



# Thomas Helper

*Modélisation et simulation du comportement  
thermo-mécanique des éléments combustibles  
Laboratoire de simulation du combustible  
(CEA DEN/DEC/SESC/LSC)*

## Table des matières

Domaine d'activité et projet professionnel, 1 • Parcours professionnel, 3 • Formation, 4 • Activités d'enseignement, Formations, 4 • Encadrement, 5 • Site internet, 5 • Animation scientifique, 6 • Faits marquants, 6 • Articles, 7 • Actes de congrès, 8 • Notes techniques, 9 • Communications orales, 12 • Publications citant MFront, 15.

## Domaine d'activité et projet professionnel

Je m'intéresse essentiellement :

- à la modélisation thermo-mécanique des éléments combustible au sein de la plate-forme PLEIADES, ce qui couvre les aspects physiques (fissuration des matériaux fragiles, grandes transformations, incompressibilité) et numériques (amélioration des performances, robustesse) ;
- à la simulation du comportement des combustibles REP en situation accidentelle de type APRP ou RIA ;
- à la capitalisation des lois de comportements mécaniques pour lesquels je travaille à mettre en place, avec les laboratoires expérimentaux du CEA (DEC,DMN) et d'EDF (MMC) une méthodologie et des outils communs garantissant une cohérence entre l'identification des lois de comportement mécanique et leur utilisation dans les codes de calcul.

J'ai été le principal développeur de LICOS, une application combustible dédiée aux éléments combustible et absorbant innovants ainsi qu'aux irradiations expérimentales non standard. Grâce à cette expérience, je me suis intéressé aux problématique de la plupart des filières nucléaires d'intérêt pour le CEA (REP, RNR, RNR-G). La qualité de LICOS a été saluée en interne et par les partenaires industriels du CEA (AREVA/EDF).

En parallèle de LICOS, j'ai développé MFront, un outil d'intégration de connaissances matériau, qui est au coeur de la stratégie de mutualisation et de capitalisation de la plate-forme PLEIADES. Depuis sa mise en open-source en 2014, cet outil connaît un succès croissant bien au delà du domaine combustible, tant au CEA (DMN, DER, DM2S, DPC) que chez ses partenaires industriels (EDF et AREVA), mais aussi dans des cercles plus large que le nucléaire (CNRS, Airbus, Communauté européenne, etc...). MFront est décrit plus en détails ci-après.

### Points saillants

- membre du groupe de travail CEA/EDF/Areva) sur « la capitalisation des lois de

Centre de Cadarache – F-13108 Saint-Paul Lez Durance, France

📞 33+ (0)4 42 25 22 67 • 📞 33+ (0)4 42 25 47 47

✉️ thomas.helper@cea.fr • 🌐 www.tfel.sourceforge.net • 38 ans 1/16

- comportement en support à la qualification unitaire des codes ».
- correspondant technique sur la modélisation mécanique dans la plate-forme PLEIADES ;
  - correspondant technique sur les lois de comportement gaine pour le projet CRAYON ;
  - 9 papiers publiés dans des journaux à comité de lecture :
    - dont 4 en tant que premier auteur
    - 2 papiers supplémentaires sont en cours de finition
  - 51 notes techniques :
    - dont 34 en tant que premier auteur
    - 10 participations à des actes de congrès
    - contribution directe à 7 faits marquants DEN/DEC
    - reviewer pour Nuclear Engineering and Design.

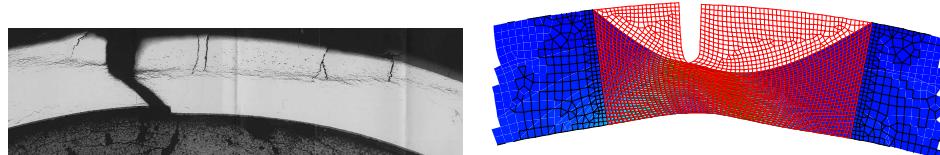
### Modélisation et simulation des éléments combustibles et absorbants

#### La plate-forme PLEIADES



[81] [116] [104] [82] [83] [109]

**Simulation du comportement des éléments combustibles en situation normale et incidentelle**

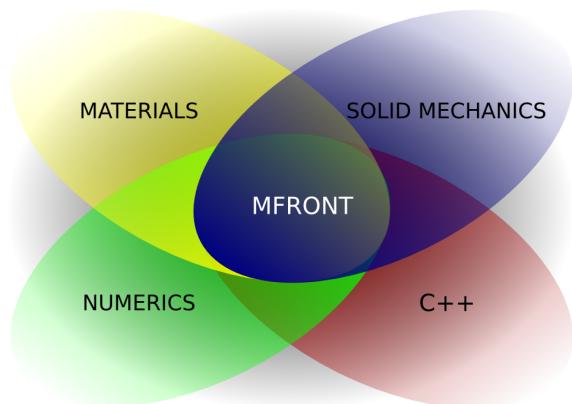


[?]

[102] [103] [104]

[2] [126] [3]

**Lois de comportements mécaniques : le générateur de code MFront**



MFront couvre la plupart des applications en calcul de structure (quasi-statique, dynamique, petites et grandes transformations) et permet de décrire une grande variété de comportements non linéaires (plasticité, viscoplasticité, endommagement, etc..). Cette versatilité fait qu'on recense des applications au combustible, aux métaux, aux bétons,

Centre de Cadarache – F-13108 Saint-Paul Lez Durance, France

📞 33+ (0)4 42 25 22 67 • 📞 33+ (0)4 42 25 47 47

✉️ thomas.helfer@cea.fr • 🌐 www.tfel.sourceforge.net • 38 ans 2/16

aux sols, aux polymères, etc... **MFront** garantit des performances numériques excellentes, supérieures à celles des lois natives des codes éléments finis usuels (**Cast3M**, **Code\_Aster**, **Abaqus/Standard**), une simplicité d'utilisation inégalée, et la portabilité entre les codes des lois de comportement générées.

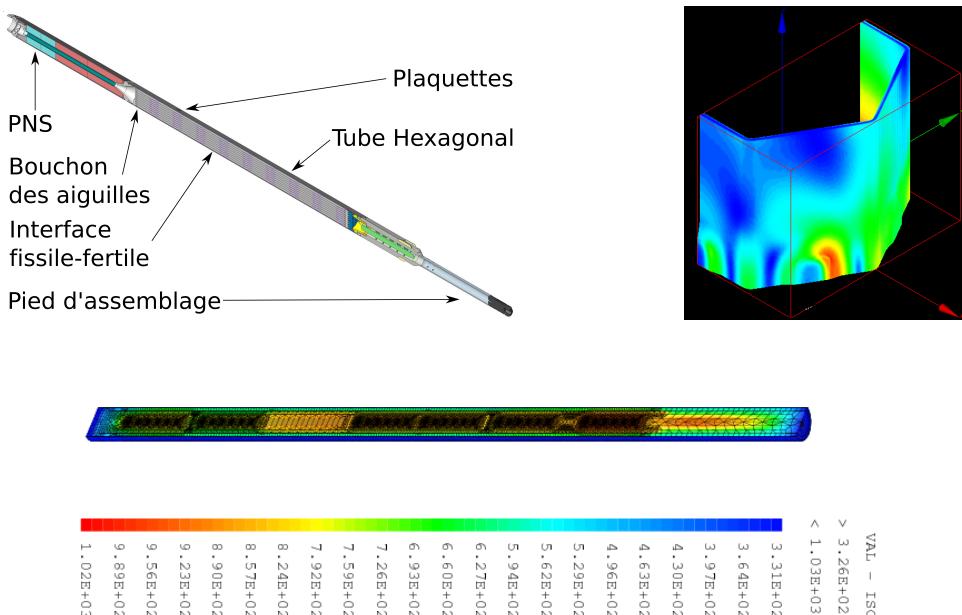
**MFront** est aujourd'hui un élément clé de la stratégie de simulation du CEA et de ses partenaires. Ce produit est distribué dans les produits suivants :

- la plate-forme **PLEIADES** ;
- le code aux éléments finis **Code\_Aster**. Les lois générées par **MFront** ont remplacées la plupart des lois natives, moins performantes ;
- la plate-forme **Salomé-Méca** ;
- la plate-forme **MAP** (**Material Ageing PlateForm**) ;

Il peut également être téléchargé à l'adresse suivante :

<http://www.tfel.sourceforge.net>

[?] [?] [4] [96] [97] [113] [120] [116] [117] [84] [85] [86] [87] [88] [89] [90] [91] [92]  
**L'application de conception LICOS**



[7] [8] [93] [95] [106] [118]

### Mécanique non linéaire des matériaux

[?] [4] [96] [97] [9] [86] [119] [94] [108]

**Comportement des matériaux combustible, des matériaux absorbant et des matériaux de gainage**

[?] [115] [122] [123]

### Numérique

[13] [105] [121]

## Parcours professionnel

Centre de Cadarache – F-13108 Saint-Paul Lez Durance, France

📞 33+ (0)4 42 25 22 67 • 📞 33+ (0)4 42 25 47 47

✉️ thomas.helfer@cea.fr • 🌐 www.tfel.sourceforge.net • 38 ans 3/16

- 2015-???? Modélisation des accidents graves REP (RIA/APRP)
- 2015-???? Correspondant technique pour l'évolution des composants mécaniques de PLEIADES
- 2015-???? Correspondant technique pour les lois de comportement gaine du projet CRAYON
- 2013-???? Responsable du développement de MFront
- 2013-2015 DEC/SESC/LSC : Développement GERMINAL (éléments absorbants, composants RAMSES et thermohydraulique)
- 2009-2014 DEC/SESC/LSC : Responsable de développement de Licos : applications pour la conception des éléments combustibles et absorbants innovants, des irradiations non standards et à l'interprétation des irradiations non standards
- 2010-2008 DEC/SESC/LSC : Responsable de développement du code de calcul CELAENO pour les éléments combustible de la filière RNR-Gaz et le design des irradiations expérimentales associées

## Formation

### Formation initiale

- 2005 **Docteur en mécaniques des solides**, École centrale de Lyon, France, Étude de l'impact de la fissuration des combustibles nucléaires oxyde sur le comportement normal et incidentel des crayons combustible.
- 2002 **DEA en Sciences des Matériaux**, Université Henri Poincaré (Nancy I), France.
- 2002 **Ingénieur**, École des Mines de Nancy, France, Spécialité en science et ingénierie des matériaux.

### Formation professionnelle

- 2016 Contrôler et améliorer la qualité numérique d'un code de calcul industriel
- 2015 Animez et optimisez vos réunions
- 2014 Formation Salome (GEOM/SMESH - PARAVIS - MEDCOUPLING)
- 2012 Salome CAO maillage ET Paravis
- 2011 ASTRID : R&D et projet, cohérence et complétude
- 2010 Les réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium - module général
- 2010 Gérer ses émotions et renforcer sa confiance en soi, lors d'une prise de parole en public
- 2009 SPIRALE - FNB niv.3 Formation Nucléaire de Base
- 2008 SPIRALE - FNB niv.2 L'Electronucléaire et les Installations Nucléaires
- 2008 SPIRALE - FNB niv. 1 Introduction à l'Energie Nucléaire
- 2006 Conception d'applications scientifiques hautes performances
- 2006 Programmation C++
- 2006 Théorie appliquée aux réacteurs PN
- 2004 École d'été MEALOR (Mécanique de l'endommagement et approche locale de la rupture)

## Activités d'enseignement, Formations

### Enseignement

- 2016 Materials science for Nuclear Energy (MaNuEn)/European Master in Nuclear Energy (EMINE)  
Non linear mechanical phenomena in fuel elements simulation (12h)
- 2016 Polytech'Marseille, option « Structures et Ouvrage », 3ème année cursus ingénieur Mécanique non linéaire et Cast3M : 13h de cours/TD.
- 2010-2015 Materials science for Nuclear Energy (MaNuEn)/European Master in Nuclear Energy (EMINE)  
Basic modelling of a fuel rod and application to fuel element design (8h)

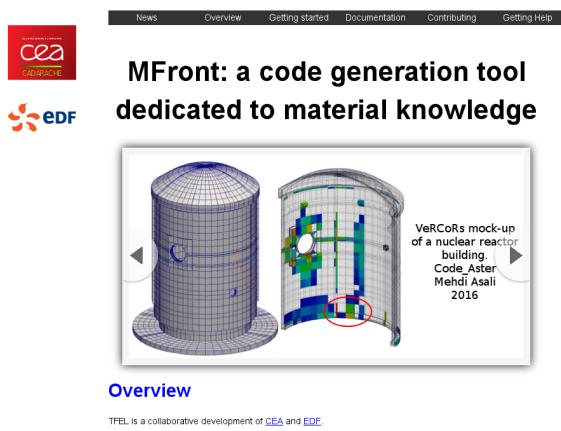
### Formations

- 2016 Formation MFront (DMN)  
2016 Formation MFront (DM2S)  
2016 Formation MFront (DEC)  
2016 Formation C++ (DEC/SESC)

### Encadrement

- 2017 Antonin Aguilar, stage Université de technologie de Troyes (6mois) : *Identification robuste des lois de comportement viscoplastique du combustible nucléaire oxyde UO<sub>2</sub> des réacteurs à eau pressurisée*
- 2016 Rémy Cnocquart, stage INSA-Lyon (6mois) : *modélisation non locale de la propagation de fissure dans le combustible nucléaire : applications à la fragmentation du combustible*
- 2016 Tom Maurel, stage INSA-Lyon (6mois) : *modélisation du collage des pastilles de combustible nucléaire fortement irradiée au tube de gainage*
- 2015 Sébastien Melin, stage Ecole Polytechnique (6 mois) : *modélisation de la rupture d'une gaine de crayon combustible au cours d'un accident d'injection de réactivité*
- 2013 Matthieu Occelli, stage INSA-Lyon (6mois) : *dimensionnement des éléments absorbants du réacteur ASTRID en séisme : modélisation poutre et analyse locale par raccord poutre-massif*
- 2008 Thomas Roncaglia, stage DUT (3 mois) : *parallélisation des modèles de la plate-forme PLEIADES*
- 2008 Sébastien Muller, stage Ecole Polytechnique (6 mois) : *influence des fissures radiales dans la pastille combustible sur le comportement mécanique du crayon combustible, apports d'une modélisation 2D (r, θ)*
- 2007 Matthieu Turban, stage Ecole Polytechnique (6 mois) : *étude du comportement thermoélastique d'un fragment de pastille combustible sous irradiation : résolution par la méthode du prolongement analytique*

### Site internet



Le site internet de MFront :

<http://tfel.sourceforge.net>

## Animation scientifique

### Club utilisateurs MFront

- 2017 Troisième journée des utilisateurs MFront, DIGITEO ( $\approx$  35 participants).  
Les présentations sont accessibles sur le dépôt :  
<https://github.com/thelfer/tfel-doc/tree/master/MFrontUserDays/ThirdUserDay>
- 2016 Seconde journée des utilisateurs MFront, EDF Lab Saclay ( $\approx$  60 participants).  
Les présentations sont accessibles sur le dépôt :  
<https://github.com/thelfer/tfel-doc/tree/master/MFrontUserDays/SecondUserDay>
- 2015 Première journée des utilisateurs MFront, CEA Cadarache (35 participants).  
Les présentations sont accessibles sur le dépôt :  
<https://github.com/thelfer/tfel-doc/tree/master/MFrontUserDays/FirstUserDay>

## Faits marquants

### Faits marquants DEN ayant fait l'objet d'un FLASH DEN

- 2017 Livraison au format MFRONT de la loi EDGAR M5 v3 décrivant le comportement mécanique des gaines M5® en conditions d'accident de perte de réfrigérant primaire
- 2014 La plateforme PLEIADES diffuse en Open-source le composant MFRONT

### Faits marquants DEN

- 2013 Application conception PLEIADES (LICOS) : première formation « Utilisateurs » à AREVA
- 2012 Livraison du Modèle LICOS-DIAMINO du DEC à DRSN/SIREN

### Faits marquants DEC

2018	Modélisation des expériences menées au sur le combustible REP en conditions de transport et d'entreposage
2017	Livraison des lois EDGAR V3 au format MFront par le DMN/SRMA
2016	Seconde journée des utilisateurs MFront
2015	Livraison de l'application LICOS 1.2
2013	Séminaire en l'honneur des 10 ans de PLEIADES

## Articles

Isabelle Guénöt-Delahaie, Jérôme Sercombe, Thomas Helfer, Patrick Goldbronn, Éric Fédérici, Thomas Le Jolu, Aurore Parrot, Christine Delafoy, and Christian Bernaudat. Simulation of RIA transients on UO<sub>2</sub>-m5® fuel rods with ALCYONE v1.4 fuel performance code. 2017. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1738573317307222>, doi:10.1016/j.net.2017.12.006.

Jérôme Sercombe, Thomas Helfer, Eric Federici, David Leboulch, Thomas Le Jolu, Arthur Hellouin de Ménilles, and Christian Bernaudat. 2d simulation of hydride blister cracking during a RIA transient with the fuel code ALCYONE. *EPJ Nuclear Sciences & Technologies*, 2 :22, 2016. URL : <http://www.epj-n.org/10.1051/epjn/2016016>, doi:10.1051/epjn/2016016.

Jérôme Sercombe, Renaud Masson, and Thomas Helfer. Stress concentration during pellet cladding interaction : Comparison of closed-form solutions with 2d( $r, \theta$ ) finite element simulations. *Nuclear Engineering and Design*, 260 :175–187, July 2013. URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0029549313001611>, doi:10.1016/j.nucengdes.2013.03.019.

Benoit Bary, Christophe Bourcier, and Thomas Helfer. Analytical and 3d numerical analysis of the thermoviscoelastic behavior of concrete-like materials including interfaces. 112 :16–30. URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965997816305452>, doi:10.1016/j.advengsoft.2017.06.006.

Benoit Bary, Christophe Bourcier, and Thomas Helfer. Thermoviscoelastic Analysis of Concrete Creep at Mesoscale. *Key Engineering Materials*, 711 :652–658, September 2016. doi:10.4028/www.scientific.net/KEM.711.652.

Thomas Helfer, Bruno Michel, Jean-Michel Proix, Maxime Salvo, Jérôme Sercombe, and Michel Casella. Introducing the open-source mfront code generator : Application to mechanical behaviours and material knowledge management within the PLEIADES fuel element modelling platform. *Computers & Mathematics with Applications*, 70(5) :994–1023, September 2015. URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0898122115003132>, doi:10.1016/j.camwa.2015.06.027.

S. Bejaoui, T. Helfer, S. Bendotti, and T. Lambert. Thermomechanical simulation of the diamino irradiation experiment using the licos fuel performance code. *Nuclear Engineering and Design*, To be submitted, 2017.

Thomas Helfer, Syriac Bejaoui, and Bruno Michel. Licos, a fuel performance code for innovative fuel elements or experimental devices design. *Nuclear Engineering and Design*, 294 :117–136, December 2015. URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0029549315003842>, doi:10.1016/j.nucengdes.2015.07.070.

B. Michel, T. Helfer, I. Ramière, and C. Esnoul. A new numerical methodology for simulation of unstable rupture in fragile materials. *Submitted in Engineering Fracture Mechanics*, 2016.

Thomas Helfer. Extension of monodimensional fuel performance codes to finite strain analysis using a Lagrangian logarithmic strain framework. *Nuclear Engineering and Design*, 288 :75–81, July 2015. URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0029549315000928>, doi:10.1016/j.nucengdes.2015.02.010.

Maxime Salvo, Jérôme Sercombe, Thomas Helfer, Philippe Sornay, and Thierry Désoyer. Experimental characterization and modeling of UO<sub>2</sub> grain boundary cracking at high temperatures and high strain rates. *Journal of Nuclear Materials*, 460 :184–199, May 2015. URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022311515001130>, doi:10.1016/j.jnucmat.2015.02.018.

Maxime Salvo, Jérôme Sercombe, Jean-Claude Ménard, Jérôme Julien, Thomas Helfer, and Thierry Désoyer. Experimental characterization and modelling of UO<sub>2</sub> behavior at high temperatures and high strain rates. *Journal of Nuclear Materials*, 456 :54–67, January 2015. URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002231151400614X>, doi:10.1016/j.jnucmat.2014.09.024.

B. Michel, T. Helfer, I. Ramière, and C. Esnoul. A new numerical methodology for simulation of unstable crack growth in time independent brittle materials. URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001379441630412X>, doi:10.1016/j.engfracmech.2017.08.009.

Isabelle Ramière and Thomas Helfer. Iterative residual-based vector methods to accelerate fixed point iterations. *Computers & Mathematics with Applications*, 70(9) :2210–2226, November 2015. URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0898122115004046>, doi:10.1016/j.camwa.2015.08.025.

## Actes de congrès

Charles Petry and Thomas Helfer. Advanced mechanical resolution in CYRANO3 fuel performance code using MFront generation tool. In *LWR Fuel Performance Meeting/TopFuel/WRFPM*, Zurich, Switzerland, July 2015.

Marc Lainet, Vincent Bouineau, Thomas Helfer, and Michel Pelletier. Recent modelling improvements in fuel performance code GERMINAL for SFR oxide fuel pins. In *Proceedings of the International Conference on Fast Reactors and Related Fuel Cycles : Safe Technologies and Sustainable Scenarios*, Paris, France, March 2013.

David Plancq, Gilles Thouvenin, Jean-Marc Ricaud, Christine Struzik, Thomas Helfer, Frédéric Bentejac, Philippe Thévenin, and Renaud Masson. PLEIADES : a unified environment for multi-dimensional fuel performance modeling. In *International meeting on LWR fuel performance*, Florida, 2004.

Victor Blanc, Xavier Jeanningros, T Helfer, P Lamagnière, and Thierry Beck. Characterization, simulation and improvement of spacer pads mechanical behaviour for sodium fast reactor fuel subassemblies. In *Structural Mechanics in Reactor Technology*, 2015.

I. Guénnot-Delahaie, D. Lorenzo, B. Valentin, J.-M. Esclaine, and T. Helfer. State of the art of the conceptual designs for astrid control and shutdown rods. In *Proceedings of the International Conference on Fast Reactors and Related Fuel Cycles : Safe Technologies and Sustainable Scenarios*, Paris, France, March 2013.

Jérôme Sercombe, David Le Boulch, Thomas Le Jolu, Arthur Hellouin de Menibus, Thomas Helfer, Éric Fédérici, and Christian Bernaudat. 2d simulations of hydride

blister cracking during a RIA transient with the fuel code ALCYONE. In *LWR Fuel Performance Meeting/TopFuel/WRFPM*, Zurich, September 2015.

Thomas Helfer, Benoît Bary, Tran Thang Dang, Olivier Fandeur, and Bruno Michel. Modélisation par champ de phase de la fissuration des matériaux fragiles : aspects numériques et applications au combustible nucléaire oxyde. CSMA.

Thomas Helfer, Olivier Fandeur, David Haboussa, Dominique Deloison, Olivier Jamond, Rémi Munier, Lucie Berthon, Étienne Castelier, and Ramière Isabelle. New functionalities of the 3.0 version of tfel, mfront and mtest. CSMA.

Thomas Helfer, Jean-Michel Proix, and Olivier Fandeur. Implantation de lois de comportement mécanique à l'aide de MFRONT : simplicité, efficacité, robustesse et portabilité. In *CSMA 10ème colloque national en calcul des structures*, Giens, France, June 2015. CSMA.

Maxime Zabiégo, Denis Lorenzo, Thomas Helfer, and Etienne Guillemin. Insertion reliability studies for the rbc-type control rods in astrid. In *Proceedings of the FR17 IAEA Conference*, Yekaterinburg, Russian Federation, 2017.

Syriac Bejaoui, Thomas Helfer, Éric Brunon, Thierry Lambert, Stéphane Bendotti, and Cédric Nevroud. Thermomechanical simulation of the DIAMINO irradiation experiment using the LICOS fuel design code. In *Proceedings of GLOBAL 2011 conference on advanced nuclear fuel*, Salt Lake City, UT, October 2013.

Thomas Helfer, Éric Brunon, Étienne Castelier, Alain Ravenet, and Nathalie Chauvin. The fuel performance code CELAENO, conception and simulation of fuel elements for gas-cooled fast reactor. In *Proceedings of GLOBAL 2009 conference on advanced nuclear fuel*, 2009.

Thomas Helfer, Étienne Castelier, and Philippe Garcia. Two-dimensional modelling of PWR fuel rods - analysis of fuel cracking. In *9th European Mechanics of Material Conference : Local Approach to Fracture. Moret-sur-Loing , France*, May 2006.

Bruno Michel, Thomas Helfer, Isabelle Ramière, and Coralie Esnoul. 3D continuum damage approach for simulation of crack initiation and growth in ceramic materials. *Key Engineering Materials*, 713, 2016. doi:10.4028/www.scientific.net/KEM. 713.155.

Étienne Castelier, Lionel Gélébart, and Thomas Helfer. Using Anderson Algorithm to accelerate FFT Based methods. In *ECCOMAS Congress*, Greece, 2016.

## Notes techniques

M. Zabiego, É. Brunon, T. Helfer, M. Pelletier, É. Castelier, and Marelle V. Analyse, synthèse comparative des apports multifilières des études de conception et de dimensionnement réalisées sur éléments combustibles à géométrie plaque macrostructurée et aiguille pour filière RNR-G. Note technique 11-004, CEA DEN/DEC/SESC, February 2011.

É. Brunon, A. Ravenet, and T. Helfer. Conception de la plaque RNR-G : Effet de l'introduction de modèles de relâchement de gaz et de comportement mécanique. Note technique 08-028, CEA DEN/DEC/SESC, December 2008.

É. Brunon and T. Helfer. Étude prospective d'un élément combustible à plaque gainé vanadium pour le RCG. Note technique 09-015, CEA DEN/DEC/SESC, April 2009.

É. Brunon, É. Castelier, T. Helfer, J. Huguet-Garcia, C. Lorrette, É. Rohmer, and M. Zabiego. Synthèse des activités relatives à l'étude du comportement

thermomécanique de gaines multicouches à base SIC pour les crayons combustibles des réacteurs à eau préssurisée. Note technique 13-017, CEA DEN/DEC/SESC, November 2013.

T. Helfer. Implantation de lois d'écoulement viscoplastique du zircaloy dans Cast3M via l'interface UMAT. Note technique 06-006, CEA DEN/DEC/SESC, February 2006.

T. Helfer. Implantation de lois de comportement mécanique externes dans la plate-forme PLEIADES, utilisation de l'interface UMAT de Cast3M. Note technique 06-007, CEA DEN/DEC/SESC, February 2006.

S. Muller, T. Helfer, and R. Masson. Recherche d'une solution analytique pour le problème mécanique de la pastille combustible en 2D. Note technique 06-040, CEA DEN/DEC/SESC, September 2006.

T. Helfer and É. Castelier. Utilisation de lois externes dans Cast3M : intégration à l'application celaeno. Note technique 07 - 001, CEA DEN/DEC/SESC, January 2007.

T. Helfer. Notice de présentation et d'utilisation de l'application celaeno version 0.1. Note technique 07-035, CEA DEN/DEC/SESC, September 2007.

M. Turban, T. Helfer, and R. Masson. Étude du comportement thermoélastique d'un fragment de pastille combustible sous irradiation : résolution par la méthode du prolongement analytique. Note technique 07 - 036, CEA DEN/DEC/SESC, September 2007.

T. Helfer. Génération de maillage de l'application CELAENO - présentation de l'application CELAENOMESH. Note technique 07-039, CEA DEN/DEC/SESC, October 2007.

T. Helfer. Description du fichier d'entrée de CELAENO. Note technique 08-009, CEA DEN/DEC/SESC, February 2008.

T. Helfer and É. Castelier. Plan de développement de l'application CELAENO. Note technique 08-013, CEA DEN/DEC/SESC, February 2008.

J.G. Argoud and T. Helfer. Modélisation de la fissuration des plaquettes combustible UO<sub>2</sub> au cours phase soudage par diffusion des plaques combustibles. Note technique 08-016, CEA DEN/DEC/SESC, March 2008.

T. Helfer. Introduction des caractéristiques physiques des alliages de vanadium dans le code CELAENO - implantation et hypothèses physiques. Note technique 09-019, CEA DEN/DEC/SESC, April 2009.

B. Michel and T. Helfer. Étude de faisabilité de la génération automatique des lois de comportement mécanique dans la plate-forme PLEIADES. Note technique 09-028, CEA DEN/DEC/SESC, July 2009.

É. Castelier, T. Helfer, and H. Moulinec. Cahier des charges d'un logiciel de mécanique utilisant les transformées de fourier rapides. Note technique 09-030, CEA DEN/DEC/SESC, September 2009.

É. Castelier, T. Helfer, and J. Pacull. Spécifications d'un code de thermomécanique avec resolution par transformees de fourier rapides. Note technique 09-045, CEA DEN/DEC/SESC, December 2009.

T. Helfer. Ajout de connaissances matériau - propriétés matériau - lois de comportement et modèles - au code celaeno à l'aide du générateur de code MFRONT. Note technique 10-002, CEA DEN/DEC/SESC, January 2010.

T. Helfer, J.M. Esclaine, D. Lorenzo, and I. Guénot-Delahaie. Cahier des charges de l'application éléments absorbants SFR - version cea. Note technique 10-022, CEA DEN/DEC/SESC, April 2010.

T. Helfer, J.M. Esclaine, D. Lorenzo, and I. Guénot-Delahaie. Cahier des charges de l'application éléments absorbants SFR - version partenaires. Note technique 10-026, CEA DEN/DEC/SESC, June 2010.

T. Helfer. Celaeno 2.0 notice d'utilisation et descriptif informatique. Note technique 10-029, CEA DEN/DEC/SESC, October 2010.

T. Helfer, B. Michel, and A. Bouineau, V. adn Costomiris. Bilan des optimisations de l'intégration des lois de comportement mécanique dans alcione et germinal v2. Note technique 11-005, CEA DEN/DEC/SESC, January 2011.

T. Helfer, J.M. Esclaine, and D. Gosset. Premiers calculs thermiques de barres de commande dans PLEIADES : perspectives de modélisation. Note technique 11-014, CEA DEN/DEC/SESC, March 2011.

T. Helfer. LICOS 1.0 : notice d'utilisation et d'installation, descriptif informatique. Note technique 11-032, CEA DEN/DEC/SESC, October 2011.

T. Helfer, É. Brunon, S. Béjaoui, C. Bassi, M. Zabiego, and C. Renaud. Version 1.0 de LICOS : note de version. Note technique 11-034, CEA DEN/DEC/SESC, November 2011.

T. Helfer. Lois de comportement mécanique orthotropes dans MFRONT : applications aux lois de gainage des crayons ou aiguilles combustibles ou absorbantes. Note technique 11-036, CEA DEN/DEC/SESC, December 2011.

T. Helfer. Cas tests unitaires de la version 1.0 de LICOS. Note technique 12-005, CEA DEN/DEC/SESC, March 2012.

T. Helfer. Note de présentation de l'application LICOS version 1.0. Note technique 12-014, CEA DEN/DEC/SESC, June 2012.

M. Lainet and T. Helfer. Dossier de spécifications de l'application germinal v2.2 dans PLEIADES. Note technique 12-024, CEA DEN/DEC/SESC, October 2012.

T. Helfer. Premier calcul thermique de barres de commande dans l'application germinal. Note technique 13-013, CEA DEN/DEC/SESC, March 2013.

V. Marelle, V. Bouineau, A. Bouloré, C. Filliaux, P. Goldbronn, T. Helfer, J. Julien, L. Noirot, R. Masson, B. Michel, and F. Michel. Alcyone v1.3 : Notice de présentation. Note technique, CEA DEN/DEC/SESC, April 2013.

T. Helfer and É. Castelier. Le générateur de code MFRONT : présentation générale et application aux propriétés matériau et aux modèles. Note technique 13-019, CEA DEN/DEC/SESC, June 2013.

T. Helfer, É Castellier, V. Blanc, and J. Julien. Le générateur de code MFRONT : Ecriture des lois de comportement mécanique. Note technique 13-020, CEA DEN/DEC/SESC, June 2013.

V. Marelle, V. Bouineau, A. Bouloré, C. Filliaux, P. Goldbronn, T. Helfer, J. Julien, R. Masson, B. Michel, L. Noirot, and I. Ramière. Alcyone v1.4 : Notice de présentation. Note technique, CEA DEN/DEC/SESC, April 2013.

T. Helfer, É Brunon, C. Bassi, I. Guénot-Delahaie, M. Zabiego, X. Jeanningros, A. Revol, J. Huguet Garcia, B. Gastaldi, and Richaud F. Version 1.1 de LICOS : Note de version. Note technique 13-035, CEA DEN/DEC/SESC, December 2013.

- T. Helfer. Prise en compte des hypothèses de contraintes planes dans les lois générées par le générateur de code MFRONT : application à CYRANO 3. Note technique 14-013, CEA DEN/DEC/SESC, July 2014.
- T. Helfer and Proix J.M. Écriture de lois de comportement avec MFRONT : Tutoriel. Note technique 14-023, CEA DEN/DEC/SESC, December 2014.
- J. Sercombe and T. Helfer. Simulation ALCYONE RIA 2D de la rupture du crayon combustible lors du pulse REP NA8. Note technique 15-008, CEA DEN/DEC/SESC, March 2015.
- T. Helfer and J.M. Proix. MTEST : Un outil de simulation du comportement mécanique d'un point matériel. Note technique 15-010, CEA DEN/DEC/SESC, February 2015.
- S. Bernaud and T. Helfer. LICOS 1.2 : descriptif informatique – note d'installation - manuel d'utilisation. Note technique 15-021, CEA DEN/DEC/SESC, June 2015.
- S. Bernaud and T. Helfer. LICOS 1.2 : Note de principe. Note technique 15-022, CEA DEN/DEC/SESC, June 2015.
- T. Helfer and O. Fandeur. Spécification évolution des opérateurs mécaniques de la plate-forme pleiades. Note technique 15-024, CEA DEN/DEC/SESC, August 2015.
- T. Helfer. TFEL/MFront 2.0.3 : note de version. Note technique 15-026, CEA DEN/DEC/SESC, September 2015.
- T. Helfer. Principes intégration loi comportement mécanique dans plate-forme PLEIADES : application loi comportement CROCODILE-RIA pour m5 irradié 1 à 6 cycles. Note technique 15-032, CEA DEN/DEC/SESC, November 2015.
- T. Helfer. Implémentation du module mécanique MEFISTO sous ZEBULON. Note technique 05-001, CEA DEN/DEC/SESC, January 2005.
- T. Helfer, P. Garcia, and É. Castelier. Description et extension du modèle d'endommagement MEFISTO, prise en compte continue du caractère unilatéral de la fissuration. Note technique 05-004, CEA DEN/DEC/SESC, January 2005.
- T. Helfer. Implantation de lois de comportement viscoplastique de l'uo2 et du modèle de fissuration MEFISTO couplé à la viscoplasticité dans Cast3M via l'interface UMAT. Note technique 05-008, CEA DEN/DEC/SESC, May 2005.
- T. Helfer and É. Castelier. Revue bibliographique sur la fissuration des matériaux fragiles. Note technique 05-010, CEA DEN/DEC/SESC, November 2005.
- T. Helfer. Proposition d'un modèle de fissuration du combustible pour la modélisation 3D du crayon combustible - implantation dans Cast3M. Note technique 05-011, CEA DEN/DEC/SESC, November 2005.
- É. Castelier and T. Helfer. Premiers résultats de l'application alcyone 2D avec le modèle d'endommagement MEFISTO. Note technique 06-005, CEA DEN/DEC/SESC, March 2006.

## Communications orales

Thomas Helfer, Jérôme Sercombe, Bruno Michel, Isabelle Ramière, Maxime Salvo, Olivier Fandeur, Patrick Goldbronn, Vincent Marelle, and Éric Fédérici. Recent improvements of the fuel thermomechanical modelling in the PLEIADES Platform to better simulate accidental transients conditions using the Alcyone fuel performance code, November 2015.

Centre de Cadarache – F-13108 Saint-Paul Lez Durance, France

📞 33+ (0)4 42 25 22 67 • 📞 33+ (0)4 42 25 47 47

✉️ thomas.helfer@cea.fr • 🌐 www.tfel.sourceforge.net • 38 ans 12/16

T. Helfer. Utilisation de Cast3M dans la plateforme PLEIADES. In *Club Cast3M*, nov 2011. Communication orale, disponible en ligne [http://www-cast3m.cea.fr/html/ClubCast3m/club2011/thomas\\_helper.pdf](http://www-cast3m.cea.fr/html/ClubCast3m/club2011/thomas_helper.pdf).

T. Helfer. Plateforme PLEIADES : dernières évolutions et passage à MED coupling. In *Journée des Utilisateurs de SALOME*, March 2010. Communication orale, disponible en ligne [http://files.salome-platform.org/Salome/Common/SUD2012/02\\_JUS\\_20121120\\_PLEIADES\\_CEA\\_Thomas-Helfer.pdf](http://files.salome-platform.org/Salome/Common/SUD2012/02_JUS_20121120_PLEIADES_CEA_Thomas-Helfer.pdf).

Isabelle Ramière and Thomas Helfer. Acceleration methods for fixed point coupled problems iterations. Coupled problems 2017 : VII International Conference on Coupled Problems in Science and Engineering.

Thomas Helfer, Olivier Fandeur, Thomas De Soza, Dominique Deloison, and Charles Toulemonde. Material knowledge management with the MFront code generator. description of the ZMAT interface. Club des Utilisateurs du code Z-set.

Thomas Helfer, Benoit Bary, Tran Thang Dang, Olivier Fandeur, and Rémy Cnocquart. Modélisation par champ de phase de la fissuration des matériaux fragiles : aspects numériques et applications au combustible nucléaire oxyde et au béton. Club des utilisateurs Cast3M. URL : [http://www-cast3m.cea.fr/html/ClubCast3m/club2016/Club\\_Cast3m\\_2016\\_Helper.pdf](http://www-cast3m.cea.fr/html/ClubCast3m/club2016/Club_Cast3m_2016_Helper.pdf).

T. Helfer, J.-M. Proix, and B. Michel. Présentation de MFRONT : applications aux lois de comportement mecanique et mesure de performance à l'aide de CODE-ASTER. In *Séminaire de l'Institut des Sciences de la Mécanique et Applications Industrielles*, 2016. Communication orale.

T. Helfer. Présentation de MFRONT : applications aux lois de comportement mecanique et mesure de performance à l'aide de CODE-ASTER. In *NAFEMS Simulation of Materials Seminar*, November 2015. Communication orale.

T. Helfer. Présentation de MFRONT. In *Journée des Utilisateurs de SALOME-MECA et CODE-ASTER*, March 2015. Communication orale.

J. Hure, M. Callahan, B. Tanguy, C. Ling, and T. Helfer. Quelques exemples d'utilisation de lois de comportement en grandes déformations générées avec l'outil MFRONT. In *Club Cast3M*, nov 2014. Communication orale, disponible en ligne [http://www-cast3m.cea.fr/html/ClubCast3m/club2014/Jeremy\\_Hure.pdf](http://www-cast3m.cea.fr/html/ClubCast3m/club2014/Jeremy_Hure.pdf).

T. Helfer, J.-M. Proix, and B. Michel. Présentation de MFRONT : applications aux lois de comportement mecanique et mesure de performance à l'aide de CODE-ASTER. In *Matériaux*, Montpellier, 2014.

T. Helfer. MFRONT, un générateur de code matériau pour Cast3M. In *Club Cast3M*, nov 2009. Communication orale, disponible en ligne [http://www-cast3m.cea.fr/html/ClubCast3m/club2009/presentation\\_castem/presentation\\_Helfer.pdf](http://www-cast3m.cea.fr/html/ClubCast3m/club2009/presentation_castem/presentation_Helfer.pdf).

T. Helfer. Le code de conception LICOS. In *Séminaire 10 ans PLEIADES*, 2013.

T. Helfer, B. Michel, J. Sercombe, and D. Leboulch. Current status in pleiades fuel performance codes of cracks and damage modelling. In *CFRAC 2015 : the Fourth International Conference on Computational Modeling of Fracture and Failure of Materials and Structures*, June 2015.

Maxime Zabiégo, Denis Lorenzo, Thomas Helfer, and Etienne Guillemin. Insertion reliability studies for the rbc-type control rods in astrid. In *Proceedings of the FR17 IAEA Conference*, Yekaterinburg, Russian Federation, 2017.

Thomas Helfer, Benoît Bary, Tran Thang Dang, Olivier Fandeur, and Bruno Michel. Modélisation par champ de phase de la fissuration des matériaux fragiles : aspects numériques et applications au combustible nucléaire oxyde. CSMA.

Thomas Helfer, Olivier Fandeur, David Haboussa, Dominique Deloison, Olivier Jamond, Rémi Munier, Lucie Berthon, Étienne Castelier, and Ramière Isabelle. New functionalities of the 3.0 version of tfel, mfront and mtest. CSMA.

Bruno Michel, Thomas Helfer, Isabelle Ramière, and Coralie Esnoul. 3D continuum damage approach for simulation of crack initiation and growth in ceramic materials. *Key Engineering Materials*, 713, 2016. doi:10.4028/www.scientific.net/KEM. 713.155.

Jérôme Sercombe, David Le Boulch, Thomas Le Jolu, Arthur Hellouin de Menibus, Thomas Helfer, Éric Féderici, and Christian Bernaudat. 2d simulations of hydride blister cracking during a RIA transient with the fuel code ALCYONE. In *LWR Fuel Performance Meeting/TopFuel/WRFPM*, Zurich, September 2015.

Charles Petry and Thomas Helfer. Advanced mechanical resolution in CYRANO3 fuel performance code using MFront generation tool. In *LWR Fuel Performance Meeting/TopFuel/WRFPM*, Zurich, Switzerland, July 2015.

Thomas Helfer, Jean-Michel Proix, and Olivier Fandeur. Implantation de lois de comportement mécanique à l'aide de MFRONT : simplicité, efficacité, robustesse et portabilité. In *CSMA 10ème colloque national en calcul des structures*, Giens, France, June 2015. CSMA.

Victor Blanc, Xavier Jeanningros, T Helfer, P Lamagnière, and Thierry Beck. Characterization, simulation and improvement of spacer pads mechanical behaviour for sodium fast reactor fuel subassemblies. In *Structural Mechanics in Reactor Technology*, 2015.

I. Guénot-Delahaie, D. Lorenzo, B. Valentin, J.-M. Esclaine, and T. Helfer. State of the art of the conceptual designs for astrid control and shutdown rods. In *Proceedings of the International Conference on Fast Reactors and Related Fuel Cycles : Safe Technologies and Sustainable Scenarios*, Paris, France, March 2013.

Marc Lainet, Vincent Bouineau, Thomas Helfer, and Michel Pelletier. Recent modelling improvements in fuel performance code GERMINAL for SFR oxide fuel pins. In *Proceedings of the International Conference on Fast Reactors and Related Fuel Cycles : Safe Technologies and Sustainable Scenarios*, Paris, France, March 2013.

Étienne Castelier, Lionel Gélébart, and Thomas Helfer. Using Anderson Algorithm to accelerate FFT Based methods. In *ECCOMAS Congress*, Greece, 2016.

Syriac Bejaoui, Thomas Helfer, Éric Brunon, Thierry Lambert, Stéphane Bendotti, and Cédric Nevroud. Thermomechanical simulation of the DIAMINO irradiation experiment using the LICOS fuel design code. In *Proceedings of GLOBAL 2011 conference on advanced nuclear fuel*, Salt Lake City, UT, October 2013.

Thomas Helfer, Éric Brunon, Étienne Castelier, Alain Ravenet, and Nathalie Chauvin. The fuel performance code CELAENO, conception and simulation of fuel elements for gas-cooled fast reactor. In *Proceedings of GLOBAL 2009 conference on advanced nuclear fuel*, 2009.

Thomas Helfer, Étienne Castelier, and Philippe Garcia. Two-dimensional modelling of PWR fuel rods - analysis of fuel cracking. In *9th European Mechanics of Material Conference : Local Approach to Fracture*. Moret-sur-Loing , France, May 2006.

Centre de Cadarache – F-13108 Saint-Paul Lez Durance, France

📞 33+ (0)4 42 25 22 67 • 📞 33+ (0)4 42 25 47 47

✉️ thomas.helfer@cea.fr • 🌐 www.tfel.sourceforge.net • 38 ans 14/16

David Plancq, Gilles Thouvenin, Jean-Marc Ricaud, Christine Struzik, Thomas Helfer, Frédéric Bentejac, Philippe Thévenin, and Renaud Masson. PLEIADES : a unified environment for multi-dimensional fuel performance modeling. In *International meeting on LWR fuel performance*, Florida, 2004.

## Publications citant MFront

M. Asali, B. Capra, J. Mazars, and J.B. Colliat. Numerical strategy for forecasting the leakage rate of inner containments in double-wall nuclear reactor buildings. 14(8) :408–420. doi:10.3151/jact.14.408.

T. Honorio, B. Bary, and J Sanahuja. Effective ageing linear viscoelastic properties of composites with phase precipitation : comparisons between numerical and analytical homogenization approaches. In V. Saouma, J. Bolander, and E. Landis, editors, *FraMCos-9 : 9th International Conference on Fracture Mechanics of Concrete and Concrete Structures*, Berkeley (USA), May 2016.

J. Hure, S. El Shawish, L. Cizelj, and B. Tanguy. Intergranular stress distributions in polycrystalline aggregates of irradiated stainless steel. *Journal of Nuclear Materials*, 476 :231–242, August 2016. URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022311516301313>, doi:10.1016/j.jnucmat.2016.04.017.

Benoit Bary, Christophe Bourcier, and Thomas Helfer. Thermoviscoelastic Analysis of Concrete Creep at Mesoscale. *Key Engineering Materials*, 711 :652–658, September 2016. doi:10.4028/www.scientific.net/KEM.711.652.

T. Honorio, B. Bary, and F. Benboudjema. Multiscale estimation of ageing viscoelastic properties of cement-based materials : A combined analytical and numerical approach to estimate the behaviour at early age. *Cement and Concrete Research*, 85 :137–155, 2016.

Bruno Michel, Thomas Helfer, Isabelle Ramière, and Coralie Esnoul. 3d Continuum Damage Approach for Simulation of Crack Initiation and Growth in Ceramic Materials. *Key Engineering Materials*, 713, 2016. doi:10.4028/www.scientific.net/KEM.713.155.

Charles Petry and Thomas Helfer. Advanced mechanical resolution in CYRANO3 fuel performance code using MFront generation tool. In *LWR Fuel Performance Meeting/TopFuel/WRFPM*, Zurich, Switzerland, July 2015.

Thomas Helfer, Jean-Michel Proix, and Olivier Fandeur. Implantation de lois de comportement mécanique à l'aide de MFRONT : simplicité, efficacité, robustesse et portabilité. In *CSMA 10ème colloque national en calcul des structures*, Giens, France, June 2015. CSMA.

Thomas Helfer, Éric Brunon, Étienne Castelier, Alain Ravenet, and Nathalie Chauvin. The fuel performance code CELAENO, conception and simulation of fuel elements for gas-cooled fast reactor. In *Proceedings of GLOBAL 2009 conference on advanced nuclear fuel*, 2009.

Thomas Helfer. Extension of monodimensional fuel performance codes to finite strain analysis using a Lagrangian logarithmic strain framework. *Nuclear Engineering and Design*, 288 :75–81, July 2015. URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0029549315000928>, doi:10.1016/j.nucengdes.2015.02.010.

Thomas Helfer, Bruno Michel, Jean-Michel Proix, Maxime Salvo, Jérôme Sercombe, and Michel Casella. Introducing the open-source mfront code generator :

Centre de Cadarache – F-13108 Saint-Paul Lez Durance, France

📞 33+ (0)4 42 25 22 67 • 📞 33+ (0)4 42 25 47 47

✉️ thomas.helfer@cea.fr • 🌐 www.tfel.sourceforge.net • 38 ans 15/16

Application to mechanical behaviours and material knowledge management within the PLEIADES fuel element modelling platform. *Computers & Mathematics with Applications*, 2015. URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0898122115003132>, doi:10.1016/j.camwa.2015.06.027.

Isabelle Ramière and Thomas Helfer. Iterative residual-based vector methods to accelerate fixed point iterations. *Computers & Mathematics with Applications*, 70(9) :2210–2226, November 2015. URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0898122115004046>, doi:10.1016/j.camwa.2015.08.025.

Maxime Salvo, Jérôme Sercombe, Thomas Helfer, Philippe Sornay, and Thierry Désoyer. Experimental characterization and modeling of UO<sub>2</sub> grain boundary cracking at high temperatures and high strain rates. *Journal of Nuclear Materials*, 460 :184–199, May 2015. URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022311515001130>, doi:10.1016/j.jnucmat.2015.02.018.

Maxime Salvo, Jérôme Sercombe, Jean-Claude Ménard, Jérôme Julien, Thomas Helfer, and Thierry Désoyer. Experimental characterization and modelling of UO<sub>2</sub> behavior at high temperatures and high strain rates. *Journal of Nuclear Materials*, 456 :54–67, January 2015. URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002231151400614X>, doi:10.1016/j.jnucmat.2014.09.024.

J. Hure, C. Vaille, P. Wident, D. Moinereau, C. Landron, S. Chapuliot, C. Benhamou, and B. Tanguy. Warm PreStress effect on highly irradiated reactor pressure vessel steel. *Journal of Nuclear Materials*, 464 :281–293, September 2015. URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022311515002561>, doi:10.1016/j.jnucmat.2015.04.046.

Benoit Bary, Christophe Bourcier, and Thomas Helfer. Numerical analysis of concrete creep on mesoscopic 3d specimens. Vienna, September 2015.

Jérôme Sercombe, David Le Boulch, Thomas Le Jolu, Arthur Hellouin de Menibus, Thomas Helfer, Éric Fédérici, and Christian Bernaudat. 2d simulations of hydride blister cracking during a RIA transient with the fuel code ALCYONE. In *Proceeding of Top Fuel 2015*, Zurich, September 2015.

Julian Soulacroix, Bruno Michel, Jean-Marie Gatt, Régis Kubler, and Laurent Barrallier. An aging elasto-viscoplastic model for ceramics. *International Journal of Plasticity*, 62 :121–137, November 2014. URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0749641914001454>, doi:10.1016/j.ijplas.2014.07.006.