

# TABLE DES MATIÈRES

## **Préface**

**ix**

*Jacques Friedel, Membre de l'Académie des sciences*

## **Chapitre 1 – Introduction sur les fluides caloporteurs pour les réacteurs à neutrons rapides, une vue générale des problèmes scientifiques et techniques**

**11**

*Yves Bréchet, Robert Dautray et Jacques Friedel, Membres de l'Académie des sciences*

Remarques préliminaires . . . . .	13
1 Transfert de chaleur : de la source chaude à la source froide . . . .	20
2 Propriétés nucléaires . . . . .	29
3 Chimie . . . . .	31
4 Matériaux . . . . .	32
5 Risques . . . . .	37
6 Bilan . . . . .	38

## **Chapitre 2 – Les fluides caloporteurs dans les différentes options de la génération IV : le retour d'expérience**

**43**

*François Carré, directeur scientifique, CEA*

Introduction . . . . .	45
1 Les premiers projets de réacteurs à neutrons rapides : du mercure au NaK et au sodium . . . . .	45
2 Atouts et contraintes spécifiques du sodium comme caloporteur . . .	47

3	Concepts de réacteurs à neutrons rapides refroidis autrement qu'au sodium . . . . .	50
4	Perspectives d'avenir pour les réacteurs à neutrons rapides : projets à moyen terme et recherche à plus long terme . . . . .	54
5	Coopération internationale : défis et perspectives . . . . .	59
	Références . . . . .	61

### **Chapitre 3 – Le cahier des charges des réacteurs à neutrons rapides du futur 63**

*François Gauché, chef du programme  
« réacteurs IV<sup>e</sup> génération », CEA*

	Introduction . . . . .	65
1	Attentes des systèmes de IV <sup>e</sup> génération . . . . .	65
2	Attentes en termes de performances . . . . .	68
3	Attentes en termes de sûreté . . . . .	72
4	Quelques enjeux spécifiques des réacteurs à neutrons rapides. . . . .	76
	Conclusion . . . . .	78

### **Chapitre 4 – Les conclusions du séminaire : quelles actions en termes de recherche et développement ? 79**

*Yves Bamberger, conseiller scientifique du président d'EDF*

1	Que présente ce chapitre et comment est-il organisé ? . . . . .	81
2	Les actions-clés concernant toutes les filières . . . . .	81
3	Les réacteurs au sodium à neutrons rapides. . . . .	83
4	Les réacteurs au plomb . . . . .	84
5	Les réacteurs à sels fondus . . . . .	85
6	Les réacteurs à gaz . . . . .	86
7	Au-delà des questions scientifiques et techniques . . . . .	87

### **Postface 89**

*Édouard Brézin, membre de l'Académie des sciences*

## CD-Rom : diaporamas des exposés du colloque

### Plan du CD-Rom

Introduction du séminaire

*Robert Dautray*

#### 1 Exposés introductifs

- 1.1. Les options de fluide caloporteur et les types de réacteurs – *Franck Carré (CEA)*
- 1.2. Les problèmes scientifiques et techniques – *Robert Dautray, Yves Bréchet (Académie des sciences)*
- 1.3. Le cahier des charges intégrant notamment les aspects industriels – *François Gauché (CEA)*

#### 2 Sodium

- 2.1. Incidence du choix du sodium sur la conception et le fonctionnement du réacteur. Coexistence de l'eau et du sodium, contrôle préventif des fuites et options possibles pour les échangeurs de chaleur – *Guillaume Rodriguez (CEA)*
- 2.2. Les problèmes liés au sodium dans le cœur du réacteur, les impuretés, les produits de corrosion et leur devenir sous irradiation. Physicochimie de l'interface sodium/matériaux de structure. Sûreté – *Christian Latgé (CEA)*
- 2.3. Retour d'expérience de Phénix et Superphénix – *Jean-François Sauvage (EDF)*

#### 3 Plomb

- 3.1. Incidence du choix du plomb ou de ses alliages sur la conception et le fonctionnement du réacteur. Incidence particulière sur la puissance unitaire. Comparaisons avec le sodium du point de vue de la thermique et de la mécanique des fluides. Viscosité. Pertes en charge. Capacité calorifique. Maintenance, ISIR, radioprotection (Po-210). Sûreté – *Pietro Agostini (ENEA)*
- 3.2. Technologies de mise en œuvre du plomb comme fluide caloporteur : pompes, tuyauteries, retour d'expérience de Russie – *Vladimir Ulyanov (IPPE Obninsk)*
- 3.3. La chimie du plomb, interaction et corrosion avec les matériaux de gainage, avec les matériaux des tuyauteries. Physicochimie de l'interface plomb/matériaux de structure – *Thierry Auger (ECP)*

#### 4 Sels fondus

- 4.1. Incidence du choix des sels fondus sur la conception et le fonctionnement du réacteur. Échangeurs de chaleur et fluide intermédiaire. Sûreté – *Daniel Heuer (CNRS)*

- 4.2. Technologie de mise en œuvre du sel comme fluide combustible et caloporteur : pompes, purge, nettoyage du sel, capteurs et maintenance – *Véronique Ghetta (CNRS)*
- 5 Hélium
  - 5.1. Retour d'expérience sur l'utilisation des gaz et de l'hélium en particulier comme fluide caloporteur – *Evaldas Bubelis (KIT)*
  - 5.2. Interaction avec les matériaux, spécificités des hautes températures. Physicochimie de l'interface hélium/matériaux de structure – *Céline Cabet (CEA)*
  - 5.3. Incidence du choix du gaz, hélium en particulier, sur la conception et le fonctionnement du réacteur. Sûreté – *Jean-Claude Garnier (CEA)*
- 6 Questions fondamentales sur l'interface fluide/solide
  - 6.1. Contact inerte : apport des approches atomiques sur le liquide au contact du solide cristallin, conséquences possibles – *Élisabeth Charlaix, Jean-Louis Barrat (UJF) et Lyderic Boquet (ENS-Lyon)*
  - 6.2. Contact réactif : dissolution et réaction, fluide métallique ou gaz suivant la priorité identifiée – *Evgueny Glickman (Israël)*
- 7 Questions liées à la réalisation
  - 7.1. Fabrication et mise en œuvre : matériaux et procédés, stations pilotes de différentes tailles (cible sodium) – *Claude Escaravage (Areva)*
  - 7.2. Contrôle et maintenance : instrumentation, laboratoires d'examen des équipements, aspect industriel, contrôle et maintenance (cible sodium) – *Denis Buisine (EDF)*
- 8 Contrôle et maintenance
  - 8.1. Discussion menée par *Yves Bamberger (EDF) et François Carré (CEA)*
    - Discussion générale sur les sessions des deux jours
    - Maturité industrielle des différentes options
    - Synthèse et feuille de route
  - 8.2. Conclusions du séminaire – *Yves Bréchet, Robert Dau tray, Jacques Friedel, Georges Martin et André Pineau*
- 9 Programme du séminaire des 19 et 20 février 2013