

Objectif

Systèmes nucléaires futurs (Génération IV) :
Accent sur la gestion des ressources et des déchets
Limitation de la prolifération

Fission des actinides mineurs

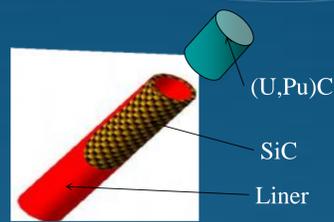
Fonctionnement à haute température
800-1000 C fonctionnement normal
1400 C conditions incidentelles
2000 C conditions accidentelles

Inconvénient majeur :
oxydation et hydrolyse

Forte influence de O₂, H₂O, N₂, ...
sur les relations de phase

Réacteurs à neutrons rapides – caloporteur gaz (RNR-He):
Combustible : (U,Pu)C (Matériau fissile)
Gainage : SiC (Assemblage)
Liner : Mo, W, ... (Conduction thermique, confinement des gaz de fission)

Avantages des carbures :
• Bon comportement sous irradiation
• Bonne stabilité thermique
• Bonne conductivité thermique



Nécessité de travailler sous atmosphère propre et sèche

Procédure expérimentale

Préparation des échantillons :
fusion à l'arc



Fusion à l'arc sous Ar
Pas de lecture de température

Creuset alumine dans suscepteur Mo



Four à induction pour recuit haute température



Générateur
Pyromètre IR bichromatique
Connectique de vide
Pompe turbomoléculaire
Pompe primaire
Spires d'induction

Recuit à 1000 C : ampoule de silice scellée sous vide primaire
>1000 C : dégazage puis recristallisation et rupture de la silice



Recuit à 1400 C :
Besoin d'une procédure expérimentale
• Atmosphère contrôlée
• Haute température
• Température contrôlable

Mes travaux de première année de thèse :
Mise en place d'un montage
Vérification de l'atmosphère
Détermination d'un mode opératoire

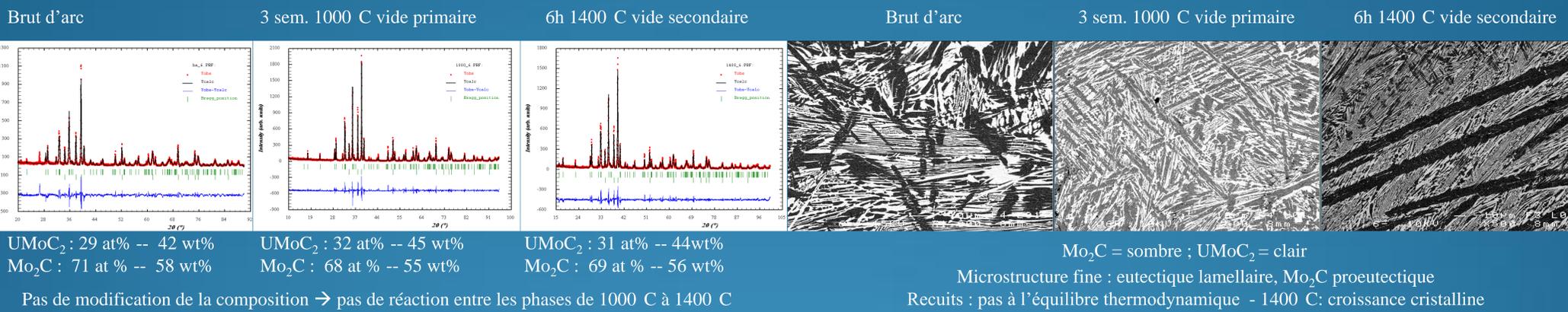
Enceinte : Silice et barrière thermique en alumine

Analyses : Microscopie Electronique à Balayage et Diffraction des Rayons X

⚠ Différence de densité électronique entre U (92e⁻), Mo (42e⁻), C (6e⁻) → Réponses plus importantes des phases riches en uranium ; problèmes d'absorption
Exemple d'un échantillon : U : 10 at% ; Mo : 50 at% ; C : 40 at%

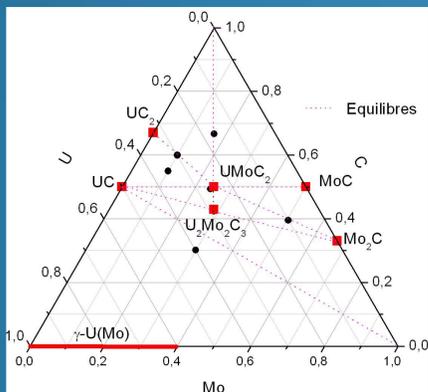
Identification et quantification des phases en présence par DRX

Détermination des relations de phases par imagerie MEB



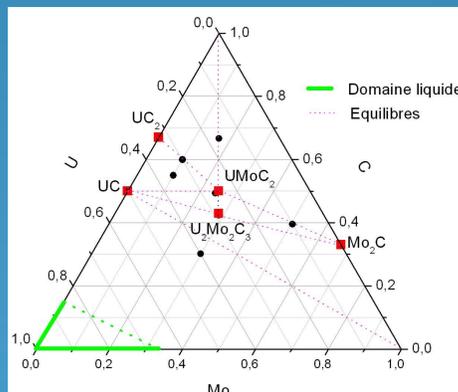
Résultats

Section isotherme à 1000 C - Conditions opérationnelles



● Composition expérimentale
■ Composition référencée dans la littérature

Section isotherme à 1400 C - Conditions incidentelles



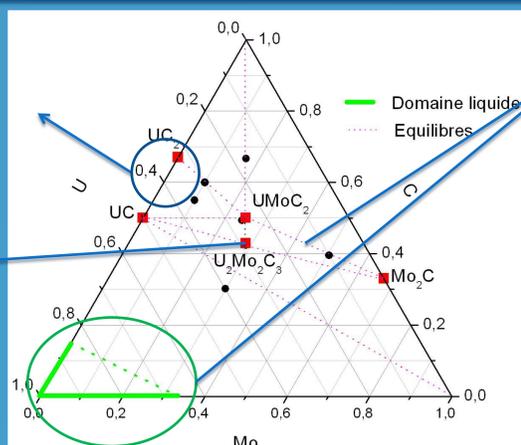
U₂Mo₂C₃ et UMoC₂ sont en équilibre
Présence de UC₂ à basse température
Absence de U₂C₃

Contraire à la littérature

Perspectives

Détermination de l'équilibre UC₂ – U₂C₃
→ Mise en place d'une procédure de synthèse de U₂C₃,
→ Influence de l'atmosphère ??

Détermination de la structure exacte de « U₂Mo₂C₃ »



Détermination des nappes de liquidus et des chemins de solidification

Références bibliographiques :
[1] R. Benz, C. G. Hoffman, G.N. Rupert ; High Temperature Science, 1, 342-359 (1969).
[2] Velikanova T.Y, Kublii V.Z., Khaenko B.V., Soviet Powder Metallurgy and Metal Ceramics, (1988) 27, 891-896.
[3] Garg S.P., Ackermann R.J., Journal of Nuclear Materials (1977) 64, 265-274.
[4] M. Ugajin, J. Abe, M. Kurihara, Journ. Of Nucl. Sci and Technol. 12, 560-566 (1975).

Remerciements :
Valérie Le Cam
CMEBA : I. Péron, F. Gouttefeangeas, J. Le Lannic
Soutien financier : programme européen F-BRIDGE