

IV Composites carbone - carbone

Fibres de Carbone distribuée dans une matrice de carbone.

Matrice est habituellement obtenue par CVD ou décomposition thermique d'une source de carbone comme de la résine phénolique...

Mais beaucoup de pores se forment durant la conversion hydrocarbure → carbone difficile de fabriquer une composite parfaitement dense.

IV Composites carbone - carbone

Fabrication de la matrice carbone

- pyrolyse (200 → 450 °C) : désorganisation de la structure ordonnée par rupture des liaisons chimiques.
- carbonisation (500 → 1200 °C) : formation d'un matériau carboné à l'état amorphe dans lequel la polymérisation bidimensionnelle liée à l'apparition d'un ordre à courte distance se développe.
- graphitisation (1500 → 3000°C) : recristallisation pour former du graphite polycristallin.

Masse volumique du graphite varie selon le taux de cristallinité entre 1,4 et 2,26 g/cm³

IV Composites carbone - carbone

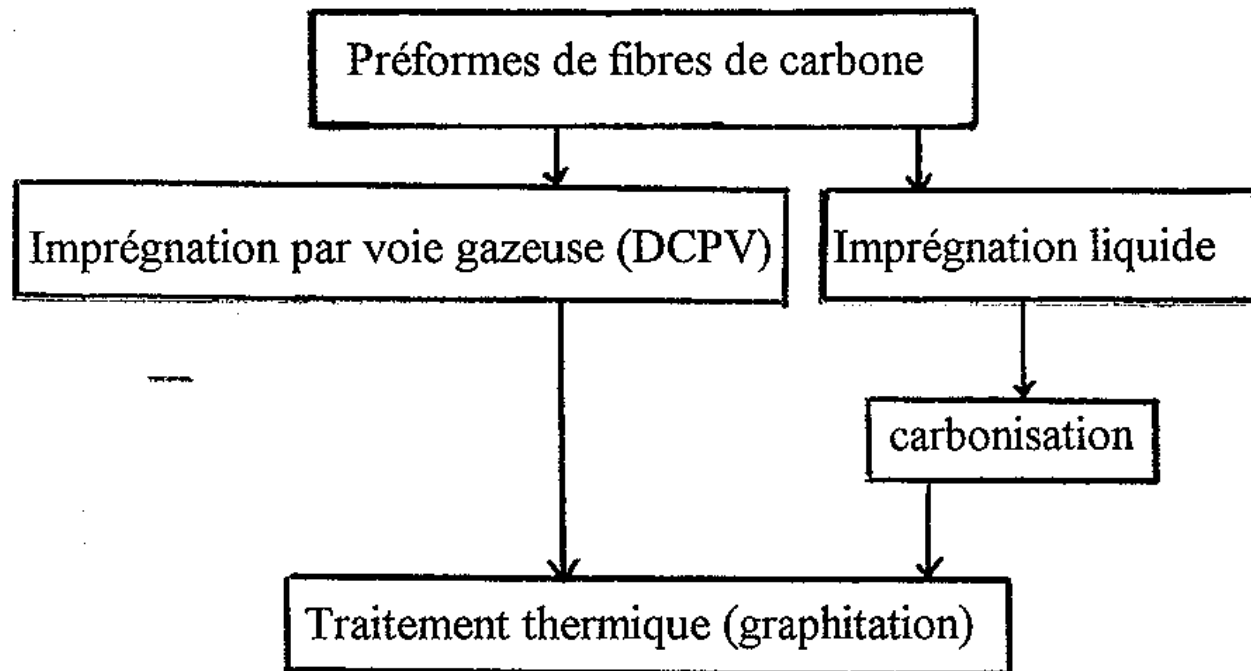


Figure 4.1.: Schéma de fabrication matériaux carbone-carbone.

IV Composites carbone - carbone

Procédé de fabrication sous pression HIPIC:
« High-Pressure Impregnation Carbonization »

Application d'une pression isostatique durant la carbonisation

Préforme est imprégnée avec un excès de résine et placée dans une capsule métallique soumise à une élévation de T jusque 550-650°C et de pression de 5 à 100 MPa

Traitement de gaphitation à $T > 2300^{\circ}\text{C}$

→ Meilleures densités

IV Composites carbone - carbone

Protection des fibres contre l'oxydation

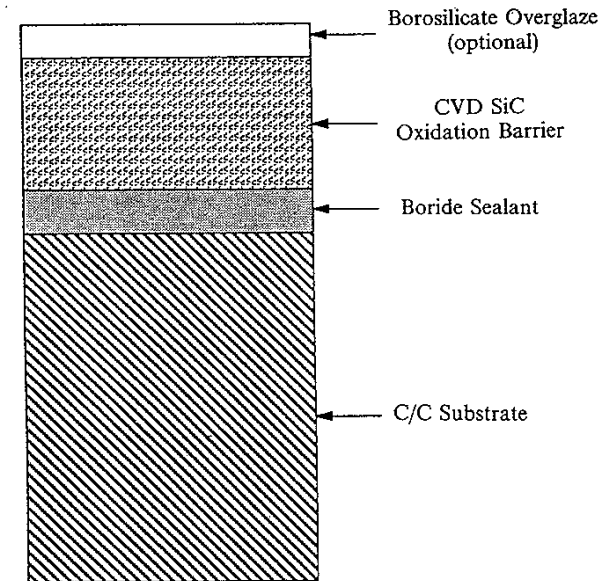
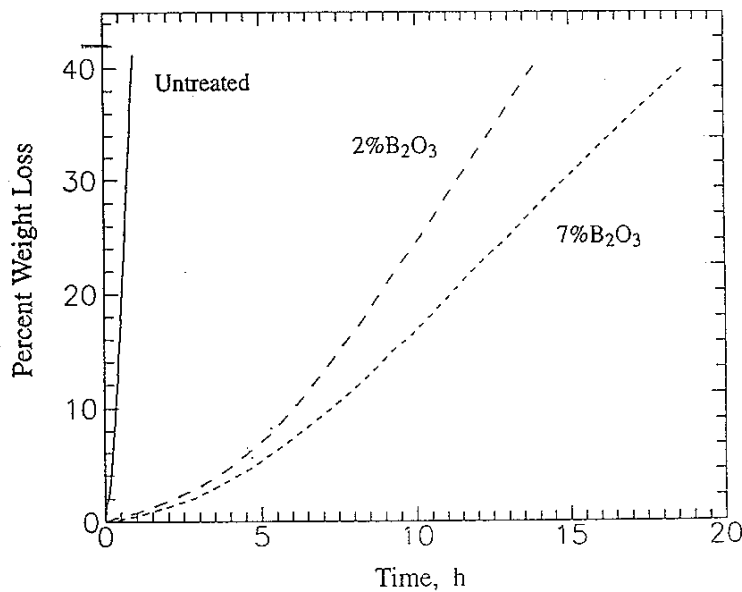
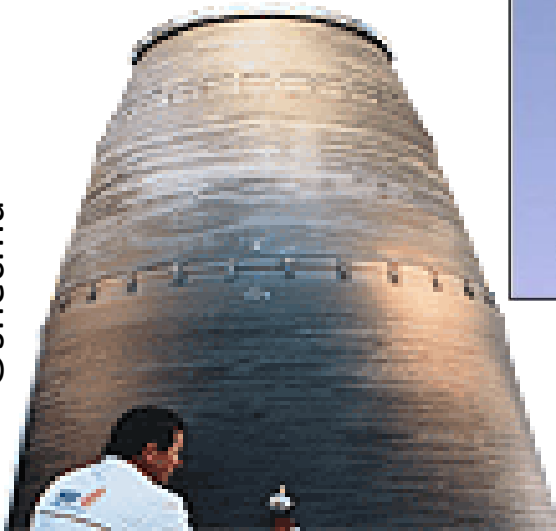


Figure 4.2 : Perte de poids en fonction du temps pour des composites C/C non traité, traité avec 2% B₂O₃ et 7% B₂O₃ soumis à un flux d'air à 1000°C.

Applications des Carbone Carbone : C/C propulsion

©sneema



*Divergent SEPCARB®
(moteur RL-10B-2)*



SAFRAN



Vinci® | ©sneema



Températures maximales :

_ col de tuyères

_ $T^{\circ} > 2500^{\circ}\text{C}$

Masses volumiques :

_ pour W : $19,25 \text{ g.cm}^{-3}$

_ pour le carbone $\leq 2,2 \text{ g.cm}^{-3}$

IV Composites carbone - carbone

Applications: freins d'avion

Fonction principale: transformer une énergie cinétique en énergie thermique par frottement. Un Boeing 767 pesant 170 tonnes arrivant sur la piste à 320km/h dégage 670MJ qui doit être dissipée en quelques minutes par 8 freins.

Cahier des charges pour le matériau:

- une grande réfractarité.
- une résistance mécanique élevée à haute température,
- de bonnes caractéristiques de friction,
- une stabilité dimensionnelle,
- une excellente résistance aux chocs thermiques,
- il doit alléger le frein.

IV Composites carbone - carbone

Applications: freins d'avion

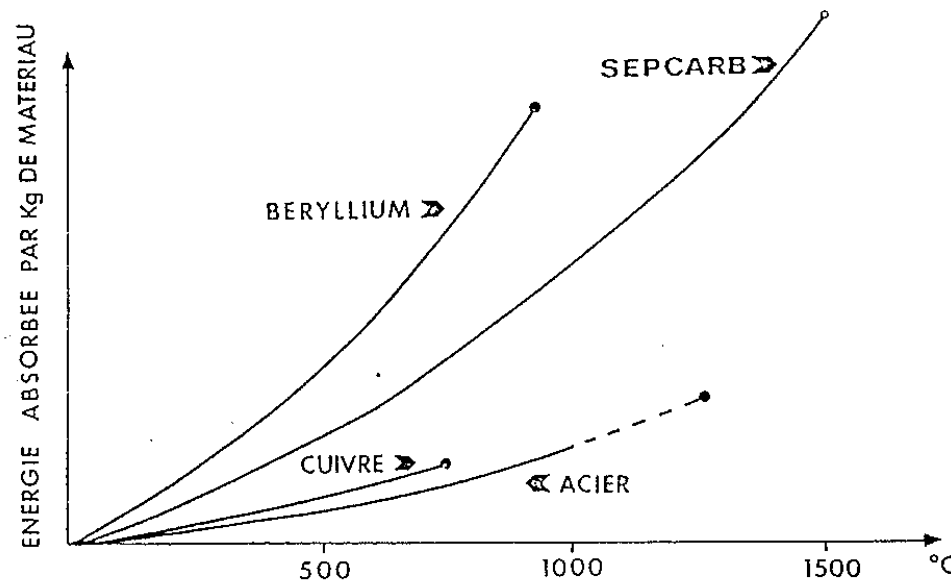


Figure 4.5. Puits de chaleur de freins d'avion : comparaison des divers matériaux envisageables.

Be toxique → composites C-C conservent leurs propriétés mécaniques jusqu'à 2000-2500°C

Applications des composites carbone carbone : Les C/C pour le freinage

- Nécessité d'un matériau résistant à chaud, avec conservation des propriétés mécaniques à haute température
- Énergie cinétique avion \Rightarrow Énergie calorifique
Freins = Puits de chaleur
- Nécessité d'un matériau léger
Capacité calorifique élevée ($\geq 2,5$ x acier)
Faible densité (4x inférieure à celle de l'acier)
 \Rightarrow 40 à 60% de gain de masse
pour une même énergie dissipée

Exemple : Airbus A320 :
75 tonnes, 300 km/h
Arrêt sur 1200 m
Dissiper 70 MJ en 20-30 s par frein
Températures : 1800°C en masse
> 2500°C en surface



SAFRAN | ©sneema



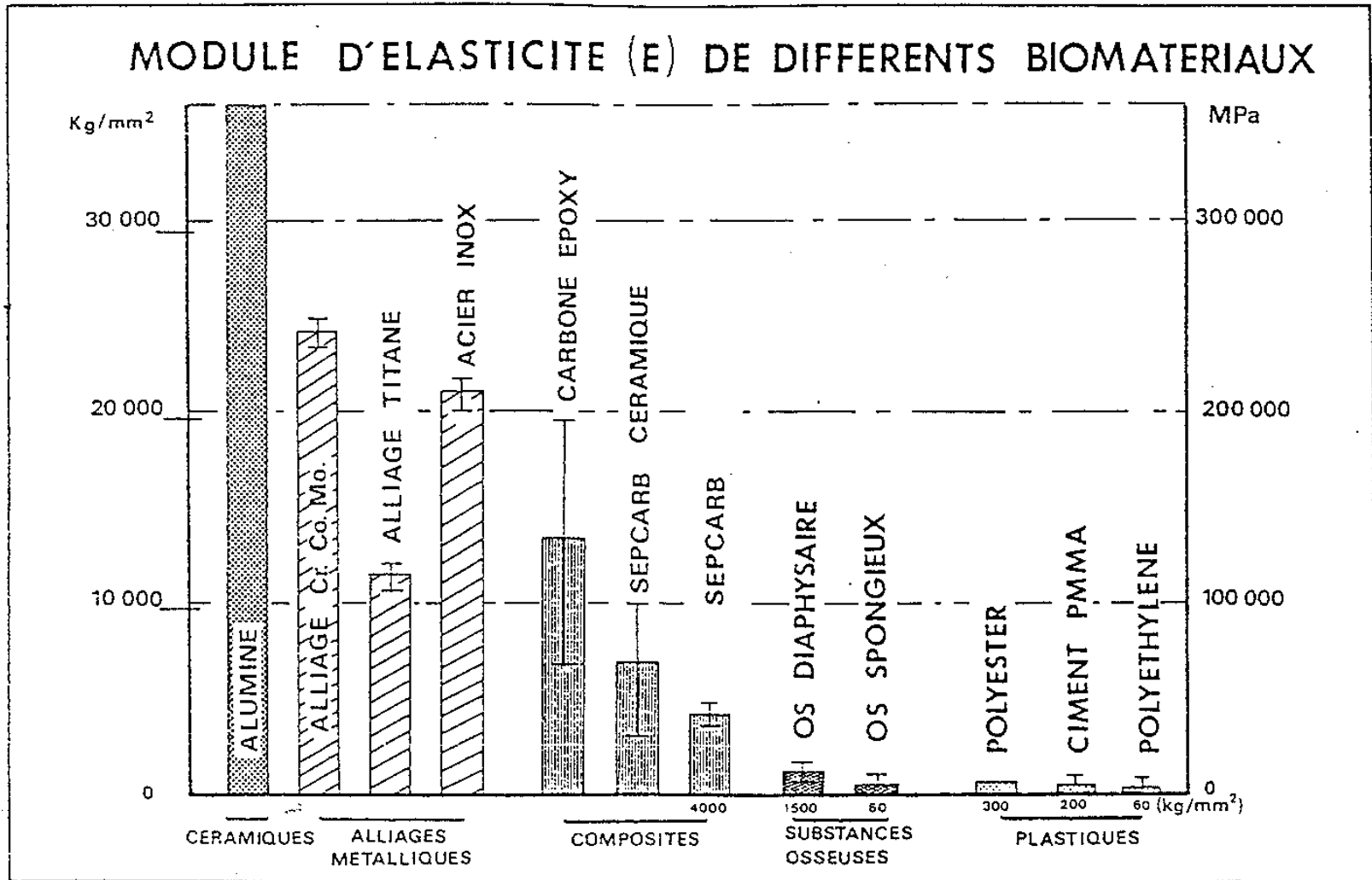
Messier Bugatti

IV Composites carbone - carbone

Applications: biomédicales

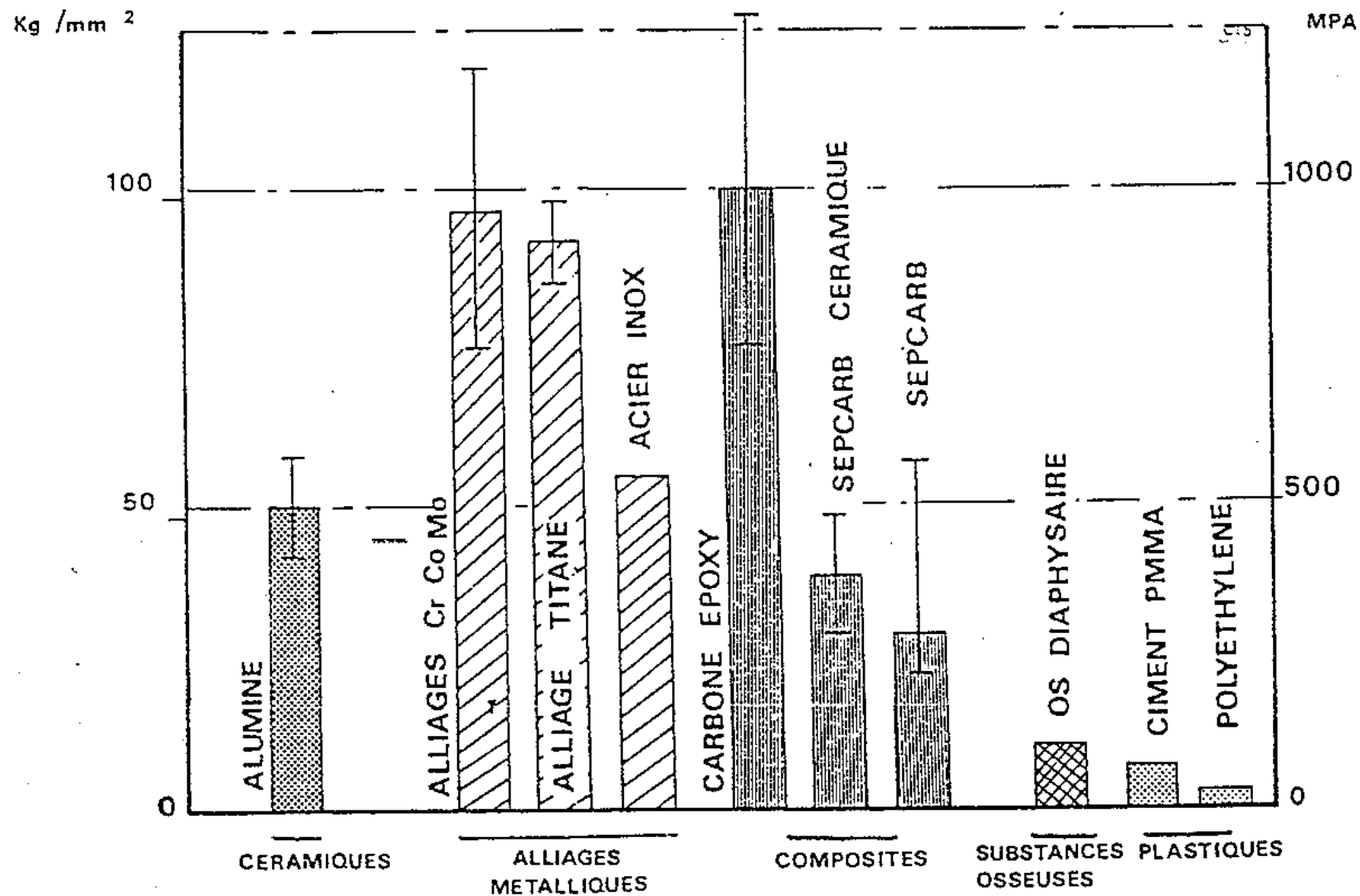
- Pureté chimique (impuretés $< 0.5\%$, absence de produits extractibles),
- Intégrité structurale due à la constitution "composite" des matériaux,
- Elasticité structurale adaptable par le choix des composants et leur pourcentage,
- Haute limite élastique,
- Résistance mécanique,
- Endurance à la fatigue cyclique,
- Légèreté,
- Structure de surface adaptable: poreuse ou rugueuse et possibilité de durcissement par des céramiques,
- Transparence radiologique.

IV Composites carbone - carbone



IV Composites carbone - carbone

RESISTANCE MECANIQUE DE DIFFERENTS BIOMATERIAUX



IV Composites carbone - carbone

RESISTANCE A LA FATIGUE DE DIFFERENTS BIOMATERIAUX

Pourcentage valeur rupture après 10^7 cycles

