

Evaluation des fuites d'une enceinte en situation accidentelle

B. Masson (EDF DINISEPTEN)

■ Contexte

La problématique de la transposition des résultats d'épreuve enceinte à une situation d'accident, pour laquelle le fluide contenu dans l'enceinte n'est plus de l'air sec mais un mélange d'air et de vapeur, ne peut être appréhendée par l'application d'un « coefficient de transposition » aux valeurs mesurées en essai. La démarche actuellement initiée se base sur la modélisation du comportement thermo mécanique de l'ouvrage à l'aide de Code Aster et sur une évaluation des fuites sur un sous-modèle simple (2D) de fissure à travers une paroi. Pour tenir compte de l'interaction du fluide sur la structure et réciproquement, l'évaluation des débits de fuite est réalisée en couplant le code Ecrevisse à Code Aster.

■ Couplage fluide/structure

Le principe du couplage, mis en œuvre à l'aide d'un script Python, est le suivant :

- Réalisation d'un calcul Aster (thermo-mécanique) de la structure pour en déduire les paramètres des lèvres de la fissure (déplacement et température).
- Imposition de la température et de la forme de la fissure au code Ecrevisse et calcul des débits sortants de la fissure (vapeur, air, eau) et de la pression, la température et le coefficient de convection le long de la fissure.
- Injection de la pression, la température et le coefficient de convection dans le calcul Aster (thermo-mécanique) et calcul des paramètres des lèvres de la fissure (déplacement et température).

■ Validation

La validation des résultats est envisagée par comparaison avec les outils de l'IRSN (Castem-Fiss), mis en œuvre sur le même cas test. Un premier calcul réalisé sur un essai de dalle fissurée (dalles de Karlsruhe) a déjà montré la capacité du modèle à reproduire la cinétique des phénomènes de fuite, mais les débits sont légèrement surestimés. La simplification des conditions aux limites peut éventuellement fournir une explication à cet écart.

■ Cas test proposé

Le cas test proposé à l'IRSN est constitué d'un modèle 2D (Figure 1) représentant une fissure rectiligne traversant un bloc de béton encastré sur ses deux côtés opposés. Entre les deux blocs délimités par la fissure, une ouverture minimale est préservée en maillant deux surfaces de contact sur lesquelles

les lèvres de la fissure peuvent venir s'appuyer.

Le chargement est simple :

- Une pression et température constantes à l'intrados (4bars/140°C)
- Un mélange stable à l'intrados (62% vapeur)

Les résultats obtenus sont cohérents avec l'intuition : le fluide chaud qui traverse la fissure augmente la température du béton le long de la fissure (Figure 2).

Sous l'effet de la température, la fissure se referme au niveau des zones les plus chaudes.

La fissure se refermant peu à peu, le débit sortant diminue au cours du temps.

Evaluation des fuites en situation accidentelle

Le couplage qui a été développé est destiné à être mis en œuvre dans le calcul des fuites en situation d'accident grave.

Evaluation des fuites d'une enceinte en situation accidentelle

B. Masson (EDF DINISEPTEN)

Pour cela, les conditions de pression et température de l'accident sont appliquées sur un modèle 3D de l'enceinte, comportant le tampon matériel et les câbles de précontrainte.

On utilise pour le béton une loi de comportement avec endommagement (Mazars). Une approche réglementaire (Eurocode) permet, à partir des résultats du calcul avec endommagement, d'évaluer la fissuration (espacement) supplémentaire induite par le chargement accidentel. Le comportement de chaque zone fissurée est ensuite évalué à partir de sous modèles 2D, semblables à celui présenté plus haut, à ceci prêt qu'on y intègre les renforts (aciers et câbles) et que les conditions aux limites sont adaptées pour représenter les efforts existants dans la zone de l'enceinte considérée.

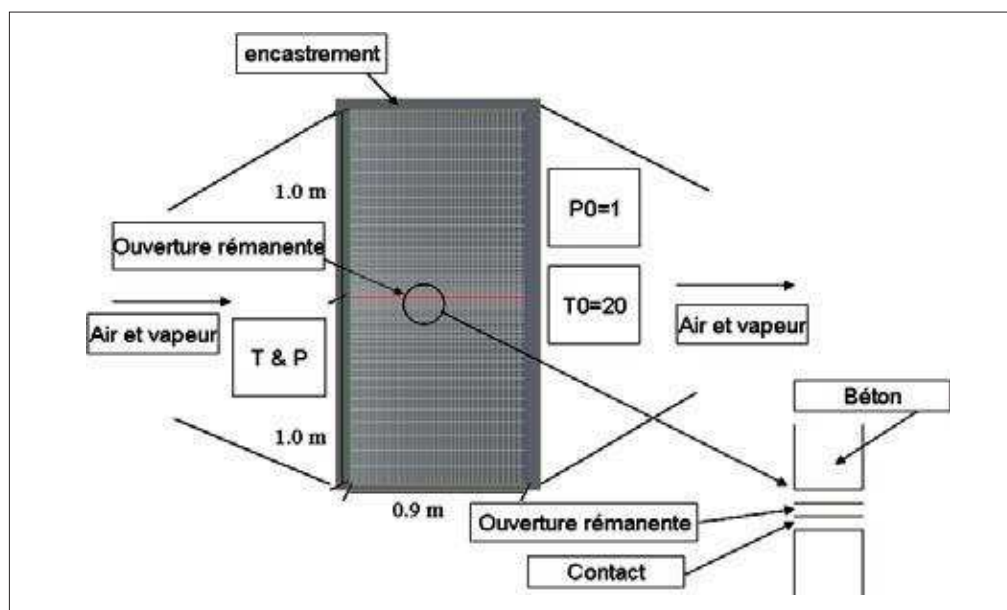


Figure 1 : modèle 2D

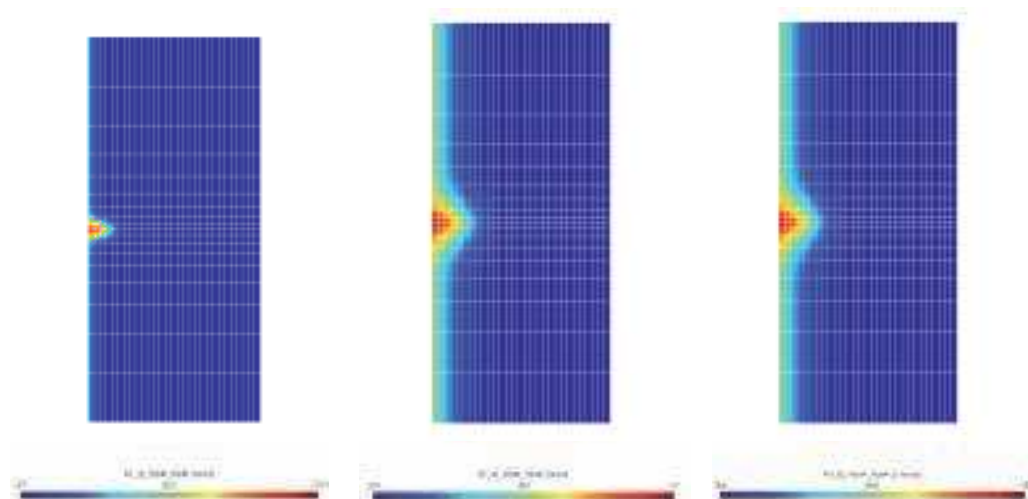


Figure 2 : évolution du champ thermique