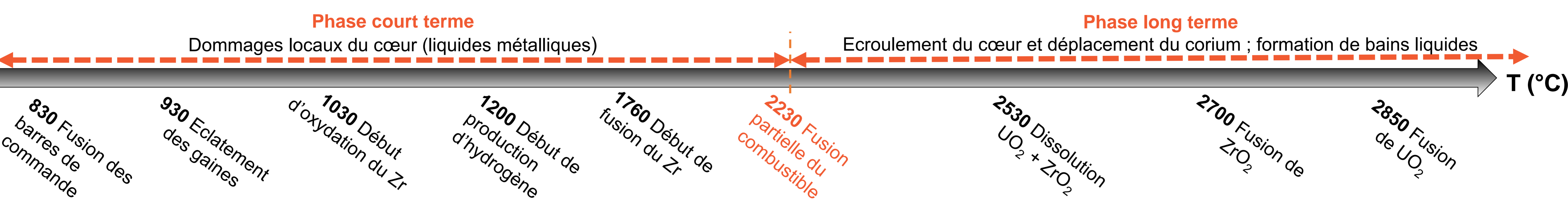


Systeme de refroidissement externe de la cuve pour la rétention du corium

Kelvin GUIDER

Master 2 Risques Environnementaux et Sûreté Nucléaire

Lors de l'accident de Tchernobyl, survenu en 1986, des températures de l'ordre de 2600 °C ont été atteintes dans le cœur du réacteur, formant ainsi un bain de corium. Après explosion, une quantité importante du cœur fondu a migré vers la partie basse du réacteur, provoquant un rejet important de produits radioactifs dans l'environnement. Pour améliorer le niveau de sûreté des réacteurs, des campagnes de recherche ont été lancées, pour stabiliser le corium et éviter toute dissémination vers l'environnement en cas d'accident. Cependant, le corium est un mélange liquide qui se forme à partir de 2230 °C. Il est donc très dangereux de réaliser des tests qui se rapprochent de la réalité, c'est pour cela que les expériences sont effectuées par des logiciels de simulation. **Comment le corium se forme-t-il et de quelle manière peut-il être stabilisé ?**



2 types de stratégies pour stabiliser le bain de corium

Stratégie EPR → Réacteur EPR de Flamanville, rétention du corium à l'extérieur de la cuve, refroidi par de l'eau du réservoir IRWST

Figure 1 : principaux composants du récupérateur de corium d'un réacteur EPR (source : IRSN, 2013)

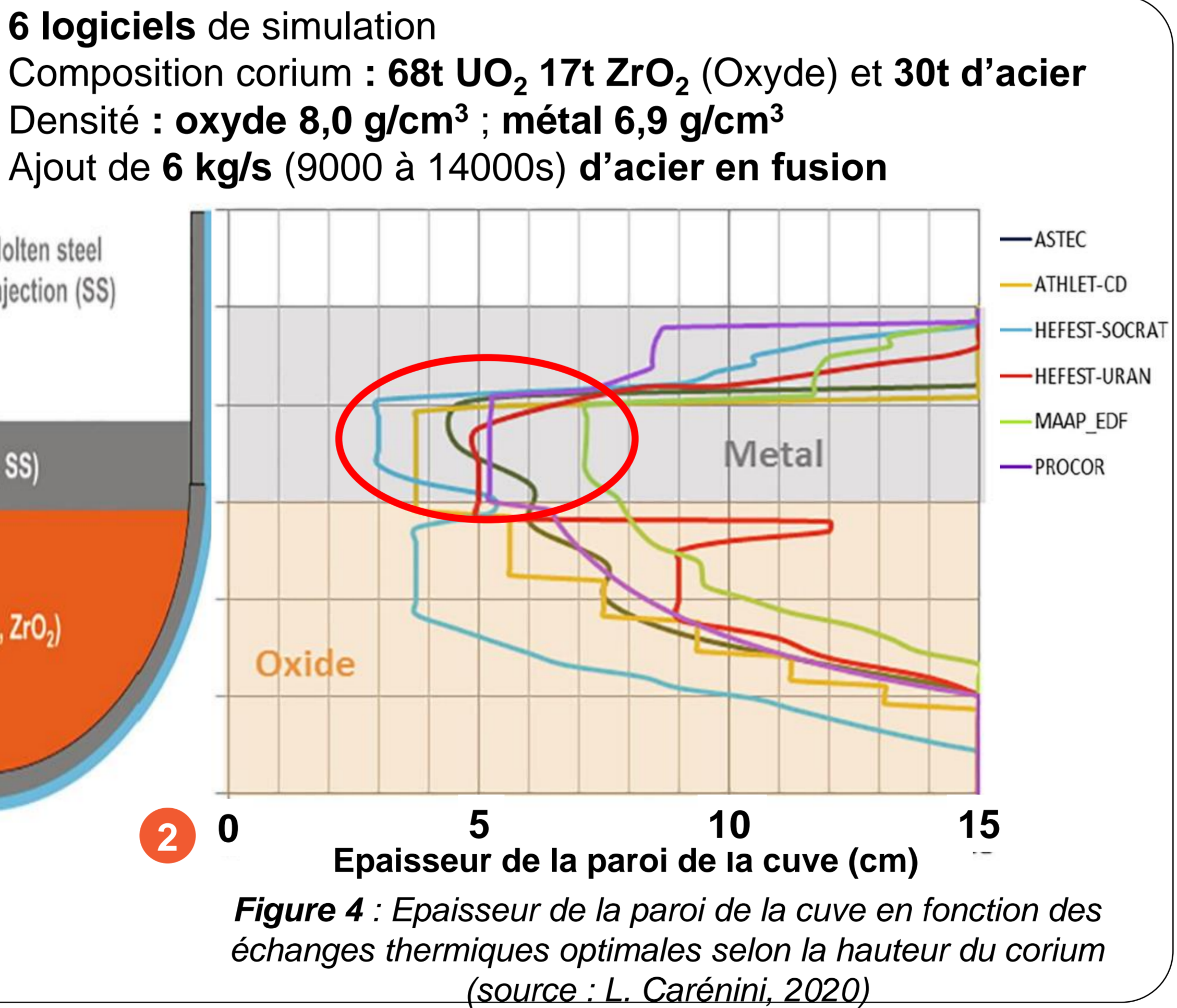
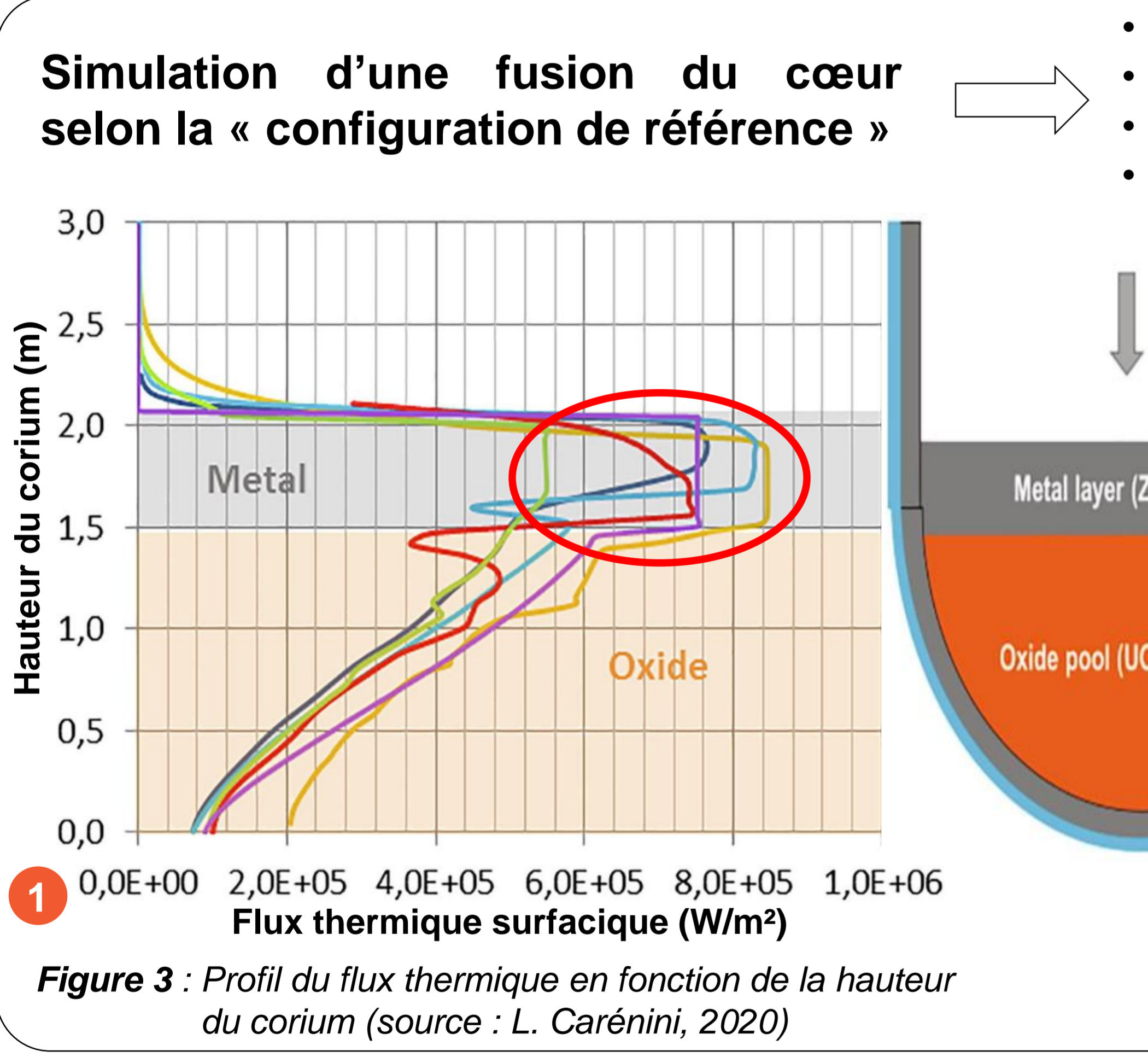
Stratégie IVR → In-Vessel Retention, réacteur VVER-440 de Lovisa en Finlande, rétention à l'intérieur de la cuve par extraction de chaleur

Figure 2 : Rétention en cuve d'après le réacteur VVER-440 (source : Pour la science, 2020)

Objectif : Application de la stratégie IVR sur des réacteurs de 1000 MWe ou plus

Projet IVMR
In-Vessel Melt retention

- 1 Quantification des flux thermiques
- 2 Résistance mécanique de la cuve



- 1 **Quantification des flux thermiques**
 - Flux thermique max $\approx 0,8 MW/m^2$ → couche métallique
 - $W/m^2_{metal} > W/m^2_{oxyde}$ par convection
 - Plus $h_{m\acute{e}tal}$ augmente plus W/m^2_{max} baisse
- 2 **Résistance mécanique de la cuve**
 - $m(\text{Epaisseur paroi}) \approx 5 \text{ cm}$ → transfert Th_{max}
 - Nouvelle simulation lancée avec 5 cm d'épaisseur + surpression de 20 bars → **Résistance** de la paroi pour 100t de corium

Figure 5 : flux thermiques au fond de la cuve (source : personnelle, 2021)

Conclusion
Pour des réacteurs de 1000 MWe ou plus, la stratégie IVR peut être envisagée. En effet, les résultats du projet IVMR prouvent bien qu'une cuve, d'épaisseur 5 cm sur sa partie basse (jusqu'à 2 m) résiste à une surpression de 20 bars supplémentaires. Selon le type de réacteur et de la composition du combustible, des simulations supplémentaires devront être menées pour valider la conformité de ce système de refroidissement en cas de fusion du cœur. EDF envisagerait d'utiliser cette stratégie pour ces futurs réacteurs, les SMR, avec une enceinte de confinement entourée d'un cube d'eau.

Bibliographie

- L. Carénini *et al.*, Main outcomes from the IVR code benchmark performed in the IVMR project, *Annals of Nuclear Energy*, vol. 146, 2020, 107612.
- L. Carénini, F. Fichot, N. Seignour, Modelling issues related to molten pool behaviour in case of In-Vessel Retention strategy, *Annals of Nuclear Energy*, vol. 118, 2018, p. 363-374.
- F. Fichot *et al.*, Some considerations to improve the methodology to assess In-Vessel Retention strategy for high-power reactors, *Annals of Nuclear Energy*, vol. 119, 2018, p. 36-45.
- J.-M. Seiler *et al.*, Analysis of corium recovery concepts by the EUROCORE group, *Nuclear Engineering and Design*, vol. 221, Issues 1-3, 2003, p. 119-136.
- IRSN. Comment contenir le cœur fondu d'un réacteur. Pour la science [en ligne]. 2020. Disponible sur : CAHIER PARTENAIRE IRSN / POUR LA SCIENCE aout 2020 (Consulté le 23/11/2021)

