



Modélisation de l'interaction pastille-gaine (IPG) dans le combustible REP

Fabrice BENTEJAC, Nicolas HOURDEQUIN, Claude STRUB
SEMT/LM2S – CEA Saclay

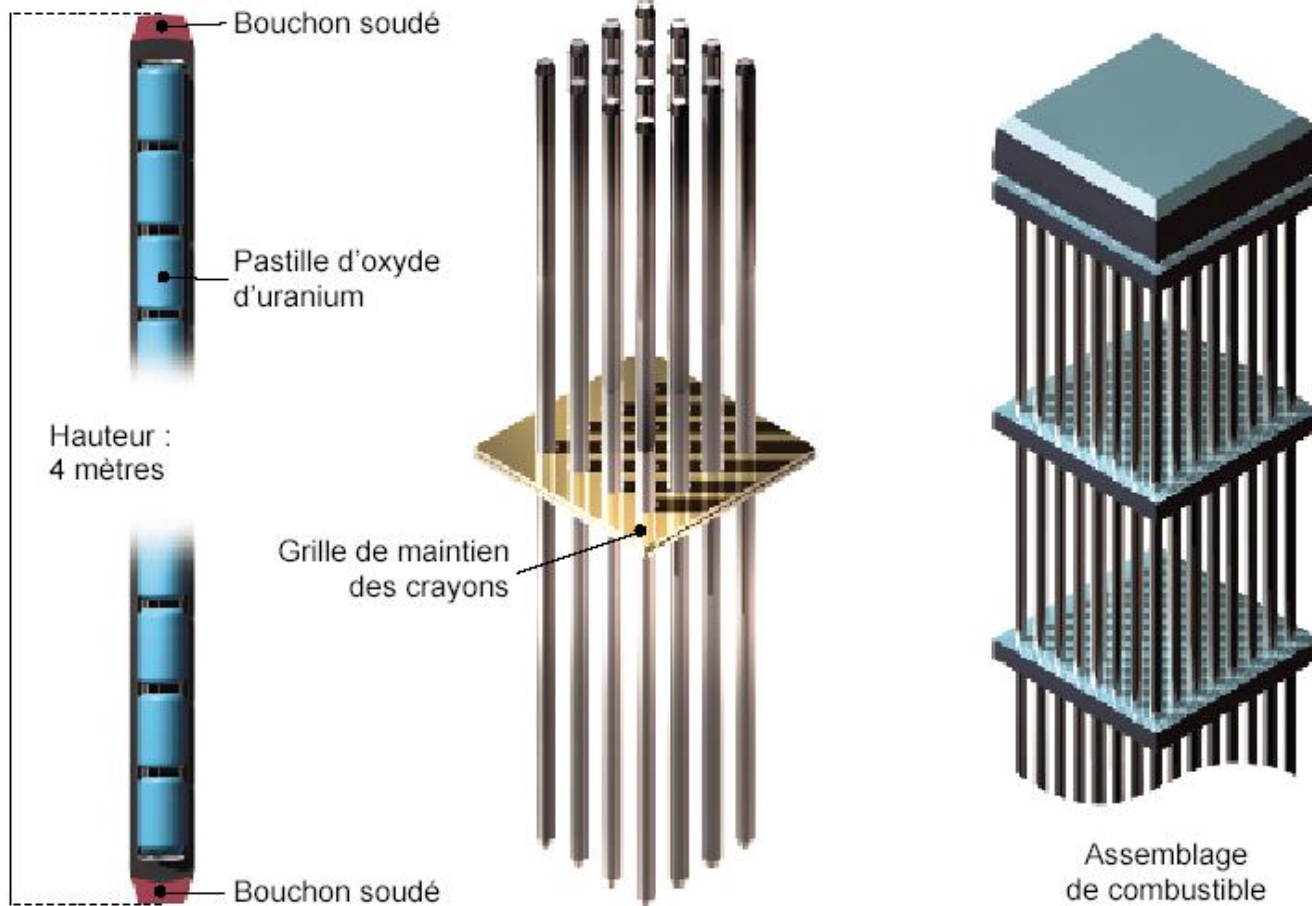
Plan



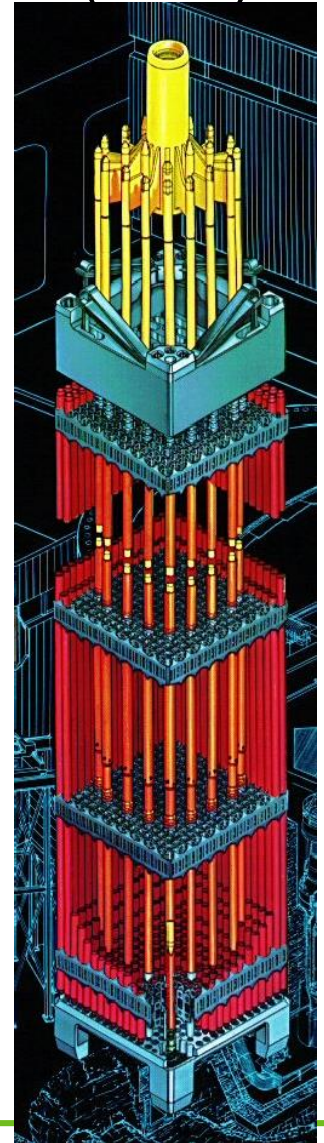
- Contexte industriel
- Phénomènes mis en jeu dans l'IPG
- Outil de simulation de l'IPG sur base Cast3M : TOUTATIS - Chronologie des développements

Contexte industriel

- Combustible des Réacteurs à Eau Pressurisée (REP)



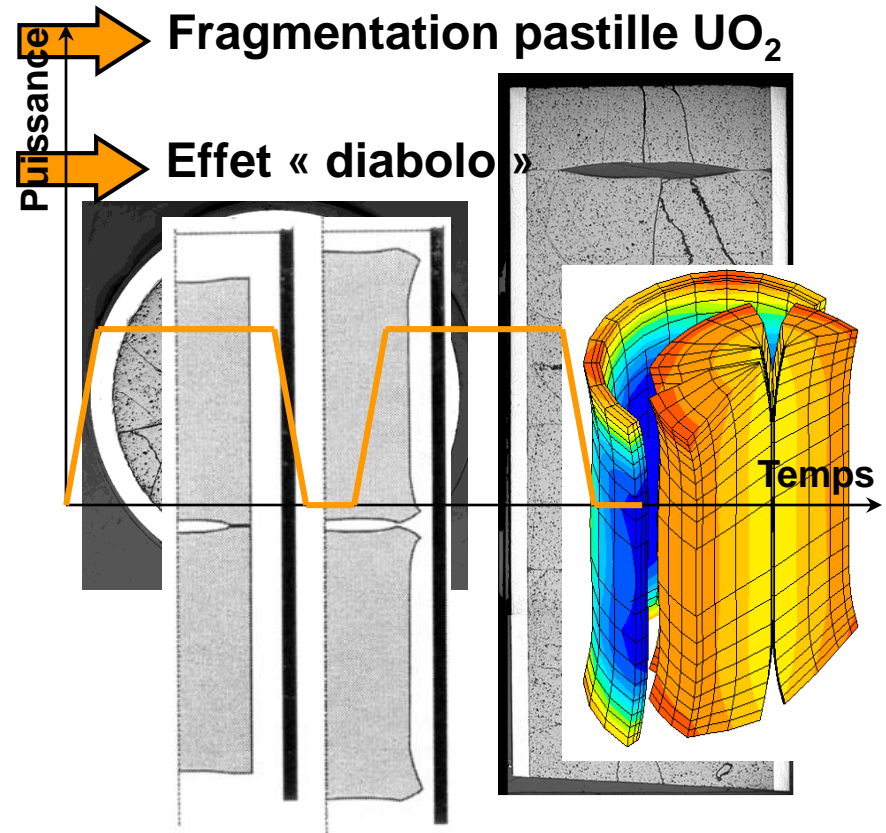
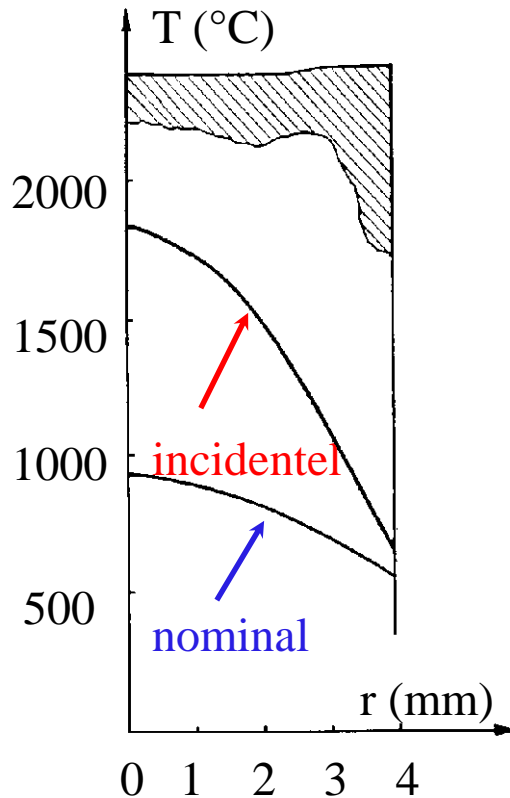
CRAYON DE COMBUSTIBLE



Phénomènes mis en jeu dans l'IPG (1)

- Régime **nominal** (irradiation de base 2 cycles)

□ Gradient thermique radial



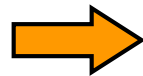
Phénomènes mis en jeu dans l'IPG (2)

- Régime **nominal** (irradiation de base)

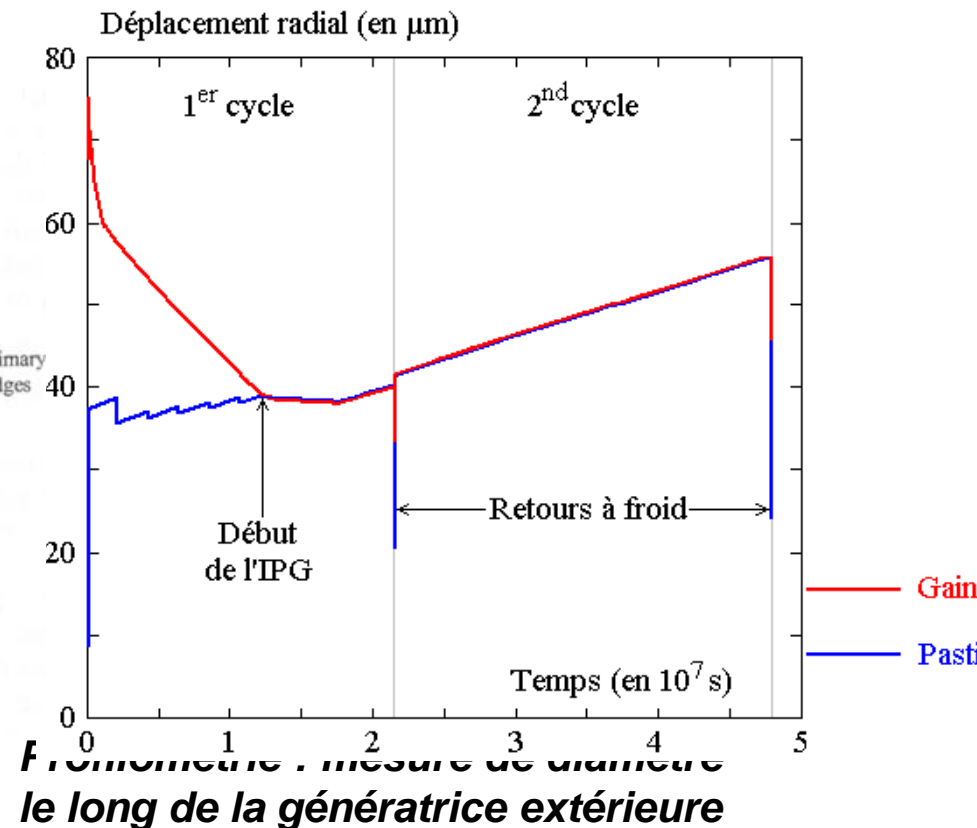
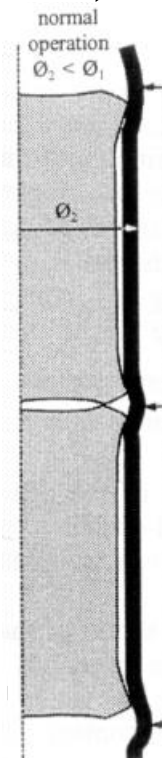


❑ Fluage gaine Caloporteur à #300°C - 155 bar

❑ Gonflement UO_2 accumulation des produits de fission

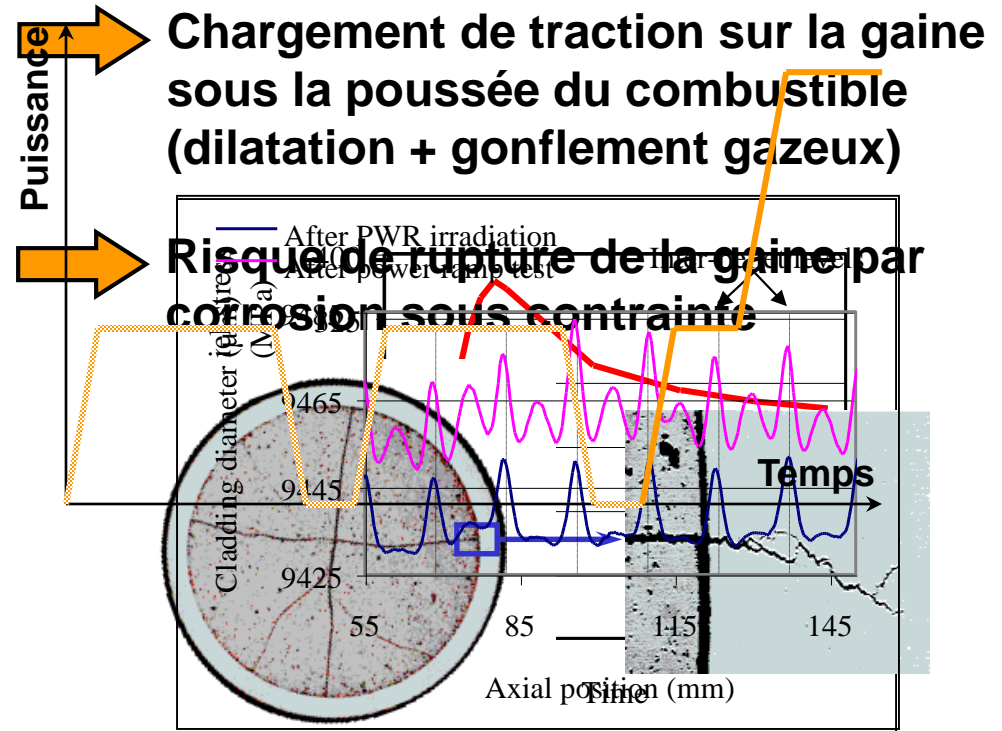
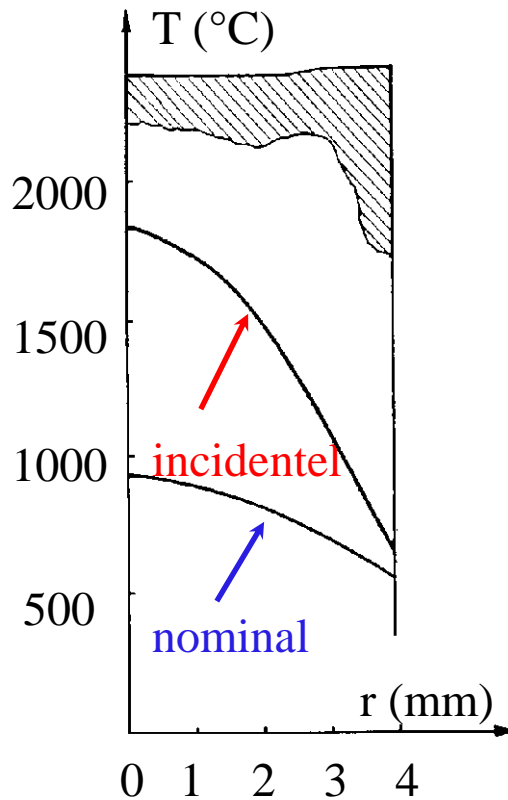


Fermeture jeu radial pastille-gaine



Phénomènes mis en jeu dans l'IPG (3)

- Régime **incidentel** (rampe de puissance)
 - Importante et rapide élévation de température (à cœur, $T^{\circ}_{\text{incid.}} \# 2 \times T_{\text{nominal}}$)



Chronologie des développements (1)



Cast3M

- 1983 : début des développements
- 1994 : Frottement en 2D
- 1995 : Procédure PASAPAS
possibilité de chaîner des calculs
thermique et mécanique

TOUTATIS

- 1991 : début des développements
modélisation en 2D axisymétrique 
Présentation
Microsoft PowerPoint
- 1993 : début des développements
modélisation en 3D 
Présentation
Microsoft PowerPoint
- 1995-2000 : premières livraisons,
exploitation, améliorations... 
Présentation
Microsoft PowerPoint
- 1997-2000 : Frottement en 2D
version 2D (r,θ) avec frottement à
l'interface pastille-gaine 
Présentation
Microsoft PowerPoint
version 2D axi avec frottement à
l'interface pastille-gaine

Chronologie des développements (2)



Cast3M

- 2001 : Modèle MISTRAL
- 2001 : Frottement en 3D
- 2003 : Modèle UMAT
- 2003 : Bouclage thermique-mécanique
- 2003 : Procédures REEV_THE et REEV_MEC
- 2003-2005 : Modèle UO2 (OTTOSEN-GATT_MONERIE)

TOUTATIS

- 2001-2002 : Frottement en 3D 
Présentation Microsoft PowerPoint
- 2003-2005 : Implantation du modèle UO2 
Présentation Microsoft PowerPoint
- 2003-2005 : Enchaînement des résolutions sur un pas de temps
- 2005 : Mise à niveau des 3 modélisations [2D(r,z) axi] – [2D(r,θ) plan gene] – [3D]
- 2005-2006 : Appel de modèles via UMAT