

## 1 MISE EN CONTEXTE

La qualité du ponçage conditionne la qualité du rendu du produit fini. Les opérations de ponçage sont souvent délicates (problèmes d'accessibilité, choix de l'abrasif, adaptation de la vitesse de ponçage au matériau, ...).

La qualité du ponçage dépend de la bonne adéquation entre la fréquence d'oscillation de l'abrasif et le type de matériau à poncer.

Les résultats du ponçage sont satisfaisants si la partie abrasive est soumise à des mouvements alternatifs rapides et de faibles amplitudes.

Les constructeurs ont donc adopté des solutions basées sur la transformation du mouvement de rotation continue d'un moteur en mouvement de rotation alternatif de la partie abrasive.

La société FEIN<sup>®</sup> commercialise un ponceuse oscillante pour professionnels (diagramme de contexte Figure 1, dessin d'ensemble et éclaté en fin de sujet) dont le diagramme d'exigences partiel est donné sur la Figure 2.

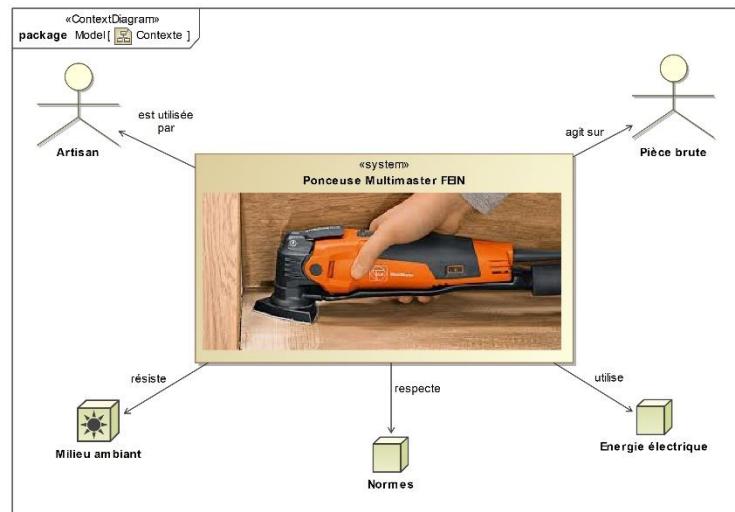


Figure 1 – Diagramme de contexte de la ponceuse Multimaster.

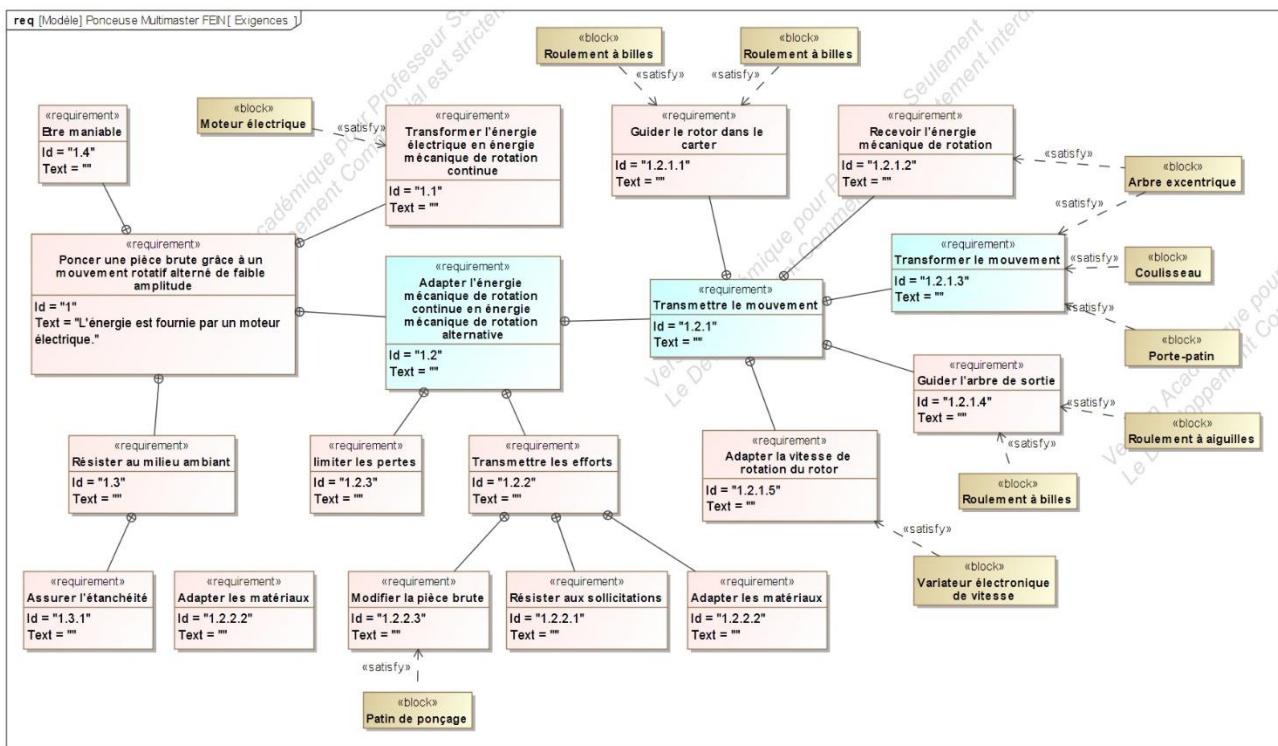


Figure 2 - Diagramme d'exigences partiel de la ponceuse Multimaster.

La connaissance de la cinématique du système de transformation de mouvement est importante si on souhaite maîtriser la qualité du ponçage.

Le système de transformation de la ponceuse Multimaster est détaillé sur le diagramme de définition de blocs de la Figure 3.

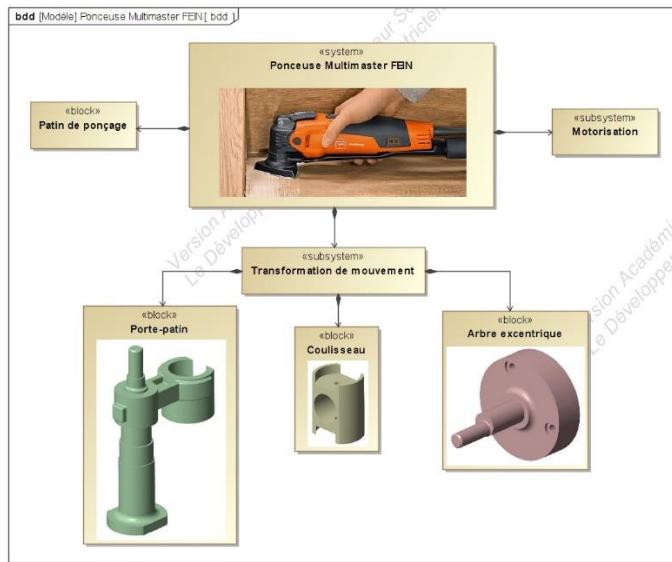


Figure 3 - Diagramme de définition de blocs de la ponceuse Multimaster.

## 2 PARAMETRAGE

Le schéma cinématique de la Figure 4 représente les différents paramètres du modèle adopté pour l'étude cinématique.

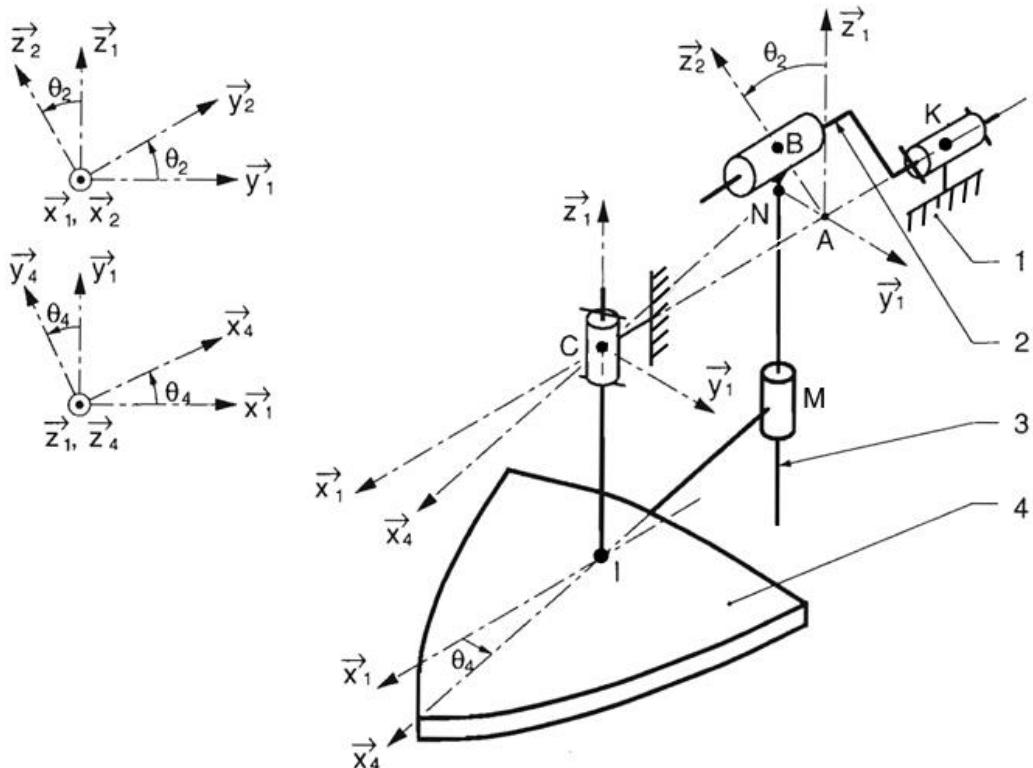


Figure 4 - Modèle cinématique et figures planes associées

L'arbre d'entrée **2** tourne par rapport au carter **1** autour de l'axe  $(K, \vec{x}_1)$ . Le paramètre angulaire est  $\theta_2 = (\vec{y}_1, \vec{y}_2) = (\vec{z}_1, \vec{z}_2)$ . Le porte-patin **4** tourne par rapport au carter **1** autour de l'axe  $(C, \vec{z}_1)$ . Le paramètre angulaire est  $\theta_4 = (\vec{x}_1, \vec{x}_4) = (\vec{y}_1, \vec{y}_4)$ .

On appelle  $A$  la projection de  $B$  sur l'axe  $(K, \vec{x}_1)$  et  $N$  la projection de  $B$  sur l'axe  $(A, \vec{y}_1)$ .

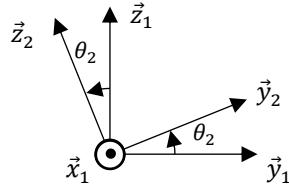
**Paramétrage des pièces et des repères orthonormés directs associés :**

- Carter **1** : Repère  $R_1(K, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ ;
- Arbre d'entrée **2** : Repère  $R_2(K, \vec{x}_1, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$ ;
- Coulisseau **3** : Repère  $R_3(B, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ ;
- Porte-patin **4** : Repère  $R_4(C, \vec{x}_4, \vec{y}_4, \vec{z}_1)$ .

**Paramétrage des angles :**

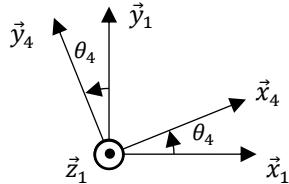
Position angulaire de **2** par rapport à **1**

$$\theta_2(t) = (\vec{y}_1, \vec{y}_2) = (\vec{z}_1, \vec{z}_2)$$



Position angulaire de **4** par rapport à **1**

$$\theta_4(t) = (\vec{x}_1, \vec{x}_4) = (\vec{y}_1, \vec{y}_4)$$



**Paramétrage des distances :**

- $\vec{AB} = e \cdot \vec{z}_2$  avec  $e = 1,25 \text{ mm}$ ;
- $\vec{NC} = \vec{MI} = d \cdot \vec{x}_4$ ;
- $\vec{IC} = \vec{MN} = h \cdot \vec{z}_1$ ;
- Position linéaire de **3** par rapport à **4** :  $\vec{NB} = \mu(t) \cdot \vec{z}_1$
- Position linéaire de **3** par rapport à **2** :  $\vec{CA} = -\lambda(t) \cdot \vec{x}_1$

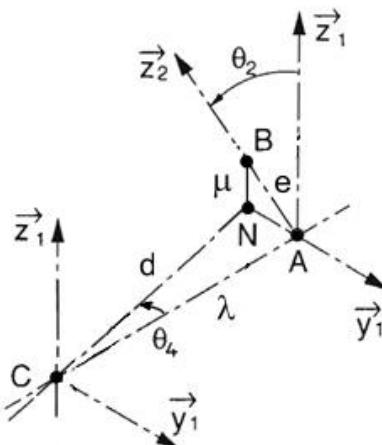


Figure 5 - Paramètres de distance  $\lambda$  et  $\mu$

Le constructeur indique une vitesse de rotation de l'arbre d'entrée **2** réglable entre 0 et 20 000  $\text{tr. min}^{-1}$ .

### 3 EXIGENCE 1.2.3.1 :« TRANSFORMER LE MOUVEMENT »

**Objectif** : déterminer l'expression de la loi d'entrée-sortie en vitesse de la ponceuse oscillante pour confirmer la transformation de mouvement.

3.1 Tracer le graphe de liaisons et le graphe de paramétrage de la ponceuse.

#### Obtention de la loi d'entrée-sortie par fermeture géométrique

3.2 Ecrire une fermeture géométrique et la projeter dans la base  $(\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ .

3.3 En déduire une relation entre  $\theta_2$  et  $\theta_4$ .

3.4 En déduire une relation cinématique liant les vitesses angulaires  $\dot{\theta}_2$  et  $\dot{\theta}_4$ .

#### Obtention de la loi d'entrée-sortie par fermeture cinématique

3.5 Ecrire les torseurs cinématiques suivants :

- $\{\mathcal{V}(2/1)\} = \{\vec{\Omega}(2/1) \quad \vec{V}(K, 2/1)\}_K$
- $\{\mathcal{V}(3/2)\} = \{\vec{\Omega}(3/2) \quad \vec{V}(B, 3/2)\}_B$
- $\{\mathcal{V}(3/4)\} = \{\vec{\Omega}(3/4) \quad \vec{V}(M, 3/4)\}_M$
- $\{\mathcal{V}(4/1)\} = \{\vec{\Omega}(4/1) \quad \vec{V}(C, 4/1)\}_C$

**Rem** : les notations suivantes seront adoptées pour  $\vec{\Omega}(3/2)$  et  $\vec{\Omega}(3/4)$  :

$$\vec{\Omega}(3/2) = \dot{\theta}_{32} \cdot \vec{x}_1 \quad ; \quad \vec{\Omega}(3/4) = \dot{\theta}_{34} \cdot \vec{z}_1$$

3.6 Ecrire une fermeture cinématique sous forme de torseurs.

3.7 Transporter tous les torseurs en  $B$ , extraire la relation sur les moments et la projeter sur  $\vec{y}_1$ .

3.8 En déduire la relation entre  $\theta_2$ ,  $\dot{\theta}_2$ ,  $\theta_4$  et  $\dot{\theta}_4$ .

3.9 Intégrer la loi précédente pour trouver une relation  $\theta_4 = f(\theta_2)$ .

**Rem** : la constante d'intégration sera calculée grâce à la condition initiale :  $\theta_4 = 0^\circ$  ;  $\theta_2 = 0^\circ$

3.10 En déduire la loi d'entrée-sortie en vitesse :  $\dot{\theta}_4 = f(\theta_2, \dot{\theta}_2)$ .

