

Dernière mise à jour	Choix de l'architecture des mécanismes	Denis DEFAUCHY
17/01/2017		TD2 - Sujet

# Choix de l'architecture des mécanismes

## TD2

### *Analyse des mécanismes*

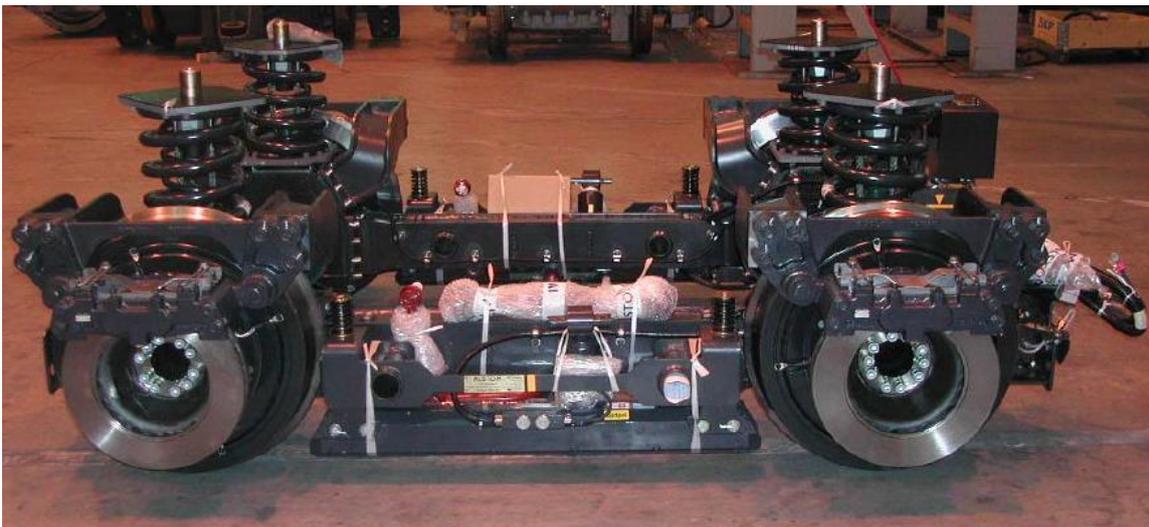
Programme - Compétences		
C11	RESOUDRE	Loi entrée sortie géométrique et cinématique · Fermeture cinématique.
C12	RESOUDRE	Actions mécaniques dans les liaisons, équations de mouvement · Théorème des actions réciproques ; · Hyperstatisme.
B219	RESOUDRE	Modèle cinématique d'un mécanisme · Liaison cinématiquement équivalente ; · Mobilité d'une chaîne ouverte ; · Hyperstatisme et mobilité d'une chaîne fermée.
B11 B12	MODELISER	Isolement d'un solide ou d'un système de solides · Approche mécanique ;
B217	MODELISER	· Modélisation cinématique des liaisons entre solides : - liaisons parfaites normalisées, - degré de liberté, - liaisons réelles.
B220	MODELISER	Modélisation des actions mécaniques · Modèle global (torseur d'action mécanique) ;
B221	MODELISER	· Principe fondamental de la statique.

Dernière mise à jour 17/01/2017	Choix de l'architecture des mécanismes	Denis DEFAUCHY TD2 - Sujet
------------------------------------	---	-------------------------------

## Exercice 1: Réducteur ALSTOM

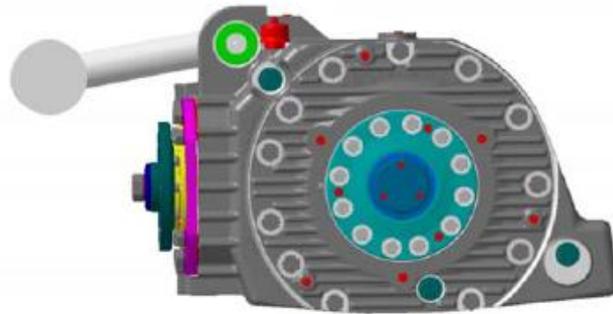
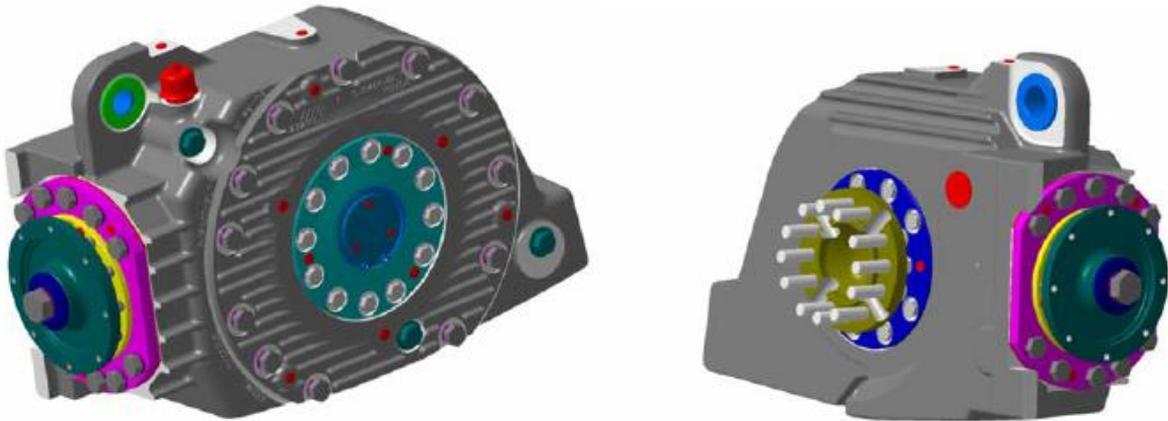
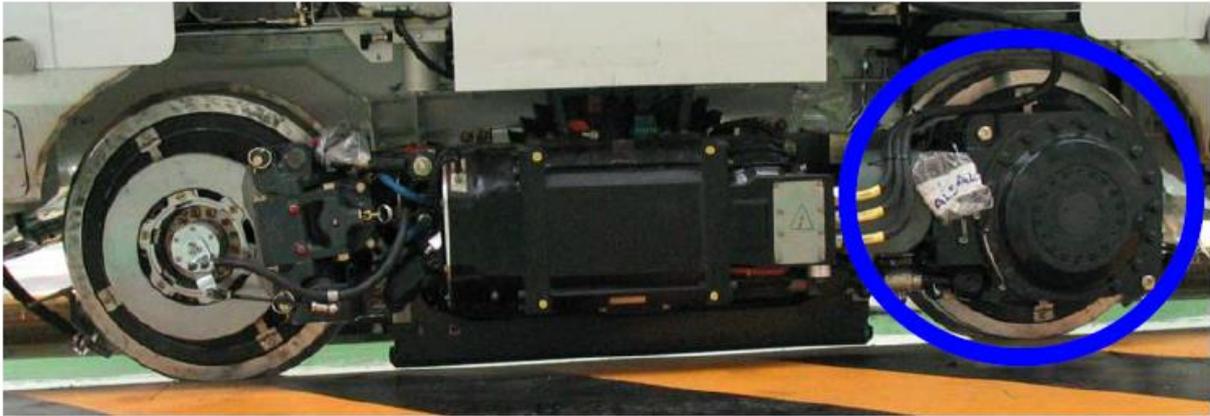


La société Alstom transport est spécialisée dans la fabrication de trains et tramways. En 2008, le développement d'une nouvelle gamme de tramways CITADIS a conduit le site du Creusot (71) à développer un nouveau bogie nommé Ixege, en deux déclinaisons (porteur équipé de 4 freins à disques et moteur équipé de 2 freins à disques et de 2 moteurs) :



Un réducteur est placé entre le moteur et les roues afin de transmettre la puissance. Cette étude concerne ce réducteur dont le plan est fourni.

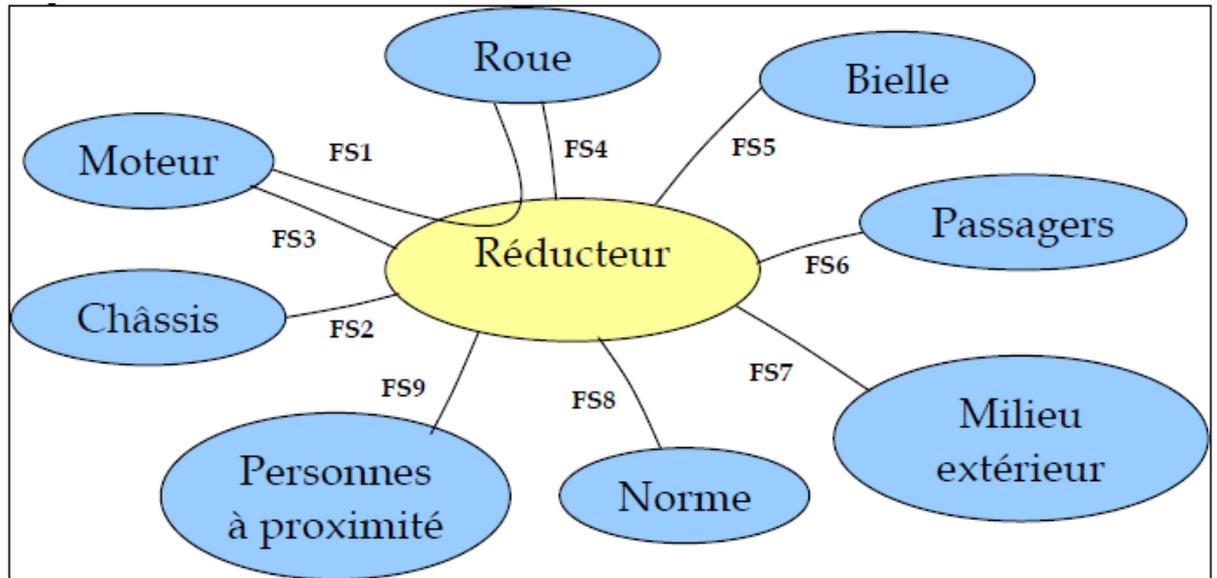
Dernière mise à jour 17/01/2017	Choix de l'architecture des mécanismes	Denis DEFAUCHY TD2 - Sujet
------------------------------------	---	-------------------------------





Dernière mise à jour	Choix de l'architecture des mécanismes	Denis DEFAUCHY
17/01/2017		TD2 - Sujet

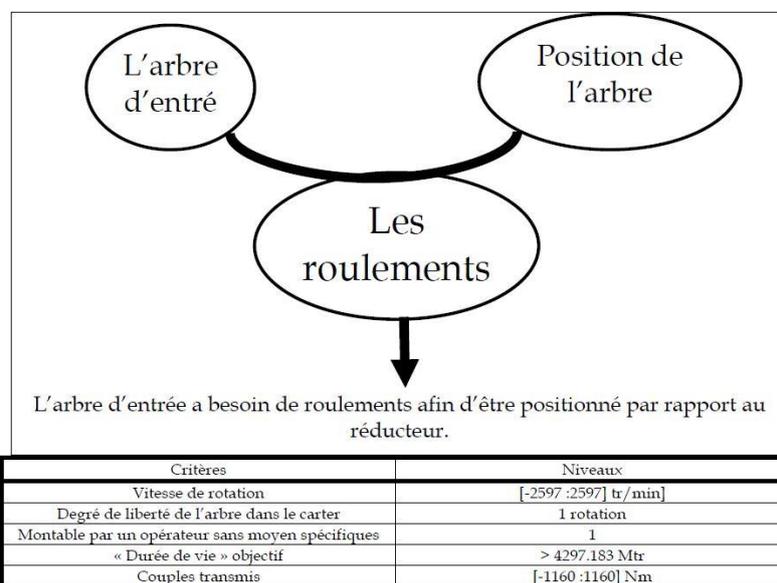
L'analyse fonctionnelle du besoin nous conduit à étudier la phase de vie du réducteur lors de son utilisation :



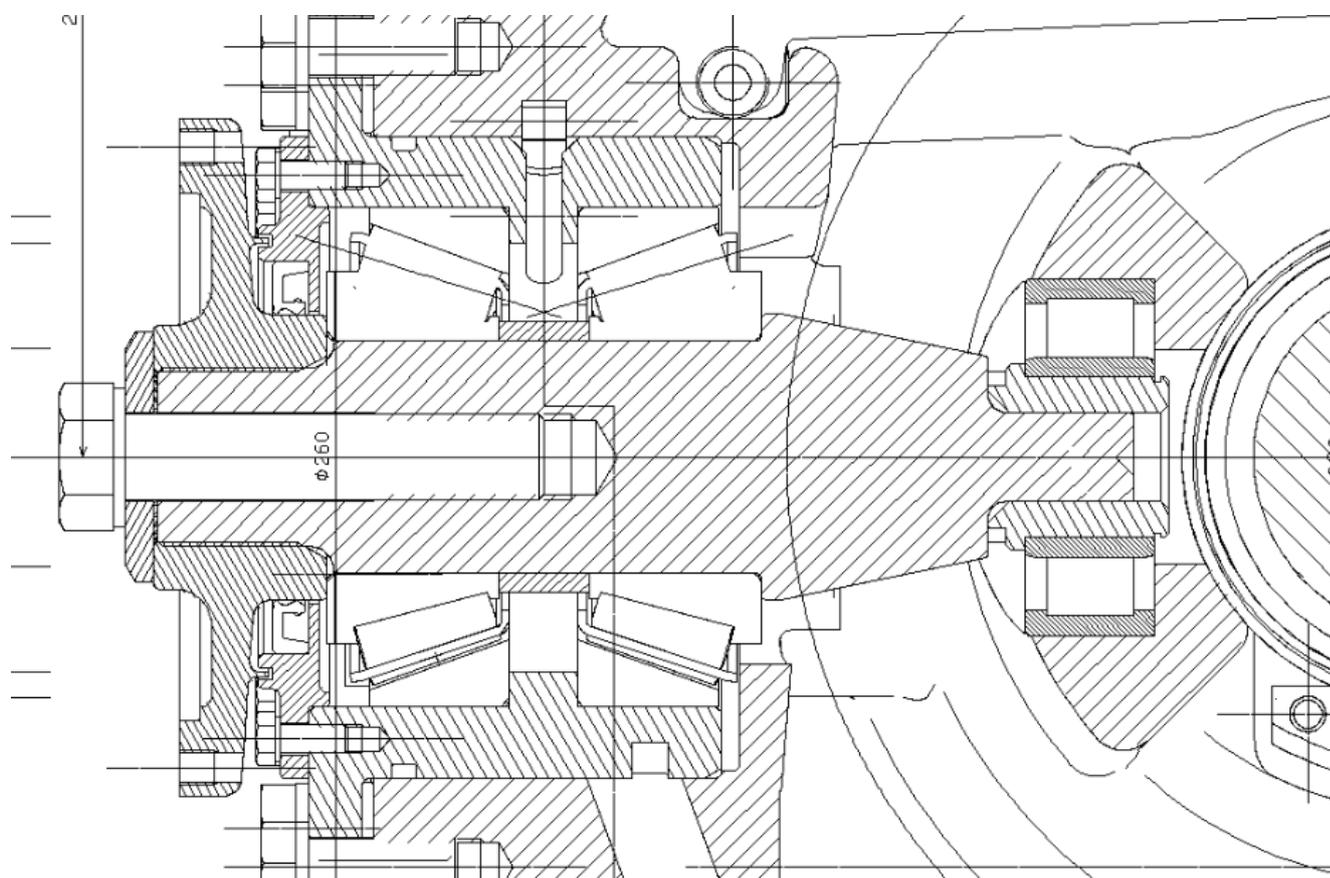
N°	Expression	Critères	Niveau	Flexibilité
FS1	Le moteur transmet la puissance aux roues par l'intermédiaire du réducteur	Puissance maximale	316.3 KW	+ 0 KW
		Vitesse de rotation maximale	2604 tr/min	+ 0 tr/min
		Couples moteur extrêmes	+ 1160 Nm - 1160 Nm	+ 0 Nm - 0 Nm
FS2	Le réducteur ne doit pas toucher le châssis	Rotation du réducteur autour de l'axe de la roue	X°	+ Y° - Y°
		Déplacements par rapport au châssis dans les 3 directions spatiales	X mm	+Y mm
FS3	Le moteur est en liaison complète avec l'arbre d'entrée du réducteur	Rotulage entre les 2 pièces autorisé dans un cône d'axe l'axe de l'arbre de sortie moteur de demi angle au sommet	X°	+ Y°
		Couple maximal transmis	1160 Nm	+ 0 Nm
FS4	Le réducteur est en liaison complète avec la roue	Déplacements autorisés sans déformation	0 mm	± 0 mm
		Rotations autorisées sans déformations	0°	± 0°
		Couple maximal transmis	6264 Nm	+ 0 Nm
FS5	La bielle arrête le réducteur en rotation autour de l'axe de la roue	Orientation de la bielle par rapport à l'arbre d'entrée réducteur	10°	± Y°
		Bras de levier de l'action autour de l'axe de rotation de la roue	247.91 mm	± Y mm
FS6	Le réducteur ne doit pas gêner les passagers par le bruit produit	Niveau sonore du bruit émis en utilisation à vitesse maximale	X dB	± Y dB
FS7	Le réducteur ne doit pas être altéré par le milieu extérieur	Protection contre le ballaste	1	
		Peinture anti corrosion	1	
		Étanchéité	1	
FS8	Le réducteur est en accord avec les normes en vigueur	Respect des normes	1	
FS9	Le réducteur ne doit pas gêner les humains proches des voies de chemin de fer	Niveau sonore du bruit émis en utilisation à vitesse maximale	X dB	± Y dB

Dernière mise à jour 17/01/2017	Choix de l'architecture des mécanismes	Denis DEFAUCHY TD2 - Sujet
------------------------------------	---	-------------------------------

Nous nous intéressons plus particulièrement à l'arbre d'entrée. Les exigences de conception du réducteur dans le cadre de la transmission de puissance importante nous conduisent à devoir placer très précisément l'arbre d'entrée dans le carter du réducteur. L'analyse du besoin liée au placement de l'arbre d'entrée est la suivante :

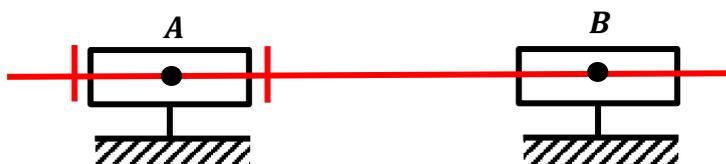


Nous allons nous intéresser à l'étude du montage de l'arbre d'entrée dans le carter du réducteur.



Dernière mise à jour 17/01/2017	Choix de l'architecture des mécanismes	Denis DEFAUCHY TD2 - Sujet
------------------------------------	---	-------------------------------

Dans un premier temps, on propose le schéma cinématique suivant pour représenter le guidage de l'arbre dans le carter :



Les deux roulements de gauche sont modélisés comme une liaison pivot et le roulement de droite est supposé réaliser une liaison pivot glissante.

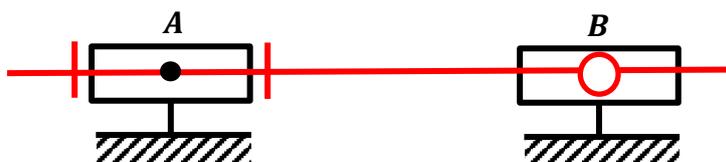
**Question 1:** Etablir le graphe des liaisons du montage

**Question 2:** Calculer le degré d'hyperstatisme du montage à l'aide des formules d'analyse cinématique et statique

**Question 3:** En étudiant les systèmes cinématiques et statique, démontrer le résultat précédent

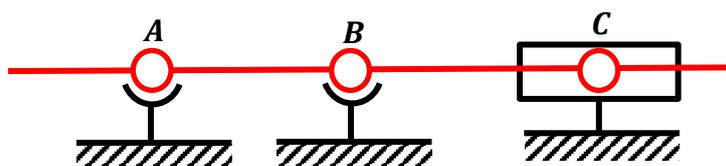
**Question 4:** Préciser les axes en rotation et/ou translation porteurs de l'hyperstatisme

On propose maintenant un modèle un peu plus réaliste tenant compte d'un léger rotulage dans le roulement de droite :



**Question 5:** Quel est son degré d'hyperstatisme ? Préciser intuitivement axes et mouvements concernés

On propose finalement le schéma d'architecture suivant, représentatif du montage réel :



**Question 6:** Etablir le graphe des liaisons du montage

**Question 7:** Calculer le degré d'hyperstatisme de ce montage à l'aide des formules d'analyse cinématique et statique

**Question 8:** Le degré d'hyperstatisme a augmenté de 1, pourquoi ?

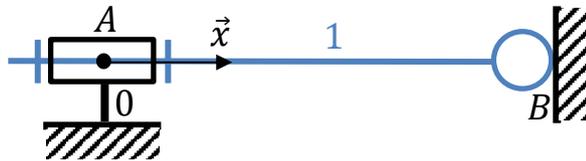
On comprend ici l'importance de la réalisation d'un schéma d'architecture pour déterminer le degré d'hyperstatisme d'un mécanisme.

**Question 9:** Justifier technologiquement les raisons de l'hyperstatisme de ce mécanisme.

Dernière mise à jour	Choix de l'architecture des mécanismes	Denis DEFAUCHY
17/01/2017		TD2 - Sujet

## Exercice 2: Etude des systèmes matricielles d'un mécanisme

Soit le système représenté par le schéma cinématique suivant :



**Question 1:** Proposer un graphe des liaisons du système

**Question 2:** Estimer la mobilité du système et en déduire son degré d'hyperstatisme

**Question 3:** Déterminer le système linéaire cinématique et sa matrice  $K_c$  associée

**Question 4:** Interpréter les équations de ce système (la matrice sera étudiée plus tard) en termes de mobilité et d'hyperstatisme et les expliquer

**Question 5:** Déterminer le système linéaire statique et sa matrice  $K_s$  associée

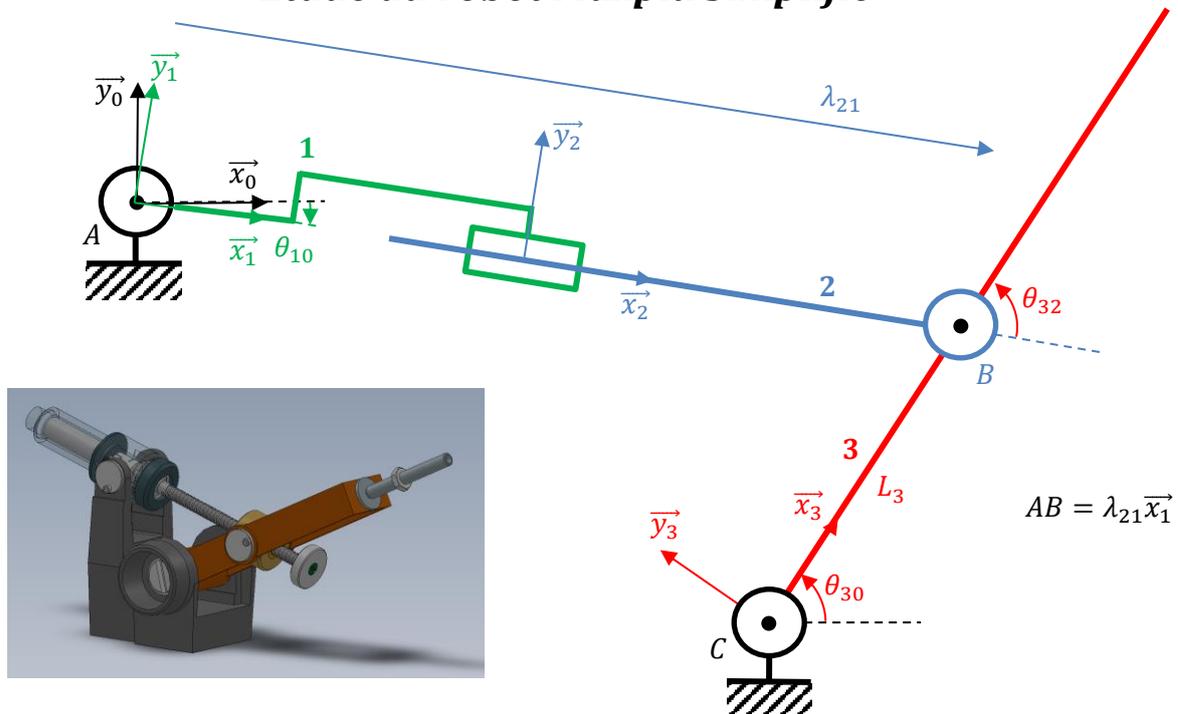
**Question 6:** Interpréter les équations de ce système (la matrice sera étudiée plus tard) en termes de mobilité et d'hyperstatisme et les expliquer

**Question 7:** Déterminer  $r_c$  et  $r_s$  à l'aide des matrices et des outils mathématiques adéquats et en déduire  $m$  et  $h$

Dernière mise à jour 17/01/2017	Choix de l'architecture des mécanismes	Denis DEFAUCHY TD2 - Sujet
------------------------------------	---	-------------------------------

### Exercice 3: Base de projection et système cinématique

#### Etude du robot Maxpid simplifié



**Question 1: Faire le graphe des liaisons du mécanisme**

Dans le cas d'une analyse cinématique :

**Question 2: Mener l'analyse d'isostatisme du mécanisme**

**Question 3: Établir les 2 équations vectorielles issues de la fermeture de chaîne en B**

**Question 4: Projeter ces équations dans la base 0 et déterminer le rang du système**

**Question 5: Projeter ces équations dans la base 1 et déterminer le rang du système**

**Question 6: Conclure sur le choix de la base lors de l'estimation du rang d'un système**

A partir des systèmes mis en place

**Question 7: Comment est calculée la mobilité ?**

**Question 8: Comment est calculé le degré d'hyperstatisme ?**

**Question 9: Analyser les causes de l'hyperstatisme**

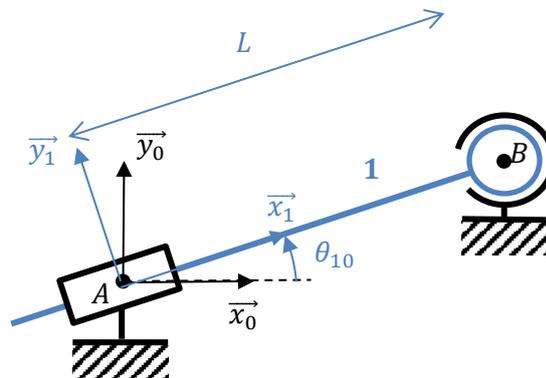
On propose 2 modifications possibles du mécanisme dans le but de rendre le système isostatique :

- Soit remplacement de la liaison pivot en B par une rotule
- Soit remplacement de la liaison pivot en C par une rotule

**Question 10: Pour chacune de ces modifications, déterminer le nouveau degré d'hyperstatisme et identifier la bonne solution**

Dernière mise à jour 17/01/2017	Choix de l'architecture des mécanismes	Denis DEFAUCHY TD2 - Sujet
------------------------------------	---	-------------------------------

## Exercice 4: Base de projection et système statique



**Question 1: Faire le graphe des liaisons du mécanisme**

Dans le cas d'une analyse statique :

**Question 2: Mener l'analyse d'isostatisme du mécanisme**

**Question 3: Établir les 2 équations vectorielles issues du PFS**

**Question 4: Projeter ces équations dans la base 0 et déterminer le rang du système**

**Question 5: Projeter ces équations dans la base 1 et déterminer le rang du système**

**Question 6: Conclure sur le choix de la base lors de l'estimation du rang d'un système**

A partir des systèmes mis en place :

**Question 7: Identifier la mobilité**

**Question 8: Identifier l'hyperstatisme**

**Question 9: Analyser les causes de l'hyperstatisme**

**Question 10: Proposer une amélioration du mécanisme afin de le rendre isostatique**