

## Etude cinématique d'une « GRIGNOTEUSE »

### But de l'étude :

On étudie les mouvements d'une machine électroportative permettant de découper des tôles métalliques en pratiquant des poinçonnages successifs (voir photo ci-dessous). On se propose de déterminer l'épaisseur de tôle que peut découper la grignoteuse en fonction des paramètres géométriques et cinématiques suivants :

1. La course de l'outil "c" doit être strictement supérieure à l'épaisseur "e".
2. La vitesse de coupe doit pendant la découpe être comprise entre 0.2 et 0.7 m/s (pour une tôle en acier).

Remarque : L'axe excentré 9, qui permet un réglage fin de la position basse de l'outil et modifie légèrement la course, sera considéré comme immobilisé dans la position correspondant à la Figure 1.

### PRESENTATION

#### Mise en situation

Le mécanisme représenté partiellement sur le Figure 1 à l'échelle 1:5 est une tête de machine à découper les tôles.

L'arbre moteur 2 transmet un mouvement à la bielle 4 par l'intermédiaire d'un excentrique 12. La bielle 4 entraîne alors les biellettes 3 et 5. La liaison entre le bâti 1 et la biellette 3 étant modélisée par une liaison pivot parfaite, le coulisseau porte-outil 6 est entraîné en translation dans le fourreau 10-11. La fréquence de rotation de l'arbre moteur 2 est de 1450 tr/min (sens anti-trigo).

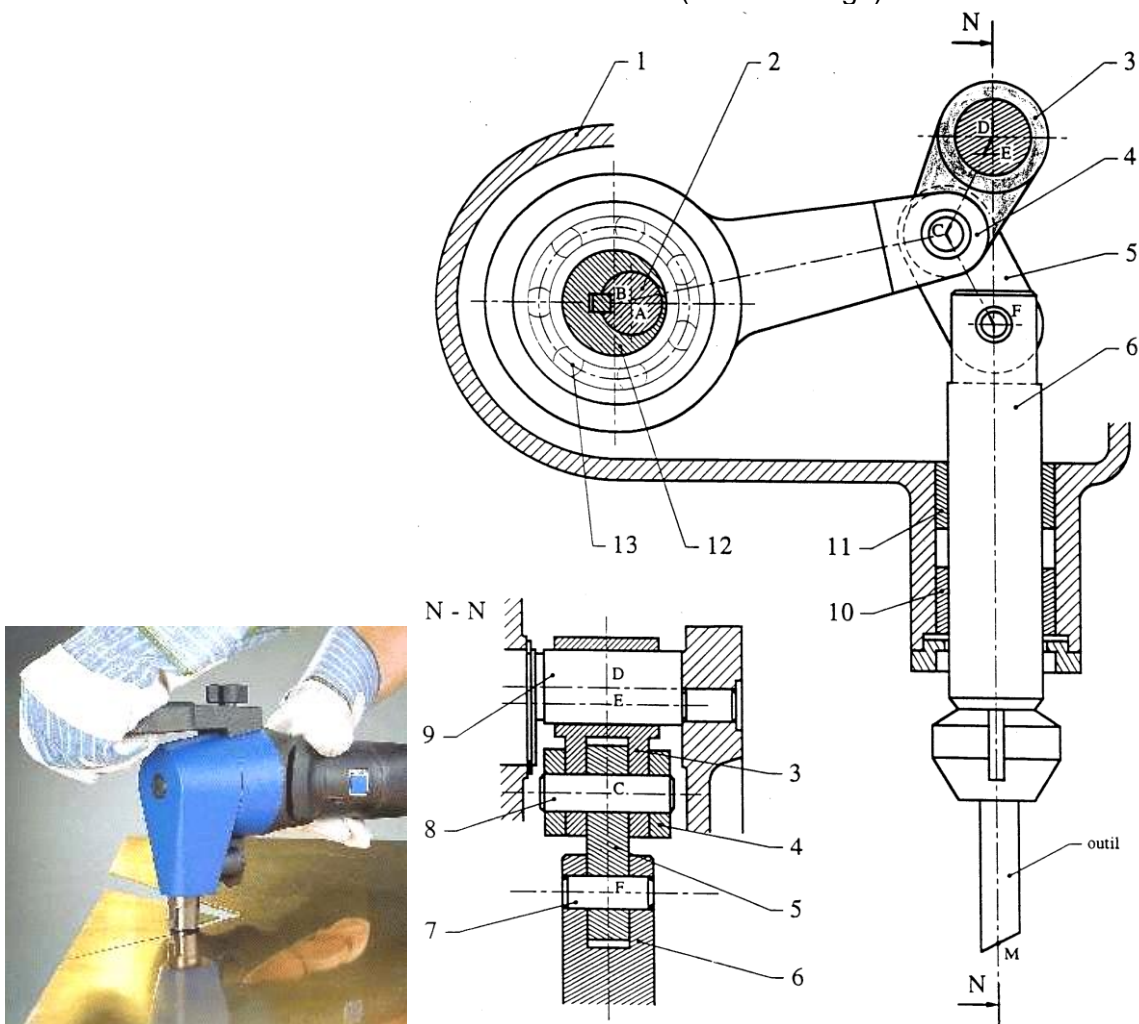


Figure 1

### Hypothèses :

- L'étude se ramène à un problème de cinématique plane, tous les vecteurs rotation étant colinéaires selon  $z_0$
- Toutes les liaisons sont supposées être des pivots exceptée celle entre 6 et 1 qui est assimilée à une glissière selon  $y_0$  dans l'hypothèse de problème plan,

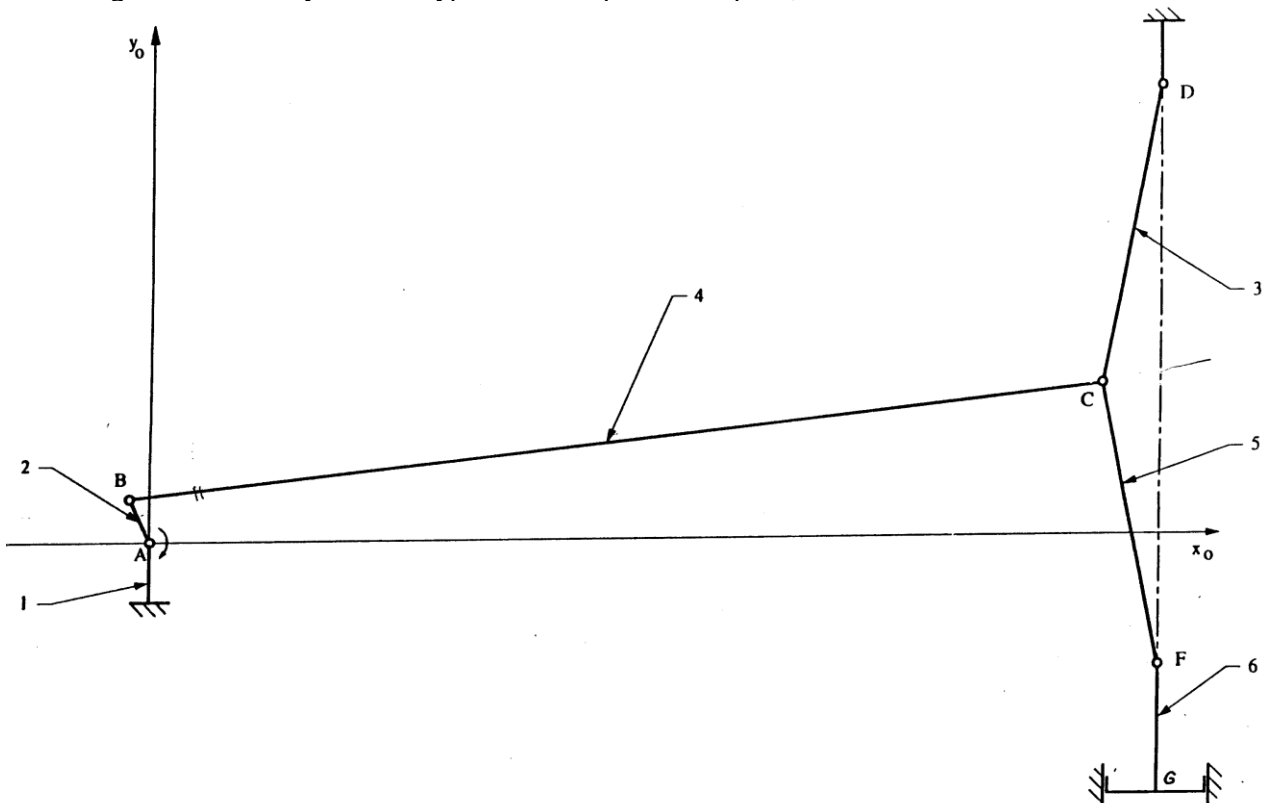


Figure 2

Le repérage des points particuliers du mécanisme est dans le repère  $R_0$  :

**A** (0, 0) **B** (-4.22, 9.06) **C** (198.50, 32.00) **D** (210, 95) **F** (210, -27) **G** (210, -55)

### TRAVAIL DEMANDE

#### Recherche de la course maximale de l'outil (sur le Document réponse)

**Question 1 :** Proposer un graphe de liaison

**Question 2 :** Donner la forme des torseurs cinématiques associés à chaque liaison.

**Question 3 :** Préciser la nature des mouvements 2/1, 3/1, 6/1.

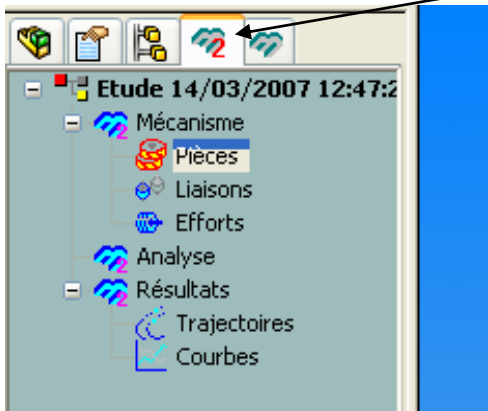
**Question 4 :** Tracer respectivement dans ces mouvements les trajectoires des points B, C et F.

**Question 5 :** Démontrer que la vitesse  $\vec{V}(F, 6/1) = \vec{0}$  correspond à un alignement des points D, C et F ou un alignement des points A, B et C. Utiliser pour cela l'équiprojectivité respectivement entre F et C ou entre C et B, la composition de mouvements et les propriétés des champs de vecteurs vitesse dans un mouvement de rotation ou de translation.

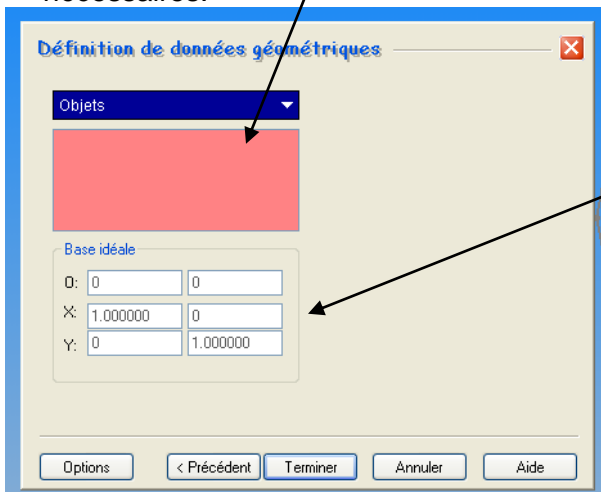
**Question 6 :** Déterminer alors les positions extrêmes du déplacement du point F par une méthode graphique. En déduire la course de l'outil. Le tracé sera fait sur le document réponse et des explications précises sur la méthode utilisée seront données.

## Utilisation de Mecaplan sous solidworks en cinématique

- ☞ Copier le dossier *TP grignoteuse/modelisation mecaplan sw* de la grignoteuse partagé sur la Dropbox. Coller dans le dossier dans *Mes Documents/PCSI1b* puis le décompresser
- ☞ Ouvrir le fichier *grignoteuse assemblée*. Ouvrir l'onglet *mecaplan* sous Solidworks



- ☞ Définir les pièces par conversion automatique de l'assemblage proposé en cliquant droit sur *pièce/conversion automatique*.
- ☞ Cliquer droit sur les traits de la zone graphique pour modifier la couleur des pièces.
- ☞ Définir les liaisons entre les pièces conformément au graphe de liaison en cliquant droit sur *liaison/ajouter*. Définir les pièces concernées puis sélectionner le point ou le segment de droite correspondant à la caractéristique géométrique de la liaison soit en cliquant dessus dans la zone graphique (objet), soit en définissant conformément à la figure 2 les coordonnées nécessaires.



- ☞ les liaisons figurant sur le schéma cinématique sont toutes pivots exceptée la liaison 6/1 qui est une glissière pour laquelle il faut définir la direction verticale en cliquant pour le champ concerné sur un segment de droite définissant la direction.
- ☞ Editer le graphe de structure correspondant en cliquant droit sur *analyse/graphique de structure*.

**Question 7 :** Reproduire le graphe de liaison et préciser les caractéristiques géométriques des liaisons correspondantes.

**Question 8 :** Indiquer par quelle(s) méthode(s) de calcul les positions et vitesses des points peuvent être déterminées.

- ☞ Lancer le calcul en imposant le mouvement 2/1 (1450 tr/min sens anti-trigo) et un nombre de positions de 200 sur une durée de mouvement correspondant à un aller et retour de l'outil.

**Question 9 :** A l'aide de la courbe adéquate, déterminer la course de l'outil. Expliquer votre démarche. Comparer cette valeur à celle obtenue graphiquement sur le document réponse.

**Recherche de la course utile de l'outil.**

☞ Editer la courbe de la norme de la vitesse de coupe en fonction de la position angulaire du moteur d'entrée.

**Question 10 :** Etudier et commenter ces graphes en orientant la réflexion vers le compromis entre la vitesse de coupe acceptable et l'épaisseur découppable. Pour cette étude, rechercher sur les diagrammes des vitesses l'ensemble des positions pour lesquelles la vitesse de coupe est acceptable et exploiter ensuite le graphe des positions. En déduire l'épaisseur maximale de la tôle découppable sur la machine (du point de vue de la cinématique).