



# Machine de dépose de joint liquide

## A.PRESENTATION GENERALE

### A.1. Mise en situation (voir DOCUMENT 1 )

La société John Deere conçoit et fabrique du matériel agricole. L'usine, située dans le Loiret, est chargée de la fabrication et du montage des moteurs Diesel de 3, 4, ou 6 cylindres. Les photos (voir figures 1 doc 1) montrent la chaîne d'assemblage des moteurs, ceux-ci étant maintenus sur des balancelles.

La pièce qui a pour fonction principale de collecter les gaz d'échappement issus des cylindres pour les envoyer vers le pot d'échappement s'appelle le collecteur d'échappement.

**Le sujet a pour thème l'étude du poste de dépose du joint liquide sur le collecteur d'échappement du moteur.**

### A.2. Machine de dépose de joint liquide (voir DOCUMENTS 1 et 2 )

Initialement, l'étanchéité aux gaz d'échappement entre le moteur et le collecteur d'échappement était réalisée par des joints métalliques. Leur mise en place était compliquée, l'étanchéité n'était pas optimale.

C'est pourquoi, après plusieurs essais, la société John Deere a souhaité appliquer un nouveau procédé d'étanchéité réalisé par la dépose d'un joint liquide effectué sur une machine de dépose automatisée.

Ces joints sont 10 fois moins onéreux, sont plus efficaces, et nécessitent une moins bonne qualité de surface des zones de contact entre moteur et collecteur.(figure 2 document 1)

### A.3. Fonctionnement du poste de dépose de joint liquide : (DOC 1, 2, 3, 4)

1. L'opérateur **prend le collecteur** (3, 4, ou 6 cylindres) correspondant au moteur arrivé au poste, prend une pige dans le magasin (fig 5 doc 3) et il **place une pige** de maintien sur le montage en face de chacun des deux trous suivants du collecteur : (voir figure 3 doc 1)

- Une pige commune en face du trou repéré en rouge
- Une pige en face du trou correspondant au type de collecteur :
  - 3 cylindres : trou repéré en jaune
  - 4 cylindres : trou repéré en bleu
  - 6 cylindres : trou repéré en violet

2. L'opérateur **fixe le collecteur** dans la machine de dépose en le positionnant sur les 2 piges et en le fixant à l'aide du système de maintien, en agissant sur la poignée rouge (côté gauche) ou noire (côté droit) (voir figure 6 doc 3).

**Cahier des charges n°1 : Collecteur 3 cylindres**

3. L'opérateur **fait pivoter manuellement la table** (fig 4 doc 2 et fig 7 doc 3) pour placer le collecteur coté dépose du joint sous le robot. Une butée réalise la fin de course qui est détectée par un capteur de position. Ce capteur déclenche la **sortie de tige d'un vérin d'indexage** qui verrouille le plateau (fig 7 doc 3). Un capteur photoélectrique détecte la présence du collecteur du côté dépose. (fig 4 doc 2)

4. Le cycle de dépose de joint liquide peut commencer si l'opérateur appuie sur le bouton départ de cycle du robot. Alors l'automate programmable gère ce cycle et commande le robot 6 axes.

5. Le robot se déplace vers le premier trou (pige commune rouge et coordonnées connues et identiques quel que soit le type de collecteur).

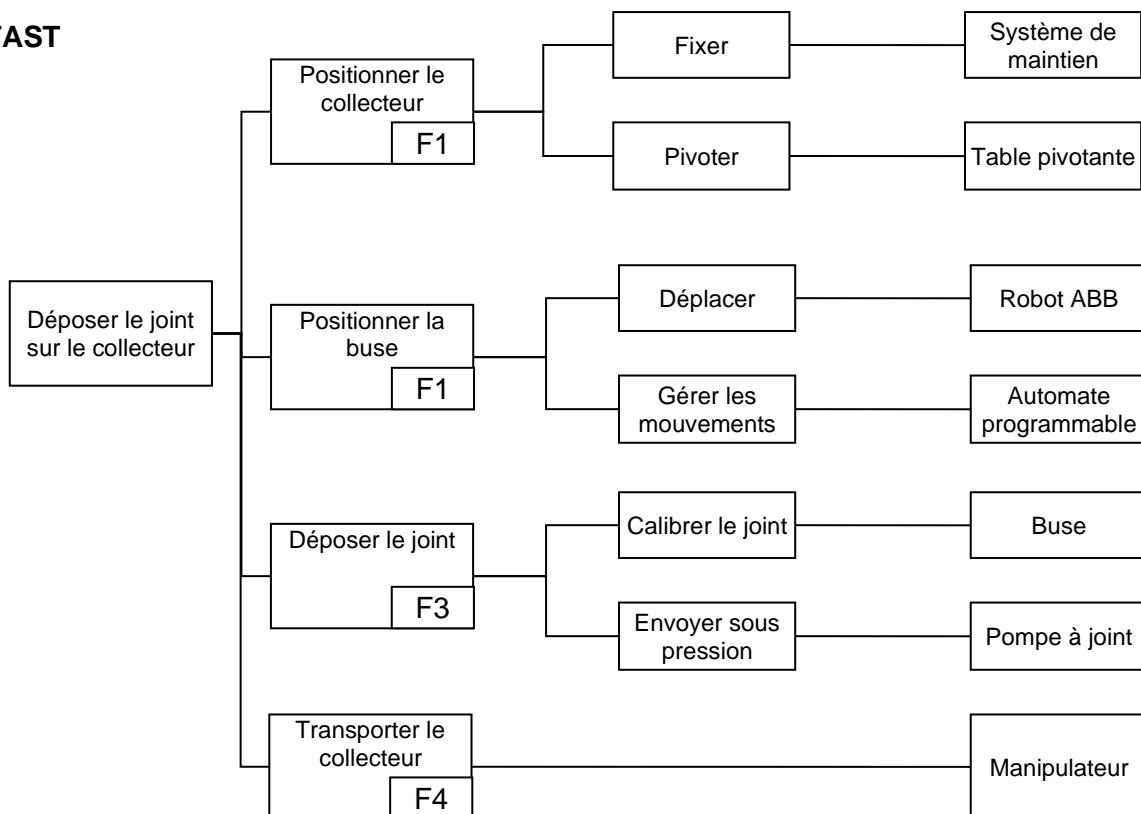
C'est l'action : **déplacer robot trajectoire 1**. (voir figures 9 et 10 doc 4) L'extrémité du bras du robot entre dans le premier trou et un capteur de métaux détecte la présence de métal au fond du premier trou (tous les trous sont borgnes).(voir figures 8 doc 3)

6. Si le capteur détecte la matière au fond du trou, l'extrémité du robot se dirige vers le premier point du cercle à décrire. C'est l'action **déplacer robot trajectoire 2**. Un capteur de distance situé sur la tête de dépose détecte la surface plane sur laquelle on dépose le joint liquide. Le cycle de dépose du joint liquide peut commencer : action **déplacer robot trajectoire 3**. L'automate gère alors les mouvements du robot et l'arrivée du joint par la buse. On n'étudiera pas la commande de cet automate.

7. Au cours de cette étape, la buse dépose le joint autour des 3 premiers trous.. Le robot **revient** ensuite en position initiale et la tige du vérin d'indexage est **rentrée**. L'opérateur **dépose** le collecteur précédemment muni de joint liquide. **Cette étape marque la fin du cycle dans le cas d'une série de collecteurs 3 cylindres.**

**L'étude pour une dépose de joint dans le cas de collecteur type 4, ou 6 cylindres n'est pas décrite.**

Le DOCUMENT 6 donne les diagrammes **SADT A-0** et **A0** de la machine de dépose de joint liquide à laquelle est associée un manipulateur (doc 8). En effet, ce manipulateur aide l'ouvrier à prendre le collecteur (masse de 17 kg), pour placer ou enlever le collecteur de la machine de dépose de joint liquide.

**FAST**

## B. ANALYSE GEOMETRIQUE DU ROBOT : Fonction F2 (voir DOCUMENT 7)

### B.1. Présentation du robot ABB

Le robot ABB dont le bras supporte la buse de dépose du joint liquide est représenté sur le DOCUMENT 7 en 2 vues :

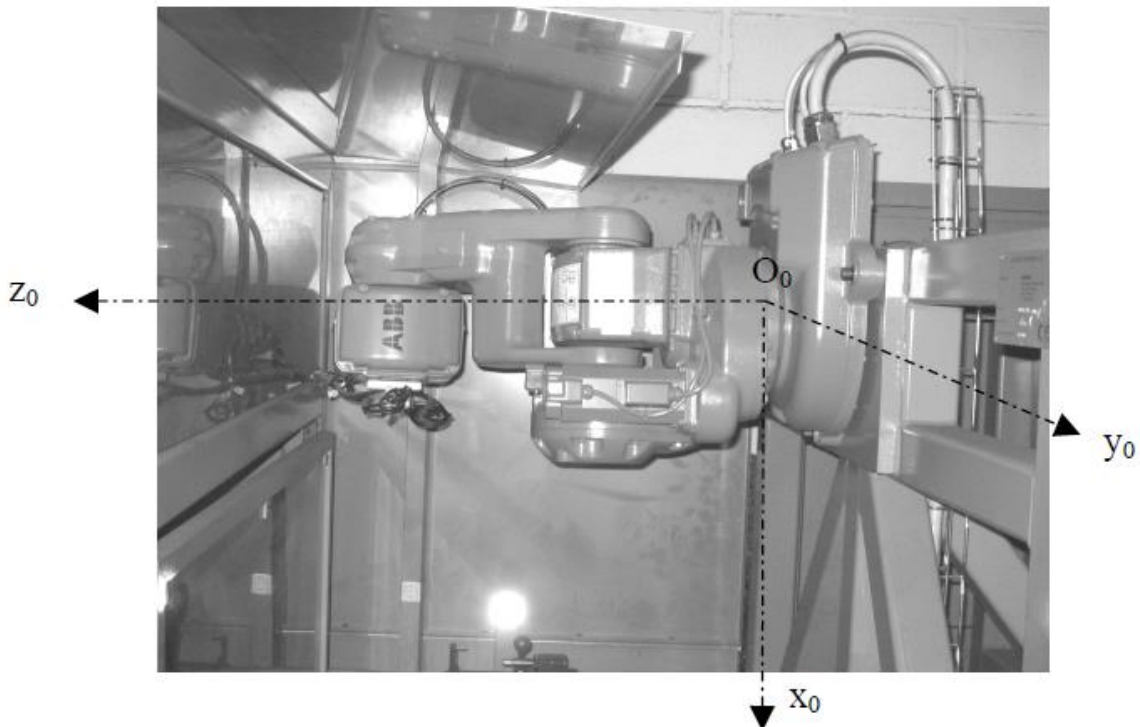
- Vue de face.
- Vue de dessus.

Dans ces 2 vues, on a représenté le robot avec :  $\theta_{01} = \theta_{34} = \theta_{45} = \theta_{56} = 0$  et  $\theta_{12} = -\theta_{23}$ .

**Question B1** : Effectuer le graphe des liaisons du robot ABB de la pièce 0 à 6. Préciser pourquoi on nomme un tel robot, un robot **6 axes**.

### B.2. Robot en position « parking »

On présente ci-dessous le robot en position « parking » :  $\theta_{01} = -90^\circ$ ,  $\theta_{12} = 14^\circ$ ,  $\theta_{23} = -14^\circ$ .



### B.3. Détermination du premier point de la trajectoire 1

On se propose de déterminer les coordonnées du premier point de la trajectoire de l'extrémité de la buse M dans  $R_0(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ , au début du mouvement de translation défini lors de la trajectoire 1. C'est le premier point que le point M, extrémité de la buse, devra rejoindre au début du programme de dépose du joint liquide.

Le schéma cinématique donné sur le document 7 a été effectué pour :

$\theta_{01} = 0$ ,  $\theta_{34} = 0$ ,  $\theta_{45} = 0$ ,  $\theta_{56} = 0$  et  $\theta_{12} = -\theta_{23}$ .

On donne le paramétrage et les figures de calcul :

Paramétrage :

$$\overrightarrow{O_0O_1} = a.\vec{x}_1 + b.\vec{z}_0 - f.\vec{y}_1$$

$$\overrightarrow{O_2O_3} = d.\vec{x}_3 + f.\vec{y}_3$$

$$\overrightarrow{O_4O_5} = g.\vec{x}_5$$

$$\overrightarrow{O_1O_2} = c.\vec{z}_2$$

$$\overrightarrow{O_3O_4} = e.\vec{x}_3 + h.\vec{y}_4$$

$$\overrightarrow{O_5M} = -h.\vec{y}_6 - l.\vec{z}_6$$

$$\theta_{01} = (\vec{x}_0, \vec{x}_1)$$

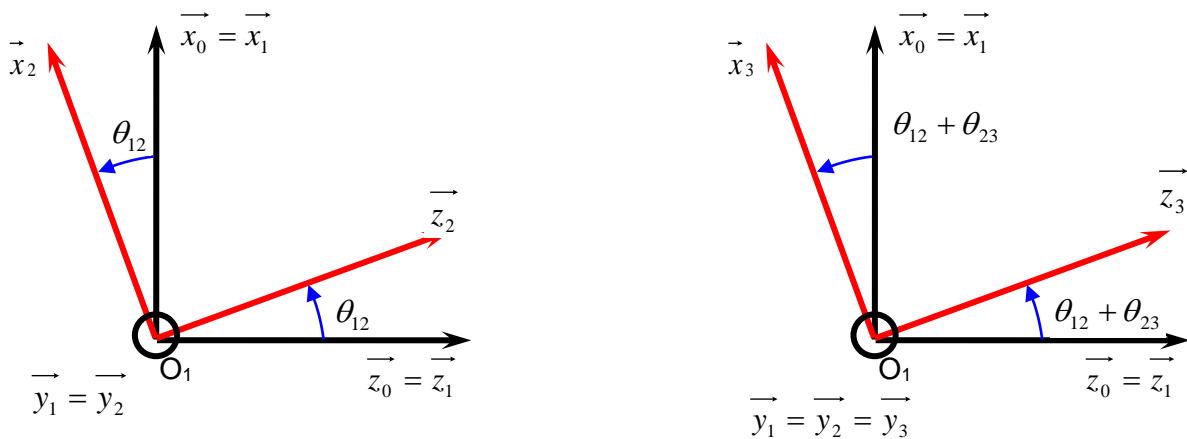
$$\theta_{23} = (\vec{x}_2, \vec{x}_3)$$

$$\theta_{45} = (\vec{z}_4, \vec{z}_5)$$

$$\theta_{12} = (\vec{x}_1, \vec{x}_2)$$

$$\theta_{34} = (\vec{y}_3, \vec{y}_4)$$

$$\theta_{56} = (\vec{y}_5, \vec{y}_6)$$

Figures de calcul :

Dans la position particulière du premier point de la trajectoire 1 de la buse, on a les angles suivants :

$\theta_{01} = 0^\circ$        $\theta_{34} = 0^\circ$        $\theta_{45} = 0^\circ$        $\theta_{56} = 0^\circ$        $\theta_{12} \neq -\theta_{23}$

**Question B2 :** Déterminer pour la position particulière définie ci-dessus, en fonction du paramétrage donné, les vecteurs suivants :

- $\vec{O_0O_1}$  en projection sur les axes  $(\vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$
- $\vec{O_3O_4}$  en projection sur les axes  $(\vec{x}_3, \vec{y}_0)$
- $\vec{O_4O_5}$  en projection sur l'axe  $(\vec{x}_3)$
- $\vec{O_5M}$  en projection sur les axes  $(\vec{y}_0, \vec{z}_3)$

**Question B3 :** Déterminer pour la position particulière définie ci-dessus, en fonction du paramétrage donné, le vecteur suivant :

- $\vec{O_0M}$  en projection sur les axes  $(\vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$

## C.ANALYSE CINEMATIQUE DU MANIPULATEUR : Fonction F4 (voir DOCUMENTS 8, 9)

Le manipulateur aide l'ouvrier dans la prise du collecteur (masse de 17 kg pour les collecteurs 6 cylindres). La préhension du collecteur est effectuée par l'outil de prise.

Un vérin d'équilibrage alimenté par de l'air comprimé à 0,70 MPa, fournit un effort qui compense le poids du collecteur. L'utilisateur maintient l'outil de prise et peut commander le vérin d'équilibrage, qui n'agit que lors d'un mouvement de montée ou de descente. Les autres mouvements possibles sont assurés manuellement par l'ouvrier.

Le **DOCUMENT 8** représente un dessin du manipulateur dans une position repliée, lors de la prise de pièce, le collecteur d'échappement étant au départ sur un convoyeur.

On se propose d'effectuer une étude cinématique du manipulateur dans cette même position, laquelle est paramétrée sur le schéma cinématique donné **DOCUMENT 9**.

### C.1. Cinématique analytique

#### Notation :

On note  $\vec{V}_{Mei/j}$  le vecteur vitesse d'un point M appartenant à une pièce i par rapport à une pièce j.

**Paramétrage :** Voir les figures de calcul sur le document 9

$$\begin{array}{llll} \theta_{10} = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) & \theta_{12} = (\vec{x}_1, \vec{x}_2) & \theta_{17} = (\vec{x}_1, \vec{x}_7) & \theta_{78} = (\vec{x}_7, \vec{x}_8) \\ \vec{AB} = l_2 \cdot \vec{x}_2 & \vec{BC} = l_5 \cdot \vec{x}_1 & \vec{CD} = l_7 \cdot \vec{x}_7 - h_7 \cdot \vec{y}_7 & \vec{PD} = l_8 \cdot \vec{y}_7 \end{array}$$

**Question C1:** Déterminer  $\overrightarrow{V_{B \in 2/1}}$  en fonction de  $l_2, \dot{\theta}_{12}$  en projection sur  $(\vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$ .

**Question C2:** Au cours du mouvement du manipulateur,  $\overrightarrow{BC}$  reste horizontal, orienté selon  $\vec{x}_1$ . Justifier. Quel est alors le mouvement de 5/1? En déduire  $\overrightarrow{V_{C \in 7/1}}$  en projection sur  $(\vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$ .

**Question C3:** Déterminer  $\overrightarrow{V_{D \in 7/1}}$  en fonction de  $l_2, l_7, \dot{\theta}_{12}, \dot{\theta}_{17}$  en projection sur  $\vec{y}_2$  et  $\vec{z}_7$ .

**Question C4:** Déterminer  $\overrightarrow{V_{P \in 8/1}}$  en fonction de  $l_2, l_7, \dot{\theta}_{12}, \dot{\theta}_{17}$  en projection sur  $\vec{y}_2$  et  $\vec{z}_7$ .

**Question C5:** Exprimer  $\overrightarrow{V_{P \in 8/0}}$  en fonction de  $\overrightarrow{V_{P \in 8/1}}$  et du vecteur rotation  $\overrightarrow{\Omega_{1/0}}$ .

**Question C6:** Déterminer  $\overrightarrow{V_{P \in 8/0}}$  en fonction de  $l_2, l_5, l_7, \dot{\theta}_{12}, \dot{\theta}_{17}, \dot{\theta}_{01}, \theta_{12}$  en projection sur  $\vec{y}_2, \vec{z}_1$  et  $\vec{z}_7$ .