3 – Étude Cinématique des Systèmes de Solides de la Chaîne d’Énergie

Analyser – Modéliser – Résoudre

Chapitre 2 : Modélisation des systèmes mécaniques

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| C:\Enseignements\GitHub\03_Etude_Cinematique_Systemes_Solides_Chaine_Energie_Analyser_Modeliser_Resoudre\04_ChainesFermees\Cours\png\avion.png | C:\Enseignements\GitHub\03_Etude_Cinematique_Systemes_Solides_Chaine_Energie_Analyser_Modeliser_Resoudre\04_ChainesFermees\Cours\png\moteur_3d.png | C:\Enseignements\GitHub\03_Etude_Cinematique_Systemes_Solides_Chaine_Energie_Analyser_Modeliser_Resoudre\04_ChainesFermees\Cours\png\moteur_3d_sch.png |
| *Système réel :*  *moteur d’avion de modélisme* | *Système modélisé :*  *modélisation 3D* | *Système modélisé :*  *Schéma cinématique* |

|  |
| --- |
| **Objectifs**   * Lire et interpréter un dessin de définition 2D. |

|  |
| --- |
| Compétence : Communiquer   * Com1-C1-S1 : Produire des documents techniques adaptés à une communication (interne et externe). * Com1-C1-S2 : Décoder une représentation 2D. |

1°-  Conception des produits industriels 2

A. Préliminaires 2

B. Dessin d’ensemble - Dessin de définition **Erreur ! Signet non défini.**

C. Cycle en Vé **Erreur ! Signet non défini.**

2°-  Dessin 2D - Projection orthogonale Erreur ! Signet non défini.

3°-  Les projections de base Erreur ! Signet non défini.

A. Pièces simples **Erreur ! Signet non défini.**

1- Pièce n°1 **Erreur ! Signet non défini.**

2- Pièce n°2 **Erreur ! Signet non défini.**

3- Pièce n°3 **Erreur ! Signet non défini.**

4- Pièce n°4 **Erreur ! Signet non défini.**

5- Pièce n° 5 **Erreur ! Signet non défini.**

B. Pièces plus complexes **Erreur ! Signet non défini.**

1- Pièce n°1 **Erreur ! Signet non défini.**

2- Pièce n°2 **Erreur ! Signet non défini.**

3- Pièce n°3 **Erreur ! Signet non défini.**

4°-  Les coupes et les sections Erreur ! Signet non défini.

A. Les sections **Erreur ! Signet non défini.**

1- Sections sorties **Erreur ! Signet non défini.**

2- Sections rabattues **Erreur ! Signet non défini.**

B. Les coupes **Erreur ! Signet non défini.**

3- Coupe par une seul plan et demi-coupe **Erreur ! Signet non défini.**

4- Coupe brisée à plans parallèles ou à plans sécants **Erreur ! Signet non défini.**

5- Coupe des nervures et coupe locale **Erreur ! Signet non défini.**

6- Éléments non coupés **Erreur ! Signet non défini.**

C. Application - levier **Erreur ! Signet non défini.**

1- Perspective sommaire **Erreur ! Signet non défini.**

2- Dessin de définition à compléter **Erreur ! Signet non défini.**

5°-  Intersections de cylindres Erreur ! Signet non défini.

A. Cylindres pleins même diamètre **Erreur ! Signet non défini.**

B. Cylindres pleins diamètres différents **Erreur ! Signet non défini.**

C. Cylindres creux même diamètre **Erreur ! Signet non défini.**

D. Cylindres creux diamètres différents **Erreur ! Signet non défini.**

6°-  Exercices Erreur ! Signet non défini.

1- Pièce **Erreur ! Signet non défini.**

2- Pièce **Erreur ! Signet non défini.**

3- Pièce **Erreur ! Signet non défini.**

## 

## Modélisation des solides et des liaisons

### Définitions préliminaires

|  |
| --- |
| **Modélisation :**  La modélisation est l’opération qui consiste à représenter un système dans un formalisme différent afin de réaliser des analyses et des résolutions de problèmes. En cinématique, statique, cinétique et dynamique, on utiliser le schéma cinématique pour représenter les systèmes réels. Attention, le modèle est une **représentation** du réel. Il y a donc des **écarts** entre le réel et le modèle qu’il s’agit de savoir **quantifier** ou **justifier**. |

|  |
| --- |
| **Première hypothèse : Solide indéformable**  Un solide indéformable (ou parfait) est une entité matérielle :   * de masse constante ; * dont la distance entre deux points est invariable au cours du temps.   Si on note donc et deux points appartenant à un solide et le temps, on a donc |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *Exemples de solides déformables*   |  |  | | --- | --- | | C:\Enseignements\GitHub\03_Etude_Cinematique_Systemes_Solides_Chaine_Energie_Analyser_Modeliser_Resoudre\05_CinematiqueDuSolide\Cours\png\wg.png | C:\Enseignements\GitHub\03_Etude_Cinematique_Systemes_Solides_Chaine_Energie_Analyser_Modeliser_Resoudre\05_CinematiqueDuSolide\Cours\png\eprouvette.png | | *Pate à modeler* | *Éprouvette sollicitée lors d’un essai mécanique* | |

En réalité les solides indéformables n'existent pas. Les plus rigides d'entre eux subissent de petites déformations provoquées par :

* la variation de température (dilatation)
* les actions mécaniques (efforts).

### Liaisons entre solides

#### Degré de liberté

|  |  |
| --- | --- |
| Considérons un solide parfait **1** complètement libre par rapport à un solide **0** (exemple : avion **1** par rapport au  sol **0**). Son déplacement global peut se décomposer en deux déplacements.   * Rotation : l'orientation du solide **1** change par rapport à **0**. * Translation : le solide **1** garde la même orientation par rapport à **0** mais sa position évolue.   Le solide **1** évoluant dans l'espace à trois dimensions, chaque déplacement peut à son tour être décomposé en trois déplacements élémentaires (un sur chaque dimension). On suppose qu'un repère orthonormé direct est lié au solide **0**. | C:\Enseignements\GitHub\03_Etude_Cinematique_Systemes_Solides_Chaine_Energie_Analyser_Modeliser_Resoudre\05_CinematiqueDuSolide\Cours\png\cessna.png |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| La **rotation** se décompose donc en :   * une rotation autour de : Rx * une rotation autour de : Ry * une rotation autour de : Rz | La **translation** se décompose donc en :   * une translation suivant : Tx * une translation suivant : Ty * une translation suivant : Tz | |
| Ces six quantités (Rx, Ry, Rz, Tx, Ty, Tz ) sont appelées degrés de liberté (ddl) du solide **1** par rapport au solide **0**.  Les degrés de liberté sont **indépendants** les uns par rapport aux autres. Par exemple la translation suivant x peut s'effectuer sans aucune translation suivant y ou z. | | x  y  z  T  z  T  y  T  x  O  R  y  R  x  R  z |

#### Liaisons

En construction mécanique, on n'a besoin que de certains degrés de liberté (on parle aussi de « mobilités ») entre deux solides (par exemple le solide **1** doit posséder uniquement une rotation autour de par rapport au solide **0** ; cas d'une porte). Les autres degrés de liberté ne doivent pas exister.

#### Réalisation :

On met les deux solides en contact par l'intermédiaire d'une surface S1 appartenant à **1** et d'une surface S0 appartenant à **0**.

• Au cours du mouvement, la surface S1 glisse sur la surface S2 . Les conditions à remplir sont :

* Non pénétration d'une surface dans l'autre
* Non séparation des surfaces.

#### Liaison parfaite

|  |
| --- |
| **Liaison parfaite :**  Une liaison parfaite est une **modélisation** d'une liaison réelle entre deux solides indéformables, qui permet d'étudier le fonctionnement d'un mécanisme.  Les qualités d'une liaison parfaite sont :   * surfaces ayant une géométrie parfaite ; * pas d'adhérence ni de frottement ; * pas de déformation sous l'effort ; * pas de jeu ni de serrage entre les pièces. |

## Liaisons normalisées parfaites

### Liaison sphère plan

|  |  |
| --- | --- |
|  | http://www2.ac-lyon.fr/etab/colleges/col-69/kandelaft/site_techno/technique/liaison_ponctuelle.jpg |

### Liaison linéaire rectiligne

|  |  |
| --- | --- |
|  | http://www2.ac-lyon.fr/etab/colleges/col-69/kandelaft/site_techno/technique/liaison_lineaire_rectiline.jpg |

### Sphère cylindre ou linéaire annulaire

|  |  |
| --- | --- |
|  | http://www2.ac-lyon.fr/etab/colleges/col-69/kandelaft/site_techno/technique/liaison_lineaire_annulaire.jpg |

### Liaison sphérique ou rotule

|  |  |
| --- | --- |
|  | http://www2.ac-lyon.fr/etab/colleges/col-69/kandelaft/site_techno/technique/liaison_rotule.jpg |

### Liaison Appui plan

|  |  |
| --- | --- |
|  | http://www2.ac-lyon.fr/etab/colleges/col-69/kandelaft/site_techno/technique/liaison_appui_plan.jpg |

### Liaison sphérique à doigt

|  |  |
| --- | --- |
|  | http://www2.ac-lyon.fr/etab/colleges/col-69/kandelaft/site_techno/technique/liaison_rotule_doigt.jpg |

### Liaison pivot glissant

|  |  |
| --- | --- |
|  | http://www2.ac-lyon.fr/etab/colleges/col-69/kandelaft/site_techno/technique/liaison_pivot_glissant.jpg |

### Liaison hélicoïdale

|  |  |
| --- | --- |
|  | http://www2.ac-lyon.fr/etab/colleges/col-69/kandelaft/site_techno/technique/liaison_helicoidale.jpg |

### Liaison pivot

|  |  |
| --- | --- |
|  | http://www2.ac-lyon.fr/etab/colleges/col-69/kandelaft/site_techno/technique/liaison_pivot.jpg |

### Liaison glissière

|  |  |
| --- | --- |
|  | http://www2.ac-lyon.fr/etab/colleges/col-69/kandelaft/site_techno/technique/liaison_glissiere.jpg |

## Tableau des liaisons normalisées

##### Remarque TRÈS importante

Ce tableau est à connaitre par cœur !

• L'énoncé des degrés de liberté que possède une liaison sous-entend le choix d'un repère orthonormé direct lié à un solide. L'orientation de ce repère définit la base qui lui est associée.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nom complet de la liaison | Vue de face Vue de profil | Perspective | Axe primaire  lié à | Axe secon-  daire  lié à | Degrés de liberté |
| Sphère plan de normale Ax  (A : centre de la sphère) |  |  | 2 |  |  |
| Linéaire rectiligne d'axe Ax et de normale Ay  (A milieu de la ligne) |  |  | axe de contact entre 1 et 2 | 2 |  |
| Linéaire annulaire d'axe Ax  (A : centre de la sphère) |  |  | axe de 2 |  |  |
| Sphérique de centre A  (ou rotule) |  |  |  |  |  |
| Appui plan de normale Ax  (A lié à 1 ou à 2) |  |  | plan commun  (1 ou 2) |  |  |
| Sphérique à doigt de centre A, de doigt Ax et de normale Ay  (A : centre de la sphère) |  |  | 1 | 2 |  |
| Pivot glissant d'axe Ax  (A milieu du tube) |  |  | axe commun  (1 ou 2) |  |  |
| Hélicoïdale d'axe Ax  (A milieu du tube) |  |  | axe commun  (1 ou 2) |  | Tx = k Rx |
| Pivot d'axe Ax  (A milieu du tube) |  |  | axe commun  (1 ou 2) |  |  |
| Glissière d'axe Ax  (A milieu du tube) |  |  | axe commun  (1 ou 2) |  |  |
| Encastrement de centre A |  |  |  |  |  |

## Association de liaisons

### Liaison sphère-plan (Anciennement ponctuelle)

|  |  |
| --- | --- |
| 2 | ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................ |
|  | ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................ |

### Liaison cylindre – plan (Anciennement linéaire rectiligne)

|  |  |
| --- | --- |
| 2 | ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................ |
|  | ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................ |

### Liaison sphère – cylindre (Anciennement linéaire annulaire)

|  |  |
| --- | --- |
| 4  5 | ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................ |
|  | ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................ |

### Liaison appui plan

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................ |

## Liaison sphérique (Anciennement rotule)

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................ |
| 2 | ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................ |

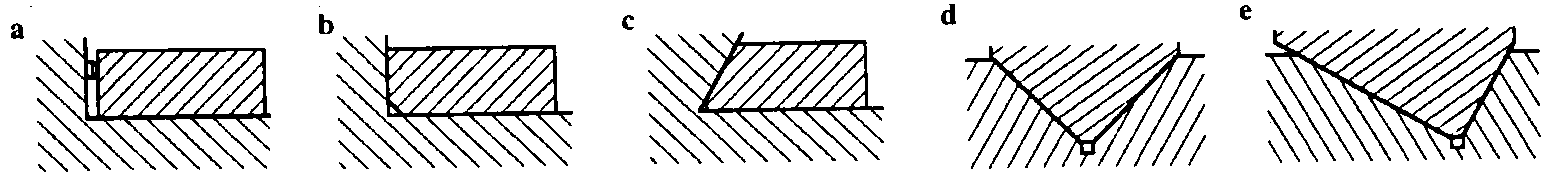
## Liaison pivot glissant

|  |  |
| --- | --- |
| 3 | ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................ |
|  | ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................  ........................................................................................................................................ |

## Liaison pivot

|  |  |
| --- | --- |
| 2 | ....................................................................................................................  ....................................................................................................................  .................................................................................................................... |
| 3 | ....................................................................................................................  ....................................................................................................................  .................................................................................................................... |
| 4 | ....................................................................................................................  ....................................................................................................................  .................................................................................................................... |
| 5 | ....................................................................................................................  ....................................................................................................................  .................................................................................................................... |

## Liaisons glissière



.......................................................................................................................................................................................

.......................................................................................................................................................................................