



# Modélisation du transfert des aérosols dans le bâtiment réacteur

**H. Mohand-Kaci** – CS

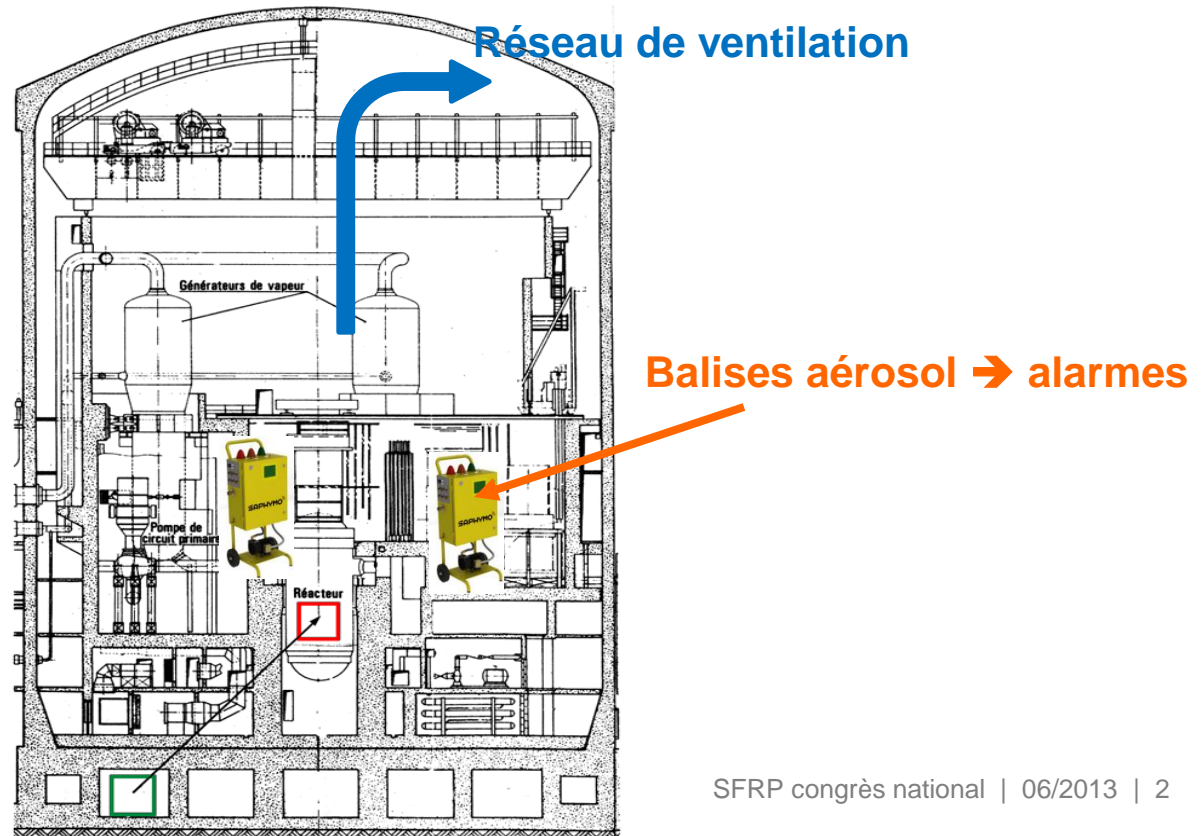
E. Gaillard-Lecanu, S. Jahan, C. Monier, F. Drouet, S. Marques, S. Blond, G. Cordier, B. Le Guen, J. Fazileabasse, M. Lestang (EDF)  
L. Bouilloux, C. Prevost, L. Ricciardi (IRSN)



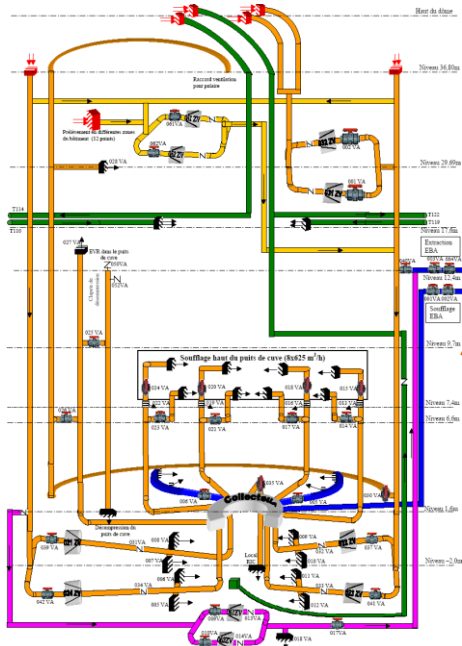
# Contexte

- **Contexte** : En arrêt de tranche, les intervenants (plusieurs équipes en parallèle) réalisent les opérations de maintenance et ouvrent les circuits qui ont véhiculé le fluide primaire (mise en place de déprimogènes mais risque résiduel de dispersion de contamination).
- **Objectif** : Consolider la protection des intervenants contre l'exposition interne dans le bâtiment réacteur pendant les opérations de maintenance
- **Méthode** : Exploiter un modèle numérique de transport et dépôt des aérosols, validé expérimentalement

Volume BR :  
70 000 m<sup>3</sup>



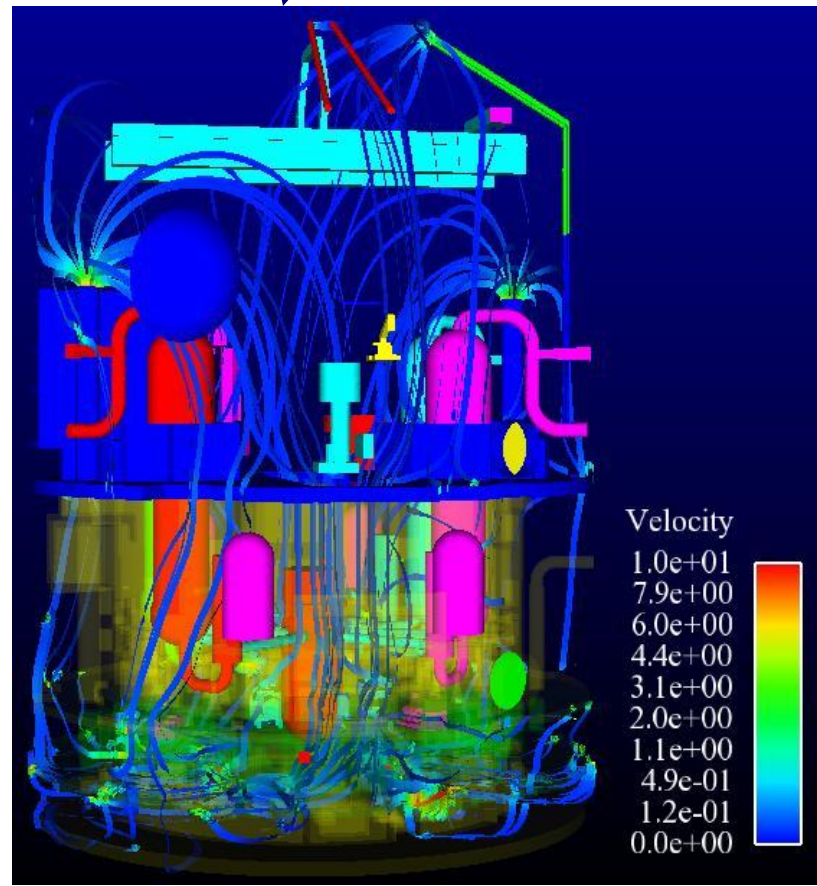
# Méthodologie 1/ utilisation du code CFD Code\_Saturne



Données de ventilation

Modèle CAO

Equation de transport / profil en proche paroi



2/ Validation expérimentale sur le CNPE de Golfech (traçage gazeux et particulaire) | 3

# Validation expérimentale

- **2 expériences réalisées par l'IRSN – 2010 et 2012. Pour chacune :**
  - Estimation expérimentale **du taux de renouvellement d'air** global dans les conditions réelles
  - **Essais de traçage gazeux et particulaire (1 et 5 µm)** : plusieurs points d'injection pour les gaz (SF6) et pour les aérosols (fluorescéine sodée) et de choix des points de prélèvement
  - Estimation par la **mesure des coefficients de transfert gazeux et particulaires** pour les différents points d'émission
  - **Comparaison** entre l'expérience et la modélisation
- **Modélisation numérique des expériences**
  - Caractéristiques du maillage
    - Maillage Full Tétraédrique
    - Volume total : 75 590 m<sup>3</sup>
    - Nombre de mailles total : 30 millions
- **Résultats :**
  - 2010 : validation du calcul du taux de renouvellement et de l'aéraulique du modèle en particulier pour les gaz
  - 2012: analyse presque finalisée – consolidation de la validation du modèle, en particulier pour les aérosols.

Capacité de la simulation à retranscrire convenablement les écoulements d'air et les transferts de polluant dans un BR ⇒  
**1<sup>ère</sup> validation à l'échelle d'un BR**



# Exploitation en routine : optimisation du nombre et de la position des balises

## ■ Méthode :

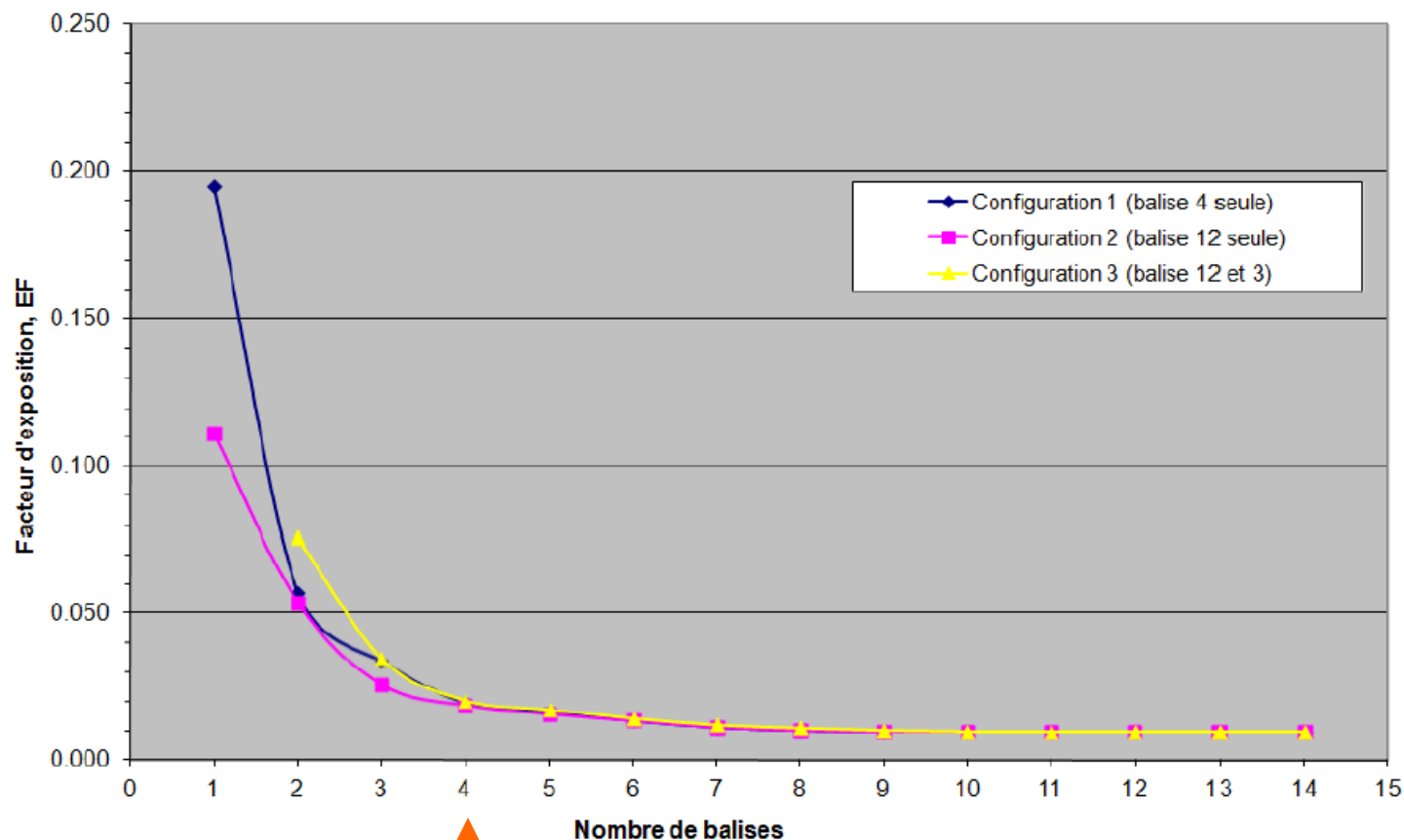
- Définir **les scénarii de dispersion de contamination** intéressants pour la RP des opérations de maintenance
  - 10 points source identifiés correspondant à des lieux où les interventions peuvent générer une contamination volumique – analyse de sensibilité sur les positions des points source → jusqu'à 27 scénarii simulés
- **Déterminer, à l'aide du modèle, les activités volumiques en aérosols radioactifs** qui seraient détectées au niveau des balises, en fonction de l'activité dispersée au niveau du point source
- Définir un **indicateur pertinent pour évaluer l'efficacité du système** de balises en fonction du nombre total et du positionnement de chaque élément

facteur d'exposition EF

$$EF(i, j) = \frac{\int_0^{AT(i)} C_{bz(j)} dt}{\int_0^T C_{bz(j)} dt}$$

Pour chaque  $i$  (10 sources possibles), déterminer la combinaison de balises  $j$  (parmi 14 possibles) qui minimise  $EF(i, j)$

# Exploitation en routine : optimisation du nombre et de la position des balises - Résultats



**Le réseau optimal déterminé ainsi pour chacune des source comprend les mêmes 4 balises (une augmentation du nombre de balises n'amène pas d'amélioration significative)**

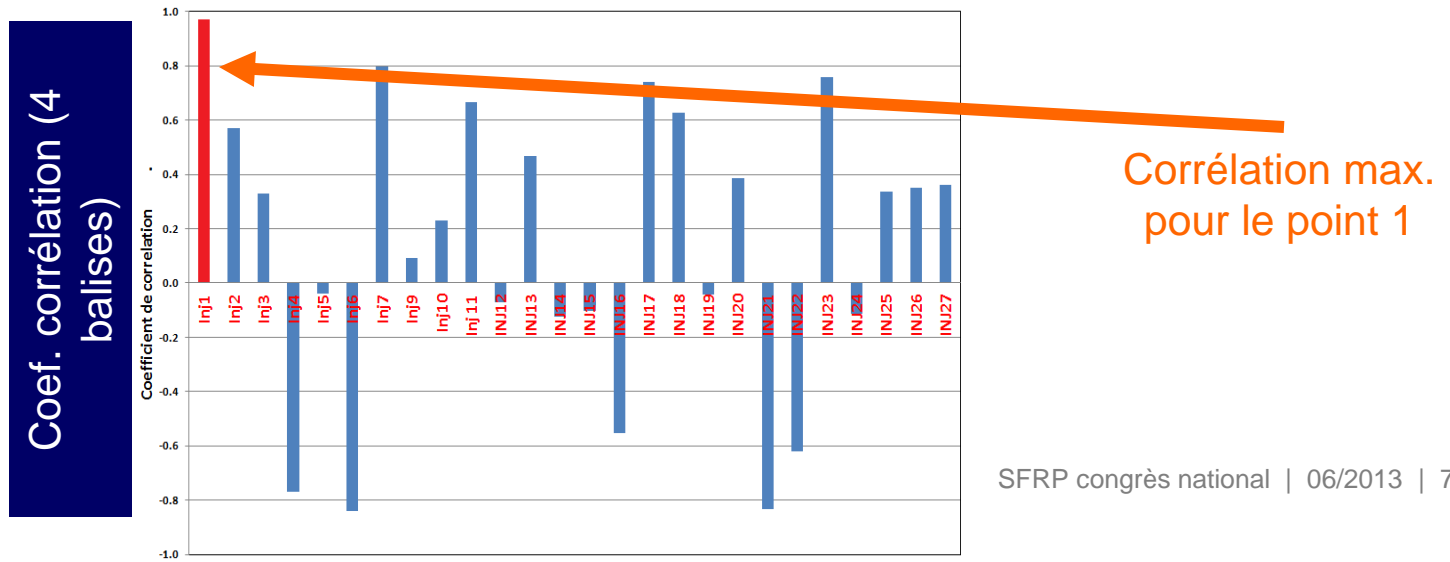
# Exploitation en cas de déclenchement de balise : modèle inverse

## ▪ Objectif :

- Localisation de la source de contamination la plus probable à partir des données des balises

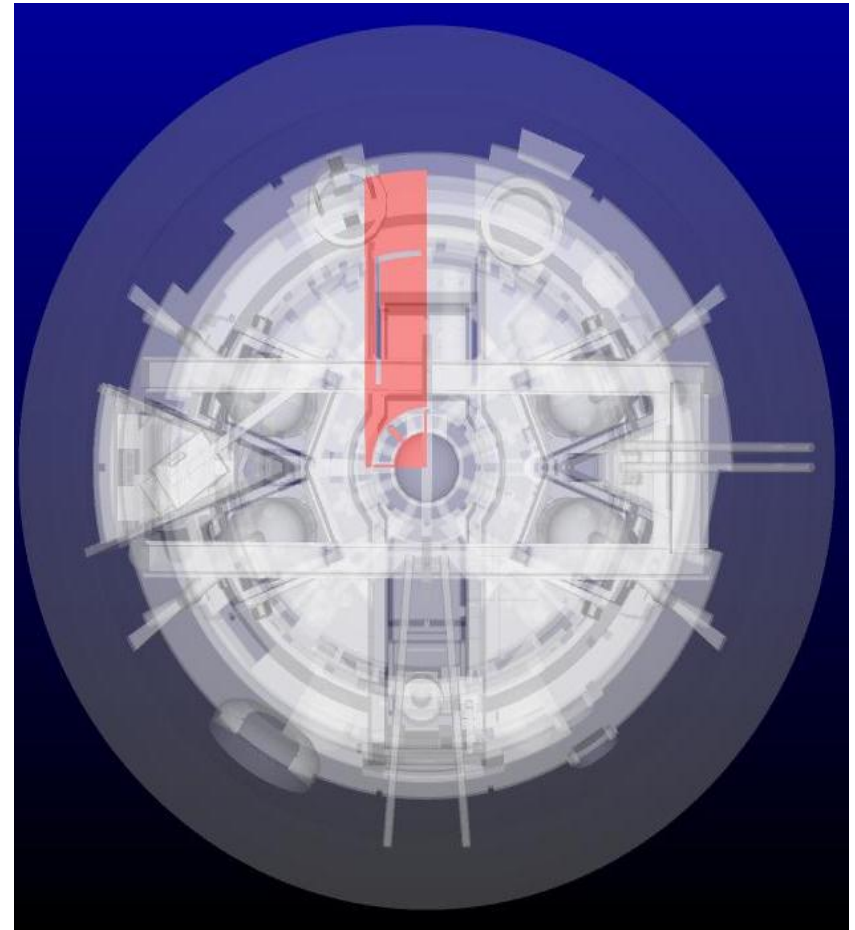
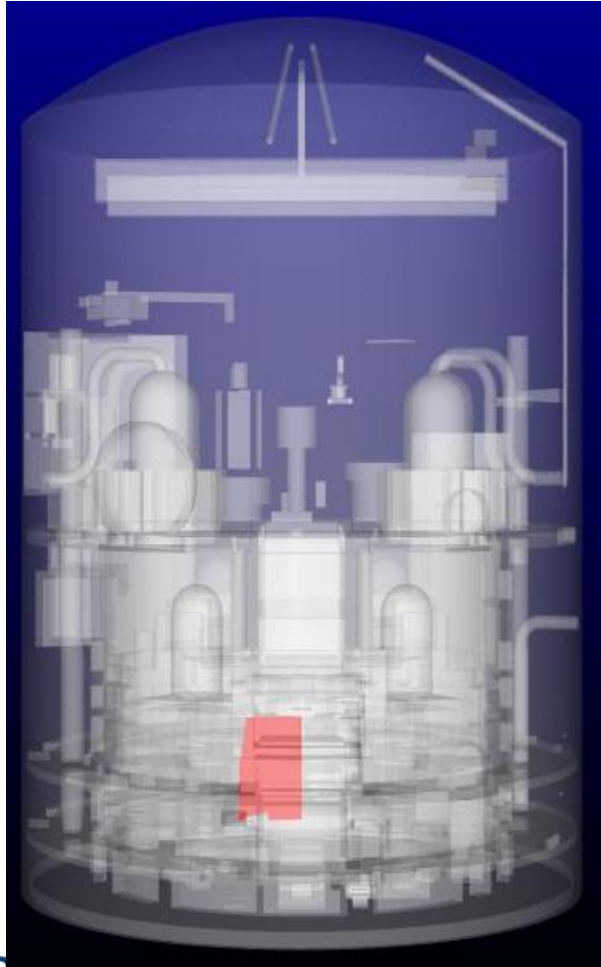
## ▪ Méthode : réalisation d'abaques

- **Constitution d'une base de données** fournissant, pour des scénarii dits « de référence » (27 scénarii d'ESR identifiés conduisant à 51 points d'injection simulés par le modèle), l'évolution temporelle de la concentration volumique d'activité au niveau des balises
- **Calcul du coefficient de corrélation** entre les mesures d'activité volumique issues des balises lors d'un incident et les données issues de la base de cas de référence



# Scénario de validation S1' (A proximité du scénario de référence Inj1)

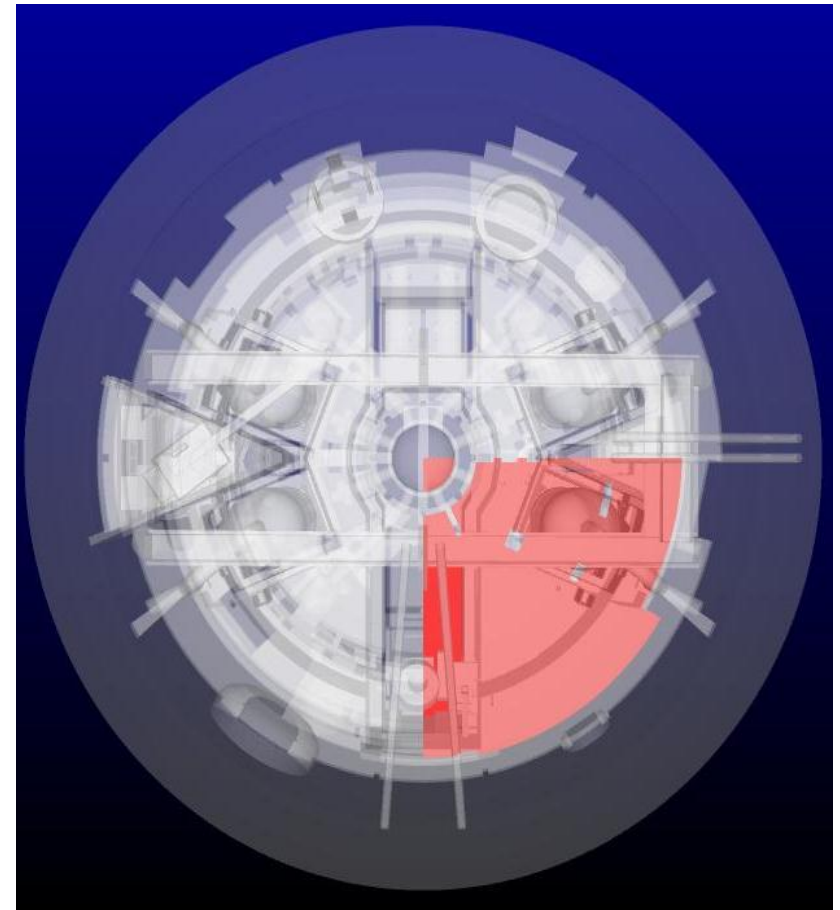
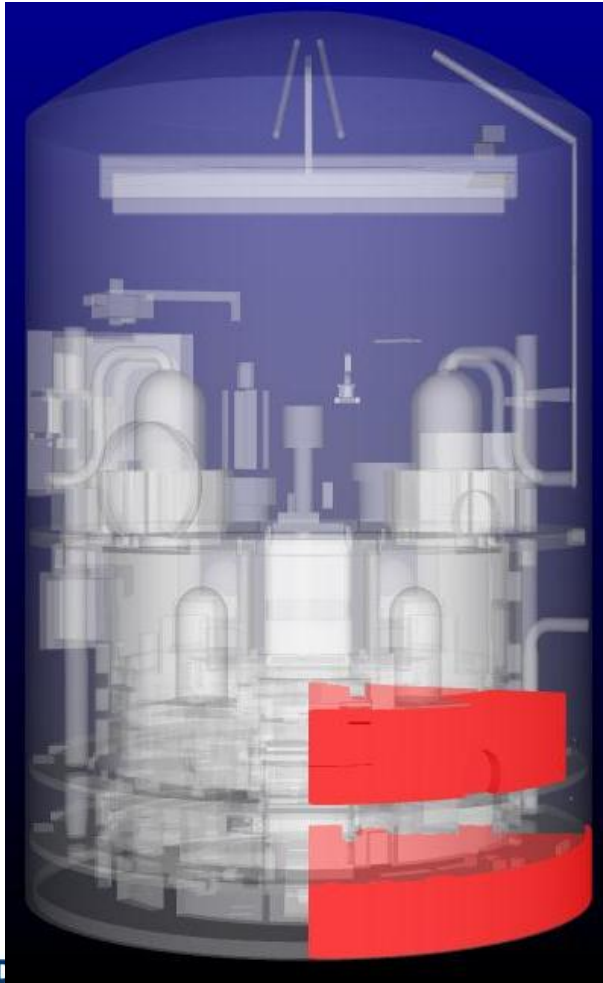
Précision de la localisation : local source de la contamination bien identifié





# Scénario de validation S6' (A proximité du scénario de référence Inj6)

Précision de la localisation : deux locaux situés dans le même 1/8 de BR



# Conclusion - Perspectives

- **Etude de long terme (initée en 2005) menée au sein d'EDF, en partenariat avec IRSN**
- **Modèle numérique est validé expérimentalement – pour un modèle de BR**
  - Dépend de la géométrie du BR et de la configuration du système de ventilation → travaux en cours d'extension aux autres modèles de BR (4 à 8 configurations à considérer) : modèle numérique + expériences de validation
- **Méthode d'optimisation du nombre et du positionnement des balises**
  - Facilité de mise en œuvre – robustesse et efficacité du réseau optimisé de 4 balises
- **Exploitation du modèle en mode « inverse » en cas de déclenchement de balise**
  - Permet dans la majorité des scénarii de retrouver le local, et au pire de localiser la source dans 1/8 du BR.
  - Perspective : intégrer la base de données et la méthode pour le calcul de la corrélation dans un logiciel de supervision des balises (calcul temps réel possible car méthode simple)

# MERCI