

CEA-CONF--3980  
FR7800376

ETAT D'AVANCEMENT DES RECHERCHES EN FRANCE  
DANS LE DOMAINE DES REACTEURS  
NUCLEAIRES A SELS FONDUS

M. HERY - M. ISRAEL (Edf-Clamart)  
P. FAUGERAS - A. LECOQ (Cea-Fontenay-aux-Roses)

INTRODUCTION

Depuis quelques années le CEA a entrepris une analyse de travaux effectués dans le monde dans le domaine des Réacteurs Nucléaires à Sels Fondus - Parmi les différents systèmes possibles - réacteurs rapides ou thermiques - nous avons choisi de nous attacher particulièrement à celui qui a été le plus étudié et, a permis la réalisation aux Etats-Unis d'un prototype de 7 Mwt, le MSRE (Molten Salt Reactor Experiment) - Parmi les avantages de cette filière, signalons qu'elle permettrait d'accéder à la surrégénération thermique avec le matériau fertile  $^{232}\text{Th}$ . En outre, la mise en oeuvre des réacteurs de cette filière, dite MSBR (Molten Salt Breeder Reactor) ne devrait pas faire appel à des matériaux "exotiques" ou à des techniques trop sophistiquées.

ETUDES THEORIQUES

A la suite de cette analyse succincte, des groupes de travail CEA-EDF ont été constitués pour faire l'examen du système MSBR. Un premier volume de quatre fascicules a été rédigé [ 1 ]

Dans le fascicule "COEUR" sont décrits : la conception générale du coeur (description, chargement, déchargement), ses caractéristiques neutronique et thermohydraulique, les spécifications du graphite.

Dans le fascicule "CIRCUITS" sont présentés les échangeurs intermédiaires, les pompes, le circuit secondaire, les générateurs de vapeur, les circuits annexes et les matériaux de fabrication.

Dans le fascicule "CHIMIE" sont données, les caractéristiques physico-chimiques des sels primaire et secondaire, les méthodes de traitement du sol et des gaz, les solutions des problèmes posés par la corrosion ou par la pollution par le tritium.

Dans le fascicule "ECONOMIE" est faite une estimation du coût du projet MSBR.

La rédaction de ce volume I, a permis de révéler certains points imprécis de la description américaine.

Pour améliorer notre connaissance du système, il a fallu adapter ou créer des outils de calcul. En particulier, nous avons transformé les codes neutroniques en notre possession, valables pour les combustibles fixes, pour les utiliser avec un combustible fluide traité en continu.

L'ensemble de ces études est rassemblé dans un deuxième volume composé de trois fascicules qui contiennent nos critiques et nos suggestions vis à vis du MSBR.

Dans le fascicule "COEUR" sont repris, les problèmes de conception (empilement, déchargement, barres de contrôle, instrumentation) de neutronique (études à l'équilibre, paramétriques et d'évolution) de thermohydrauliques, de mécaniques et de matériaux.

Dans le fascicule "CIRCUIT" sont traités : l'architecture du circuit primaire et du circuit vapeur, les échangeurs intermédiaires, les générateurs de vapeur, les problèmes chimiques de la conception intégrée, les cycles vapeurs envisageables, les matériaux de structure.

Dans le fascicule "CHIMIE" on traite : du comportement des gaz nobles dans le circuit primaire et dans l'épuration de l'hélium, du niobium et du protactinium dans le sel primaire en présence d'ions oxydes, du dépôt de molybdène sur le modérateur et sur les aciers, des modifications possibles du procédé de traitement.

#### ETUDES EXPERIMENTALES

Parallèlement aux études théoriques précédentes, nous avons commencé dès 1974 des études expérimentales dans les domaines où notre compétence est la mieux affirmée.

##### 1 - Matériaux graphitiques.

Nous avons réalisé (avec la Société "Le Carbone Lorraine") plusieurs types de graphites de grande densité, isotropes et de faible porosité. Ces graphites, indispensables pour la réalisation du modérateur, ont été irradiés pendant 2 ans dans le réacteur OSIRIS à 850°C et 1100°C. Nous réalisons des essais de compatibilité entre - graphite - sel - matériaux métalliques à 850°, et mettons au point des techniques de mesures de faible perméabilité à l'hélium.

##### 2 - Sel MSBR.

Etudier un réacteur à sels fondus, suppose que l'on sache préparer du sel, le purifier, le conditionner, l'analyser. Une petite installation de préparation de sel, par coulée d'un litre, a été réalisée. Simultanément, des méthodes d'analyses des impuretés et des composants principaux du sel ont été mises au point.

##### 3 - Matériaux métalliques.

L'utilisation du molybdène devrait permettre d'accéder à des températures supérieures à la limite de l'Hastelloy N qui est préconisé dans le concept MSBR. La mise en oeuvre du molybdène est

difficile, mais nous avons réussi à élaborer des tubes de molybdène  $\phi$  10-12 mm, d'une longueur de 16 m par étirage à 1100°C. Ce tube pouvant être coudé, on peut espérer réaliser des tubes d'échangeurs en molybdène. En ce qui concerne la corrosion des aciers, des essais de protection du métal par dépôt de couche saline se sont révélés satisfaisants.

#### 4 - Etudes technologiques.

Une boucle à circulation de sel, entièrement en graphite a été réalisée en collaboration avec LCL - Elle comprend une cuve, une pompe, des canalisations, un échangeur. L'objectif est de faire circuler du sel à température supérieure à 900°C dans une installation entièrement en graphite pour en déterminer les limites technologiques de réalisation.

Une boucle à circulation de plomb fondu, destinée à l'évacuation de la puissance thermique de la précédente, est également en cours de montage. Des essais préalables ont montré la possibilité d'utiliser une pompe électromagnétique conventionnelle.

#### CONCLUSION.

Notre programme 1977 est la suite de ce qui vient d'être présenté en études expérimentales (études de graphites, études chimiques du sel, matériaux métalliques, boucle sel, et boucle plomb).

Nous abordons également le troisième volet de notre travail qui est de présenter de nouveaux concepts s'éloignant plus ou moins du MSBR sur des points très particuliers : conception générale de l'ensemble, échange par contact direct, choix d'un empilement graphite, changement de composition du sel, changement du sel secondaire, modifications du retraitement etc.

Sur chacun de ces points, nous souhaitons apporter des idées nouvelles, améliorant le concept MSBR ou tout au moins l'ajustant mieux à nos propres problèmes européens.

