MECANISMES ET ROBOTIQUE 2ème ANNEE

TPA Adams
Conception virtuelle
d'un mécanisme d'essuie-glace

Présentation :

L'idée consiste à faire de la « conception virtuelle » comme si vous étiez sur un établi en train de monter un prototype. Mais au lieu de réaliser vous-même un démonstrateur, ce qui ne serait pas possible pour des raisons de coût, vous allez utiliser le logiciel Adams.

Ce travail est destiné à vous permettre de concevoir l'architecture simplifiée d'un mécanisme d'essuie-glace à partir d'un cahier des charges très précis. Il s'agit d'un travail créatif, c'est-à-dire qu'aucune architecture ne vous sera suggérée ou imposée *a priori*. Votre démarche de création sera donc la suivante :

- **1 - Recherche manuelle de concepts** : N'oubliez pas que la méthode consistant à coucher sur un papier brouillon une trentaine de croquis a déjà prouvé maintes fois son efficacité. **ATTENTION** : ne vous jetez pas dans la CAO sans savoir assez précisément ce que vous souhaitez construire. Avant ce stade, vous devez déterminer globalement les différents composants de votre mécanisme ainsi que quelques ordres de grandeur sur les dimensions-clé, quitte à les faire évoluer ultérieurement.

- **2 - Modèle ADAMS de validation** : construction avec Adams d'un modèle simplifié du mécanisme. Dans cette seconde partie, vous dessinez des formes simplifiées en vous appuyant sur des points de construction qui pourront ultérieurement être paramétrés puis optimisés. Le but est de valider rapidement la conformité du mécanisme au cahier des charges.

- **3 – Rédaction d'une notice de conception** : ce document a pour but de présenter votre solution et de justifier vos choix de conception. Il doit laisser percevoir le regard critique de l'ingénieur et anticiper les problèmes technologiques qu'il faudra résoudre pour aller jusqu'à la réalisation. Il s'appuiera avantageusement sur un travail d'optimisation pour améliorer votre mécanisme, dans l'esprit du TP1.

Cahier des charges du mécanisme :

La figure 1 donne un aperçu des aspects géométriques du cahier des charges portant sur le mécanisme d'essuie-glace. Les positions sont exprimées dans le repère *(O, x, y, z)*, positionné à la base du pare-brise. Toutes les dimensions sont en millimètres. Ce mécanisme doit avoir les caractéristiques suivantes :

- Il doit contenir dans un **espace maximum** correspondant à un parallélépipède rectangle défini par les deux points diagonaux P_{MIN} et P_{MAX}. On a :
  $P_{MIN} = (500, -150, -150)$ $P_{MAX} = (1400, 0, 0)$;
- Le **mouvement d'entrée** est une rotation continue, correspondant à l'entraînement par un moteur électrique à courant continu, connecté en P_E et d'axe parallèle à x.
  On a $P_E = (500, -75, -75)$;
- Les **mouvements de sortie** sont deux rotations alternées, correspondant aux pivots P_{S1} et P_{S2} des balais d'essuie-glace, en base de pare-brise. Les rotations partent de la verticale sur un angle de 80°.
  Positions de sortie $P_{S1} = (850, -75, -0)$ et $P_{S2} = (1350, -75, -0)$, axes parallèles à z ;
- **Rapport de transformation** : le moteur tourne à 1200 tours/minute pour une fréquence de balayage de 1Hz, soit 20 tours en entrée pour un cycle de balayage en sortie;
- **Rendement** de la transmission supérieur à 70%.

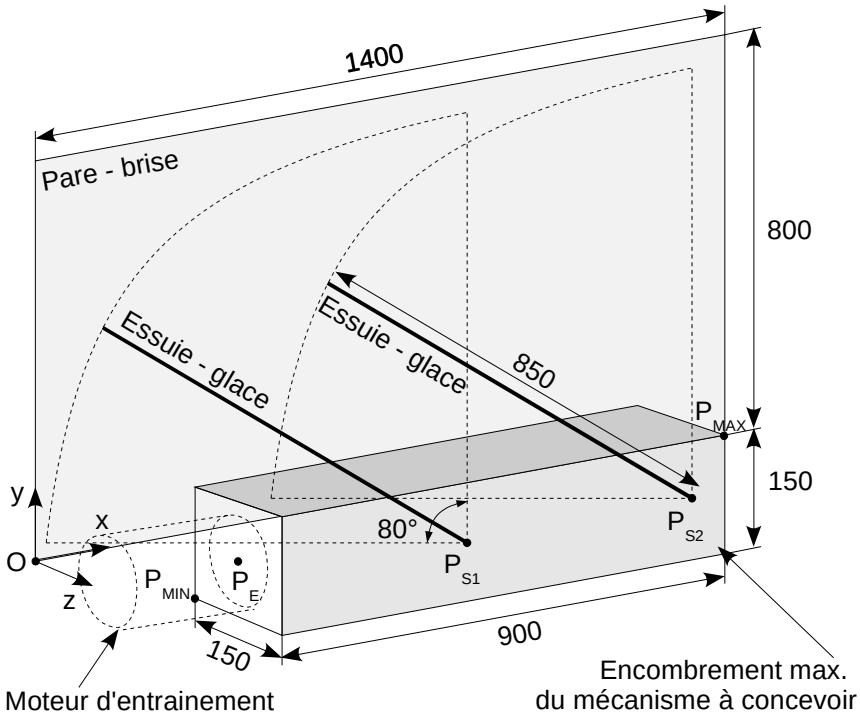

Fig. 1 : Environnement du mécanisme à concevoir

Déroulement du travail :

Le travail se déroulera en binôme. Un aspect essentiel de ce travail concerne **l'originalité de votre solution**. Il est **rigoureusement interdit** que deux binômes proposent le même mécanisme au sein de la promotion MMS. Si tel était le cas, chacun se verrait instantanément **retirer 5 points**. Nous vous encourageons donc vivement à aller voir ce que fait le binôme voisin !

Il est important de préciser que ce problème comporte un très grand nombre de solutions admissibles. Certaines sont meilleures que d'autres mais nous ne vous pénaliserons pas si vous ne trouvez pas LA meilleure solution, dans la mesure ou vous êtes capable de présenter dans la notice de calcul les limitations ou inconvénients du mécanisme, avec un regard suffisamment critique.

Les solutions de tous les étudiants MMS seront regroupées au sein d'une page web en consultation libre par tout l'IFMA. On y trouvera, pour chaque binôme, une image, une vidéo du mécanisme, un bref descriptif ainsi que la note attribuée au travail.

Documents à rendre :

Il y a deux documents à rendre à la date limite :

- Une **notice de calcul d'une copie double** maximum, sur petits carreaux, comportant les informations suivantes :
  - Partie 1 - Recherche manuelle de concepts (1 page) : on y trouvera quelques schémas cinématiques (dessinés au crayon et conformes aux notations de dessin industriel) correspondant à votre recherche de concepts et accompagnés de quelques phrase expliquant votre démarche
  - Partie 2 – La solution retenue (1 page) : vous représenterez le schéma cinématique (au crayon à papier) de la solution retenue. On trouvera au moins deux vues et des vues de détail si nécessaire. Un petit texte expliquera le principe de fonctionnement.
  - Partie 3 – Validation de la solution (1 page) : vous y validerez par des calculs simples la conformité de la solution à chacun des points du cahier des charges, que vous reprendrez **impérativement** un par un.
  - Partie 4 – Analyse technologique (1 page) : dans cette partie, vous expliquerez les optimisations effectuées avec Adams pour améliorer votre mécanisme. Vous écrirez également toutes vos remarques sur la faisabilité technologique de votre mécanisme et son éventuelle réalisation et industrialisation.

- Un **courriel** à envoyer à fauroux@ifma.fr et comportant les documents suivants :
  - Les noms des étudiants du binôme ;
  - Le fichier CMD Adams ayant permis de construire votre solution ;
  - Une image fixe du mécanisme, de résolution 800x600 (mécanisme sur fond noir, en 3D filaire, sans les bordures de la fenêtre Adams), au format GIF ou PNG ;
  - Une animation AVI du fonctionnement du mécanisme **sur un cycle de mouvement**, de taille raisonnable (inférieure à 1 Mo) ;
  - Une phrase de moins de 50 mots décrivant les aspects originaux de votre solution.

Une soutenance de 10 minutes devant votre enseignant pendant un créneau de TPA clôturera ce travail. Vous y démontrerez le parfait fonctionnement de votre modèle Adams. Il vous faudra également y prouver la conformité de votre solution au cahier des charges, par l'intermédiaire de traits de constructions, marqueurs, mesures, courbes ou tout autre moyen vous paraissant utile.

Barême indicatif (Le barème est susceptible d'être affiné)

- Notice de calcul (10 pts) :
  - Partie 1 – Recherche manuelle de concepts (2 pts)
  - Partie 2 – La solution retenue (2 pts)
  - Partie 3 – Validation de la solution (2 pts)
  - Partie 4 – Analyse technologique (2 pts)
  - Qualité de la présentation, soin apporté aux figures, orthographe (2 pts)

- Modèle Adams (10 pts) :
  - Bon fonctionnement du modèle Adams (2 pts)
  - Respect du cahier des charges (4 pts)
  - Présence des marqueurs / mesures / courbes (2 pts)
  - Paramétrage pour l'optimisation (2 pts)

Annexe 1 - Construction des engrenages :

Vous pouvez, dans votre modèle (mais ce n'est pas une obligation) utiliser des engrenages. Cette partie a pour but de vous familiariser avec l'utilisation de la «liaison engrenage » du logiciel Adams, pas encore étudiée en TP. La méthode d'utilisation est la suivante :

– Cliquez sur l'icône *Liaison* > *Engrenage*

– Une fenêtre de construction apparaît (Fig. 2)

Fig. 2 : Fenêtre de construction d'engrenages

– Remplissez les champs conformément à la Fig. 3

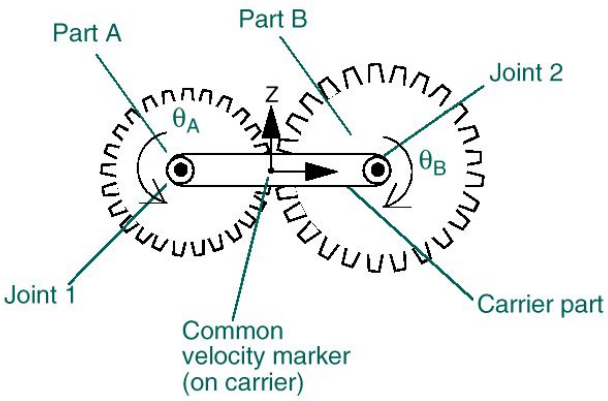

Fig 3. : Notations pour la construction d'engrenages

La pièce A (*Part A*) est un pignon d'entrée, en pivot par rapport au bâti (*Carrier part*). La pièce B (*Part B*) est une roue dentée en pivot par rapport au bâti. Elle est également liée par la liaison engrenage au pignon A. Les liaisons 1 et 2 (*Joints 1-2*) doivent être construites de telle sorte que la première pièce désignée soit le solide en rotation et la seconde pièce le bâti. La liaison engrenage nécessite la présence d'un marqueur commun, lié au bâti et dont l'axe Z doit nécessairement pointer dans la direction de défilement des dents (*Common velocity marker*). Le rapport de réduction de la liaison dépend directement des positions relatives de ce marqueur et des marqueurs correspondant aux centres des deux pivots. A noter que la liaison Engrenage d'Adams permet également de définir des liaisons de type roue/crémaillère ou roue/vis. Quelques exemples de tels mécanismes sont disponibles sur l'Intranet.

Annexe 2 - Quelques mécanismes utiles :

Vous trouverez en Table 1 et Figure 4 une liste de 40 exemples de mécanismes bien connus, donnés à titre d'indication et tirés de [1]. Les valeurs de rendements et de rapports de réduction sont indicatives : vous pouvez en donner d'autres à condition de justifier. Bien évidemment, vous n'êtes pas obligé d'utiliser tous ces mécanismes, ni de vous restreindre à ceux-là. Cette annexe a pour seul but de vous donner des idées. Vous pouvez également vous référer à l'ouvrage [2] d'Artobolevski pour aller à la pêche aux idées, ou à tout autre encyclopédie de mécanismes.

Notations : R = Rotation alternée ou continue RA = Rotation Alternée
T = Translation alternée ou continue TA = Translation Alternée

N° du mécanisme	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***
Type d'entrée (R, T, RA, TA)	R	R	R	R	R	R	R	R
Type de sortie (R, T, RA, TA)	R	R	R	R	R	R	R	R
Rendement moyen (de 0 à 1)	0,98	0,98	0,96	0,96	0,98	0,98	0,96	0,96
Rapport de réduction mini	1/8	1/8	1/8	1/8	3	3	3	3
Rapport de réduction maxi	8	8	8	8	10	10	10	10

N° du mécanisme	***9***	***10***	***11***	***12***	***13***	***14***	***15***	***16***
Type d'entrée (R, T, RA, TA)	R	R	R	R	R	R	R	R
Type de sortie (R, T, RA, TA)	R	R	R	R	R	R	T	T
Rendement moyen (de 0 à 1)	0,98	0,98	0,9	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9
Rapport de réduction mini	1/4	1/4	1	1	5	5		
Rapport de réduction maxi	4	4	20	20	50	50		

N° du mécanisme	***17***	***18***	***19***	***20***	***21***	***22***	***23***	***24***
Type d'entrée (R, T, RA, TA)	R	R	T	T	R	R	T	T
Type de sortie (R, T, RA, TA)	T	T	R	R	T	T	R	R
Rendement moyen (de 0 à 1)	0,9	0,9	0,9	0,9	0,98	0,98	0,98	0,98

N° du mécanisme	***25***	***26***	***27***	***28***	***29***	***30***	***31***	***32***
Type d'entrée (R, T, RA, TA)	R	R	R	R	R	R	R	R
Type de sortie (R, T, RA, TA)	RA	RA	RA	TA	TA	TA	TA	TA
Rendement moyen (de 0 à 1)	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,85	0,85	0,9

N° du mécanisme	***33***	***34***	***35***	***36***	***37***	***38***	***39***	***40***
Type d'entrée (R, T, RA, TA)	R	R	R	R	R	R	R	R
Type de sortie (R, T, RA, TA)	TA	TA	TA	TA	TA	TA	TA	TA
Rendement moyen (de 0 à 1)	0,95	0,95	0,95	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6

Tab. 1 : Quelques grandeurs pour les 40 exemples de mécanismes

[1] J.C. WAHL, *Vers une assistance à la conception préliminaire des mécanismes de transformation de mouvement. Application aux chaînes cinématiques à un degré de liberté*, Thèse de doctorat, INSA Toulouse, janvier 2003, 195 p.

[2] I. ARTOBOLEVSKI, *Les mécanismes dans la technique moderne*, Éditions MIR, 1975-1977, 4 volumes, Vol. 1 - Mécanismes à leviers (710 p.), Vol. 2 - Mécanismes à leviers (suite), (Deux tomes de 720 p. et 595 p.), Vol. 3 - Mécanismes à engrenage, (745 p.), Vol. 4 - Mécanismes à cames, mécanismes à friction, mécanismes à éléments flexibles (672 p.)

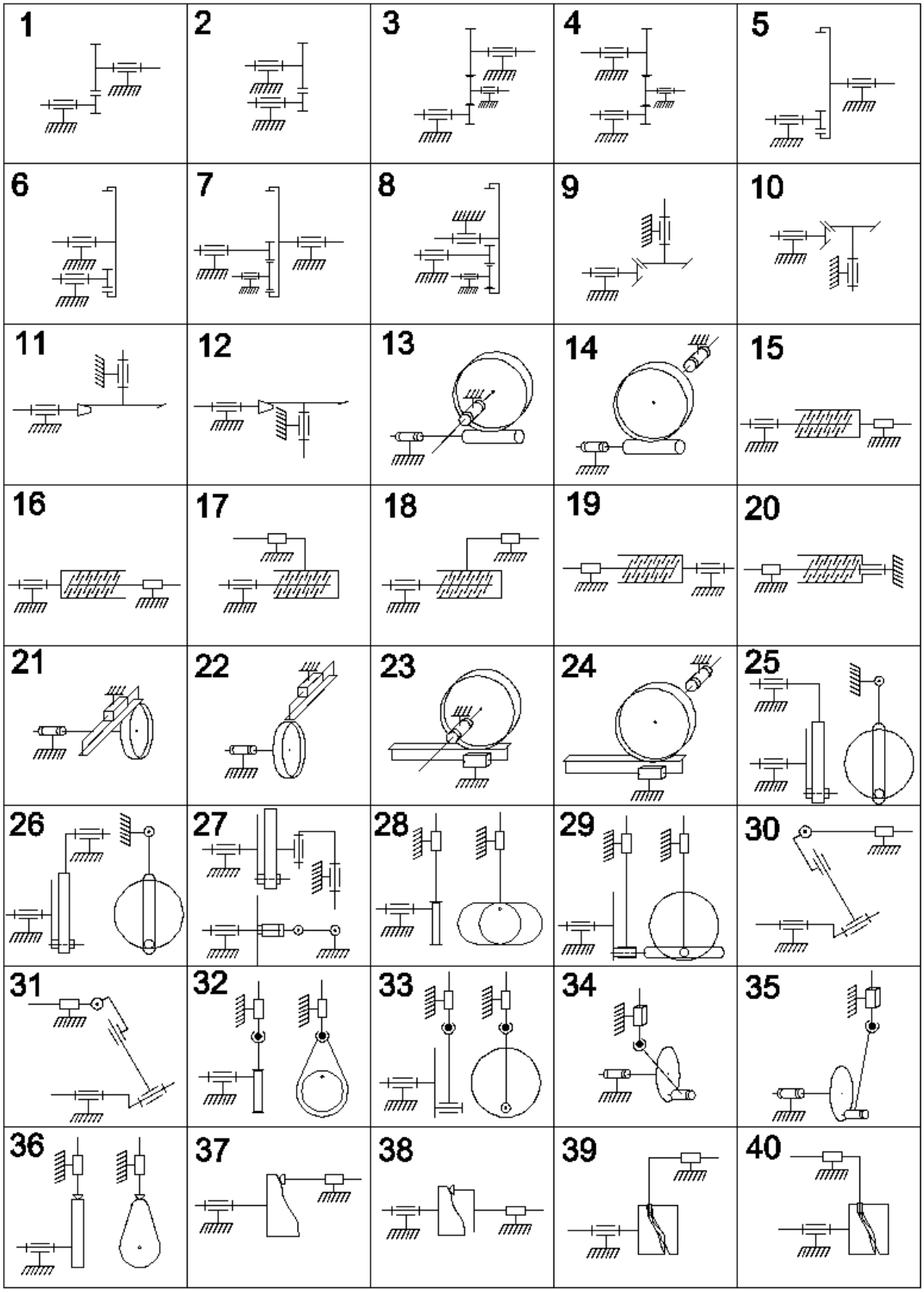

Fig. 4 : 40 exemples de mécanismes simples