenaires industriels (à confirmer)

- Producteurs des matériaux constitutants : PME (fibres/renforts naturels), Pyroméral Systems (géopolymère), HEXCEL (matrice polymère)
- Fabricants de pièces : Zodiac Aérospatiale, Stelia (pièces intérieures d'avions), Safran/Herakles (applications aéronautiques à haute température)
- Utilisateur final : Airbus