



## Synthèse et propriétés thermochimiques de composites SiC/MAX

### Cadre général de l'étude

Le contexte est celui de la recherche de composites utilisables à haute température pour l'aéronautique, le spatial et l'énergie. Ces composites sont à matrice céramique et doivent combiner réfractarité et ténacité mécanique. Pour cela, on recherche de nouvelles associations de phases cristallines.

### Objectifs

Le présent travail vise à examiner l'intérêt des phases « MAX » pour la synthèse de composites SiC<sub>f</sub>/MAX (à fibres de SiC) et leurs propriétés physico-chimiques et mécaniques.

Cette famille des phases correspond à des composés réfractaires de structure lamellaire et de formule brute M<sub>n+1</sub>AX<sub>n</sub> (généralement n = 1, 2 ou 3) avec M, un métal de transition, A un élément du groupe A de la classification périodique et X symbolisant des atomes de carbone et / ou d'azote. Elle a attiré récemment l'attention des chercheurs car les phases MAX ont des propriétés très intéressantes sur le plan mécanique (rigidité et plasticité) et thermique (haut point de fusion).

Le travail de ce sujet vise dans un premier temps à identifier les conditions de synthèse de composites SiC/MAX par frittage réactif sous charge et par infiltration réactive de préformes particulières et fibreuses par des alliages fondus. Il sera également considéré l'élaboration d'interphases en phase MAX.

### Programme de travail

- Identifier les compositions chimiques et les conditions de synthèse de composites SiC/MAX par frittage réactif sous charge (SPS, CIC) pour différents teneurs finales en phase MAX
- Étudier l'élaboration de composites SiC/MAX par infiltration réactive de préformes particulières et fibreuses par des alliages fondus
- Élaborer des interphases en phase MAX par réaction sur fibres
- Effectuer des calculs thermodynamiques et cinétiques et établir des relations entre les processus de germination/croissance et les équilibres thermodynamiques
- Examiner la stabilité thermique sous atmosphère corrosive et les propriétés mécaniques de matériaux composites en fonction de la composition chimique, du taux de porosité et de la nature du renfort.

### Techniques expérimentales :

Techniques d'élaboration : Métallurgie des poudres, barbotine, frittage, infiltration liquide réactive,

Modélisation et calculs : équilibres thermodynamiques, cinétiques de réaction

Caractérisation: MEB, EDS-WDS, DRX.

Tests d'oxydation/corrosion, ATG, essais mécaniques

### Prérequis :

Matériaux céramiques, diagrammes de phases, équilibres thermodynamiques, frittage, réactivité, propriétés mécaniques

### Conditions :

Thèse proposée pour une bourse Université « Jeune-HDR » ou à défaut au mérite MENRT.

Accompagnement LCTS

### Contacts :

Direction : Jérôme Roger, [roger@lcts.u-bordeaux.fr](mailto:roger@lcts.u-bordeaux.fr)

Co-encadrement : Francis Rebillat, [rebillat@lcts.u-bordeaux.fr](mailto:rebillat@lcts.u-bordeaux.fr)