



# THERMOHYDRAULIQUE ET CALCULS DE TRANSITOIRE DU MSFR : OUTILS ET APPROCHES

---

Atelier Sûreté-MSFR

**NEEDS PF Systèmes nucléaires et scénarios**

Mardi 25 novembre 2014



# INTRODUCTION

---

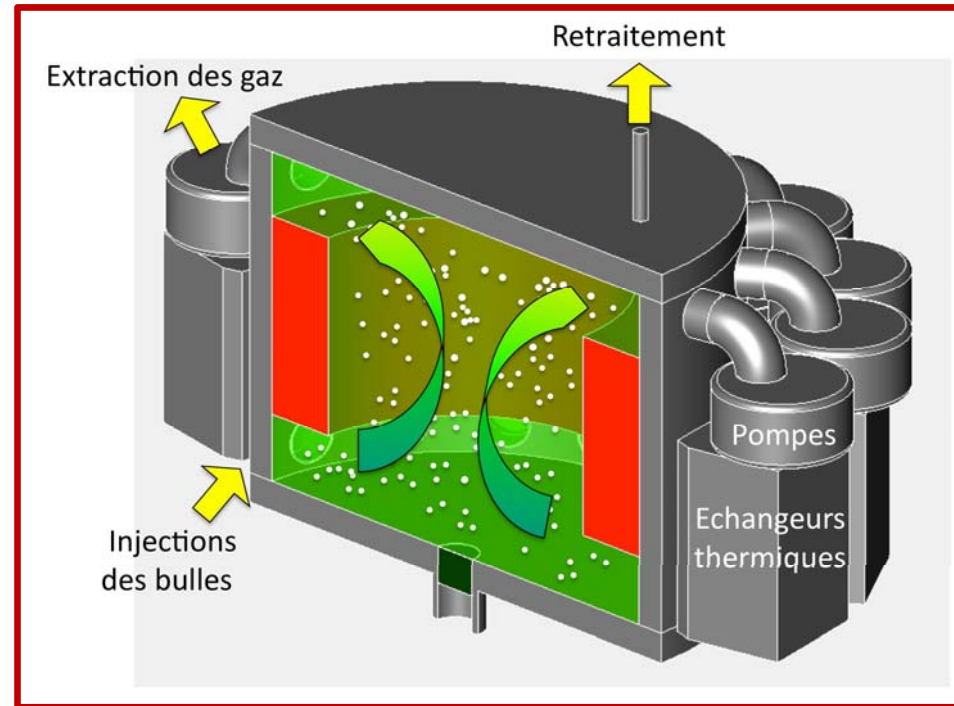
Atelier Sûreté-MSFR

**NEEDS PF Systèmes nucléaires et scénarios**

Mardi 25 novembre 2014

# Éléments de base du concept

- Le sel combustible circule dans le circuit combustible
- Le circuit combustible inclut :
  - ❑ **Cavité cœur**
  - ❑ **Réflecteurs neutroniques axiaux**
  - ❑ **Couverture fertile radiale**
  - ❑ **Tuyaux**
  - ❑ **Échangeurs de chaleur**
  - ❑ **Pompes**
  - ❑ **Volume de réserve d'expansion**



- Absence de barres de contrôle ou d'arrêt d'automatique réacteur :
  - ❑ Contrôle de la puissance par des mécanismes d'auto-contrôle neutroniques intrinsèques
  - ❑ Arrêt de la réaction en chaîne par vidange (active ou passive)
- Système d'injection/extraction de bulles dans le sel combustible pour nettoyer les produits des réactions nucléaires (produits de fission)
- Deux autres circuits: circuit intermédiaire et de conversion thermique

# Pourquoi un combustible liquide?

## • Plusieurs avantages :

- ❑ Gestion du combustible par transfert fluide
- ❑ Irradiation uniforme (pas de plans de chargement ni de problèmes de distribution de puissances, etc.) grâce à la circulation du combustible
- ❑ Retraitement et préparation du combustible peuvent se faire sans changement d'état de celui-ci,
- ❑ En cas d'urgence, le combustible peut être transféré par écoulement gravitationnel vers des cuves conçues afin d'évacuer passivement la puissance résiduelle sans risque de criticité
- ❑ Retraitement du combustible en ligne ou sur des prélèvements sans nécessiter l'arrêt du réacteur.

## et aussi des défis...

- Les technologies d'extraction des produits de fission du sel combustible et du retraitement restent à développer et/ou valider
- Des études approfondies sur la performance des matériaux structurels dans le MSFR sont nécessaires
- Les techniques de contrôle chimique et l'instrumentation d'une installation industrielle avec du sel fluoré sont à développer
- La conception de l'unité de retraitement reste à développer.
- La connaissance des propriétés thermodynamiques du sel combustible nécessite des améliorations
- De nouveaux outils numériques et modèles plus adaptés aux phénomènes physiques du MSFR sont essentiels pour faire avancer la conception et les études de sûreté
- La méthodologie actuelle d'évaluation de la sûreté (développée pour des réacteurs avec des combustibles solides) n'est pas adaptée au MSFR : définition des barrières, contrôle de réactivité, accident grave, etc.

## et aussi des défis...

- Les technologies d'extraction des produits de fission du sel combustible et du retraitement restent à développer et/ou valider
  - Des études approfondies sur la performance des matériaux structurels dans le MSFR sont nécessaires
  - Les techniques de contrôle chimique et l'instrumentation d'une installation industrielle avec du sel fluoré sont à développer
  - La conception de l'unité de retraitement reste à développer.
  - La connaissance des propriétés thermodynamiques du sel combustible nécessite des améliorations
- De nouveaux outils numériques et modèles plus adaptés aux phénomènes physiques du MSFR sont essentiels pour faire avancer la conception et les études de sûreté
- La méthodologie actuelle d'évaluation de la sûreté (développée pour des réacteurs avec des combustibles solides) n'est pas adaptée au MSFR : définition des barrières, contrôle de réactivité, accident grave, etc.

# Feuille de route pour la modélisation multi-physique du MSFR

Travail pluriannuel dans le cadre de différents projets et avec plusieurs partenaires :

- ❑ **Modèle CFD du réacteur**
- ❑ **Modèle transitoire de couplage T&H et neutronique**
- ❑ **Modèles dédiés à certains composants clés du réacteur**
- ❑ **Modèles de phénomènes spécifiques**
- ❑ **A terme: modèles thermomécaniques et chimiques**

# Agenda (mardi 25 Novembre)

09:00 Introduction [15']

09:15 Couplage neutronique - thermo hydraulique et suivi des précurseurs [30']

09:45 Outil de calculs de transitoire du MSFR : approche des matrices de fission [30']

10:15 Outils de calculs de transitoire du MSFR : comparaison et benchmark [20']

10:35 Pause café [20']

10:55 Échangeurs de chaleur (HXs) et simulations dans les milieux poreux [20']

11:15 Calculs DNS pour le suivi des bulles [30']

11:45 Arrêt du MSFR : dynamique de la vidange du coeur/procédure d'arrêt en coeur [30']