



LYCÉE LA MARTINIÈRE MONPLAISIR
LYON

SCIENCES INDUSTRIELLES POUR L'INGÉNIEUR

CLASSE PRÉPARATOIRE M.P.S.I.

ANNÉE 2017 - 2018

C4 : MODÉLISATION CINÉMATIQUES DES SYSTÈMES COMPOSÉS DE CHAINES DE SOLIDES

TP 1 - Modélisation et simulation cinématique à l'aide du logiciel SolidWorks Meca Plan(C4)

Compétences

- **Modéliser** proposer un modèle de connaissance et de comportement : liaisons.
- **Résoudre** Procéder à la mise en oeuvre d'une démarche de résolution numérique :
 - paramètre de résolution numérique (durée de calcul, pas de calcul) ;
 - grandeurs simulés.
- **Communiquer** : Rechercher et traiter les informations (techniques).

1 Introduction

a) Logiciel SolidWorks

SolidWorks est un logiciel de conception paramétrée 3D en mécanique, fonctionnant en environnement **Windows**.

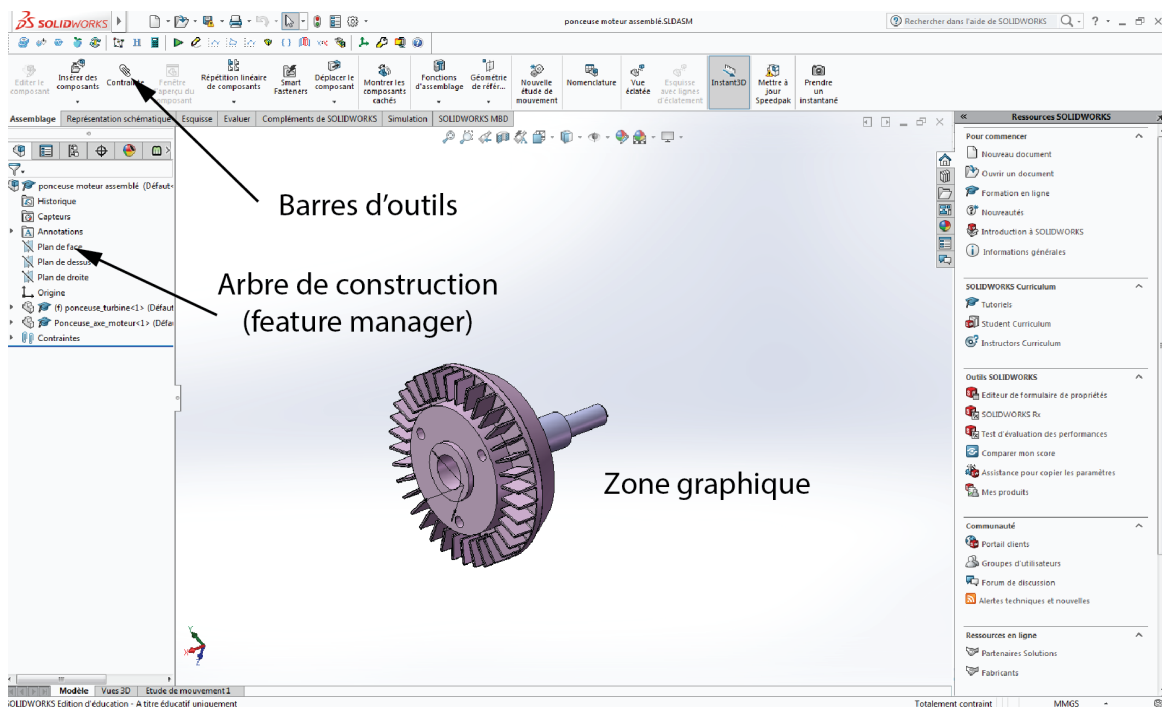
Il permet de définir rapidement la géométrie volumique d'une pièce en s'appuyant sur des volumes élémentaires appelés fonctions, dont la description est paramétrée par cotation ou par des contraintes propres telles que horizontalité ou verticalité, ou relatives à d'autres entités géométriques, parallélisme, perpendicularité, etc.

SolidWorks permet également de regrouper des pièces dans un **assemblage**, dont la structure s'apparente à un groupe cinématique ou à un mécanisme. Dans le cas d'un assemblage, des contraintes de coaxialité, parallélisme, coïncidence, etc, permettent la mise en place relative des différentes pièces. Ces contraintes constituent souvent une façon de décrire les liaisons familières au mécanicien.

Le troisième mode d'utilisation de **SolidWorks** consiste en une mise en plan soit d'une pièce, dans l'optique d'obtenir un dessin de définition, soit d'un assemblage, débouchant souvent sur le dessin d'ensemble d'un mécanisme.

L'association entre pièces, assemblages et mises en plan garantit que les changements apportés à l'une des études seront automatiquement introduits dans toutes les autres.

b) Environnement SolidWorks



2 Fonctionnalités de base

a) L'arbre de création : FeatureManager

Les fonctions de l'arbre de création (**Feature Manager**) sont les suivantes :




- visualiser l'ordre d'insertion des éléments constituant l'étude : fonctions pour une pièce, pièces pour un assemblage ;
- sélectionner des objets, un plan d'esquisse par un simple clic de la souris ; supprimer ou cacher les fonctions désignées ;
- remettre l'étude dans un état antérieur en déplaçant la barre de reprise ;
- retrouver un élément dans l'arbre de création en cliquant dans la zone graphique à l'aide du bouton droit de la souris et en sélectionnant **[Aller à la fonction]** ;
- modifier l'ordre de construction par glisser - lâcher de fonctions ;
- afficher la cotation d'une fonction en double-cliquant sur son symbole ;
- Renommer une entité par double clic lent sur son nom, puis en saisissant un nouveau nom.

b) Les barres d'outils

Les boutons des barres d'outils sont des raccourcis pour les commandes les plus utilisées. La plupart des barres d'outils disponibles sont affichées dans l'écran initial de SolidWorks. Certaines barres d'outils sont toujours affichées ; d'autres apparaissent automatiquement en fonction du contexte d'utilisation. Par exemple, dans une phase d'assemblage, la barre d'outils d'assemblage s'affiche.

c) Les fonctions de base de SolidWorks

Les onglets situés au haut de l'arbre de création indiquent la fonctionnalité active :

-  : assemblage ouvert pour édition, ajout de pièces, création de configurations et visualisation ;
-  : onglet de la gestion de l'apparence ;
-  : onglet de l'application MECA 3D, intégrée à SolidWorks.

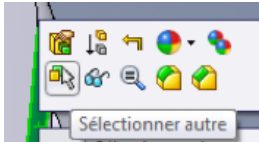
d) Méthodes de sélection

La plupart des commandes nécessitent de sélectionner des entités. Par exemple, pour créer un congé il est nécessaire de sélectionner les arêtes ou les faces à arrondir.

- **[Pointeur de sélection]** : cliquer sur ce bouton, puis sur l'objet à sélectionner. A noter que les objets changent de couleur lorsque le pointeur les survole. Cette fonction de surbrillance dynamique aide à localiser l'objet sur lequel agit la sélection.

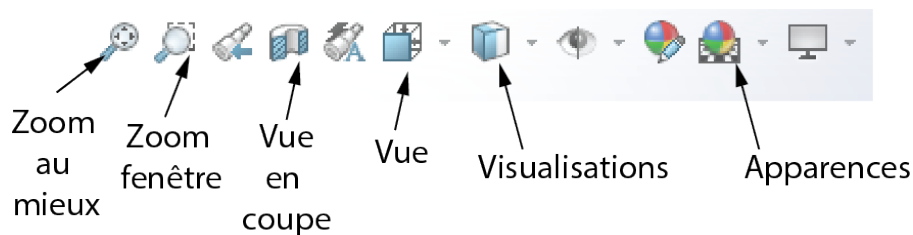


- **[Filtre de sélection]** pour rendre la sélection d'objets spécifiques plus accessible, le Filtre de sélection permet de choisir le type d'objets à retenir : sommets, arêtes ou faces dans les pièces, ligne de construction, segment ou point dans une esquisse?
- Pour sélectionner plusieurs entités, maintenir appuyée la touche <Ctrl> en même temps que la sélection des objets est effectuée.
- Pour sélectionner des entités cachées par d'autres :
 - pointer sur l'objet à sélectionner avec le bouton droit de la souris;
 - cliquer **[Sélectionner autre]**;
 - cliquer avec le bouton droit (N) de la souris pour faire défiler les objets cachés sous le point cliqué. Cliquer avec le bouton gauche (Y) lorsque l'objet recherché est en surbrillance.



e) Options de visualisation

Elles permettent d'ajuster la visualisation à la taille de l'écran et de sélectionner le mode de représentation : filaire, avec ou sans arêtes cachées, ou 'ombrée' avec rendu réaliste.



3 Création d'une pièce

La construction de la géométrie d'une pièce est basée sur la définition d'éléments tridimensionnels simples (volumes) qui sont ajoutés (**base** pour le premier, **bossages** pour les suivants) ou retranchés (enlèvements de matière). Chaque élément est construit à partir d'une **esquisse** définie dans un plan préalablement sélectionné. Le volume est ensuite généré par déplacement de cette esquisse en translation (**extrusion**), en rotation (**révolution**), le long d'une courbe (**balayage**) ou délimité par une surface enveloppe s'appuyant sur plusieurs esquisses (**lissage**). Des fonctions de **répétition** par symétrie, rotation ou translation permettent la duplication de certaines formes (cannelures, denture d'engrenage, trous de fixations...)

a) Esquisse

La plupart des fonctions de **SolidWorks** débutent par une esquisse 2D. Cette esquisse est construite dans un plan qui peut être :

- soit un plan du repère de base;
- un plan construit;
- une face plane de la pièce.

Les fonctions d'esquisses sont disponibles dans l'**onglet esquisse de la barre d'outils**.



Sélectionner

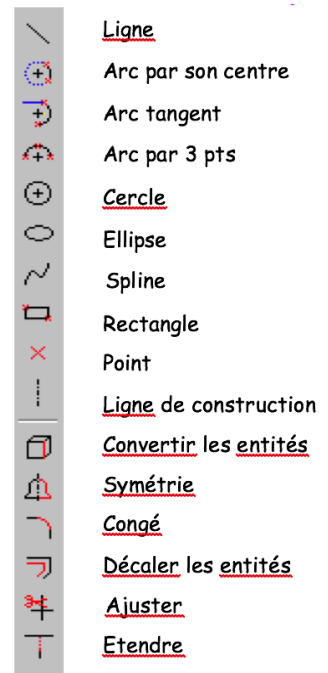
Grille

Esquisse

Modifier l'esquisse

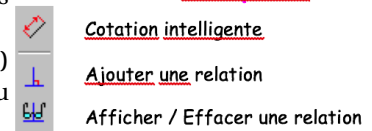
Les outils d'esquisse créent des entités élémentaires 2D : points, segments, arcs ou cercles, ellipses, rectangles et lignes de construction (axes). La seconde partie de la barre de boutons offre les options suivantes :

- **conversion** d'entités 3D en éléments d'esquisse par projection dans le plan d'une arête, une boucle, une face...
- **copie d'entités** d'esquisse par symétrie par rapport à un axe;
- **création** d'un congé de raccordement à l'intersection de deux entités d'esquisse, avec ajustement du 'coin' ;
- **copie d'entités** d'esquisse par décalage d'éléments de l'esquisse, d'arêtes de modèle, de faces...
- **ajustage** ou extensions d'entités à d'autres éléments.



Les relations d'esquisse permettent la définition et le contrôle du paramétrage :

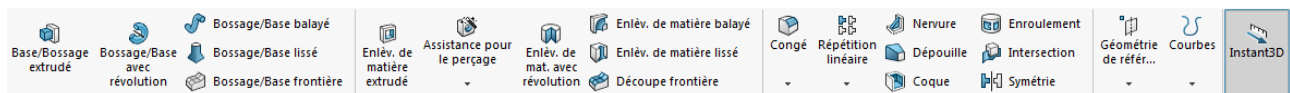
- l'élément de base est le module de **[cotation]**, qui autorise des cotations linéaires ou angulaires;
- l'autre mode de contrainte consiste à imposer des relations (**conditions**) géométriques aux entités : parallélisme, perpendicularité, coïncidence ou colinéarité...
- Le dernier bouton donne accès au contrôle des relations, pour vérification ou suppression.



b) Fonctions

Dans la démarche de création de **SolidWorks**, l'esquisse est l'étape préliminaire à la définition d'un volume. Cette génération porte le nom de **fonction**.

- La première fonction créée dans une pièce est la **BASE**. Il n'y a qu'une seule fonction **BASE**. Les fonctions suivantes consistent soit à ajouter de la matière à la pièce (**BOSSAGES**), soit à en retirer (**ENLEVEMENT**).
- Les fonctions base, bossage ou enlèvement peuvent être générées à l'aide des outils d'extrusion, de révolution, de balayage ou de lissage.
- Une fenêtre **[conditions de fin]** permet de préciser les limites des volumes ajoutés ou retranchés : type et longueur d'une extrusion, angle d'une révolution...
- Les **fonctions** sont disponibles dans l'**onglet fonctions de la barre d'outils**.



4 Assemblage

Après avoir réalisé toutes les pièces d'un ensemble, **l'assemblage** permet de construire le mécanisme en imposant des contraintes de position aux différentes surfaces qui les composent.

a) Importation des pièces

La première étape consiste à ouvrir une session d'assemblage et à importer les pièces. Par défaut, la première pièce importée est supposée fixe, les suivantes sont libres... Dans le cas d'un mécanisme, il est donc conseillé de commencer l'importation par le carter.

b) Affectation des contraintes

La mise en position relative des pièces est réalisée à partir de contraintes géométriques imposées à leurs surfaces :

- coïncidence ou parallélisme de plans;
- coaxialité de surfaces cylindriques;
- orthogonalité de plans et / ou cylindres;
- tangence de cylindres et / ou de plans;
- ...

Imposer ces contraintes géométriques équivaut à définir les liaisons entre les différentes pièces.

Si la description des contraintes est complète, on obtient un assemblage géométrique, identique cinématiquement au mécanisme et susceptible d'être mis en mouvement par manipulation de la pièce d'entrée par exemple.

Les **fonctions d'assemblage** sont disponibles dans l'**assemblage de la barre d'outils**.



Cacher / Montrer les composants

Editer la pièce

Contrainte

Déplacer le composant

Rotation du composant autour d'un axe

Rotation du composant autour de son point central

5 Ponceuse Oscillante : conception 3D

a) Introduction

L'ensemble du mécanisme de transformation de mouvement de la ponceuse oscillante BOSCH comporte les pièces ci-contre

- l'arbre moteur excentré (270);
- la turbine de ventilation (265)
- le piston (350);
- la bielle (330);
- l'arbre de porte-patin (390);
- le patin de ponçage (580);
- le nez de carter (320) et le flasque (300).

L'objectif consiste à construire le modèle géométrique 3D de cet ensemble au moyen du modèleur SolidWorks. Les éléments du carter sont fournis complètement modélisés. La construction comprend deux étapes successives :

- la définition des formes des pièces mobiles (on se limitera ici à la création de l'arbre moteur (270));
- l'assemblage de l'ensemble avec mise en place des contraintes de position des différentes pièces.

6 Création de l'arbre moteur

a) Nouvelle pièce

- Valider dans le menu [**Fichier**], puis [**Nouveau**] et sélectionner l'option [**Pièce**], puis [**Ok**].
- Cliquer à l'aide du bouton droit de la souris sur une zone quelconque des barres d'outils. Dans la liste qui s'affiche désélectionner « **Gestionnaire des commandes** » et sélectionner <**Affichage**>, <**Esquisse**>, <**Fonctions**>, <**Standard**>, <**Vues standard**>.
- L'écran de SolidWorks présente alors trois zones :
 - une colonne dans laquelle s'affiche l'arbre de construction montrant la structure de l'objet en cours de création. Au départ d'une session, la pièce (nommée **part1** ou **Pièce1** par défaut) comprend trois plans (**Face**, **Dessus**, **Droite**) et un point (**Origine**) qui constituent le repère de base de la construction;
 - la zone graphique où s'affichent les résultats des opérations géométriques;
 - à gauche, à droite et dans la partie supérieure de l'écran, des barres de boutons qui donnent accès aux différentes fonctions de construction et de visualisation.



b) Grille et unité

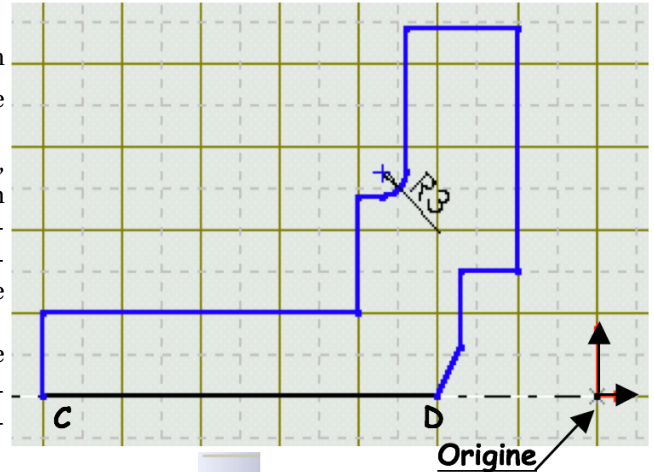
Pour afficher la grille cliquer sur [**Options**], [**Propriétés du document**]. Sélectionner l'onglet [**Grille/Aimanté**], cocher la case [**Afficher la grille**] et définir la valeur de [**Espacement grille principale**] à 10 mm. Ces paramètres définissent le quadrillage de fond d'esquisse. On peut également choisir de travailler sans afficher la grille.

Dans [**Propriétés du document**] vérifier, en sélectionnant [**Unités**], que l'on utilise un système d'unités [**personnalisé**] dont l'unité de longueur est le millimètre. Fermer par [**Ok**].



c) Esquisse

Axe de l'arbre

- Dans l'arbre de création, sélectionner par un clic de souris le plan **Plan de Face**. La trace du plan apparaît en vert dans la zone graphique.
- Dans la barre <**Esquisse**>, sélectionner le bouton [**Esquisse**] : . Attention ne pas prendre esquisse 3D.
- Sélectionner le bouton [**Ligne de construction**], puis placer le curseur de la souris sur l'origine. Un symbole apparaît à proximité du curseur qui indique que le point **Origine** est identifié. L'enfoncement du bouton gauche de la souris démarre le tracé en ce point.
- Déplacer la souris vers la gauche en maintenant le bouton enfoncé. Le symbole  à proximité du curseur indique que le segment construit est horizontal.
- Relâcher le bouton de la souris. Le segment tracé est une ligne de construction qui est l'axe du futur arbre moteur.



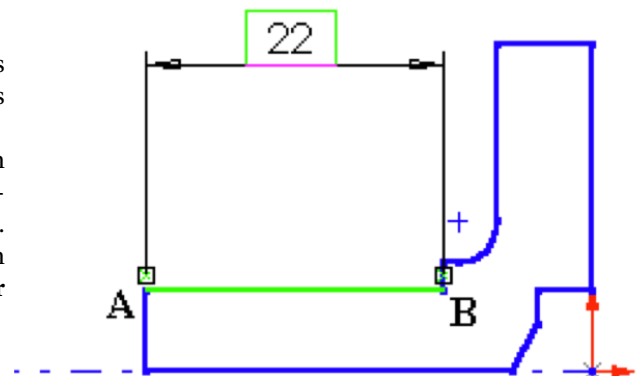
Section de l'arbre

Il est impératif de sélectionner le bouton [**Ligne**] ne pas confondre [**Ligne**]  et [**Ligne de construction**] . La fonction [**Ligne**] est répétitive. Elle permet de construire des segments de droite, du point où est enfoncé le bouton, jusqu'au point où il est relâché (ou bien du premier clic du bouton de la souris au deuxième clic, puis du troisième au quatrième... pour des segments consécutifs). Commencer par tracer le segment CD en lui donnant une longueur proche de 27 mm. Construire ensuite le reste du profil de la section du moyeu, conforme au schéma précédent, sans rechercher le respect strict des dimensions. Veiller toutefois à tracer des segments horizontaux et verticaux. Le congé de rayon 3mm est obtenu en sélectionnant la fonction [**Congé d'esquisse**] de la barre <**Outils d'esquisse**>, en indiquant la valeur numérique du rayon, puis en désignant les deux segments à raccorder par l'arc de cercle de rayon 3 mm.

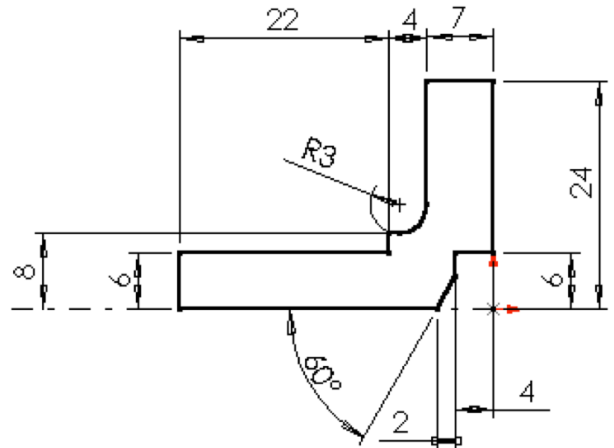
d) Paramétrage et cotation

Le **paramétrage** de la géométrie est basé sur des contraintes qui permettent de lui imposer des conditions dimensionnelles ou de position.

Certaines de ces contraintes sont implicites (récupération du point 'origine' pour l'axe de l'arbre, propriétés d'horizontalité ou de verticalité des segments de l'esquisse...). Les autres sont explicites et doivent être décrites au moyen des boutons de la barre <**Esquisse**> : [**Cotation**] et [**Ajouter des relations**].



- Éditer à nouveau l'esquisse précédente et valider [Cotation].
- Désigner avec la souris le segment (AB).
- Sa couleur passe au vert, indiquant qu'il est sélectionné.
- Cliquer une seconde fois à l'emplacement souhaité de la cote et indiquer sa valeur : 22 (mm).
- L'esquisse se reconstruit en respectant cette contrainte de dimension.
- Procéder à la cotation complète de l'esquisse, conformément au schéma ci-contre.
- Vérifier la position de l'esquisse par rapport à l'origine.



- Pour les dimensions verticales (rayons), il faut désigner successivement l'origine du repère (ou l'axe du moyeu), puis le segment à coter.
- Avant la cotation, les segments sont représentés en bleu, ce qui indique que la géométrie est sous-contrainte. Au fur et à mesure de la cotation, les segments passent de la couleur bleue à la couleur noire, indiquant qu'ils sont totalement contraints (définition unique de la géométrie). Un excès de cotation conduit à un système sur-contraint, et les données en excès sont refusées par le logiciel.
- Reconstruire la géométrie. Le volume est défini conformément à la cotation imposée.

e) Génération du volume 'Base' de l'arbre

L'esquisse présente un profil fermé et un axe. Il est possible de définir un volume par rotation de ce profil autour de l'axe. Pour cela, sélectionner le bouton [Bossage, base avec révolution] dans la barre <Fonctions>.

L'esquisse s'affiche en perspective et une fenêtre de saisie permet de définir l'angle de rotation de la section. Donner à cet angle la valeur 270°.

Valider par [Ok] et constater le résultat :

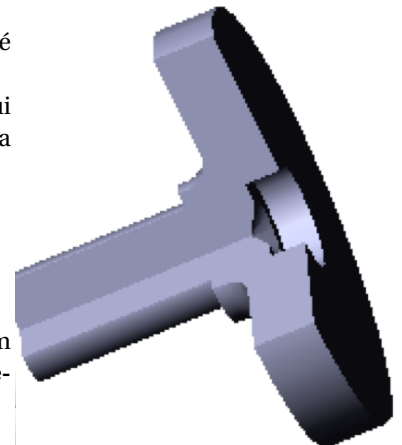
- le volume est affiché dans la zone graphique. Utiliser pour l'observer les options de la barre <Vue>.
- l'icône (Révolution1) apparaît dans l'arbre de création. Il s'agit du premier élément géométrique 3D construit.
- Cliquer sur le symbole (+). Une seconde icône indique que cette base a été construite à partir de l'esquisse nommée (Esquisse1).
- Le bouton droit de la souris sur l'icône du volume propose un menu qui donne accès à l'édition de son esquisse (Esquisse1) ou à la définition de la fonction de création.



- Sélectionner [Éditer l'esquisse]. Modifier la cote de 24 mm (indiquer 50mm par exemple) puis reconstruire le volume en sélectionnant le bouton [Reconstruire]



- Constater? revenir ensuite à la cote initiale de 24 mm.
- Modifier suivant le même principe la définition du volume en imposant un angle de rotation de 360° avec [Editer la définition].



f) Congés et chanfreins

Congés et chanfreins sont des 'fonctions' qui ne demandent pas d'esquisse. Il suffit de désigner l'arête à chanfreiner ou arrondir et les valeurs numériques associées.

- Cliquer sur le bouton [Chanfrein]. Une fenêtre propose les dimensions du chanfrein. Indiquer 0,5mm à 45°.
- Pointer graphiquement avec la souris les deux arêtes à chanfreiner (les deux cercles relatifs à la base cylindrique).

drique de rayon 24 voir la figure ci-dessous). Un trait vertical près du curseur confirme qu'une arête est bien sélectionnée.

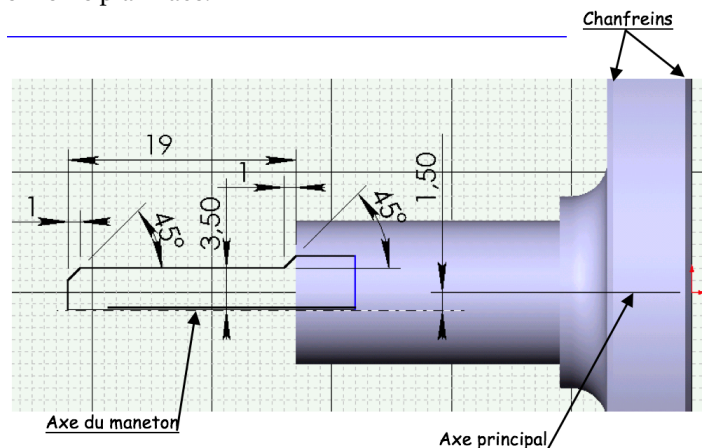
- Constater après création de ces chanfreins qu'un nouvel élément (**Chanfrein1**) est apparu dans l'arbre de construction.
- Pour lui comme pour toute autre 'fonction', on peut éditer sa définition pour changer les valeurs numériques ou la liste des arêtes à chanfreiner.
- Il aurait été possible de construire de la même façon le congé de rayon 3mm.

g) Maneton de l'arbre moteur

La partie excentrée de l'arbre moteur est réalisée sur le même principe que le volume principal. **Il faut créer une nouvelle esquisse.** Cette esquisse est construite dans le même plan Face.

Ouverture de l'esquisse

- Sélectionner le plan **Face** dans l'arbre de construction. Il s'affiche dans la zone graphique.
- Cliquer sur le bouton [**Esquisse**], la grille d'esquisse s'affiche dans le plan.
- Pour amener ce plan dans le plan de l'écran cliquer sur le bouton [**Normal à?**] de la barre d'outils <Vues standard>



Tracé de l'esquisse

Construire et coter la section du maneton, conformément à la figure ci-dessus. Remarque : il n'est pas indispensable de tracer la ligne de construction définissant l'axe du maneton.

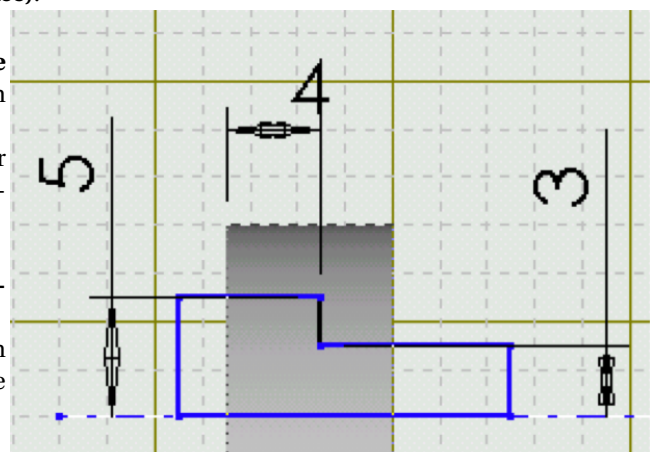
Bossage avec révolution

Procéder à l'ajout du maneton au moyen de la fonction [**Bossage avec révolution**]. Si l'axe n'a pas été représenté par une ligne de construction il suffit de désigner le segment horizontal inférieur : (**Révolution2**) s'affiche dans l'arbre de construction.

h) Trous et fixations de la turbine

Les trous (lisses) de fixation de l'arbre moteur sur la turbine sont réalisés par un enlèvement de matière par rotation. L'esquisse associée est construite dans le même plan (**Face**).

- **Ouverture de l'esquisse** Sélectionner le plan **Face** dans l'arbre de construction. Cliquer sur le bouton [**Esquisse**] puis sur le bouton [**Normal à...**].
- **Tracé de l'esquisse** Mettre en place le trait inférieur à 18 mm de l'axe principal. Construire et coter l'esquisse conformément à la figure ci-contre.
- **Enlèvement de matière**
Procéder à la réalisation du trou en validant [**Enlèvement de matière avec révolution**].
Le perçage est réalisé et une nouvelle fonction (**Enlèv. mat.-Révol.1**) s'affiche dans l'arbre de construction.



• Répétition des trous

Pour réaliser les 3 trous de fixation, cliquer sur le bouton [**Répétition circulaire**]. Préciser dans la boîte de dialogue les valeurs de l'angle (360°) et du [**nombre total d'occurrences**] (3). Sélectionner [**Espacement constant**] puis :

- le trou précédemment construit, soit dans la zone graphique, soit dans l'arbre de construction;
- l'axe de la forme de révolution initiale. Si cet axe n'est pas affiché, on peut le rendre visible par les options

de menu [**Affichage**], puis [**Axes temporaires**].

i) Résultat final

Il est conforme à la figure ci-contre.

Enregistrer sous le nom **Ponceuse_axe_moteur.SldPrt**.



7 Assemblage du système

a) Principe de l'assemblage

Après réalisation de toutes les pièces d'un ensemble mécanique, l'assemblage permet de les grouper de manière logique, de façon à constituer :

- les groupes cinématiquement liés d'une part ;
- le mécanisme global d'autre part.

L'assemblage permet d'associer les pièces (ou assemblages de niveau inférieur représentant les groupes cinématiques) en imposant des contraintes de position aux différentes surfaces :


- coïncidence ou parallélisme de plans ;
- coaxialité de surfaces cylindriques ;
- orthogonalité de plans et / ou cylindres ;
- tangence de cylindres et / ou de plans ;
- ...

b) Assemblage du sous-ensemble Carter

Il s'agit de réaliser un pré-assemblage regroupant les trois pièces constituant le carter de ponceuse. La réalisation se déroule en trois étapes :

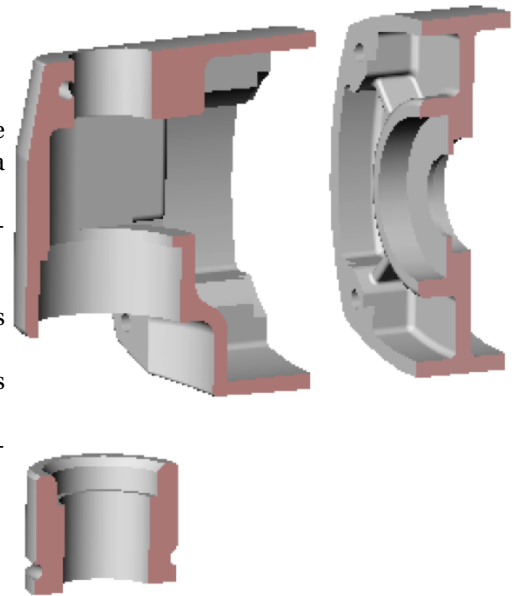
- ouverture d'une session d'assemblage. Pour cela valider successivement [**Fichiers**], [**Nouveau**], [**Assemblage**] ;
- importation des pièces de l'assemblage ;
- affectation de contraintes géométriques à la position relative des pièces.

1. Importation des pièces

- La fenêtre ci-contre avec **Parcourir** permet de rechercher le dossier contenant les pièces du mécanisme et de choisir la pièce à importer.
- importer la pièce **Ponceuse_carter.SldPrt** dans la fenêtre d'assemblage de **SolidWorks** par **glisser - lâcher**.
- Cliquer sur **insérer des composants**  et importer les pièces **Ponceuse_flasque.SldPrt** et **Ponceuse_couvercle.SldPrt**.

Les pièces s'affichent en occupant des positions quelconques les unes par rapport aux autres.


Nota : Par défaut, la première pièce importée est supposée fixe, les suivantes sont 'libres'...



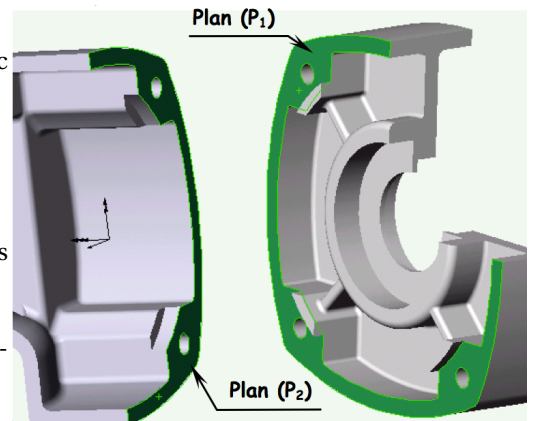
2. Affectation des contraintes

La mise en position relative des pièces est réalisée à partir de contraintes géométriques imposées à leurs surfaces. Par exemple, la liaison carter - flasque est réalisée par appui plan et emboîtement cylindrique.


Coïncidence des plans

- cliquer sur le bouton [**Contrainte**]  de la barre d'outils d'assemblage.
- Les cases à cocher, relatives à des contraintes compatibles avec la nature des surfaces (plans), sont actives :
 - coïncide (confondus);
 - parallèle;
 - perpendiculaire;
 - ...
- Sélectionner les deux plans (P1) et (P2) au moyen de la souris cocher l'option [**Coïncide**];
- demander un [**Aperçu**]
- si nécessaire, ajuster le paramètre d'alignement (même direction ou direction opposée)
- valider [**OK**].

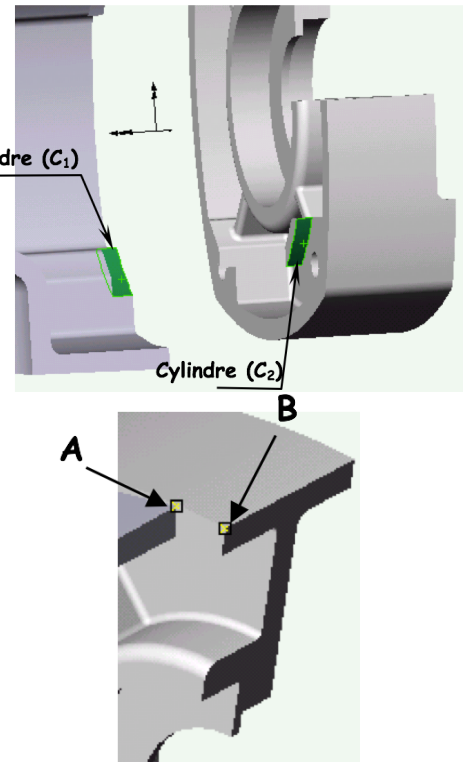
Cette contrainte équivaut à une liaison appui plan entre le carter et son flasque.



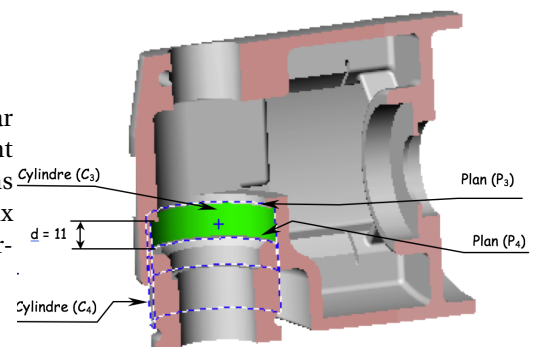
Coaxialité des cylindres C1 du carter et C2 du flasque

- Procéder comme précédemment ou commencer par sélectionner les deux surfaces cylindriques au moyen de la souris en maintenant la touche <Ctrl> du clavier enfoncée;
- cliquer sur le bouton [Contrainte]  de la barre d'outils d'assemblage.
- La fenêtre de définition de contrainte s'ouvre. Seules les cases à cocher relatives à des contraintes compatibles avec la nature des surfaces (cylindres) sont actives :
 - Tangent;
 - Coaxiale...
- cocher l'option [Coaxiale];
- demander un [Aperçu];
- si nécessaire, ajuster le paramètre d'alignement
- valider [OK].

Remarque : l'orientation angulaire du flasque par rapport au carter peut être assurée en imposant la coïncidence des points A du carter et B du flasque.

**Contraintes carter/couvercle**

La liaison carter - couvercle est réalisée par filetage et appui plan par l'intermédiaire du roulement (410). Les contraintes associées seront respectivement une coaxialité et une distance entre deux plans. Dans ce cas aussi il faut ajouter une contrainte de parallélisme entre deux plans pour s'opposer à la rotation relative qui subsisterait entre le carter et le couvercle.

**c) Assemblage du mécanisme complet****1. Importation des pièces**

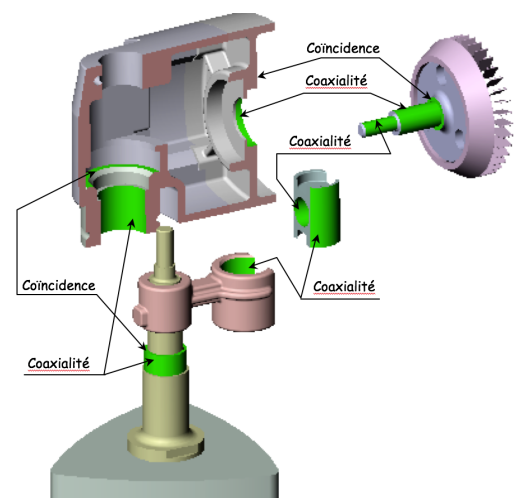
L'assemblage final consiste à associer l'ensemble des groupes cinématiques, composés de pièces simples ou d'assemblages. La procédure est identique à celle des assemblages précédents :

- ouvrir une nouvelle session d'assemblage. Pour cela valider [Fichiers], [Nouveau], [Assemblage];
- importer les groupes cinématiques.
- Ouvrir l'explorateur Windows et rechercher le dossier contenant les pièces du mécanisme.
- Importer les pièces par glisser - lâcher depuis l'explorateur Windows.
- Liste des pièces :
 - Ponceuse_bati.SldAsm : pré-assemblage;
 - Ponceuse_axe_moteur.SldAsm; pré-assemblage;
 - Ponceuse_piston.SldPrt : pièce;
 - Ponceuse_patin.SldAsm : pré-assemblage.

Nota : Par défaut, la première pièce importée est supposée fixe, les suivantes sont libres. Il est donc conseillé de commencer l'importation par le carter du mécanisme.

2. Affectation des contraintes

L'arbre moteur et l'arbre porte-patin font l'objet de deux liaisons pivots par rapport au carter, réalisées par des

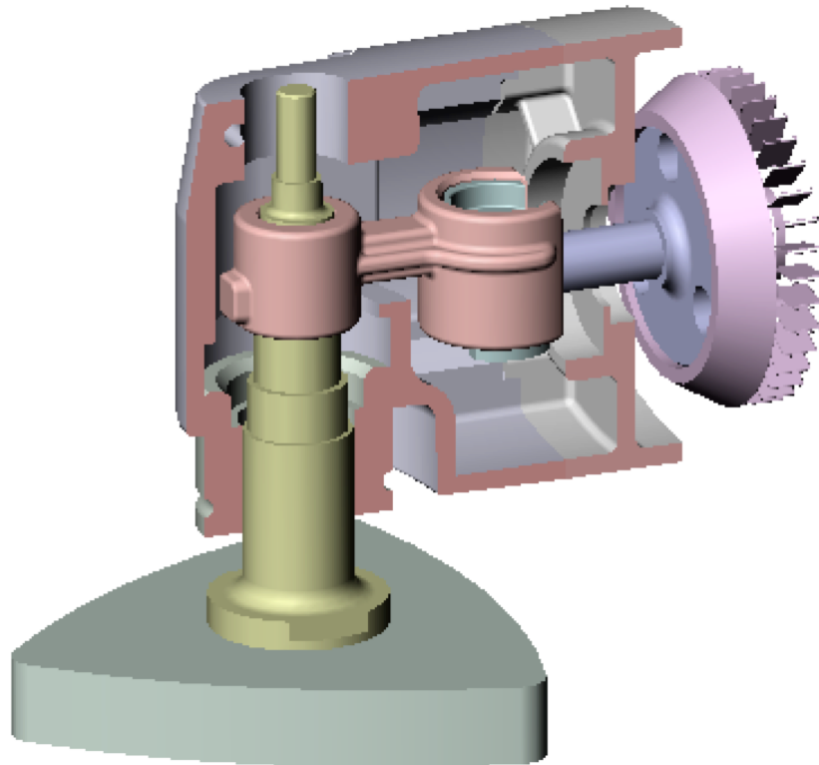


roulements à billes (520 et 500) pour la première, par un roulement à billes (410) et une douille à aiguilles (380) pour la seconde. Dans **SolidWorks**, les contraintes seront les suivantes :

- coaxialité des surfaces cylindriques de l'arbre et du carter correspondant au montage du roulement (520) pour la première, (410) pour la seconde;
- distance imposée des deux plans d'appui de ces mêmes roulements, appartenant à l'arbre d'une part, au carter d'autre part.

Les liaisons du piston avec l'arbre moteur et avec la bielle sont deux pivots glissants, la première sur douille à aiguilles (340), la seconde à contact lisse. A ces liaisons sont associées dans **SolidWorks** des contraintes de coaxialité des surfaces cylindriques correspondantes.

Imposer ces contraintes géométriques équivaut à définir les liaisons entre les différentes pièces. Si la description des contraintes est complète, on obtient un assemblage géométrique, identique cinématiquement au mécanisme et susceptible d'être mis en mouvement par rotation de l'arbre d'entrée par exemple.



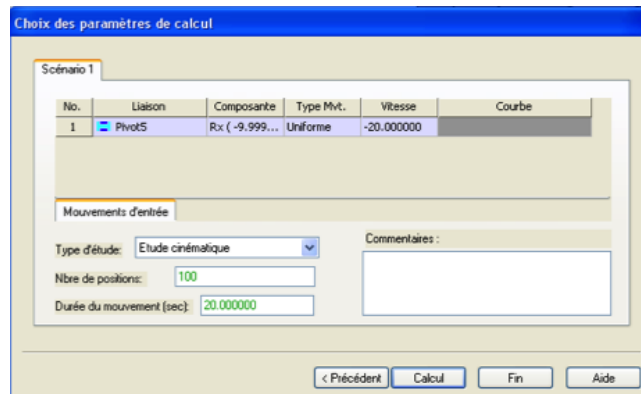
8 Modélisation cinématique dans Méca3D

1. Cliquez sur l'onglet "meca 3D" (si l'onglet est inactif il faut l'activer dans [outils], [complements]);



2. Cliquez droit sur Mécanisme, puis sur construction automatique. Le logiciel construit alors les liaisons entre les sous-ensembles à partir des contraintes géométriques définies précédemment.
3. Vérifier la définition des liaisons ainsi que la graphe de liaison : dans l'arbre de construction, cliquer droit sur [analyse] puis graphe de liaison.
4. Si une liaison est mal défini, dans la fenêtre "modification de la liaison", sélectionnez la bonne liaison puis sur suivant et encore suivant.
5. Dans la fenêtre "Définition de données géométriques", il faut définir l'axe de la liaison. Sélectionnez "Par contraintes" et sélectionner les deux axes à aligner. Il faut alors que la contrainte de coaxialité (pour une liaison pivot par exemple) associée soit indiquée d'un drapeau jaune.

6. Cliquez alors sur terminer. On peut maintenant simuler le comportement cinématique du mécanisme.
7. Simulation cinématique :
 - (a) Cliquez droit sur "Analyse" puis sur "Calcul mécanique".
 - (b) On vous indique que le mécanisme possède une mobilité de 1, c'est à dire que la simulation est possible à condition d'imposer un paramètre de mouvement. Cliquez alors sur suivant.
 - (c) Il faut alors imposer le mouvement dans la liaison correspondant à l'entraînement du moteur. On sélectionne alors cette liaison puis on définit :
 - Un mouvement uniforme,
 - vitesse : 20 tours/min ,
 - Nombre de position : 100,
 - Durée du mouvement : 20 s.



- (d) On peut alors animer le mécanisme en cliquant droit sur Résultats puis simulation.
8. Il faut alors analyser les résultats de la simulation dans résultats et courbes (simples ou paramétrées).