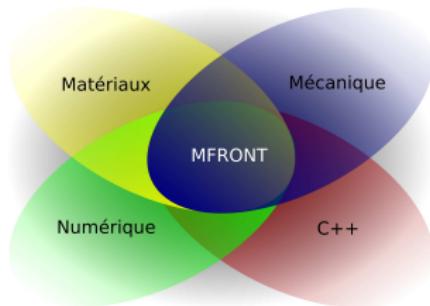


DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE



www.cea.fr

Présentation de mfront



— T. HELFER

Sommaire

Contexte

Propriétés matériaux

Modèles

Annexes

- **permettre** l'écriture de connaissances matériau :
 - les propriétés matériau (module d'YOUNG, etc...) ;
 - les lois de comportement mécanique (viscoplasticité, plasticité, endommagement) ;
 - les modèles (gonflement, évolution physico-chimique) ;

- **permettre** l'écriture de connaissances matériau :
 - les propriétés matériau (module d'YOUNG, etc...);
 - les lois de comportement mécanique (viscoplasticité, plasticité, endommagement);
 - les modèles (gonflement, évolution physico-chimique);
- **mutualiser** ces connaissances matériau :
 - entre les différentes études des applications de la plate-forme pleiades :
 - ▶ toutes les lois de comportement de la plate-forme vont être ré-écrites en mfront dès cette année;
 - ▶ la plate-forme pleiades a crée une base de données nommée sirius qui a été adaptée pour utiliser des fichiers mfront en interne (+ de 100 matériaux différents);
 - avec d'autres codes :
 - ▶ quelque soit leur langage (fortran,C,C++,VBA, etc..);

- **permettre** l'écriture de connaissances matériau :
 - les propriétés matériau (module d'YOUNG, etc...);
 - les lois de comportement mécanique (viscoplasticité, plasticité, endommagement);
 - les modèles (gonflement, évolution physico-chimique);
- **mutualiser** ces connaissances matériau :
 - entre les différentes études des applications de la plate-forme pleiades :
 - ▶ toutes les lois de comportement de la plate-forme vont être ré-écrites en mfront dès cette année;
 - ▶ la plate-forme pleiades a crée une base de données nommée sirius qui a été adaptée pour utiliser des fichiers mfront en interne (+ de 100 matériaux différents);
 - avec d'autres codes :
 - ▶ quelque soit leur langage (fortran,C,C++,VBA, etc..);
- **simplifier** le travail des utilisateurs :
 - numérique;
 - informatique;
 - minimiser le risque d'erreur

	Propriétés	Loi de comportement	Modèle
Fichier mfront	33	92	22
Fichier généré	130	1641	556

- le gain, pour l'utilisateur, peut être conséquent ;
- on « automatise » au maximum pour réduire le risque d'erreurs en ce qui concerne la partie purement informatique de l'implantation ;
- ces « détails » informatiques peuvent avoir de nombreuses conséquences (portabilité, performances, etc..) ;
- une partie du code est de la « glue » pour s'adapter au code/langage cible.

- pour les propriétés matériaux :
 - différents langages (C++,fortran,python);
- pour les lois de comportement mécanique :
 - différents solveurs (Cast3M,Aster,TMF3D, mtests,...);
- pour les modèles :
 - germinal, licos;

- pour les propriétés matériaux :
 - différents langages (C++,fortran,python);
- pour les lois de comportement mécanique :
 - différents solveurs (Cast3M,Aster,TMF3D, mtests,...);
- pour les modèles :
 - germinal, licos;

`mfront` propose la notion d'**interface**

- pour les propriétés matériaux :
 - différents langages (C++,fortran,python);
- pour les lois de comportement mécanique :
 - différents solveurs (Cast3M,Aster,TMFIT, mtests,...);
- pour les modèles :
 - germinal, licos;

`mfront` propose la notion d'**interface**

Le code généré dépend de l'interface choisie ! (on veut être performant !)

Propriétés matériaux

- conductivité thermique du combustible *UPuC* :

$$k(T, p, \tau)$$

- T est la température ;
- p est la porosité ;
- τ est le taux de combustion ;

- conductivité thermique du combustible *UPuC* :

$$k(T, p, \tau)$$

- T est la température ;
- p est la porosité ;
- τ est le taux de combustion ;
- introduction en 3 étapes :
 - écriture d'une fonction `UPuC_TermalConductivity`;
 - création d'une librairie `libUPuCMaterialProperties.so`;
 - appel depuis Cast3M;

```
@Parser  MaterialLaw;
@Law      ThermalConductivity;
@Material UPuC;
@Author   Thomas Helfer;

@Output k; //< changing the name of output

@Input T,p,Bu;           //< inputs of the law

@Function{
    if (T<=773.15){
        k = (8.14e-6*T-0.010096882)*T+19.65063040915;
    } else {
        k = (-1.88e-6*T+0.009737044)*T+10.2405949657;
    }
    k *= (1.-p)/(1.+2.*p);
    k *= 1.-(0.02*Bu);
} // end of function
```

```
@Parser  MaterialLaw;
@Law      ThermalConductivity;
@Material UPuC;
@Author   Thomas Helfer;

@Output k; //< changing the name of output

@Input T,p,Bu;           //< inputs of the law
T.setGlossaryName("Temperature"); //< pleiades name
p.setGlossaryName("Porosity");    //< pleiades name
Bu.setGlossaryName("BurnUp");    //< pleiades name

@PhysicalBounds T in [0:*[]; //< temperature physical bounds
@Bounds T in [0:2573.15];    //< temperature bounds
@PhysicalBounds p in [0:1];  //< porosity physical bounds
@PhysicalBounds Bu in [0:*[]; //< burn-up physicalbounds

@Function{
  if (T<=773.15){
    k = (8.14e-6*T-0.010096882)*T+19.65063040915;
  } else {
    k = (-1.88e-6*T+0.009737044)*T+10.2405949657;
  }
  k *= (1.-p)/(1.+2.*p);
  k *= 1.-(0.02*Bu);
} // end of function
```

```
@Parser  MaterialLaw;
@Law      ThermalConductivity;
@Material UPuC;
@Author   Thomas Helfer;

@Output k; //< changing the name of output

@Input T,p,Bu;           //< inputs of the law
T.setGlossaryName("Temperature"); //< pleiades name
p.setGlossaryName("Porosity");    //< pleiades name
Bu.setGlossaryName("BurnUp");    //< pleiades name

@PhysicalBounds T in [0:*[]; //< temperature physical bounds
@Bounds T in [0:2573.15];    //< temperature bounds
@PhysicalBounds p in [0:1];  //< porosity physical bounds
@PhysicalBounds Bu in [0:*[]; //< burn-up physicalbounds

@Function{
  if (T<=773.15){
    k = (8.14e-6*T-0.010096882)*T+19.65063040915;
  } else {
    k = (-1.88e-6*T+0.009737044)*T+10.2405949657;
  }
  k *= (1.-p)/(1.+2.*p);
  k *= 1.-(0.02*Bu);
} // end of function
```

```
mfront --obuild --interface=castem UPuC.ThermalConductivity.mfront
```

- un fichier clair (avis subjectif) ;

- un fichier clair (avis subjectif) ;
- interfaces disponibles :
 - castem (!) ;
 - Excel (Visual Basic) ;
 - C/C++/fortran ;
 - python ;
 - octave ;
 - gnuplot ;
 - etc...

- un fichier clair (avis subjectif) ;
- interfaces disponibles :
 - castem (!) ;
 - Excel (Visual Basic) ;
 - C/C++/fortran ;
 - python ;
 - octave ;
 - gnuplot ;
 - etc...
- gestion facilitée des bornes des propriétés matériau ;

- un fichier clair (avis subjectif) ;
- interfaces disponibles :
 - castem (!) ;
 - Excel (Visual Basic) ;
 - C/C++/fortran ;
 - python ;
 - octave ;
 - gnuplot ;
 - etc...
- gestion facilitée des bornes des propriétés matériau ;
- gestion facilitée des dépendances entre propriétés matériau ;

- un fichier clair (avis subjectif) ;
- interfaces disponibles :
 - castem (!) ;
 - Excel (Visual Basic) ;
 - C/C++/fortran ;
 - python ;
 - octave ;
 - gnuplot ;
 - etc...
- gestion facilitée des bornes des propriétés matériau ;
- gestion facilitée des dépendances entre propriétés matériau ;
- support de la procédure de compilation :

- un fichier clair (avis subjectif) ;
- interfaces disponibles :
 - castem (!) ;
 - Excel (Visual Basic) ;
 - C/C++/fortran ;
 - python ;
 - octave ;
 - gnuplot ;
 - etc...
- gestion facilitée des bornes des propriétés matériau ;
- gestion facilitée des dépendances entre propriétés matériau ;
- support de la procédure de compilation :
- interaction avec la base de données matériau **sirius** :
 - en entrée ;
 - en sortie ;

```
* Création d'un modèle thermique isotrope
ModT1 = 'MODELISER' si 'THERMIQUE', 'ISOTROPE', ;

* Création d'une table contenant les données relatives
* à la propriété externe :
* - 'MODELE' contient le nom de la fonction appelée
* - 'LIBRAIRIE' contient le nom de la librairie externe
* dans laquelle cette fonction est définie
* - 'VARIABLES' contient la liste des paramètres dont dépend
* la fonction appelée
Tmat = 'TABLE';
Tmat. 'MODELE' = 'UPuC_ThermalConductivity' ;
Tmat. 'LIBRAIRIE' = 'libUPuCMaterialProperties.so' ;
Tmat. 'VARIABLES' = 'MOTS', 'T', 'PORO', 'FIMA';

* Création du matériau.
MatT1 = 'MATERIAU' ModT1 'K' Tmat;
```

```
* Création d'un modèle thermique isotrope
ModT1 = 'MODELISER' si 'THERMIQUE', 'ISOTROPE', ;

* Création d'une table contenant les données relatives
* à la propriété externe :
* - 'MODELE' contient le nom de la fonction appelée
* - 'LIBRAIRIE' contient le nom de la librairie externe
* dans laquelle cette fonction est définie
* - 'VARIABLES' contient la liste des paramètres dont dépend
* la fonction appelée
Tmat = 'TABLE';
Tmat. 'MODELE' = 'UPuC_ThermalConductivity' ;
Tmat. 'LIBRAIRIE' = 'libUPuCMaterialProperties.so' ;
Tmat. 'VARIABLES' = 'MOTS', 'T', 'PORO', 'FIMA';

* Création du matériau.
MatT1 = 'MATERIAU', ModT1 'K', Tmat;
```

- utilisation transparente dans les procédures classiques (PASAPAS) ;

```
* Création d'un modèle thermique isotrope
ModT1 = 'MODELISER' si 'THERMIQUE', 'ISOTROPE', ;

* Création d'une table contenant les données relatives
* à la propriété externe :
* - 'MODELE' contient le nom de la fonction appelée
* - 'LIBRAIRIE' contient le nom de la librairie externe
* dans laquelle cette fonction est définie
* - 'VARIABLES' contient la liste des paramètres dont dépend
* la fonction appelée
Tmat = 'TABLE';
Tmat. 'MODELE' = 'UPuC_ThermalConductivity' ;
Tmat. 'LIBRAIRIE' = 'libUPuCMaterialProperties.so' ;
Tmat. 'VARIABLES' = 'MOTS', 'T', 'PORO', 'FIMA';

* Création du matériau.
MatT1 = 'MATERIAU', ModT1 'K', Tmat;
```

- utilisation transparente dans les procédures classiques (PASAPAS) ;
- utilisation simple de lois multi-variables :
 - les paramètres doivent être définies par des « chargements » ;

Modèles

```
@Parser Model;
@Model SolidSwellingModel;
@Material UPuC;
@Author Helfer Thomas;
@Date 06 Déc. 2007;

@Output s;
s.setGlossaryName("SolidSwelling");
s.setDefaultValue(0.);
s.setDepth(1);

@Input Bu;
Bu.setGlossaryName("BurnUp");
Bu.setDepth(1);

@Input p;
p.setGlossaryName("Porosity");
p.setDepth(1);

@Function compute
{
    const real coef1 = ...;
    const real coef2 = ...;
    const real p_- = 0.5*(p+p_1);
    s = s_1 + coef1*exp(coef2-p_-)*(Bu-Bu_1);
} // end of function compute
```

- aujourd'hui surtout utilisé dans les applications pleiades ;

Annexes

- tfel est développé sous LiNuX :
 - pas de problème de portabilité connu ;
 - seule plate-forme << officielle >>.
- tfel a été porté sous Windows (mingw) :
 - mfront fonctionne sans soucis ;
 - mfront ne gère le processus de compilation sauf dans l'environnement MSYS ;
 - ne fonctionne pas avec Visual Studio... pour l'instant !
- tfel a été porté sous différents Unix :
 - freebsd, opensolaris ;
 - pas de problèmes particuliers ;

- tfel est développé et testé en utilisant les compilateurs suivants :
 - g++, GNU, libre, versions 3.4 à 4.7)
 - clang++, LLVM, libre, versions 3.0 et 3.2)
 - ekopath, PathScale, libre (ou pas)
 - icpc, Intel propriétaire