

Compte rendu projet - TopSolid

A Lefebvre

S Milady

P Coves

1 Étudiants

Étudiant	Section	Coordonnées
Mlle Sina Miladi	MCS	sina.milady@e.ujf-grenoble.fr
Mlle Ariane Lefebvre	ICAO	lefebvreariane@msn.com
M Pablo Coves	ICAO	coves.pablo@gmail.com

2 Première séance

2.1 Paramètres à prendre en compte

- La géométrie de la pièce dont l'épaisseur peut être variable.
- La géométrie du poinçon et de la matrice de pliage.
- Les caractéristiques mécaniques du matériau en traction et en compression en intégrant les phénomènes de déformation plastique et retour élastique.

2.2 Résultats à fournir

- La simulation du mouvement de la pièce avec la possibilité d'extraire la trajectoire de n'importe quel point de la pièce.
- Le retour élastique de la pièce et les corrections géométriques à appliquer au poinçon et à la matrice initial afin d'obtenir la pièce exacte.
- Toutes les explications nécessaires concernant le modèle et les algorithmes mis en œuvre afin de permettre une intégration future dans TopSolid.

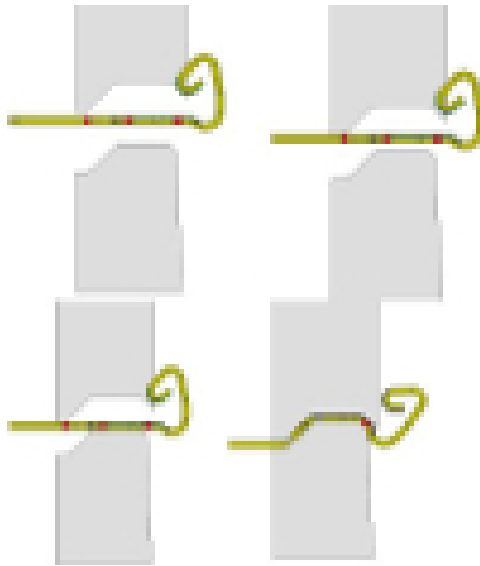


FIGURE 1 – Exemple de pliage

2.3 Revue du sujet

- Définition des éléments géométriques :
 - Pièces (épaisseur variable?).
 - Poinçons.
 - Matrices.
- Phénomènes physiques à prendre en compte :
 - Élasticité (et retour élastique).
 - Plasticité.
 - Frottements.
- Résultats désirés (utilisateur) :
 - Étapes de simulation du mouvement.
 - Trajectoires et points clés.
 - Contraintes, déformations, amincissements.
 - Corrections à appliquer sur les poinçons et matrices pour obtenir la pièce finale.
- Résultats désirés (MS) :
 - Modèles utilisés et hypothèses.
 - Méthodes et algorithmes.
 - Exemples de validation sur la base d'exemples proposés par MS.

3 Seconde séance

Aujourd'hui nous avons abordés les différentes structures de données que nous pourrions utiliser. Cela nous a amené à d'autres questionnements sur la réalisation du projet. Nous avons discutés sur :

- Les données fournies :
 - La pièce obtenue, après déformation, mais avant le retour élastique. (données 3D)
 - La matrice. (Descriptions / Mouvements)
 - Le poinçon. (Descriptions / Mouvements)
 - La matière. (Caractéristiques en base de donnée. On pourrait avoir une interface qui pourrait rajouter un matériaux et ses caractéristiques servants aux calculs)
- Les actions à entreprendre :
 - Calcul du retour élastique... nous avons pour cela plusieurs données dont le fait qu'un matériaux plié est divisé en deux parties sur sa largeur (une en extension et une en traction). Cela nous donne un angle de retour élastique au niveau du pliage.
 - Calcul des mouvements de la pièce... grâce à l'angle, nous pouvons calculer les différents mouvements de tout les points définissant la pièce, et donc obtenir une aire de déplacement.
- Les sorties obtenues :
 - Eventuellement la transformation qui à amené la pièce dans l'état d'entrée (pièce fournie en donnée)
 - Les trajectoires de la pièce lors du retour élastique
 - L'angle dû au retour élastique

Nous avons aussi définis quelques exemple de pliage de base pour débiter.

Objectif suivant :

- Avoir discuté plus profondément sur les structures de données que nous allons utiliser.
- Commencer à définir le côté calcul et le côté graphique du projet.

4 Troisième séance

4.1 Questions Réponses

Le groupe a pu poser des questions quand aux données en entrée :

- Possibilité d'avoir la pièce dans son état initial (avant pliage).
- Quel matériau sera utilisé pour les tests.
Un acier, possédant des caractéristiques classiques. C'est en fonction du modèle que l'on peut déterminer les caractéristiques nécessaires ou possibles.

- Faut il prendre en compte un jeu dans la position du poinçon à l'état final ?

L'épaisseur de la tôle étant supposée constante, le poinçon sera fixe (sans jeu) à la fin de son déplacement. Il faut cependant faire attention à une tolérance de l'ordre du centième de millimètre et aussi contrôler la cohérence du modèle (poinçon DANS la tôle à un instant t ?)

Nous avons ensuite vu des notions mathématiques utiles dans le cadre du projet telles que les maillages à utiliser, les méthodes d'approximations pour la positions des points en 2D.

4.2 À faire

Il nous faut prendre connaissance du logiciel freefem++ qui permet de simuler les déformations. Nous devons apprendre à nous en servir et trouver une façon propre de l'intégrer à notre projet.

5 Séance 4

5.1 Interface utilisateur

Nous avons choisi que l'utilisateur détermine le temps de visualisation de la déformation ce qui nous donnera le nombre d'étapes à calculer pour une scène. Une étape correspond à la déformation à un temps t .

Le programme utilise Qt pour son interface graphique. Il sera possible d'ouvrir plusieurs scènes en même temps (un thread par scène).

5.2 Architecture

Notre programme utilisera le logiciel freefem++ pour les calculs de déformations de la tôle au cours du temps. Le calcul de collisions entre la tôle, la matrice et le poinçon sera effectué pour chaque étape de la cinématique. Aucune déformation n'est effectuée tant qu'il n'y a pas de collision détectée. Une étape correspondra donc uniquement à la descente du poinçon jusqu'au premier contact avec la tôle.

Nous supposons une épaisseur constante pour la tôle et travaillons à partir de la fibre neutre pour l'affichage et les calculs de collisions.

5.3 Calcul d'une déformation

Entrées

- Les forces appliquées par le poinçon sur la tôle.
- Les points de la fibre neutre à l'instant $t-1$ ainsi que son épaisseur.
- Les contraintes sur certains points (fixes ou non).
- Le polygone de la matrice.

Sorties

- La nouvelle position des points de la fibre neutre à l’instant t .

5.4 À définir

- Affichage de l’aire totale de déplacement de la tôle ou sélection d’un (ou plusieurs) point(s) par l’utilisateur et affichage de son déplacement au cours du temps.
- Types de données échangées avec freefem++ : nurbs, points, structures complexes.
- Enregistrement ou non de chaque étape sur disque dur pour ré affichage rapide.
- Possibilité de calculer une suite de scène si le temps imparti est suffisant.

6 Séance 5

6.1 Interface utilisateur

L’utilisateur ne choisira pas seulement une durée de visualisation mais :

- Un pas de déplacement pour le poinçon.
- Une durée de visualisation.
- Une durée de pliage.

Le pas de déplacement correspondra à la précision de notre simulation et il sera possible de revoir la cinématique intégralement ou image par image.

Il sera possible de voir la surface parcourue par la tôle durant toute une scène et de suivre un ou plusieurs points au cours du temps.

6.2 Représentation des scènes

Chaque scène sera décrite par un fichier xml. Elle contiendra la position initiale de la tôle et de la matrice ainsi que l’ensemble des positions du poinçon. Il sera donc possible de simuler des mouvements simples de translation ou plus complexes tels que des rotations pour le poinçon.

6.3 Utilisation de freefem++

La durée de pliage et le déplacement du poinçon permettront d’évaluer une vitesse de déplacement (position, vitesse, accélération). Ces informations seront passées à freefem++ pour le calcul de la déformation de la tôle.

6.4 À définir

- Comment évaluer le point à suivre ?
Clic souris ou noeud dans le maillage de la tôle.

- Comment avoir des forces réalistes à passer en argument à freefem++ ?
- Quelle quantité d'informations sauvegarder sur disque ou garder en RAM pour chaque scène ?

7 Séance 6

7.1 Formules

7.1.1 Position du poinçon au cours du temps

$$P(t) = \frac{-D_{max}}{2} * \cos\left(\frac{2}{T_{max}} * \pi * t\right) + \frac{D_{max}}{2}$$

7.1.2 Vitesse au cours du temps

$$V(t) = \frac{\pi * D_{max}}{T_{max}} * \sin\left(\frac{2 * \pi}{T_{max}} * t\right)$$

7.1.3 Accélération au cours du temps

$$A(t) = \frac{2 * \pi^2 * D_{max}}{T_{max}^2} * \cos\left(\frac{2 * \pi}{T_{max}} * t\right)$$

7.2 Forces en jeu

À partir des mouvements données par les formules ci dessus nous pouvons calculer les forces en jeu. Les équations sont données dans une thèse (Mohamed AZAOUZI - 2007) et décrivent les quatres calculs de forces (p55) :

- Loi d'écrouissage d'Hollomon.
- Loi d'écrouissage de Krupkowski.
- Loi d'écrouissage de Ludwick.
- Loi d'écrouissage de Voce.

Nous avons aussi les caractéristiques d'un matériau pour les tests unitaires (p56).

7.3 Changements

Le logiciel initialement prévu pour les calculs de déformations (freefem++) ne gère pas les éléments finis "coque". Nous utiliserons donc la librairie **Open fem** dans scilab pour le remplacer.