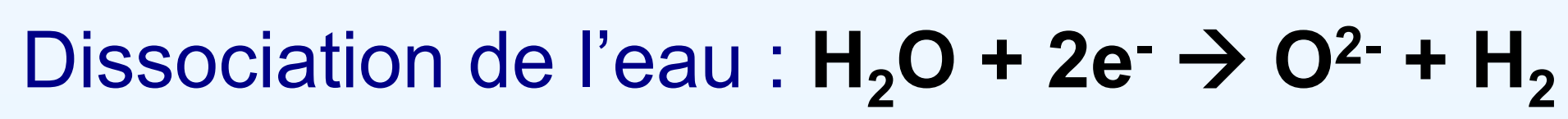


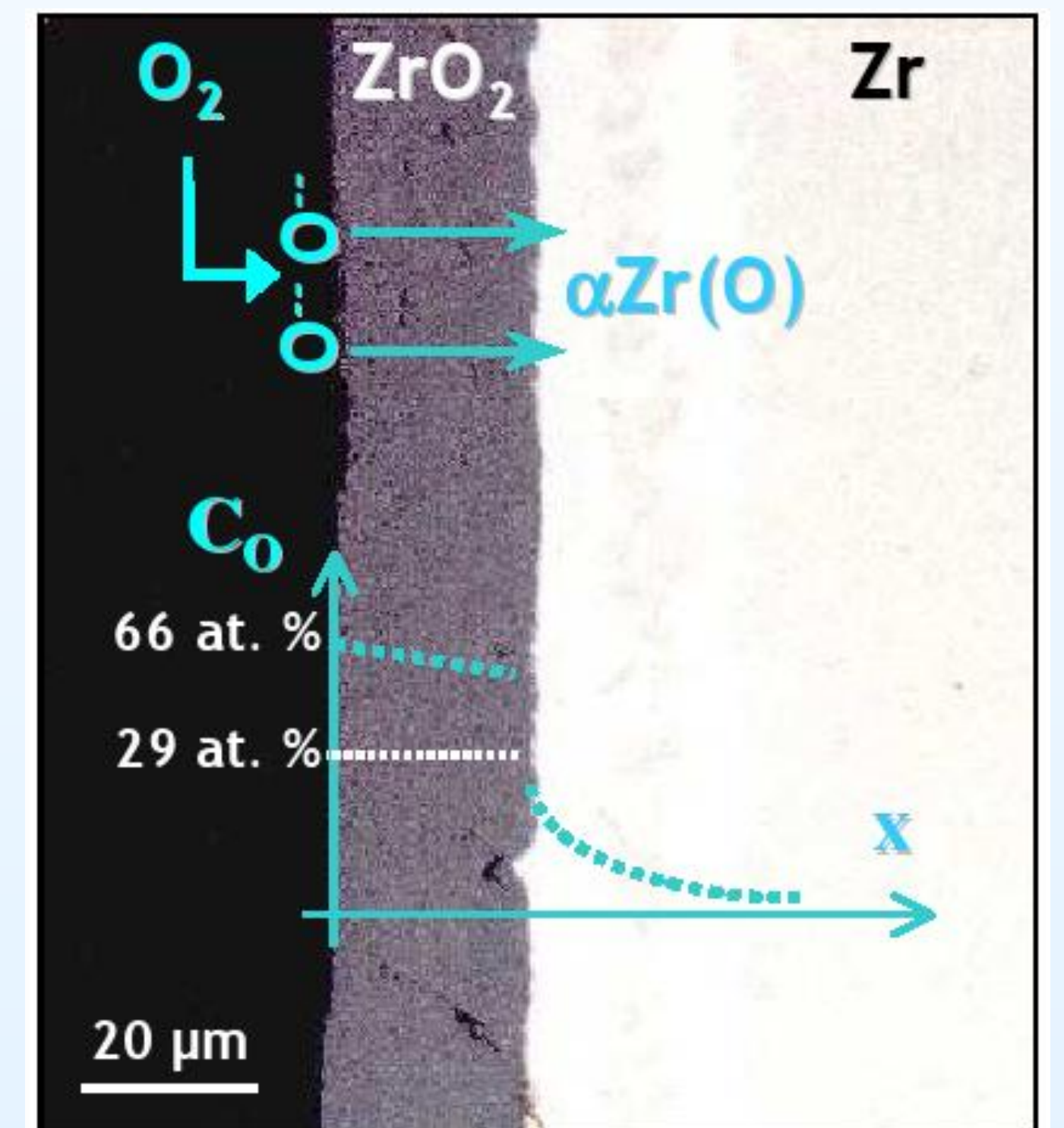
Un accident grave a pour cause la perte du réfrigérant primaire (eau sous pression) et l'eau restante va entrer en ébullition. La vapeur ainsi créée provoque l'oxydation des gaines de combustible. Cette réaction produit un fort dégagement de chaleur et de l'hydrogène qui peut amener à une détonation pouvant porter atteinte à l'intégrité de la cuve et de l'enceinte. C'est pourquoi il est nécessaire de mieux connaître et prédire les paramètres physiques critiques durant cette phase.

## Modèle d'oxydation des gaines

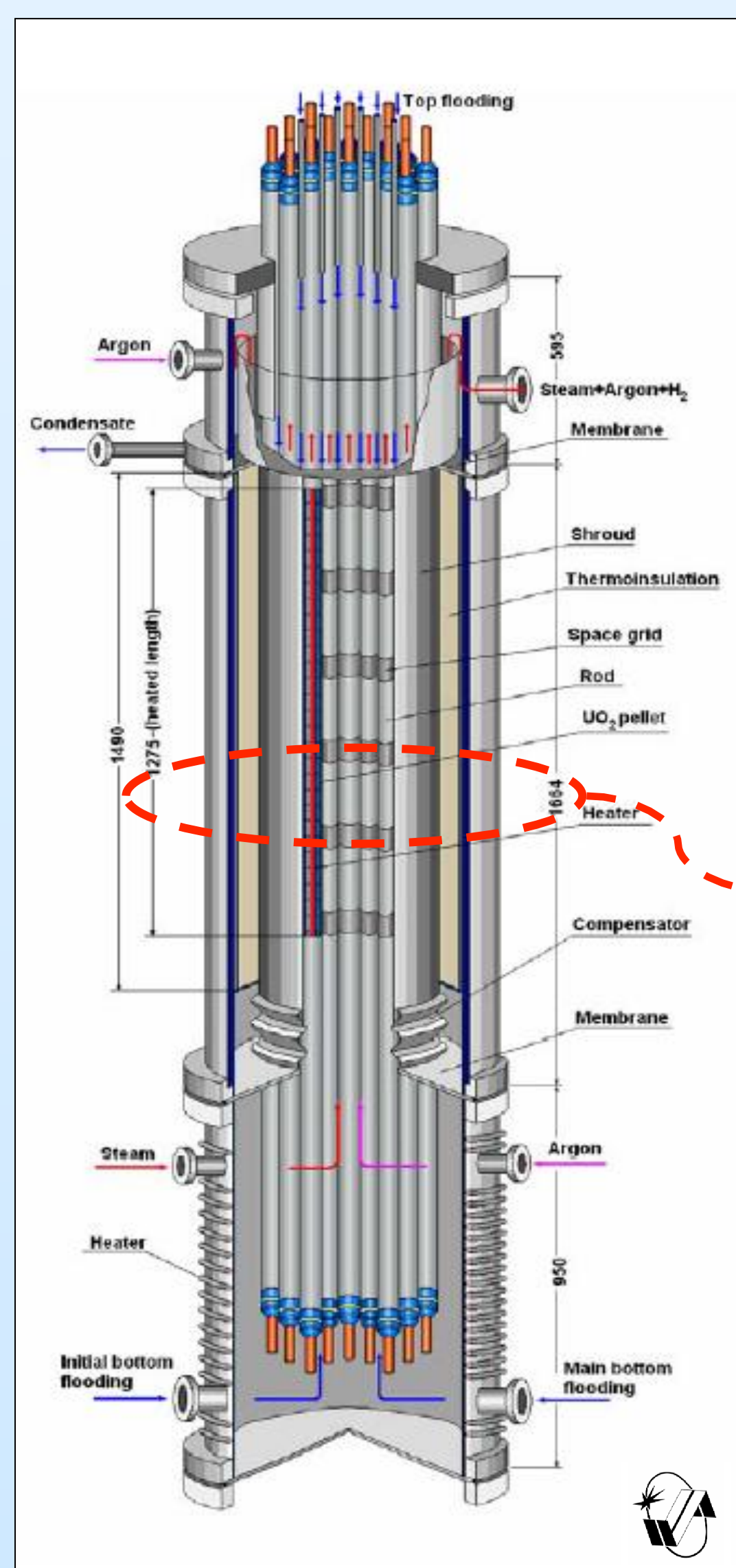
- Oxydation des gaines contrôlée par la diffusion de l'oxygène dans la couche de zircon :



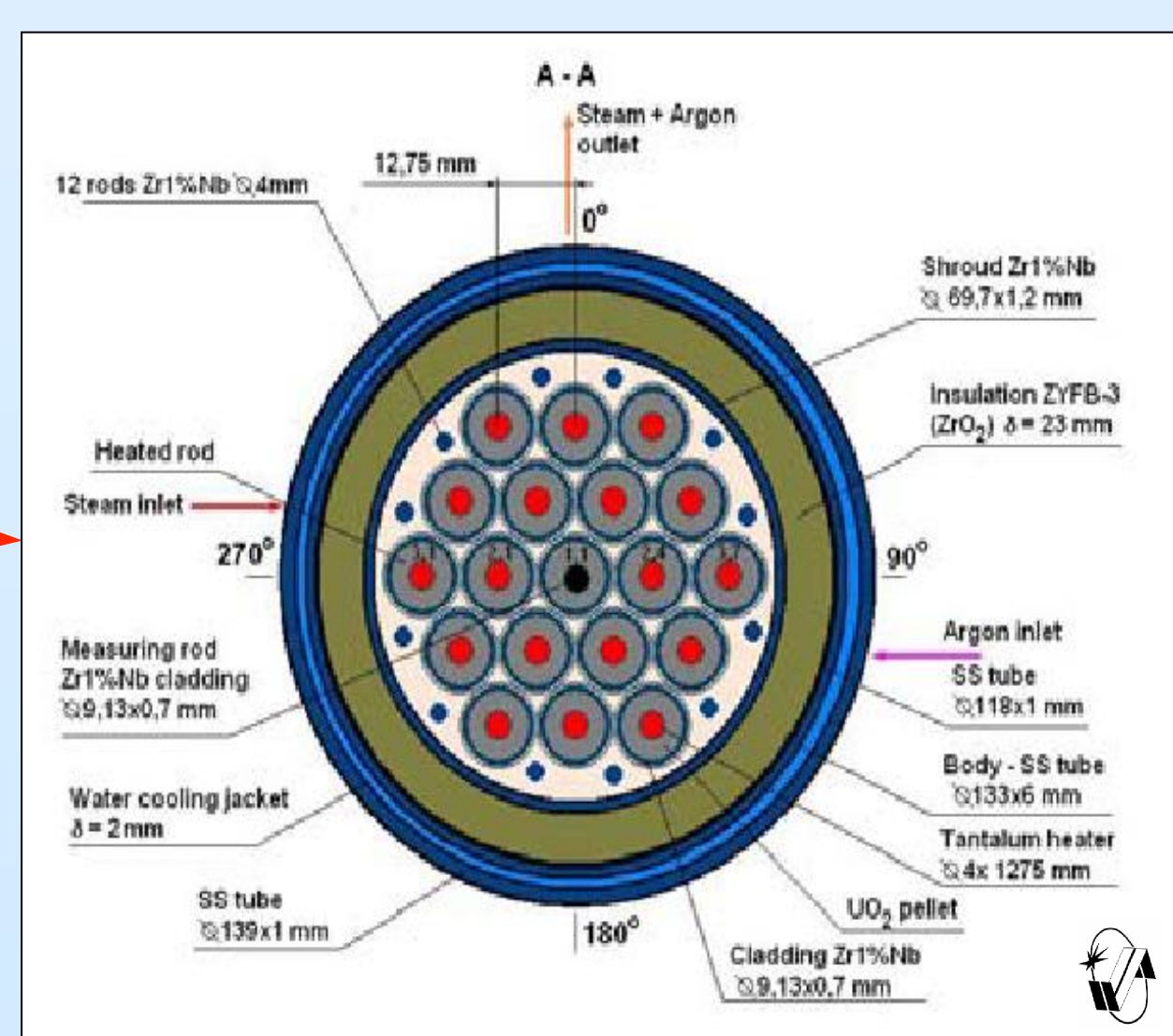
- Cinétique de réaction selon une loi de croissance parabolique traduite en terme de gain en masse :  $w^2 = K_m \cdot t$
- Coefficient de gain en masse du type Arrhenius ( $\text{kg}^2/\text{m}^2/\text{s}$ ) :  $K_m = A \cdot e^{\left(\frac{-B}{R \cdot T}\right)}$  où A et B constantes sont déterminées à partir de corrélations disponibles dans la littérature.



## Essai PARAMETER-SF3 : test semi-intégral d'oxydation sous vapeur



Le banc d'essai PARAMETER-SF3 présente 19 crayons de combustible dont 18 chauffés électriquement. Les gaines de crayons de combustible sont en E110, un alliage russe (Zr1%Nb).

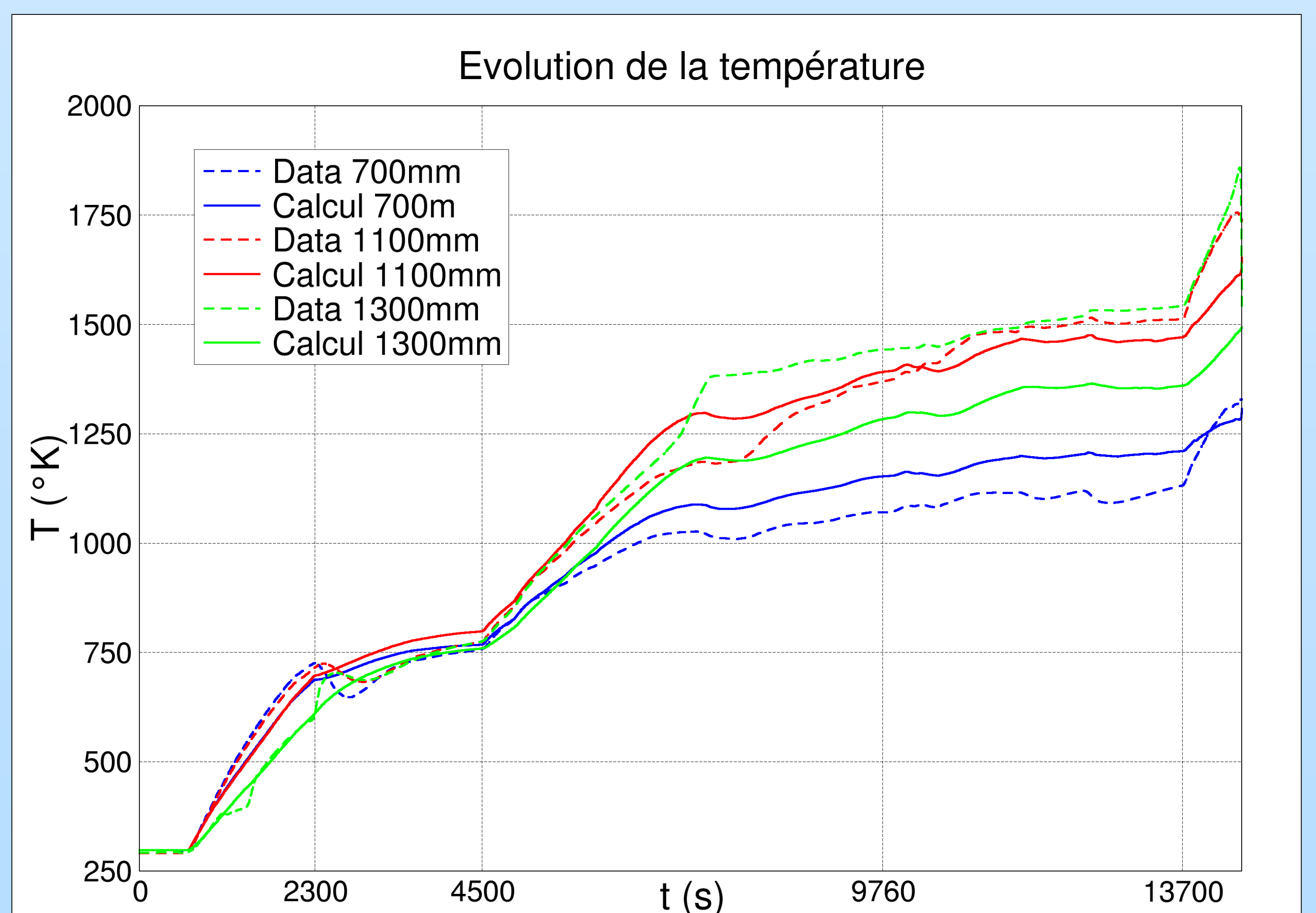
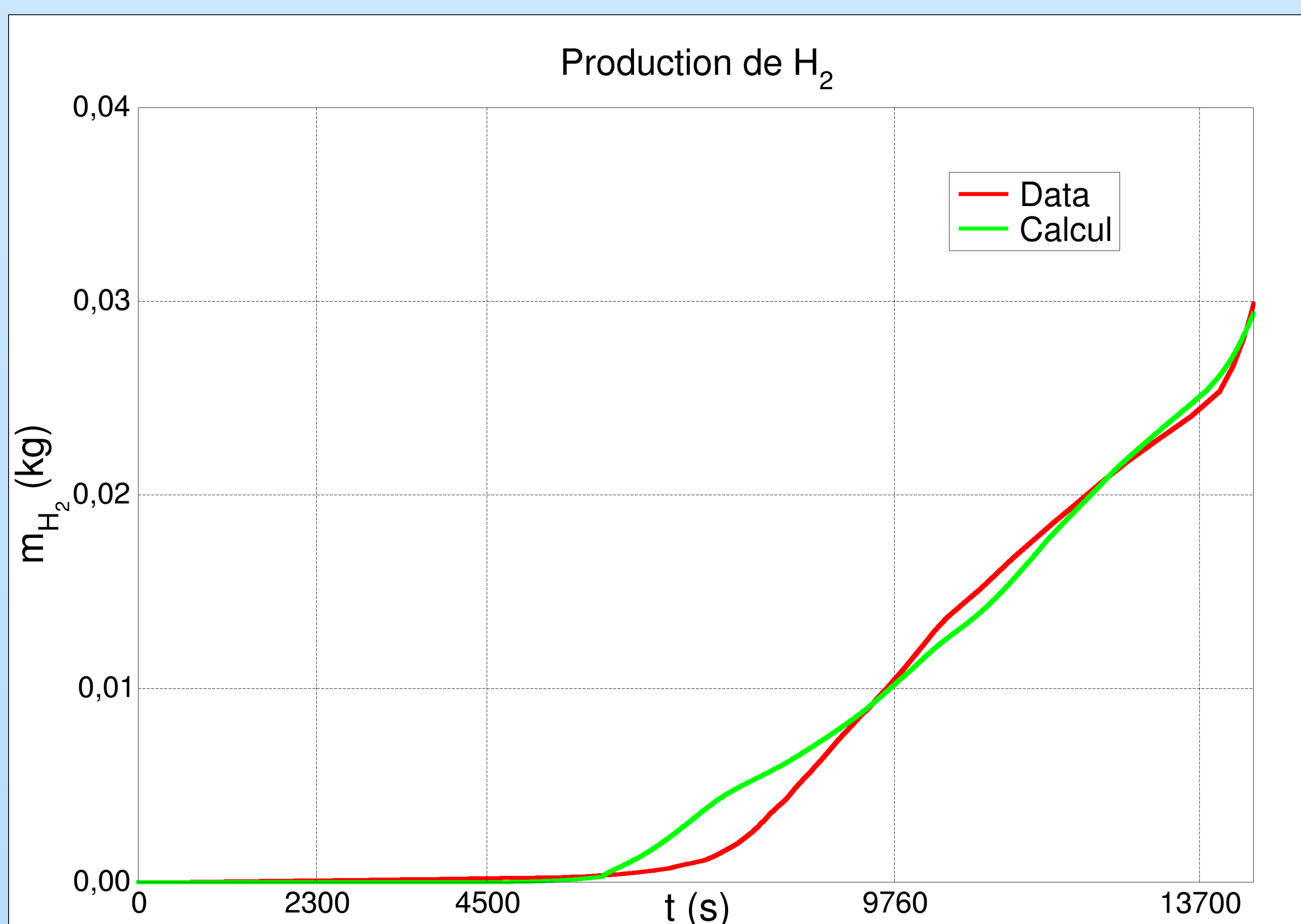


### Déroulement de l'essai:

- phase de préparation (0 à 4500 sec) : chauffage jusqu'à environ 750K et début d'injection de vapeur,
- phase de chauffage (4500 à 9760 sec) : chauffage jusqu'à environ 1470K,
- phase de pré-oxydation (9760 à 13725 sec) : stabilisation de la température,
- phase de transitoire (13725 à 14480 sec) : chauffage jusqu'à environ 1875K pour sa partie la plus chaude,
- phase de renoyage (14480 à 14960 sec) : fin de l'injection de vapeur et renoyage par le haut avec un débit d'eau de 40g/sec.

## Validation du modèle de l'oxydation sous vapeur sur PARAMETER-SF3

L'essai PARAMETER-SF3 a été simulé avec le code MAAP4, logiciel de référence à EDF pour la simulation de scénarios d'accidents graves.



### Observations :

- la cinétique de production d'hydrogène est bien reproduite,
- la valeur finale de la quantité d'hydrogène est précise avant la phase de renoyage ( $t = 14480 \text{ s}$ ).

### Observations :

- les évolutions des températures sont relativement bien calculées jusqu'au point chaud (courbes bleue et rouge),
- au delà (courbe verte) les températures sont sous-estimées.

## Conclusions

La simulation de la phase d'oxydation de l'essai PARAMETER-SF3 est satisfaisante. Les modèles intégrés au code MAAP4 permettent de calculer relativement précisément les paramètres critiques tels que la température et la production d'hydrogène.