

TD modélisation- notion de liaisons équivalentes

I Table de translation

La figure ci contre représente le schéma cinématique d'une table de translation. Cette table se déplace par le fait que l'arbre (1) est mis en rotation.

Q1/ Réaliser le graphe de liaisons de ce système (pièces 0, 1, 2 ; liaisons 0-2 en : A, B, C, D ; liaisons 0-1 en I et J ; liaison 1-2 en O).

Q2/ Déterminer la liaison équivalente entre 0 et 1. Déterminer la liaison équivalente entre 0 et 2 (regarder mobilité(s) restante(s) entre 0 et 2).

Q3/ Réaliser le schéma cinématique du système en prenant en compte les liaisons équivalentes (ce schéma cinématique est appelé schéma cinématique minimal).

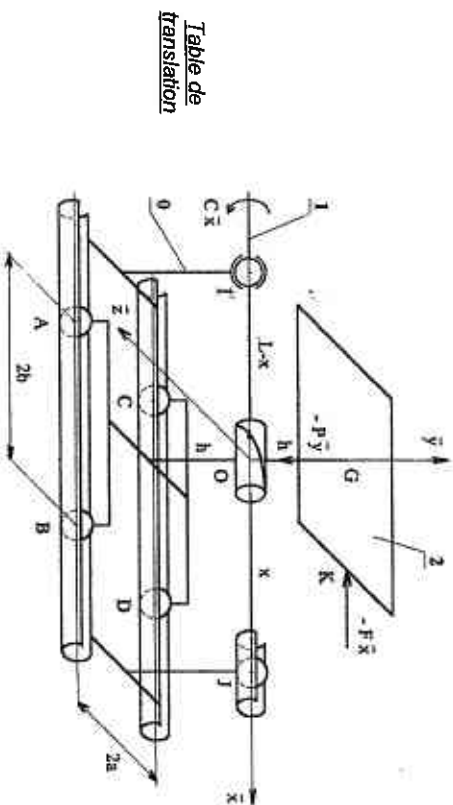


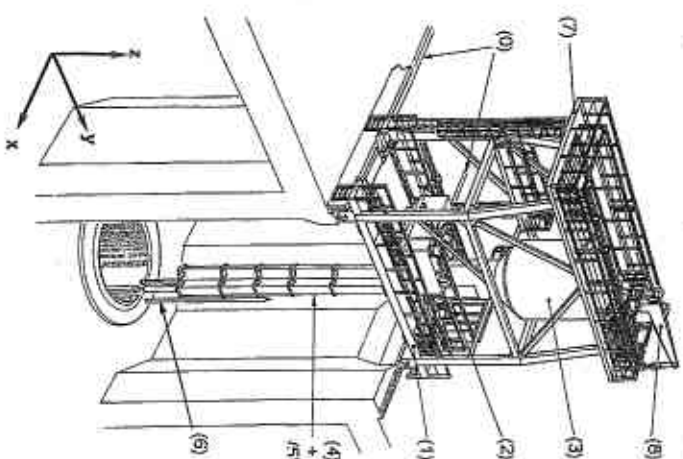
Table de translation

II MACHINE DE DÉCHARGEMENT ET DE CHARGEMENT DE COMBUSTIBLE NUCLEAIRE

Structure de la machine de déchargement – chargement (M.D.C.)

La voie de roulement (0), constituée de deux rails parallèles fixés longitudinalement de part et d'autre de la piscine et supposés parfaitement fixes, permet de guider la machine de déchargement – chargement qui est composée des éléments suivants :

- le pont (1) est en liaison glissière de direction x par rapport à la voie de roulement (0),
- l'ensemble chariot (2) + tour (3) est en liaison glissière de direction y par rapport au pont (1),
- l'ensemble mât (4) + tube guide (5) est en liaison pivot d'axe vertical (direction z) avec la tour (3) et indexable sur trois positions
- les éléments à guider verticalement (tubes combustible, grappe contrôle, grappe bouchon et perche télescopique équipée de la caméra TV) notés (6) sont en liaison glissière de direction z avec l'ensemble mât (4) + tube guide (5).



Structure de la machine de déchargement et de chargement (M.D.C.)

- Q1 Réaliser le schéma cinématique en perspective, en respectant l'orientation de la figure, de la machine de déchargement et de chargement (M.D.C.) : Il est demandé d'indiquer par des flèches les mouvements correspondant aux degrés de liberté entre les éléments constituant le système :
- voie de roulement (0)
 - pont (1)
 - ensemble chariot (2) + tour (3)
 - ensemble mât (4) + tube guide (5)
 - éléments à lever (6).

Étude de la fonction « Déplacer le pont par rapport à la voie »

L'objectif de cette étude est d'analyser la structure de la liaison glissière du pont roulant par rapport à la piste de roulement.

La liaison pont (1) / voie de roulement (0)

Le pont 1 repose sur la voie 0 par quatre modules à galets fixés aux extrémités de sa structure (voir figure 7).

Le module avant gauche [(G1) + (G2) + (G3)] est un module galet porteur moteur avec guidage

Le galet porteur moteur (G1), en liaison sphère plan (ponctuelle) de normale $(A_1, \vec{z})$ avec le rail (0), est entraîné par un groupe motoréducteur à courant continu avec dynamo tachymétrique.

Les deux galets suiveurs (G2) et (G3), respectivement en liaison sphère plan (ponctuelle) de normale $(A_2, -\vec{y})$ et $(A_3, \vec{y})$ avec le rail (0), assurent le guidage latéral du pont.

Le module avant droit (G4) est un module galet porteur moteur

Le galet porteur moteur (G4), en liaison sphère plan (ponctuelle) de normale $(A_4, \vec{z})$ avec le rail (0), est entraîné par un groupe motoréducteur à courant continu avec dynamo tachymétrique.

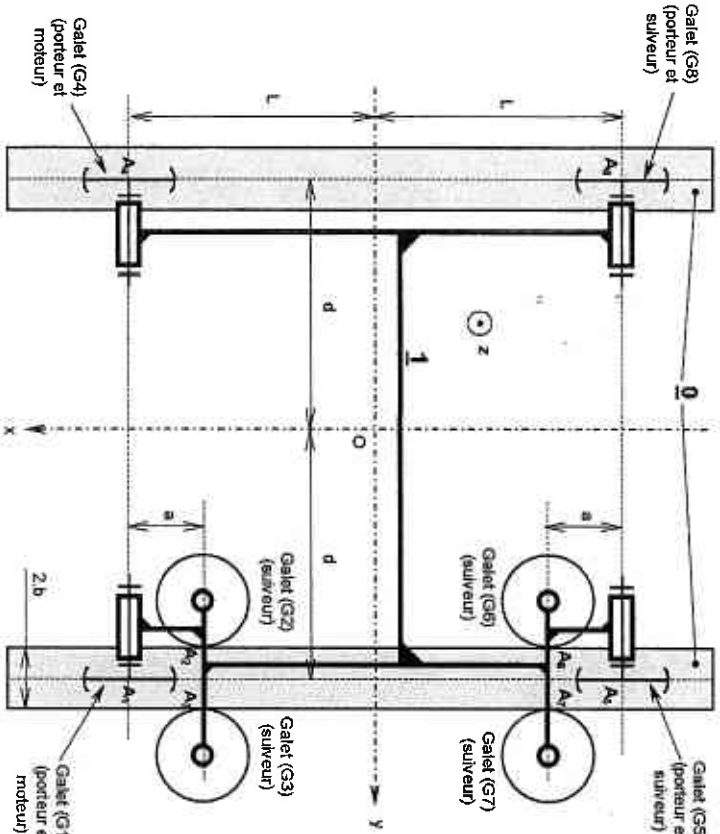
Le module arrière gauche [(G5) + (G6) + (G7)] est un module galet porteur suiveur avec guidage

Le galet porteur suiveur (G5) est en liaison sphère plan (ponctuelle) de normale $(A_5, \vec{z})$ avec le rail (0).

Les deux galets suiveurs (G6) et (G7), respectivement en liaison sphère plan (ponctuelle) de normales $(A_6, -\vec{y})$ et $(A_7, \vec{y})$ avec le rail (0), assurent le guidage latéral du pont.

Le module arrière droit (G8) est un module galet porteur suiveur

Le galet porteur suiveur (G8) est en liaison sphère plan (ponctuelle) de normale $(A_8, \vec{z})$ avec le rail (0).



la structure cinématique du guidage du pont 1 par rapport à la voie 0 (vue du dessus)

Les points A_i de contact entre les rails et les galets (Gi) sont repérés par rapport au point O comme suit :

$$\vec{OA}_1 = L\vec{x} + d\vec{y} + c\vec{z}$$

$$\vec{OA}_2 = L\vec{x} - d\vec{y} + c\vec{z}$$

$$\vec{OA}_3 = (-L + a)\vec{x} + (d - b)\vec{y}$$

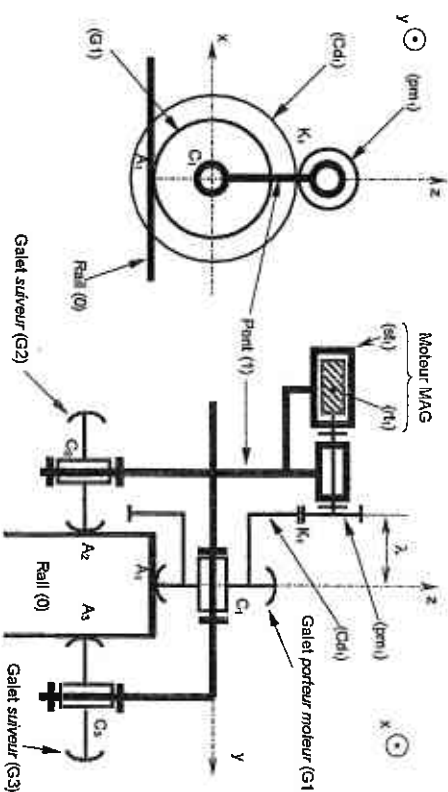
$$\vec{OA}_4 = (-L + a)\vec{x} + (d + b)\vec{y}$$

$$\vec{OA}_5 = (-L + a)\vec{x} + (d + b)\vec{y}$$

$$\vec{OA}_6 = -L\vec{x} - d\vec{y} + c\vec{z}$$

$$\vec{OA}_7 = (-L - a)\vec{x} + (d + b)\vec{y}$$

$$\vec{OA}_8 = -L\vec{x} - d\vec{y} + c\vec{z}$$



module avant gauche, vu selon les normales $\vec{y}$ (à gauche) et $\vec{x}$ (à droite)

Q.2 On se propose de déterminer le degré d'hyperstatisme de la liaison glissière équivalente entre la voie de roulement (0) et le pont (1) et, pour cela :

- établir le graphe de liaisons limité aux dix solides suivants : (0), (1) et les huit galets (Gi),
- montrer, par la méthode de votre choix, que la liaison équivalente entre (0) et (1) incluant les huit galets est une liaison glissière de direction x .

Sciences de l'Ingénieur TD modélisation- chaîne fermée

Fermeture géométrique- Cinématique

I DECHARGEMENT D'UN CAMION

Un camion S_0 en déchargement soulève l'ensemble S_1 de centre de gravité G et de masse $M=7000\text{kg}$ constitué de la benne et de la matière transportée. Un vérin (corps de vérin S_2 et tige S_3) commande le mouvement.

On donne les caractéristiques du vérin :

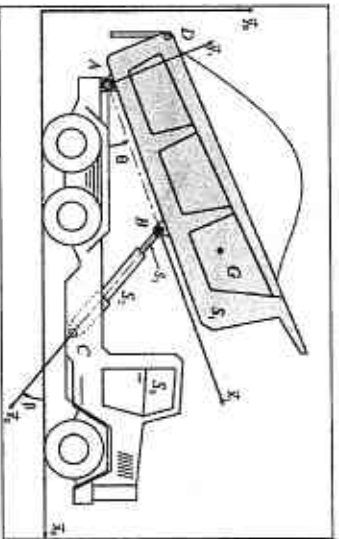
- Débit volumique d'huile injectée dans le vérin : $Q=0,4\text{ l/s}$,
- Diamètre du piston : $d=100\text{mm}$,
- Vitesse de déploiement du vérin : V .

Les inconnues de vitesse de rotation d'un solide S_i par rapport à un solide S_j seront notées Ω_{ij} . On donne les caractéristiques géométriques suivantes :

- $\overline{AB} = L \cdot \vec{x}_1$ où $L=3\text{m}$,
- $\overline{AG} = X_G \vec{x}_1 + Y_G \vec{y}_1$ où $X_G=3,7\text{m}$ et $Y_G=1,4\text{m}$,
- $\overline{BC} = \lambda \cdot \vec{x}_2$
- $\overline{AC} = X_C \vec{x}_0 + Y_C \vec{y}_0$ où $X_C = 4,8\text{m}$ et $Y_C = 0,7\text{m}$

Mouvements entre solides :

- S_1/S_0 : rotation d'axe $(A, \vec{z}_1)$
- S_2/S_0 : rotation d'axe $(C, \vec{z}_0)$
- S_3/S_1 : rotation d'axe $(B, \vec{z}_0)$



Modélisation

- Réaliser le graphe de liaison et le schéma cinématique du système (les liaisons seront définies par rapport aux mouvements possible entre les solides (seul pour la liaison S_2-S_3 ; on supposera le contact cylindrique).

Fermeture géométrique

- Ecrire les équations de fermeture géométrique (vecteurs positions seulement) . Projeter l'équation vectorielle obtenue dans la base B_0 .
- En déduire une relation entre λ et θ .

L'objectif est de déterminer la vitesse de rotation de la benne 1 en fonction du débit dans le vérin.

- En dérivant l'expression issue de la fermeture géométrique trouver une relation entre la vitesse de sortie de tige du vérin V (correspondant à la dérivée de λ) et $\theta, \dot{\theta}$.
- Exprimer le débit Q dans le vérin en fonction de sa vitesse de déploiement V et de ses caractéristiques géométriques.
- En déduire une relation entre le débit Q , la vitesse de rotation de la benne $\dot{\theta}$, l'angle de la benne θ et les paramètres de longueurs.

II MALAXEUR

La figure ci-dessous représente de façon schématisée un malaxeur. Un moteur électrique entraîne la vis sans fin (S_1) qui engrène avec la roue (S_2). Cette roue est en liaison pivot d'axe (O, y) avec le bâti (S_0). La rotation de cette roue (S_2) va provoquer le mouvement du bras mélangeur (S_4) par l'intermédiaire des pièces (S_3) et (S_5). (S_3) est en contact avec (S_2) sur une surface sphérique de centre C et avec (S_4) sur une surface cylindrique de révolution d'axe (C, z_4) . (S_5) est liée au bras (S_4) par une liaison pivot d'axe (D, x_5) et au bâti (S_0) par une liaison pivot d'axe (D, z) .

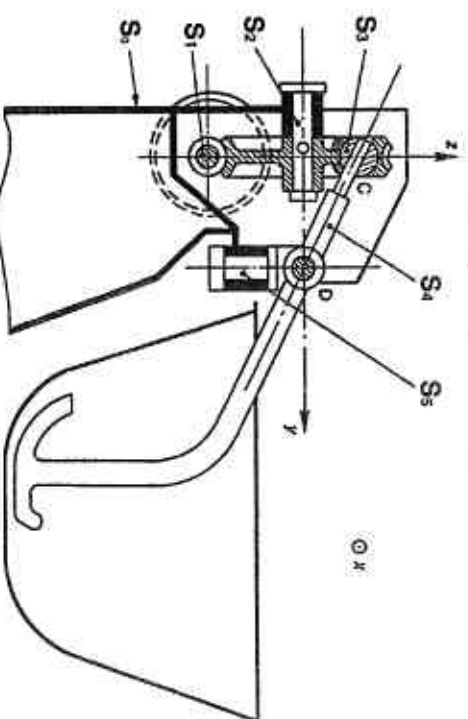


Schéma d'un malaxeur

Note : On ne tient pas compte dans l'exercice de la vis sans fin (S_1).

- Q1/ Réaliser le graphe de liaisons du système (sans prendre en compte S_1).
- Q2/ Afin de simplifier l'étude du mécanisme, Déterminer la liaison cinématique L24 équivalente aux liaisons L23 et L34 (liaisons en série).

On considère pour la suite de l'exercice la liaison équivalente L_{24} comme étant une liaison sphère- cylindre d'axe (C, z_4) .

- Q3/ Compléter le schéma cinématique minimal en perspective du mécanisme.

Paramétrage du système (6 paramètres : 1 angle par liaison pivot ($\theta_{20}, \theta_{30}, \theta_{45}, \theta_{43}$) + 3 longueurs : $OC(r)$, $CD(d)$, $OD(L)$)

- Q4/ réaliser les figures de changement de bases.
- Q5/ Ecrire l'équation vectorielle associée à la fermeture géométrique du mécanisme.
- Q6/ Projeter les équations et déterminer les équations scalaires reliant les paramètres de sortie θ_{30} et θ_{45} en fonction de θ_{20} et des longueurs r, d, L .

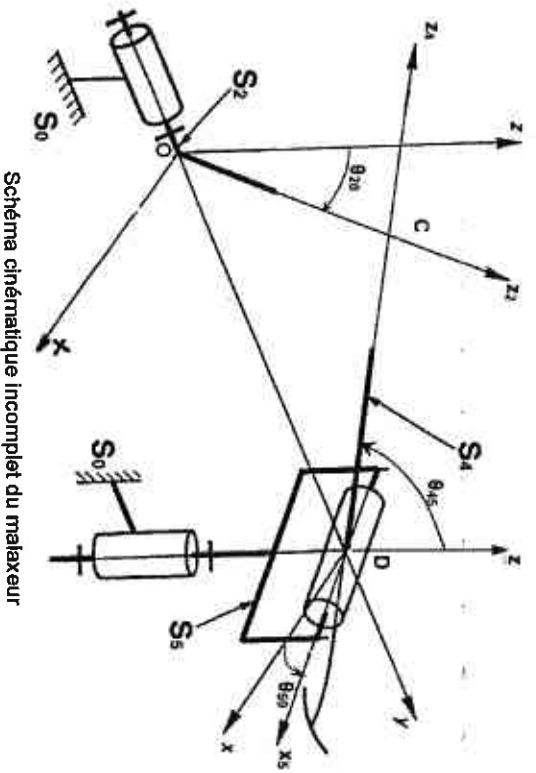


Schéma cinématique incomplet du malaxeur

IIIPRESSE-CISAILLE TYPE CVB 1 000 T

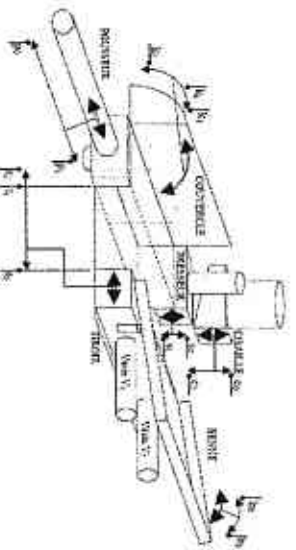
La société COMEX, installée à Lancaster (36 Morbihan) est spécialisée dans les machines et leurs applications à l'environnement. Elle conçoit et fabrique, en particulier du matériel permettant de compacter des déchets de différentes natures, afin d'éventuellement les retraiter ou de les stocker.

L'étude proposée porte sur une Presse-Cisaille type CVB 1 000 T (Cisaille Verticale à Bac de 1 000 tonnes) (figure 1 document 1) destinée à traiter de la ferraille de toute sorte. En fonction des matériaux récupérés, elle permet le compactage sous forme de paquet ou le cisailage afin de diminuer les volumes lors du transport avant retraitement ou stockage final. La machine permet deux processus différents :

- La réduction de volume par **compactage** pour l'obtention de paquet ;
- La réduction de volume par **cisailage** sous forme de bouts de métal découpés à des longueurs variables de 30 à 95 cm.

Vue schématique de la machine, de ses mouvements et des détecteurs associés :

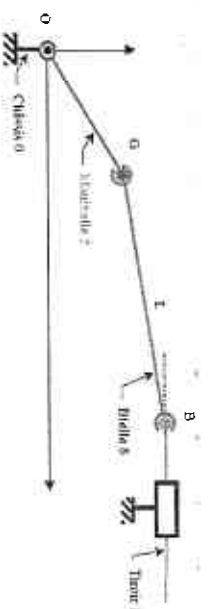
Le déplacement en translation du tiroir 1 est assuré par deux vérins hydrauliques V_1 et V_2 nécessitant un palonnier pour éviter l'arc-boutement lors de son déplacement.



ETUDE DU MOUVEMENT DU TIROIR

La mise en position du tiroir est définie par trois détecteurs t_0 , t_1 et t_2 . Ces détecteurs sont positionnés entre l'ensemble de torsion 5 et le châssis 0.

Afin d'obtenir une mise en position suffisamment précise du tiroir il est donc nécessaire de connaître la position en translation du tiroir 1 en fonction de la position angulaire de l'ensemble de torsion 5. De plus pour un meilleur compactage on souhaite obtenir un déplacement à une vitesse la plus constante possible.



Etude de la position relative du tiroir 1 par rapport au châssis 0 en fonction de la position angulaire de l'ensemble de torsion 5, par rapport au châssis 0.

On donne le nouveau paramétrage :

- Le repère $R_0(O_0, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ est lié au châssis 0 ;
- Le repère $R_5(O_5, \vec{x}_5, \vec{y}_5, \vec{z}_5)$ est lié à la manivelle de l'ensemble de torsion 5 ;
- Le repère $R_8(O_8, \vec{x}_8, \vec{y}_8, \vec{z}_8)$ est lié à la bielle 8.

$$\vec{OB} = y(t) \cdot \vec{y}_0 + h \cdot \vec{z}_0 \quad \vec{OG} = R_5 \cdot \vec{y}_5 \quad \vec{GB} = L \cdot \vec{y}_8 \quad \theta_{50} = (\vec{y}_0, \vec{y}_5) \quad \theta_{80} = (\vec{y}_0, \vec{y}_8)$$

$$\text{Avec : } R = 800 \text{ mm} \quad L = 1400 \text{ mm} \text{ et } h = 650 \text{ mm.}$$

Pendant la phase utile de compression, l'angle θ_{50} se situe entre 135° et 45° , et la vitesse de déplacement du tiroir 1 par rapport au châssis 0 est de 240 mm/s.

Question 1 : Compléter, en couleur, le paramétrage (axes, angles et distances) directement sur le schéma cinématique du document réponse.

Question 2 : Par une fermeture géométrique sur OCB. Déterminer la relation $y(t) = f(\theta_{50}(t))$.

Cette loi d'entrée-sortie étant relativement complexe, sa courbe représentative est donnée sur le document réponse. Le déplacement réel du tiroir 1 impose que θ_{50} varie de 180° à 45° .

Question 3 : Vérifier la compatibilité de la course totale du tiroir avec celle du vérin qui est de 1500 mm.

Durant la phase utile de compression (θ_{50} entre 135° et 45°), on peut assimiler la courbe de variation de $y(t)$ en fonction de $\theta_{50}(t)$ à une droite.

Question 4 : Donner le coefficient de linéarité approximatif entre $y(t)$ et $\theta_{50}(t)$ dans la phase utile de compression. Précisez les unités.

Etude de la relation entre la vitesse relative du tiroir 1 par rapport au châssis 0 et la vitesse angulaire de l'ensemble de torsion 5 par rapport au châssis 0.

Question 5 : A partir de l'étude précédente, donner une valeur approximative de la vitesse angulaire de θ_{50} l'ensemble de torsion 5 par rapport au châssis 0, pendant la phase utile de compression en fonction de la vitesse de déplacement du tiroir 1 par rapport au châssis 0. Calculer, en unité S.I. la valeur numérique approximative de θ_{50} pour une vitesse de déplacement du tiroir de 240 mm/s.

Document réponse presse cisaille

