



ECOLE DES MINES D'ALBI
C A R M A U X

Centre de Recherche Matériaux

<p>SIMULATION DES PROCEDES DE FORGEAGE</p>

MANUEL "SIMPLIFIE" UTILISATEUR DU LOGICIEL FORGE2

L. PENAZZI

Janvier 1999

SOMMAIRE

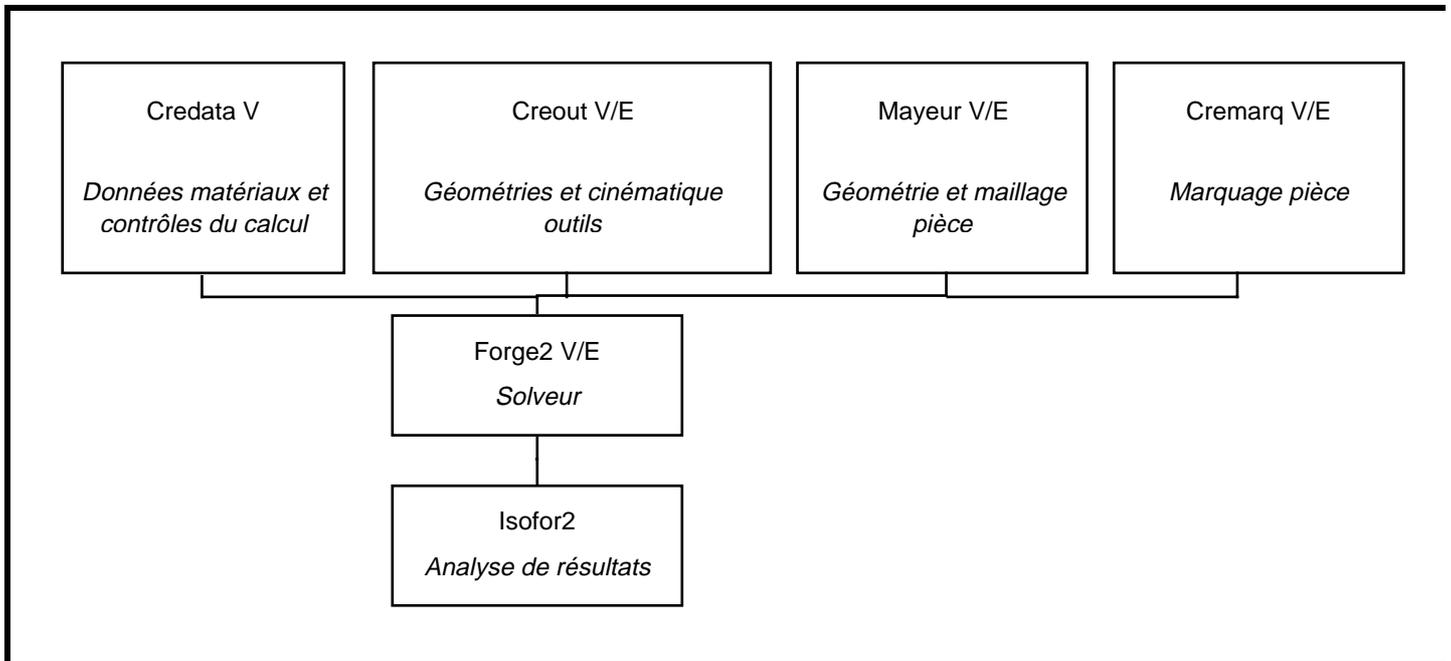
1. LES CALCULS AVEC FORGE2™	1
1.1 Organisation générale	1
1.2.1 Les pré-processeurs	1
1.2.2 La simulation	1
1.2.3 L'analyse des résultats	2
1.2.4 Les symboles V/E	2
1.2 Description des fichiers de FORGE2™	2
1.2.1 Convention de désignation des fichiers	2
1.2.2 Désignation des fichiers	2
2. MISE EN OEUVRE DE FORGE2™	3
2.1 Préparation	3
2.2 Calcul dans l'environnement FORGE2™	3
2.2.1 Lancement de FORMKIT™	3
2.2.2 Exécution directe	4
3. DESCRIPTION DES PRINCIPAUX MENUS DE FORMKIT™	5
3.1 Menu Fichiers	5
3.2 Menu PreProcesseur	5
3.3 Menu Simulation	5
3.4 Menu Postprocesseur	5
4. CREATION D'UN MAILLAGE	6
4.1 Les éléments dans FORGE2™	6
4.2 Etapes pour la création d'un maillage	6
4.3 Etape de création d'un maillage en mode manuel	7
4.4 Interprétation des paramètres de contrôle pour le maillage en mode automatique	8
5. DEFINITION DE L'OUTILLAGE	9
5.1 Etapes pour la création d'un outillage	9
6. FICHER DE DONNEES	10
6.1 Structure d'un fichier de données	10
6.2 Exemples de fichier de données	11
7. ANALYSE DE RESULTATS	12
7.1 Etapes pour l'analyse de résultats	12
7.2 Sortie de résultats sous la forme d'iso-contours	12
7.3 Sortie de résultats sous forme de courbes	13
ANNEXE 1 : PRESENTATION DETAILLEE DES MENUS DES PRE-PROCESSEUR	14
A1.1 Programme Mayeur v/e	14
A1.2 Programme Creout v/e	14
A1.3 Programme Credata V	14
ANNEXE 2 : PRESENTATION DETAILLEE DES COMMANDES DU PROGRAMME ISOFOR2	15
ANNEXE 3 : IMPRESSION DES RESULTATS	16
A3.1 Fichier texte	16
A3.2 Pages graphiques des résultats	16

1. LES CALCULS AVEC FORGE2™

1.1 Organisation générale

Le travail avec le logiciel FORGE2™ est décomposée en 3 étapes principales (figure 1.1).

Figure 1.1 : Organisation générale des calculs avec Forge2™.



1.2.1 Les pré-processeurs

Les pré-processeurs (cf. § 3) comprennent :

- la création ou la modification de la géométrie initiale de la pièce et son maillage (**Mayeur V/E**),
 - la création ou la modification de la géométrie et de la cinématique de l'outillage (**Creout V/E**),
 - la création ou la modification des données matériaux (mécanique, thermique de la pièce et des outils) et le contrôle de calcul (fichiers entrée/sortie, résolution, remaillage, ...). Pour les calculs visco-plastiques, cette étape est réalisable avec (**Credata V/E**).
- Dans tous les cas, ces définitions peuvent s'effectuer sous-éditeur, avec le fichier **•don**.

1.2.2 La simulation

Le lancement de la simulation Forge2 V/E (cf. § 3) s'effectue en choisissant le type de calcul, déformation plane ou axisymétrique, et l'analyse viscoplastique ou élasto-viscoplastique. Vous avez le choix entre :

- Problème axisymétrique : **Forge2axi V** (calcul viscoplastique) ou **Forge2axi E** (calcul élasto-viscoplastique),
- Problème de déformations planes : **Forge2plan V** (calcul viscoplastique) ou **Forge2plan E** (calcul élasto-viscoplastique).

1.2.3 L'analyse des résultats

L'analyse des résultats est réalisée avec le post-processeur **Isofor2 V/E** (cf. § 3).

1.2.4 Les symboles V/E

Dans tous les étapes de mises en données, de résolution ou d'analyse de résultats apparaissent les symboles **V/E**. Ils signifient respectivement :

- **V** : relatif au calcul utilisant la résolution **visco-plastique**,
- **E** : relatif au calcul utilisant la résolution **élasto-visco-plastique**.

1.2 Description des fichiers de FORGE2™

1.2.1 Convention de désignation des fichiers

FORGE2™ interagissant avec de nombreux fichiers, il est vivement conseillé d'appliquer une "convention" de désignation des noms de fichiers.

Le nom d'un fichier est constitué de deux parties :

- préfixe : nom relatif au problème traité choisit par l'utilisateur (eg. : **lopin**).
- suffixe : code relatif à la fonction du fichier dans FORGE2™ (eg. : **.don**)

Un indice optionnel alphanumérique peut compléter le nom pour indiquer la version de problème traitée (eg. : **lopin2**).

1.2.2 Désignation des fichiers

Le désignation proposée porte sur 8 fichiers nécessaires à la préparation, l'exécution ou l'analyse des résultats (tableau 1.1).

Des fichiers optionnels peuvent être ouverts pour exploiter certaines informations, par exemple les données de maillage. Le nom de ces fichiers optionnels est libre.

Tableau 1.1 : Nom de fichiers avec FORGE2™.

Fichier	suffixe	type	Créé par	Utilisé par	
Contour d'une pièce	.con	binaire	mayeur	mayeur	
Maillage d'une pièce	.may	binaire	mayeur	creout exécution	
Géométrie d'un outil	.mat	binaire	creout	creout	
Ensemble outillage et pilotage	.out	binaire	creout	exécution	
Données matériaux et contrôle calcul	.don	ASCII	credata ou éditeur	exécution	
Déroulement du calcul	.res	ASCII	exécution	exécution	
Incréments de calcul	.inc	ASCII	exécution	exécution	
Résultats auxiliaires	.aux	ASCII	exécution	exécution	
Résultats aux points d'intégration	.res	ASCII	exécution	isofor2	

2. MISE EN OEUVRE DE FORGE2™

2. 1 Préparation

1-Ouvrir un fenêtre "xterm" sur une station SUN supportant l'OS Solaris 2.6.

2-En cas de première utilisation, introduire la définition des variables d'environnement spécifiques pour le chemin d'accès (variable PATH) et la définition de la langue d'utilisation aux logiciels de la famille FORGE2™, formkit, xforge2, ...

2a - Ouvrez le fichier **.cshrc** et placez les commandes

```
setenv XAPPLRESDIR /usr/local/formkit/français  
setenv PATH /usr/local/formkit/bin:$PATH
```

2b - Sauvegardez le fichier et pour permettre la prise en compte de cette mise à jour du fichier, entrez dans la commande Unix™

```
$ source .cshrc
```

Note : Si vous entrez ces commandes dans un fenêtre xterm, validez la définition avec la commande **.** Attention, cette définition est locale, elle sera perdue à la fermeture de la fenêtre.

3-La dernière étape consiste à se placer dans un répertoire de travail, par exemple :

```
$ mkdir tp-forge (pour la première utilisation)  
$ cd tp-forge
```

2.2 Calcul dans l'environnement FORGE2™

Il existe deux modes principaux d'utilisation de FORGE2™ :

- soit par l'intermédiaire de l'**interface graphique FORMKIT™**,
- soit en exécutant les différents sous-programmes de pré-processeurs, calcul et analyse des résultats.

2.2.1 Lancement de FORMKIT™

Dans sa version commerciale, FORGE2™ est livré avec un environnement graphique interactif, FORMKIT™, qui permet l'enchaînement des principales opérations et fait appel à différents programmes indépendants (cf. § 2.) : définition de l'environnement de travail, pré-processeur, exécution et postprocesseur.

Entrez maintenant la commande :

```
$ formkit
```

Après le lancement, une première fenêtre vous indique l'origine du développement de ce logiciel et deux autres fenêtres sont ouvertes, l'une présentant le programme FORMKIT™ (créateur, version, ...) et l'autre l'interface graphique général (figure 2.1).

Figure 2.1 : Interface graphique général de FORMKIT™.

Fichiers...	PreProcesseurs	Simulation	Postprocesseurs	Aide
-------------	----------------	------------	-----------------	------

2.2.2 Exécution directe

Toutes les fonctions de pré, traitement et post-traitement peuvent être lancées directement à partir d'un programme dont le nom est donnée au tableau 2.1.

Tableau 2.1 : Nom des programmes de FORGE2™.

Domaine	Nom programme	Fonction	Fichier(s) d'entrée	Fichier(s) de sortie
Pré- processeur	mayeur	Création/modification de la géométrie et du maillage pièce	.con (contour)	.con (contour) .may (maillage)
	creout	Création/modification de la géométrie d'un outil et de la loi de pilotage	.mat (contour)	.mat (contour) .out (outillage+pilotage)
	credata	Création/modification des propriétés pièce et outils, et contrôles du calcul	.don (données)	.don (données)
Processeur	xforge2_axi	Résolution axisymétrique, comp. visco-plastique	.don (données)	
	xforge2_axi_e	Résolution axisymétrique, comp. élasto-visco-plastique	.don (données)	
	xforge2_plan	Résolution déformations planes, comp. visco-plastique	.don (données)	.res , .inc, .aux
	xforge2_plan_e	Résolution déform. planes, comp. élasto-visco-plastique	.don (données)	
Post- processeur	xisofor2	Analyse des résultats	.don (données)	

3. DESCRIPTION DES PRINCIPAUX MENUS DE FORMKIT™

Figure 3.1 : Barre générale des menus de FORMKIT™.



3.1 Menu Fichiers

Dans cette rubrique, vous trouvez la sélection du répertoire de travail et du fichier de données du problème en cours, l'interaction Unix™(cp, lpr, ...) , ... et la commande de sortie de FORMKIT™ (figure 3.1).

Figure 3.1 : Menu Fichier.

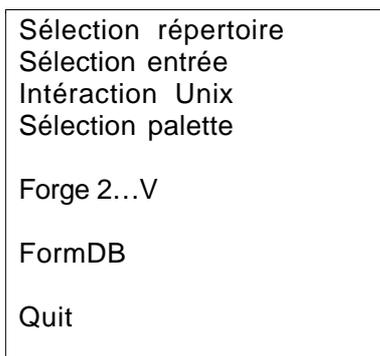


Figure 3.2 : Menu Pré-processeur.



3.2 Menu PreProcesseur

Ce menu (figure 3.2) propose la sélection des sous-programmes permettant la constitution des différentes données nécessaires aux programmes de calcul.

Le détail des commandes des différents programmes est donnée en Annexe1.

3.3 Menu Simulation

A partir de ce menu (figure 3.3), vous pouvez sélectionner le type de résolution choisie.

Remarques : Le calcul sera lancé avec le nom de fichier de données et le chemin d'accès au répertoire définis dans le menu Fichier !

Figure 3.3 : Menu Simulation.

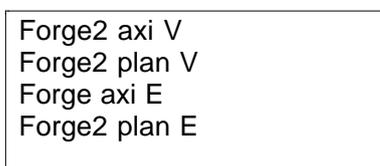
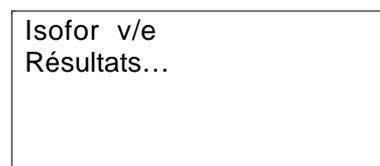


Figure 3.4 : Menu Postprocesseur.



3.4 Menu Postprocesseur

Ce menu (figure 3.4) est dédié à l'analyse des résultats. Le détail des fonctions du postprocesseur **isofo**r est donnée en Annexe 2.

4. CREATION D'UN MAILLAGE

4.1 Les éléments dans FORGE2™

FORGE2™ utilise deux types d'éléments. Les éléments **quadrilatères à interpolation linéaire** (Q4) ou les éléments **triangulaires à interpolation quadratique** (T6).

4.2 Etapes pour la création d'un maillage

4.3 Etape de création d'un maillage en mode manuel

4.4 Interprétation des paramètres de contrôle pour le maillage en mode automatique

5. DEFINITION DE L'OUTILLAGE

5.1 Etapes pour la création d'un outillage

6. FICHER DE DONNEES

6.1 Structure d'un fichier de données

6.2 Exemples de fichier de données

7. ANALYSE DE RESULTATS

7.1 Etapes pour l'analyse de résultats

1. Entrez le nom du fichier à analyser.
2. Définissez le type de calcul (axi ou plan)
3. Choisissez un pas de temps (n'importe quelle valeur disponible dans le calcul, le dernier par exemple !)

Le menu général d'isofor2 est affiché (cf. Annexe 2) !

4. Demandez l'affichage du maillage (fonction 8)
5. Demandez l'affichage du contour des outils (fonction 9)

7.2 Sortie de résultats sous la forme d'iso-contours

Pour sélectionner le type de contours à visualiser, vous pouvez choisir l'iso dans le menu général (fonction 3) ou bien le définir une fois arrivée dans la fenêtre graphique d'affichage des résultats (Bouton : Choix des résultats).

Pour exécuter la visualisation, demandez l'affichage du dessin (fonction 14).

Figure 7.1 : Exemple d'iso-contours de déformation (cas d'un lopin axysymétrique).

7.3 Sortie de résultats sous forme de courbes

Pour visualiser les résultats sous forme de graphes, choisissez la fonction 13 dans le menu général général d'isofor2.

Figure 7.2 : Exemple de tracé de courbe d'effort en fonction de l'écrasement (cas d'un lopin axysimétrique).

ANNEXE 1 : PRESENTATION DETAILLEE DES MENUS DES PRE-PROCESSEUR

A1.1 Programme Mayeur v/e

Pour activer, l'une des **fonctions** concernant le **maillage** ou le **contour** d'une **pièce** (Maillage ..., Lecture ..., Modification...), il suffit d'entrer au clavier le **n°** de l'extrémité de ligne correspondante.

Maillage par zones en modes alphanumérique.....	1
Maillage en mode graphique après ...	
Lecture de l'opération en cours.....	2
Lecture d'un contour déjà défini.....	3
Lecture du contour d'un maillage.....	4
Lecture de contour d'un maillage déformé.....	5
Lecture d'un fichier de maillage.....	6
Lecture d'un fichier de maillage déformé.....	7
Création/Modification d'un fichier de contour.....	8
Modification position des noeuds.....	10
Optimisation largeur de bande.....	11
Visualisation maillage.....	12
Régularisation du maillage.....	13
Axes de symétrie + sauvegarde dans un fichier.....	14
Fin.....	99

A1.2 Programme Creout v/e

Ce programme concerne les **fonctions** lié à l'outillage : création, modification de la géométrie, création, modification du pilotage.

Description de l'état actuel (du fichier actuel)	1
Ajouter un outil (au fichier actuel).....	2
Enlever un outil ((au fichier actuel).....	3
Affecter une vitesse à un outil (du fichier actuel)	4
Lire un maillage (de pièce).....	5
Déplacer un outil ((au fichier actuel).....	6
Caler un outil sur un maillage.....	7
Définition globale du pilotage.....	8
Création / Modification d'un outil.....	10
Création d'un fichier .out.....	11
Lecture d'un fichier .out.....	12
Visualisation maillage.....	13
Traitement des intersections	14
Sortie.....	99

A1.3 Programme Credata V

Credata V est le sous-programme permettant la création du fichier de données des propriétés matériaux et du contrôle du calcul pour les calculs **visco-plastiques**. Il peut toujours être utilisé pour un calcul **élasto-visco-plastique**, dans le but de construire le fichier de données, mais il devra absolument être complété sous éditeur pour introduire les propriétés élastiques avant lancement du calcul.

ANNEXE 2 : PRESENTATION DETAILLEE DES COMMANDES DU PROGRAMME ISOFOR2

(Fenêtre X) (Interface alphanumérique)

Changement d'un fichier de données.....	1
Choix de l'incrément de calcul.....	2
Choix de l'iso.....	3
Rotation.....	5
Echelle.....	6
Changement du commentaire de trace.....	7
Impression du maillage.....	8
Impression des frontières.....	9
Tracé de l'outillage.....	10
Représentation des noeuds en contact.....	11
Evolution d'un marquage.....	12
Evolution de la force de forgeage.....	13
Début du dessin.....	14
Sortie.....	99

ANNEXE 3 : IMPRESSION DES RESULTATS

A3.1 Fichier texte

Tous les fichiers ASCII (.don, .res) peuvent être imprimés par les commandes classiques, par exemple

```
lpr -s nonfichier
```

Pour les fichiers tel que celui des résultats qui comporte plus de 60 colonnes, on peut utiliser sous SUN les commandes

- pour une impression format vertical :

```
mp nomfichier lpr -s
```

- pour une impression format horizontal :

```
mp -l nomfichier lpr -s
```

A3.2 Pages graphiques des résultats

Le postprocesseur graphique de FORGE2 permet de créer des fichiers *postscript* des résultats graphiques.

A3.2.1 Création des graphiques

Quand la fenêtre graphique de présentation des résultats (courbes ou isovaleurs) est active, entrer le nom du fichier à créer.

Une deuxième fenêtre apparaît en haut de l'écran.

a. Premier tracé sur un fichier

Votre fichier est vide, cas d'un premier tracé.

- 1) Sélectionner le format de votre image :

A4 > dessin pleine page,

A5 > dessin demi page (soit 2 figures par page),

A6 > dessin quart de page (soit 4 figure par page).

- 2) Sélectionner stockage ou impression et execute .

- 3) Vous revenez dans la fenêtre graphique.

b. Autres tracés

Suivant votre sélection de format, isofor2 vous propose automatiquement de compléter la page ou change de page. Reprenez comme ci-dessus.

A3.2.2 Impression des graphiques

Dans une fenêtre X, vous pouvez lancer les impressions des fichiers *postscript* de résultats, comme pour des fichiers *texte*. SANS OUBLIER l'option -s (éviter la recopie du fichier sur le disque).