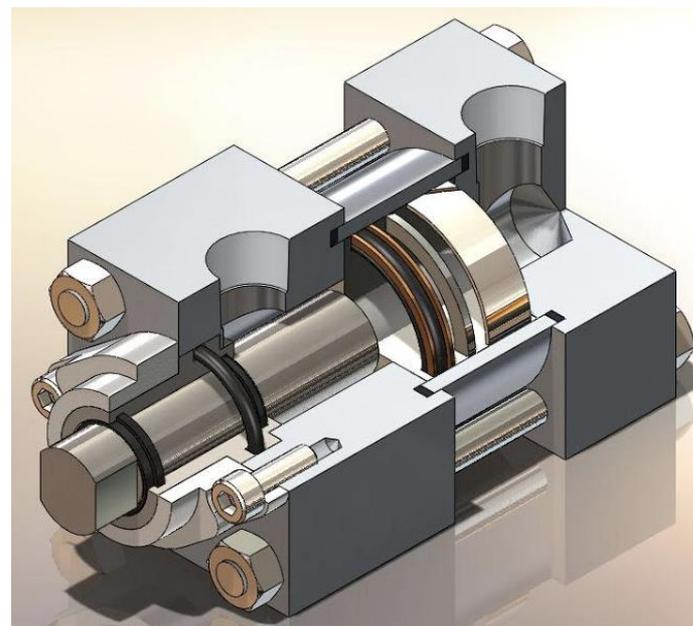


# Découverte SolidWorks Séance 1



# Objectifs et modalités série de TP



- Représenter une pièce sur un modèleur 3D à partir d'un dessin de définition
- Assembler des pièces modélisées en les associant avec des contraintes



|                     |  |
|---------------------|--|
| Séance #1<br>50 min | Prise en main SolidWorks et réalisation volumes élémentaires |
| Séance #2<br>50 min | Assemblages et contraintes                                   |
| Séance #3<br>1h50   | Mise en mouvement de mécanisme et analyse des résultats      |

# Séance #1

## Objectifs :

- Mettre en œuvre le logiciel SolidWorks et ouvrir un fichier existant.
- Utiliser les fonctions de visualisation de base (image, zoom, mouvement, orientation, etc.)
- Réaliser des volumes élémentaires

## Plan :

### A. Prise en main de SolidWorks

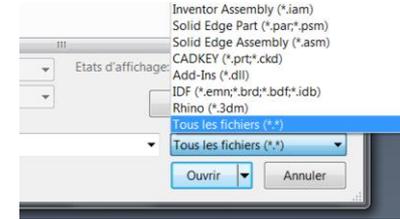
- i. Mise en œuvre de SolidWorks
- ii. Ouvrir et visualiser une pièce

### B. Génération de volumes simples

- i. Quelques élément théoriques
- ii. Génération de volumes

# Prise en main de SolidWorks

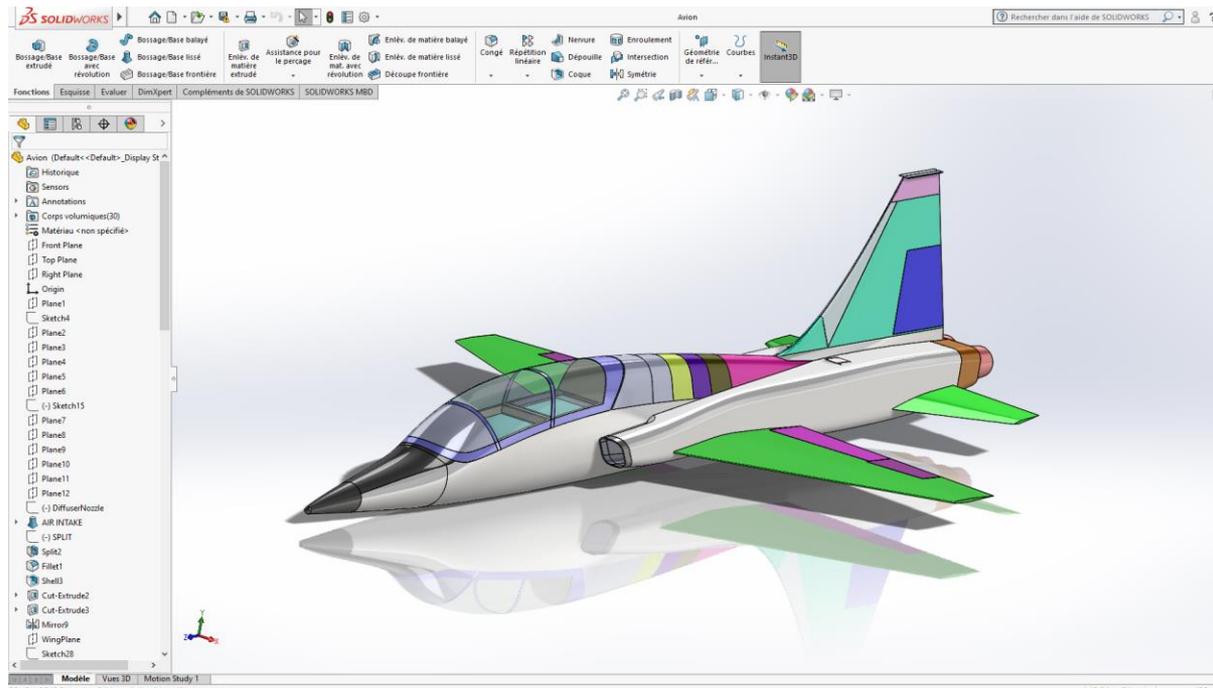
1. Cliquer avec la souris sur l'icône SolidWorks  (et attendre plusieurs secondes)
2. Télécharger le fichier SolidWorks « **Avion** »
3. Cliquer sur  dans la barre d'outil en haut à gauche
4. Dans la fenêtre qui s'est ouverte, sélectionner « tous les fichiers » :
5. Puis ouvrir le fichier « **Avion** », Le dessin de la pièce apparaît alors en perspective dans la zone graphique :



Barre des menus

Barre d'outils

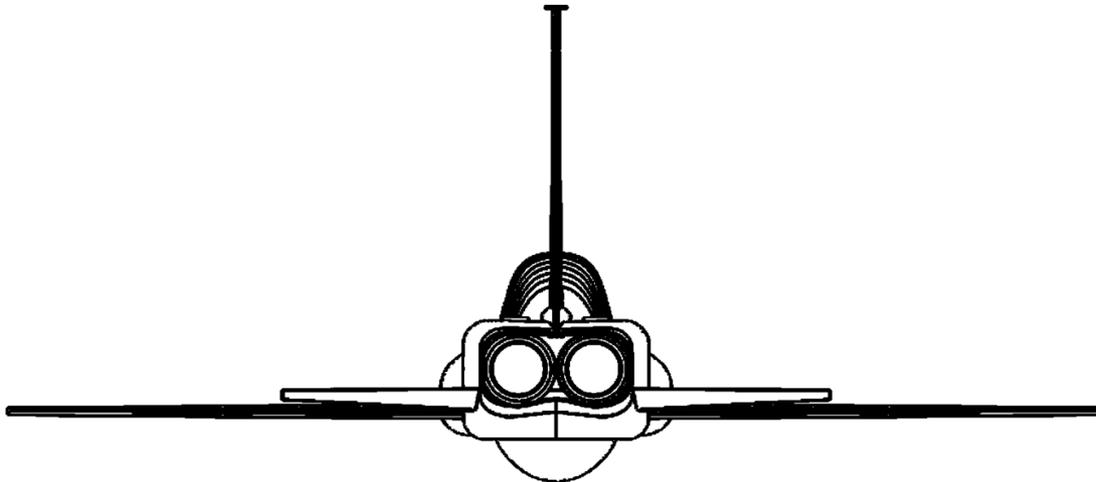
Arbre de création



Zone graphique

# Ouvrir et visualiser une pièce

1. Cliquer sur l'icône  et observer (en cliquant dessus) le rendu visuel associé à chacune des 5 options proposées.
2. Cliquer sur l'icône  et observer (en cliquant dessus) le rendu visuel associé à chacune des options proposées.
3. Pour faire tourner la pièce, maintenir la molette de la souris enfoncée puis bouger la souris en fonction.
4. Pour zoomer, faire glisser la molette de la souris. Vous pouvez également vous aider des icônes :   La première des 2 icônes permet de replacer la pièce au centre de l'écran, la seconde icône permet de zoomer sur une partie de la pièce uniquement.
5. Supprimer le fichier une fois cette partie finie.



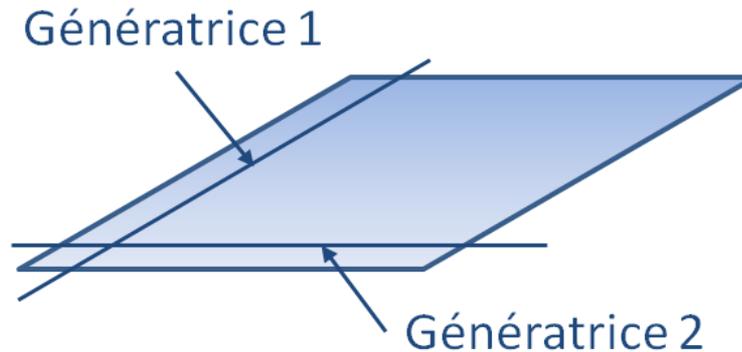
# Séance #1

## B. Génération de volumes simples

- i. Quelques éléments théoriques
- ii. Génération de volumes

# Quelques éléments théoriques : Génération des volumes

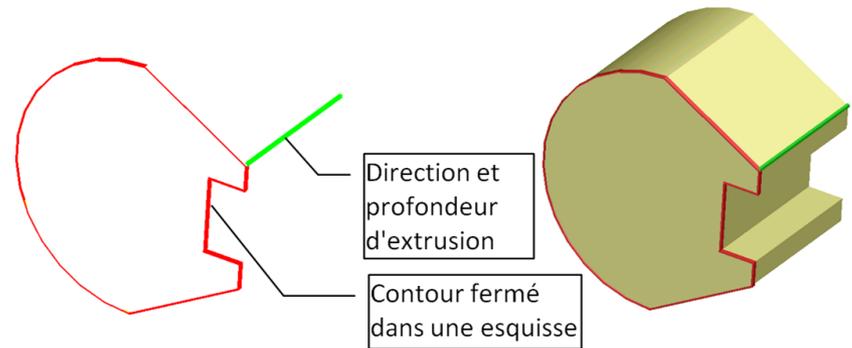
Les surfaces sont générées par l'enveloppe de toutes les positions successives d'une ligne se déplaçant suivant une autre. Celles-ci sont appelés génératrices.



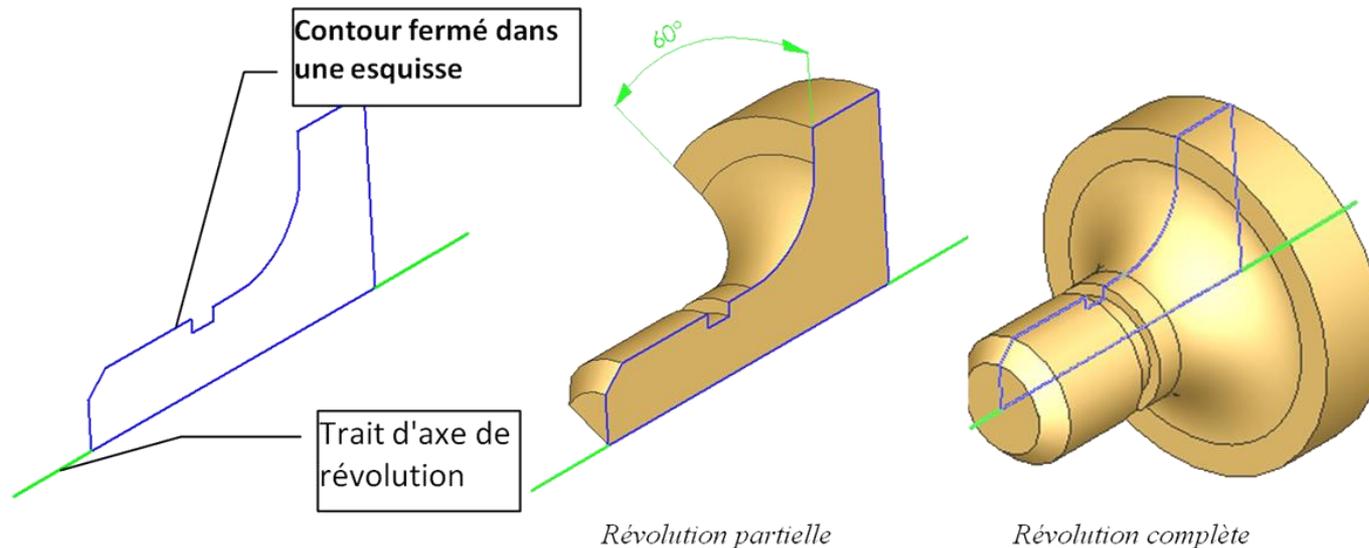
A l'image des surfaces, les volumes seront créés par deux génératrices dont l'une sera non plus une ligne, mais un contour.

# Principaux modes de génération: Extrusion et révolution

L'extrusion consiste à effectuer des translations successives d'une poly-ligne fermée, formant un contour, dans une direction perpendiculaire.

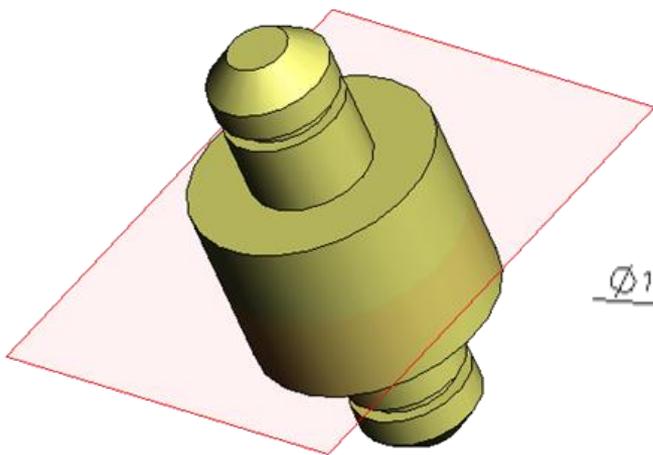


La révolution consiste à effectuer des rotations successives d'une ligne fermée formant un contour, autour d'un axe.

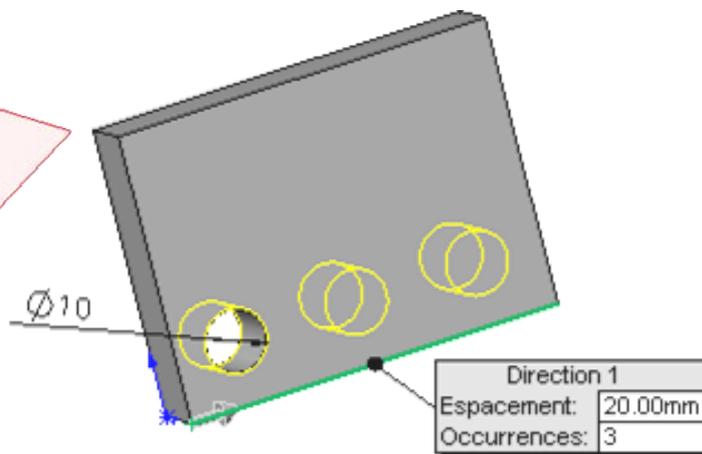


# La génération par répétition

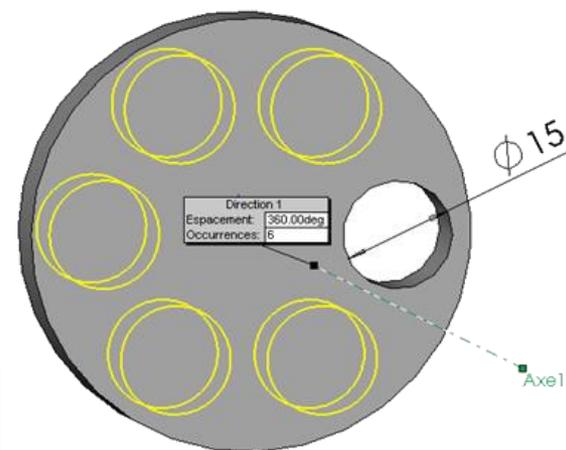
Symétrie



Linéaire

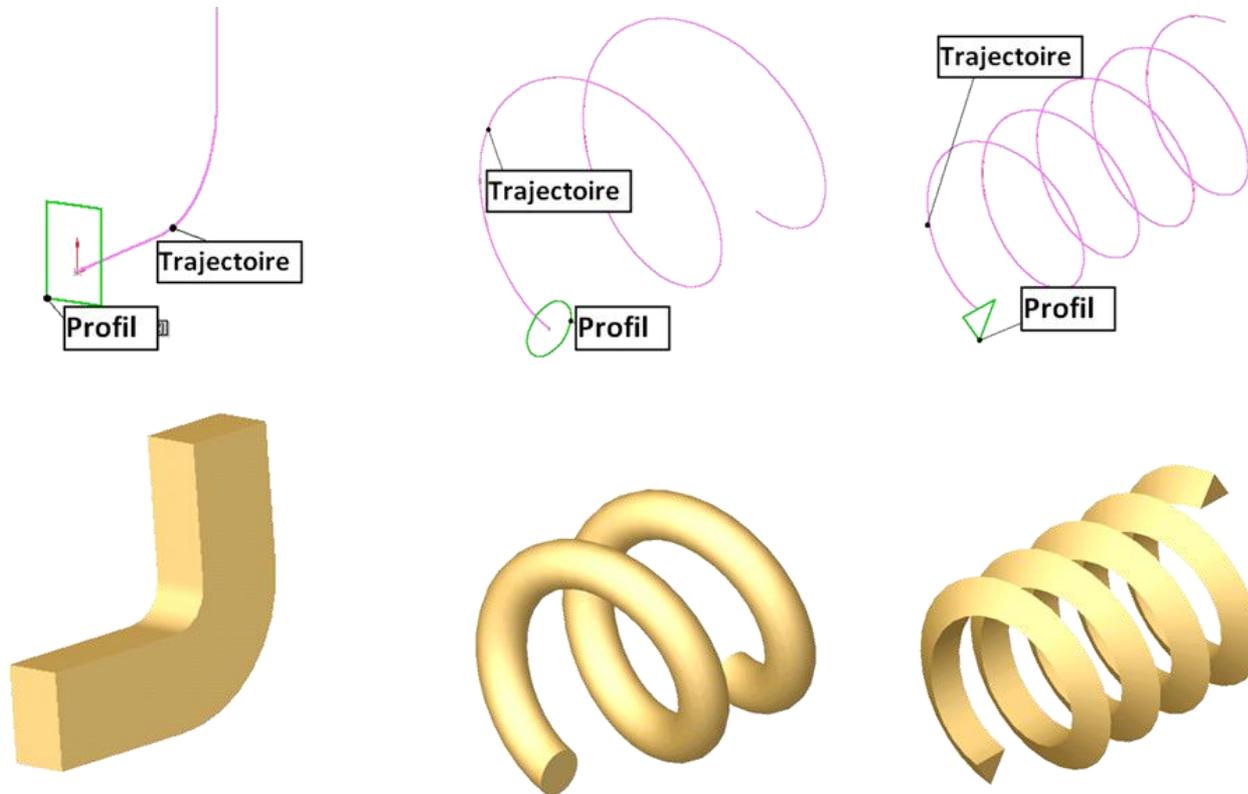


Circulaire



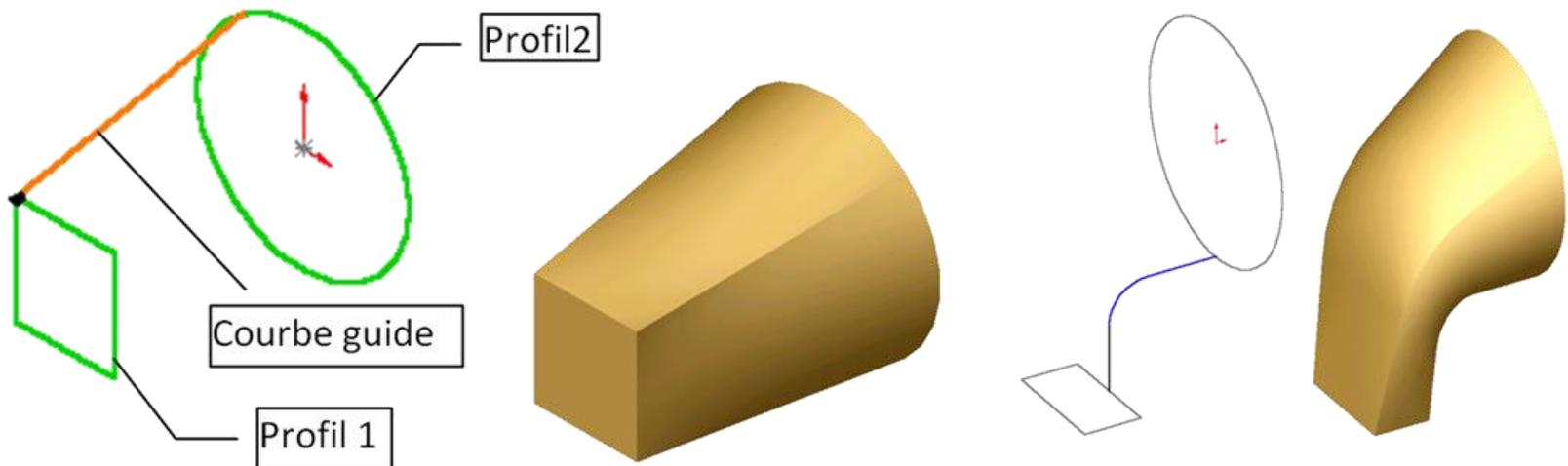
# Génération par balayage

Il s'agit d'effectuer des déplacements successifs d'un profil (ligne fermée formant un contour), tout en suivant un chemin bien précis défini par une ligne courbe dans l'espace appelée trajectoire.



# Génération par lissage

Il s'agit de relier des profils différents situés dans deux plans différents : exemple d'un volume permettant de passer d'une section carré à une section circulaire. Les profils ne sont pas forcément reliés en ligne droite, on peut éventuellement suivre une courbe guide.



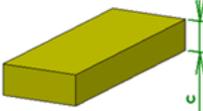
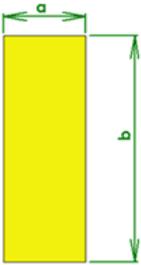
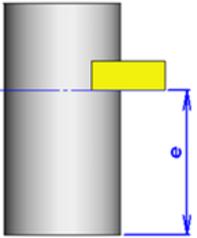
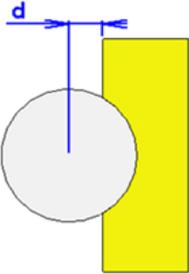
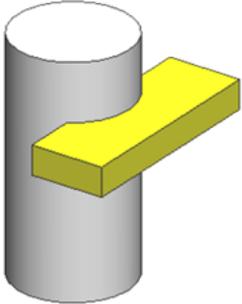
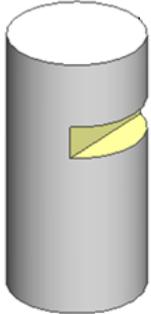
# Association des différents volumes

Les volumes suivants sont :

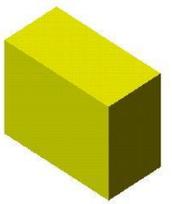
- soit ajoutés : bossage
- soit retranchés : enlèvement de matière

Paramètres contenus dans:

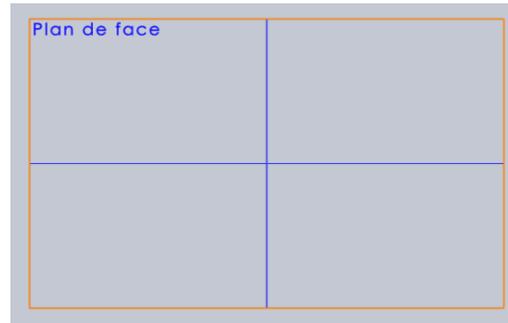
- le plan d'esquisse SolidWorks : e
- l'esquisse : a,b,d
- la définition du volume : c

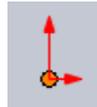
| Volume de base P  | Volume à joindre Q  |   | Type d'association   |
|---|---|---|--|
|   | Paramètres intrinsèques   | Paramètres de position  |  |
| <p>Volume P</p>  | <p>Type de génération : par extrusion (cote c)</p>  <p><u>esquisse</u></p> <p>cotes a et b</p>  <p>a, b et c sont les cotes intrinsèques du volume</p> | <p>Position du plan d'esquisse</p>  <p>"Position" de l'esquisse dans ce plan</p>  <p>d et e sont les cotes de positionnement du volume</p> | <p>en bossage P U Q</p>  <p>en enlèvement de matière : P - Q</p>  |

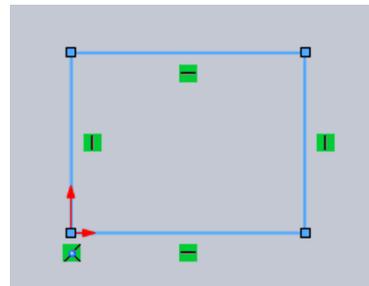
# Génération de volumes : parallélépipède



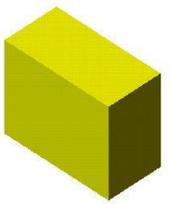
1. Dans la barre des menus, cliquer sur l'icône  Sélectionner « Pièce » puis « Ok ». Une zone graphique et un arbre de création apparaissent.
2. Cliquer sur Esquisse  puis sur l'icône  pour commencer à dessiner une esquisse.
3. Une fenêtre apparaît vous demandant sur quel plan vous voulez faire l'esquisse. Cliquer sur le trait supérieur de face. Un rectangle rouge apparaît puis disparaît, laissant place à une origine en rouge.

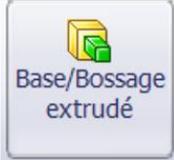


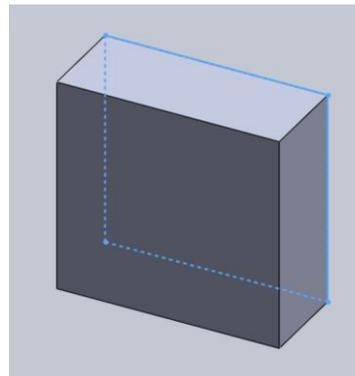
4. Cliquer sur  puis cliquer sur le centre de l'origine  Le curseur a changé de forme, ses coordonnées sont affichées dans la barre d'état. Déplacer le curseur en diagonale pour créer un rectangle en maintenant le clic gauche puis relâcher le clic. Un rectangle bleu clair apparaît.



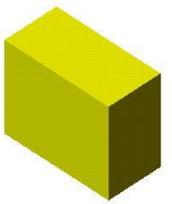
# Génération de volumes : parallélépipède



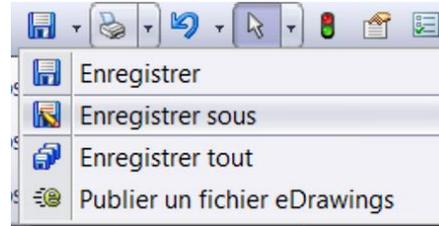
1. Cliquer sur  Les deux cotés du rectangle qui touchent l'origine deviennent noirs, les deux autres cotés sont en bleu.
2. Cliquer sur le trait bleu vertical. Déplacer le curseur vers la droite, puis cliquer là où vous souhaitez placer la cote. Dans la boîte qui apparaît, indiquer une cote (exemple : 33) puis cliquer sur l'icône verte. Le rectangle et la cote sont modifiés dans la zone graphique.
3. Renouveler ces opérations pour coter un des traits noirs horizontaux (mettre une valeur quelconque).
4. Cliquer sur fonction  puis sur  et indiquer une valeur pour l'extrusion de la pièce puis cliquer sur l'icône .
5. Un parallélépipède est créé, la pièce est alors présente dans l'arbre de création. Vous pouvez comme dans la partie précédente utiliser les fonctions image, zoom, mouvement, orientation.



# Génération de volumes : parallélépipède



1. Pour enregistrer votre pièce, cliquer sur

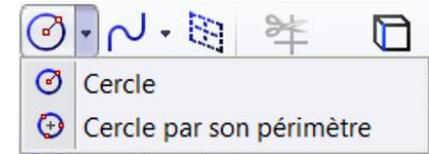


2. Supprimer le fichier une fois cette partie finie.

# Génération de volumes : cylindre

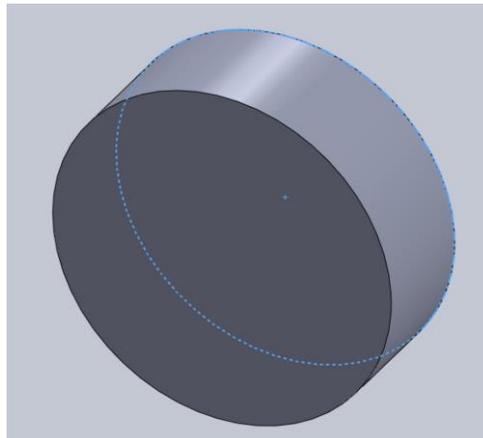


1. En partant d'une nouvelle esquisse, sélectionner cette fois-ci l'outil cercle



2. Cliquer sur l'origine en maintenant la pression le clique gauche et déplacer le curseur afin d'obtenir un cercle.

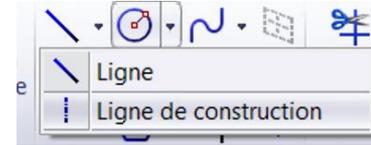
3. Changer ensuite le diamètre à l'aide de l'outil de cotation et mettre un diamètre de 80mm. Extruder ensuite l'esquisse avec la profondeur que vous souhaitez.



# Génération de volumes : cône

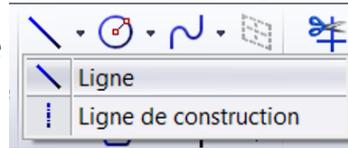


1. En partant d'une nouvelle esquisse, tracer une ligne de construction verticale d'une longueur d'à peu près 100mm en partant de l'origine.



verticale d'une

2. Sélectionner ensuite l'outil ligne dessous.



et tracer les 3 traits pour pouvoir obtenir la figure ci-dessous.

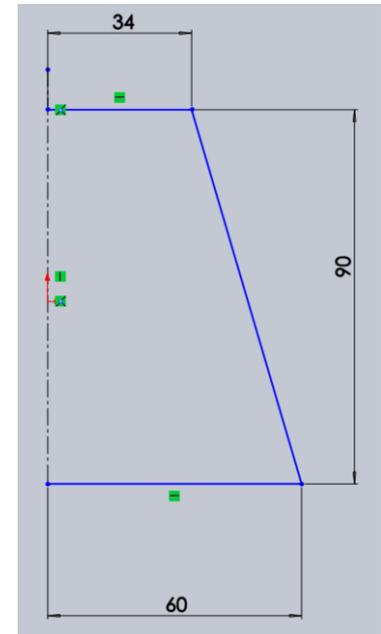
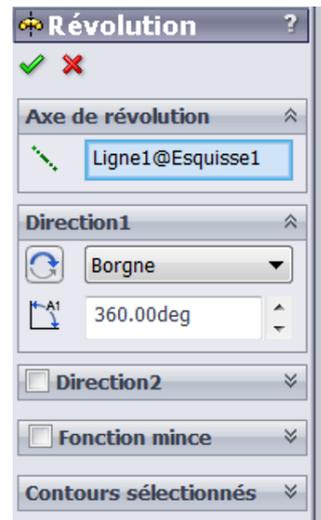
3. Coter votre esquisse comme indiqué sur le dessin ci-contre :

4. Cliquer ensuite sur « Bossage » :  
*Si un message apparaît, cliquer « oui »*



5. Vérifier ensuite que vous avez les mêmes paramètres que ci-dessous

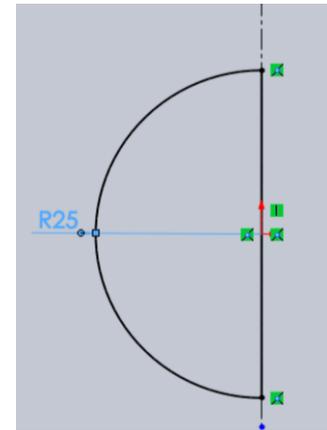
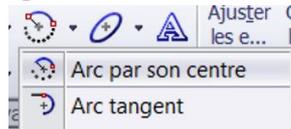
6. Cliquer ensuite sur ok.



# Génération de volumes : sphère



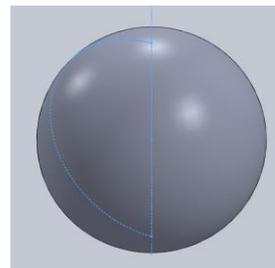
1. En partant d'une nouvelle esquisse, tracer une ligne de construction verticale puis un demi cercle de rayon 25mm en utilisant l'outil « arc par son centre » en plaçant le centre du cercle sur l'origine.



2. Quitter l'esquisse puis effectuer la fonction bossage

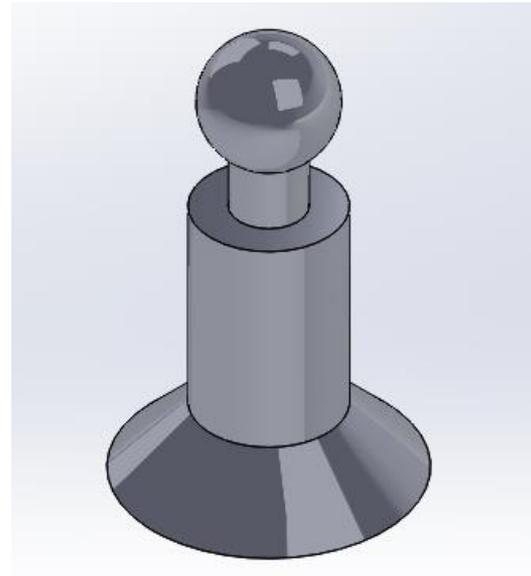
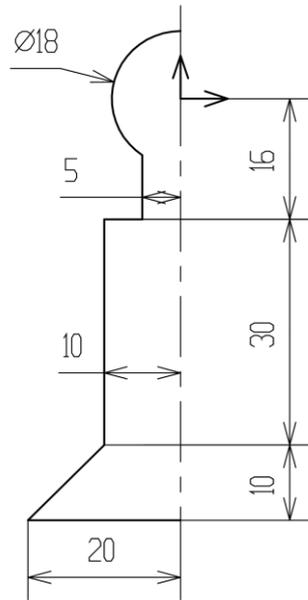


*Si un message apparaît, cliquer « oui »*



# Génération de volumes : bonus

1. En partant d'une nouvelle esquisse, effectuer la pièce ci-dessous :

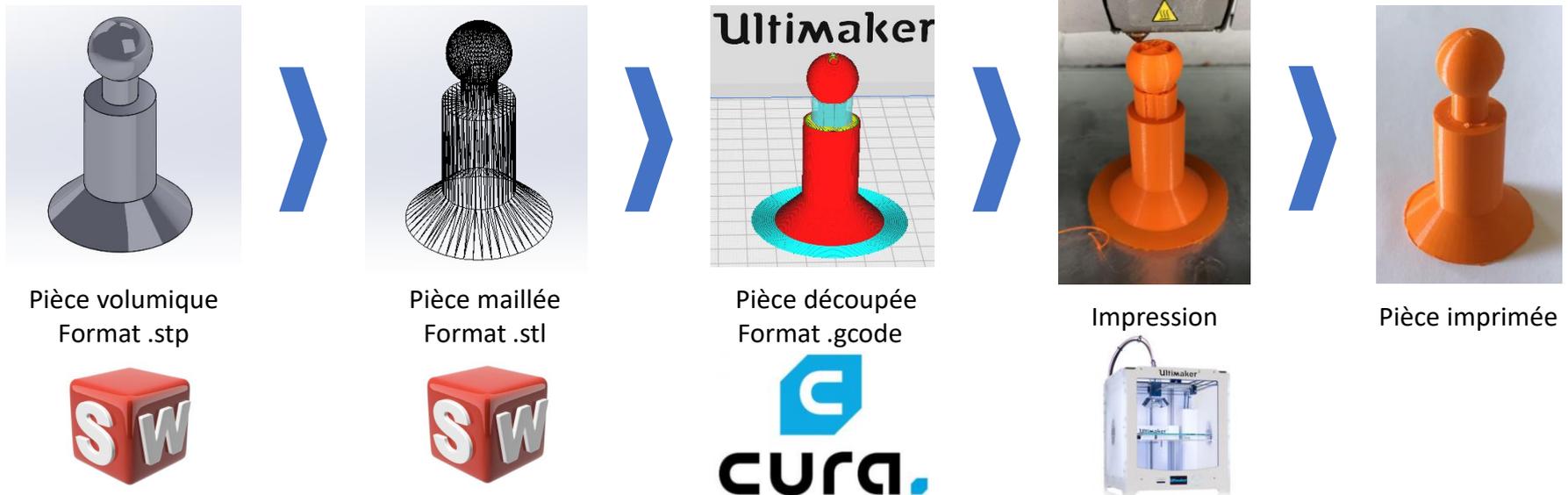


2. Il est conseillé de commencer par faire la ligne de construction verticale, puis le cercle de  $\varnothing 18$  qui passe par l'origine (repère rouge), puis le segment vertical distant de 5. Rappelez-vous que vous ne devez avoir qu'une seule ligne de construction. Il est conseillé d'utiliser à la fin la fonction : Bossage / Base avec révolution.
3. Tant qu'il reste des traits bleus, cela veut dire que la cotation n'est pas achevée.

# Impression 3D

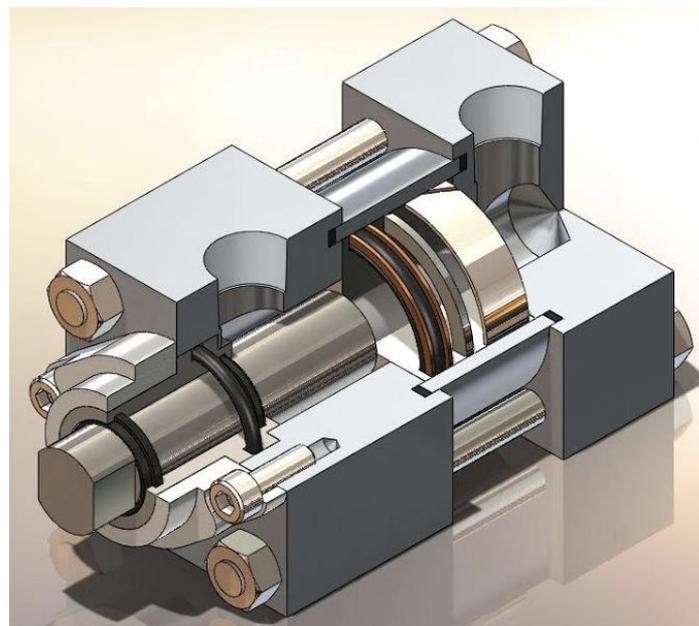
1. Pour imprimer une pièce en 3D, vous devez au préalable l'enregistrer avec Solidworks au format « Stl ». Au cours de l'enregistrement (« Fichier > enregistrer sous »), Solidworks « maille » votre pièce en un ensemble de petits tétraèdres. C'est à partir de ce format de fichier que le logiciel suivant pourra fonctionner.
2. Une fois la pièce maillée, le logiciel Cura va pouvoir ensuite découper votre pièce en un ensemble de couche correspondante chacune à un plan de travail de l'imprimante (épaisseur couche = diamètre du fil en sortie de buse de l'imprimante) et transformer alors votre pièce en un langage compréhensible pour l'imprimante : l'ensemble des positions que la buse de l'imprimante devra parcourir.
3. C'est à partir de ce dernier langage, enregistré sur carte Sd, que l'imprimante va pouvoir fonctionner. Il faut compter environ 30 minutes pour une pièce grosse comme une bille et environ 5h pour une pièce de la taille d'un téléphone.

Pour ceux qui sont (vraiment) en avance (à valider avec le professeur). Vous pouvez vous amuser à concevoir une pièce pour qu'on l'imprime ensuite (petit volume : hauteur largeur et longueur limité à 3cm),





# Découverte SolidWorks Séance 2



# Objectifs et modalités série de TP



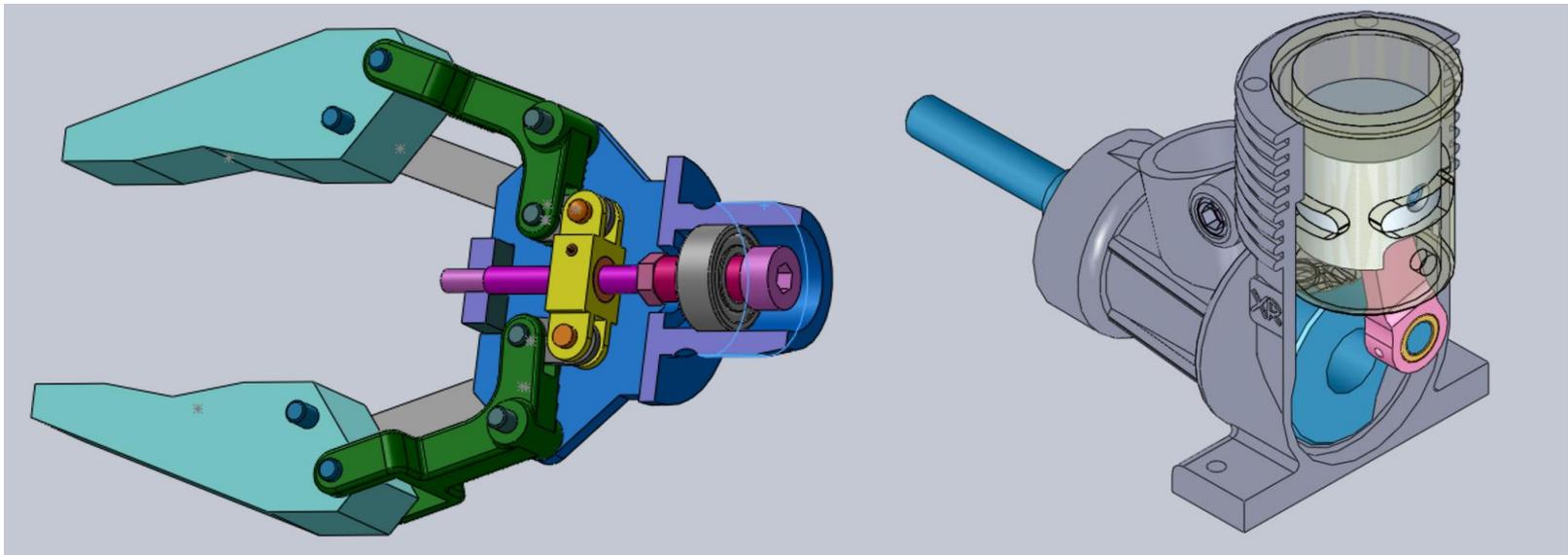
- Représenter une pièce sur un modèleur 3D à partir d'un dessin de définition
- Assembler des pièces modélisées en les associant avec des contraintes



|                     |  |
|---------------------|--|
| Séance #1<br>50 min | Prise en main SolidWorks et réalisation volumes élémentaires |
| Séance #2<br>50 min | Assemblages et contraintes                                   |
| Séance #3<br>1h50   | Mise en mouvement de mécanisme et analyse des résultats      |

# Séance #2

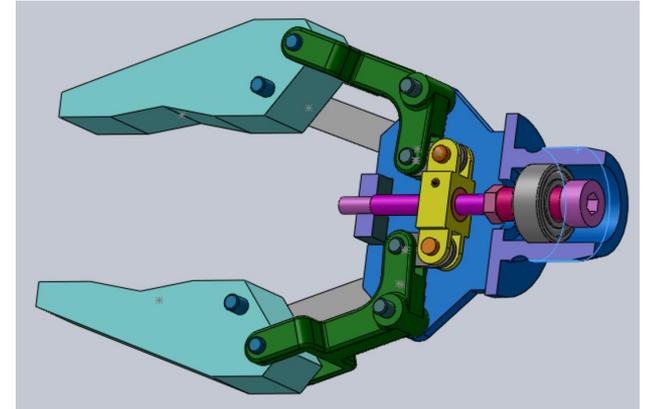
1. Réalisation et assemblage de la pince d'un robot
2. Réalisation et assemblage d'un moteur à explosion simplifié



# Réalisation d'une pince de robot

L'objectif est de réaliser le système ci-contre :

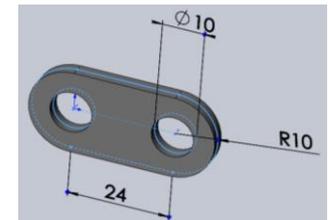
Une partie des pièces ont déjà été conçues (corps principal de la pince en bleu sur l'image, roulement à billes en gris, vis en violette, écrou en jaune et levier en vert foncé), vous devrez réaliser les pièces manquantes.



1. Crée un dossier sur le bureau, il vous servira à stocker vos pièces.

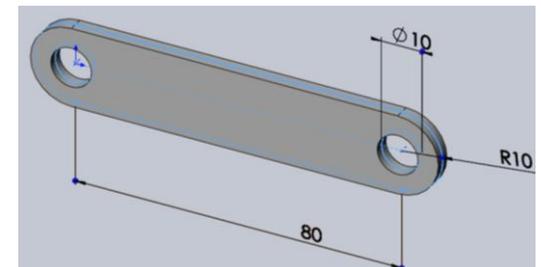
2. Réalisation **biellette courte** :

- En partant d'une nouvelle esquisse, effectuer la pièce suivante (épaisseur 4mm) :
- Enregistrer votre pièce dans votre dossier sous un nom distinctif.



3. Réalisation **biellette longue** :

- En partant d'une nouvelle esquisse, effectuer la pièce suivante (épaisseur 4mm) :
- Enregistrer votre pièce dans votre dossier sous un nom distinctif.



# Réalisation d'une pince de robot

## 5. Réalisation de l'assemblage

- Télécharger le dossier « Pince elevés »

- Créer un assemblage :

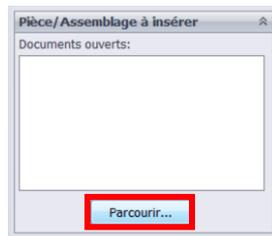


Une représentation 3D d'un simple composant de conception

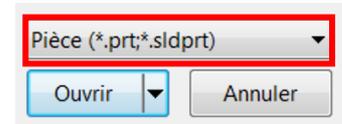


Une composition 3D de pièces et/ou d'autres assemblages

- Cliquer sur parcourir

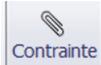


et sélectionner la pièce « Corps 1 » *si elle n'apparaît pas, c'est parce que vous devez au préalable permettre l'ouverture des pièces :*

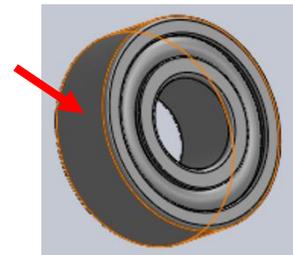
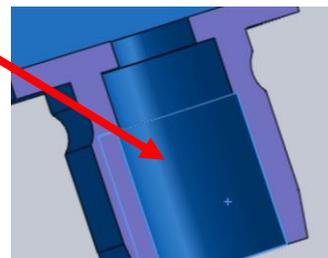


- Insérer maintenant l'assemblage « Roulement 8 » en cliquant sur



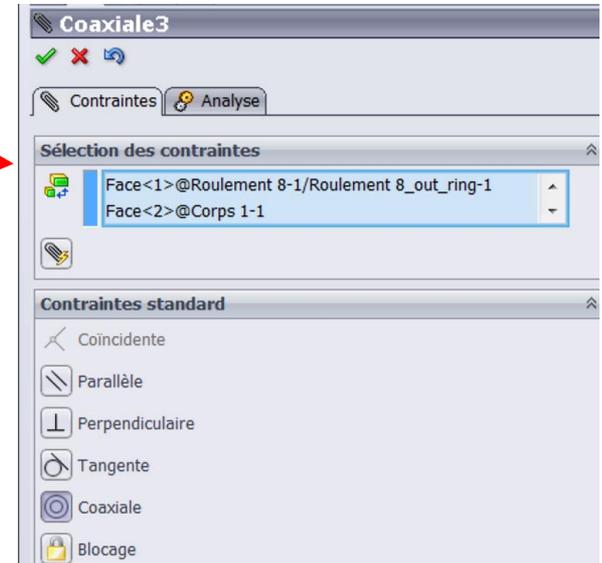
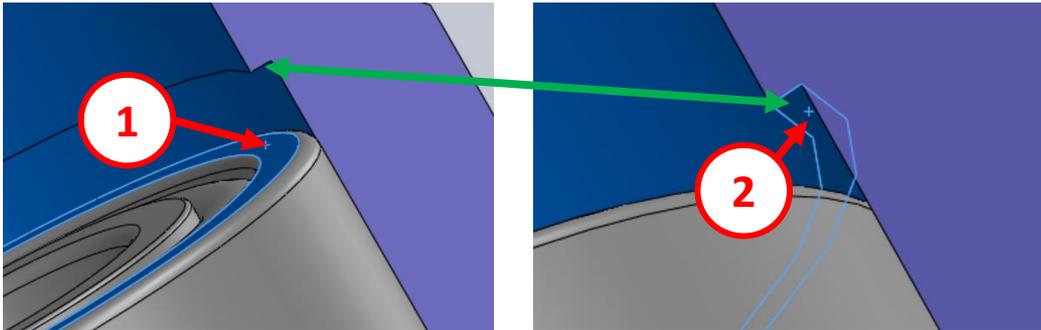
- Cliquer sur  et sélectionner la face cylindrique extérieure du roulement à billets

- Sélectionner ensuite la portée cylindrique du corps

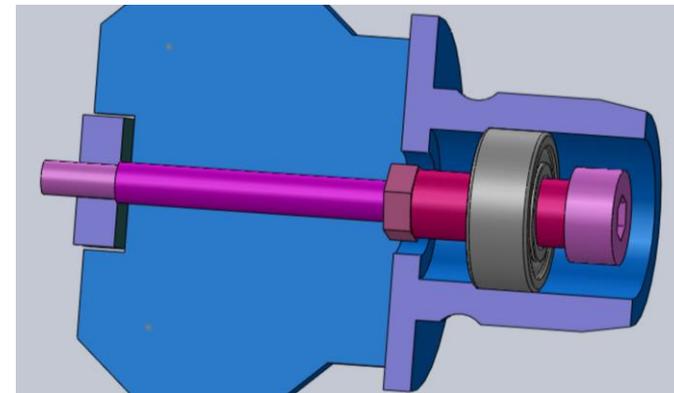
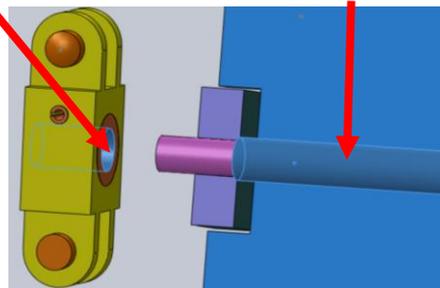


# Réalisation d'une pince de robot

- Sélectionner la contrainte « Coaxiale » puis cliquer sur OK
- Recommencer l'opération en cliquant sur Contrainte, puis sélectionner les 2 surfaces suivantes sur le roulement à bille et sur le Corps principal :

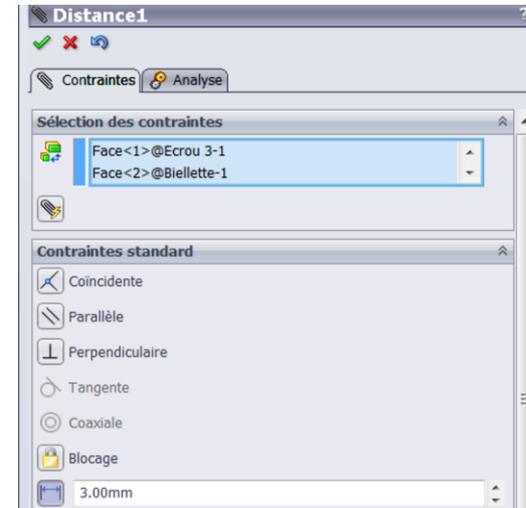
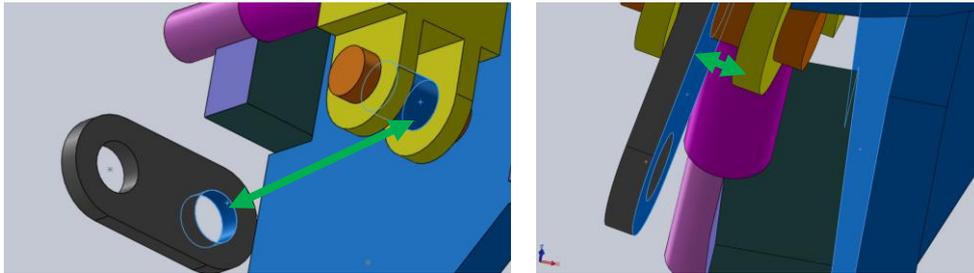


- Sélectionner la contrainte « Coïncidente » et cliquer sur OK.
- Insérer ensuite la pièce « Vis 2 » et à l'aide d'une contrainte de coïncidence et de coaxialité, effectuer l'assemblage ci-contre :
- Insérer ensuite la pièce « Ecrou 3 » et créer une contrainte hélicoïdale entre la surface cylindrique intérieur de l'écrou et la surface extérieur de la vis (le pas de vis est de 1mm) :
- Lorsque vous déplacez l'écrou, la vis est censée tourner.
- Sauvegarder votre assemblage.

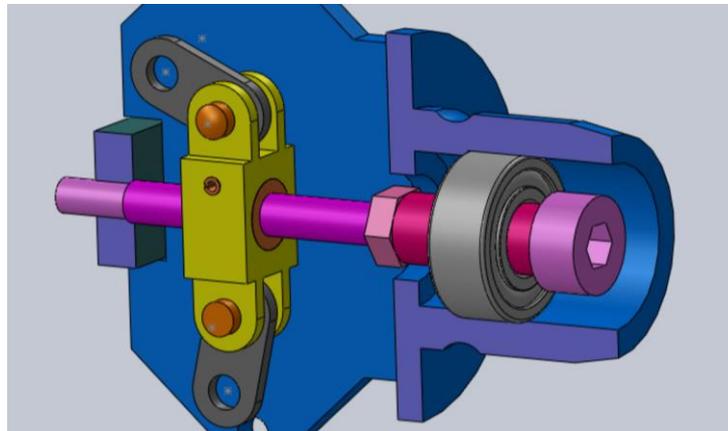


# Réalisation d'une pince de robot

- Insérer ensuite la bielle courte que vous avez préalablement conçue et créer une contrainte coaxiale avec la portée cylindrique de l'écrou, puis une contrainte de parallélisme entre la face intérieur de la bielle et la face du corps 1. Créer ensuite une contrainte de distance de 3mm entre la face intérieur de l'écrou et une des deux faces de la bielle.

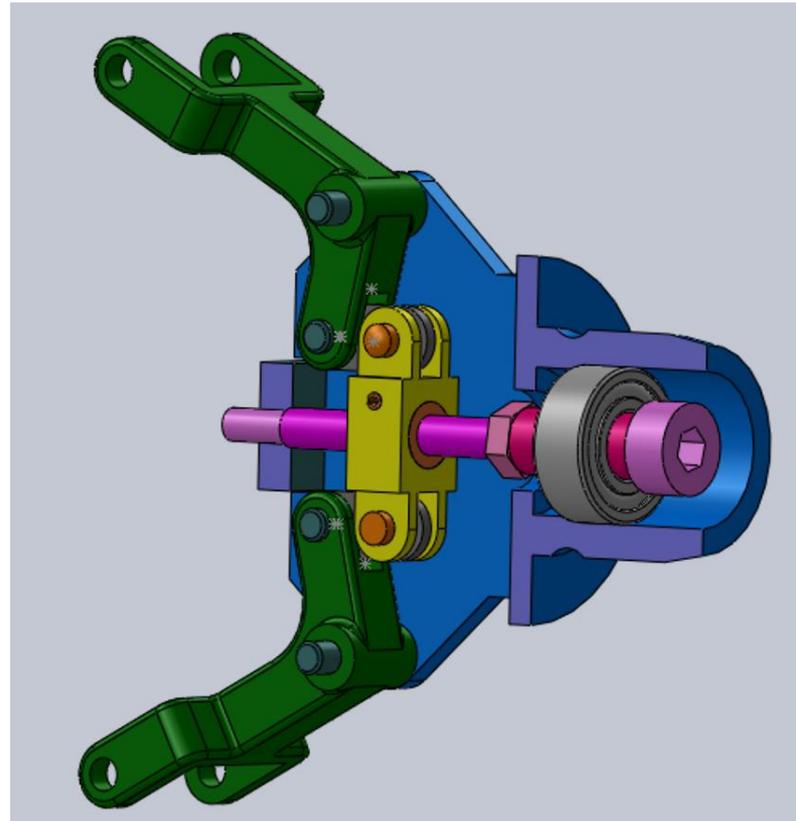
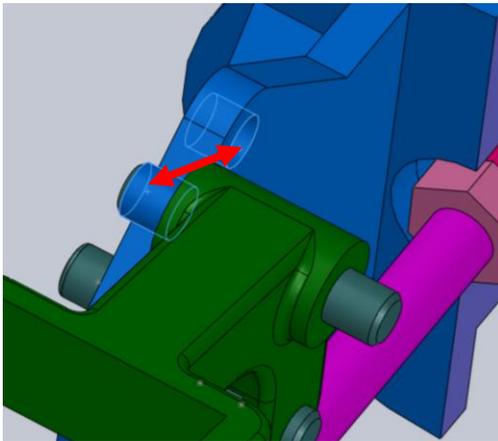


- Faire la même opération avec la seconde bielle courte, en réinsérant la bielle, afin d'obtenir l'assemblage suivant :



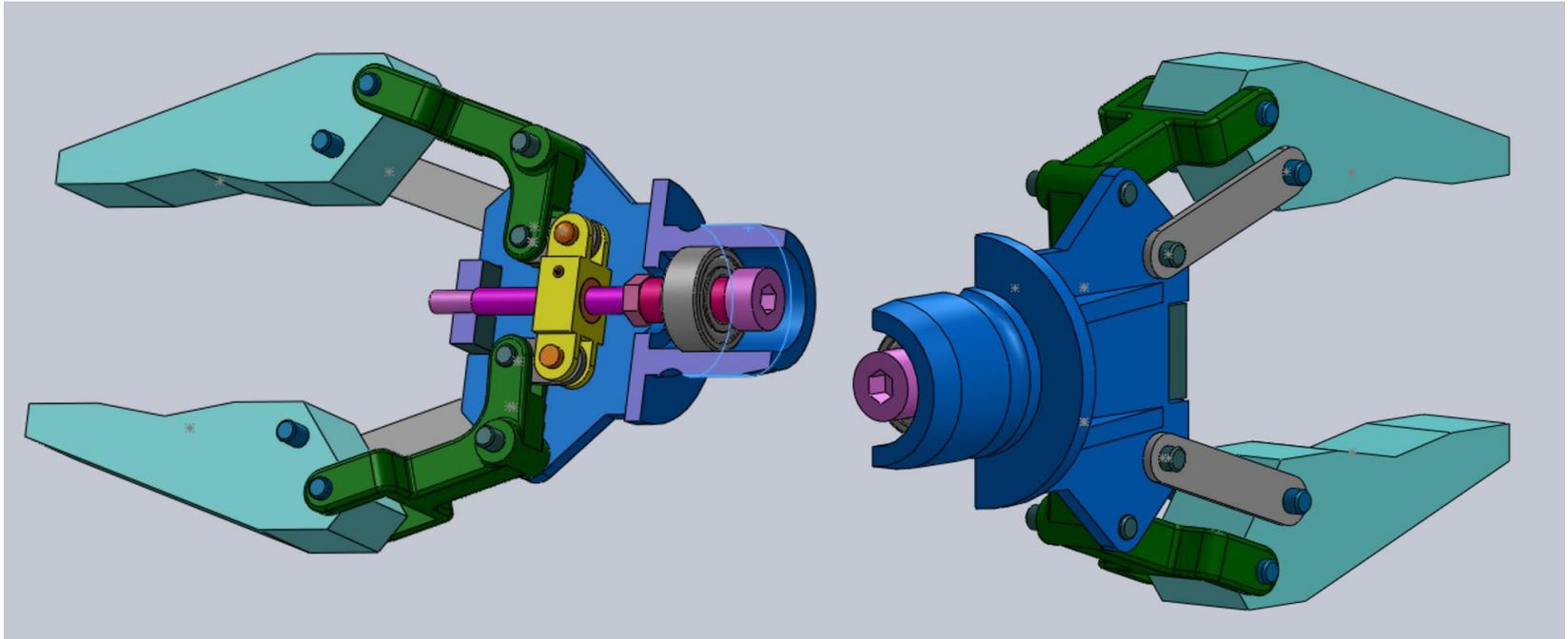
# Réalisation d'une pince de robot

- Insérer ensuite la pièce « levier » et créer une contrainte de coaxialité entre le trou supérieur du corps principal et l'une des portées cylindriques du levier, puis créer une contrainte de coïncidence entre la face du corps principal avec la face de la portée cylindrique (de façon à ce que la portée cylindrique du levier s'insère dans le trou du corps principal). Enfin, créer une contrainte de coaxialité entre la seconde portée cylindrique du levier avec le trou de la bielle courte la plus proche. Faire la même chose avec le second levier pour obtenir l'assemblage ci-dessous :



# Réalisation d'une pince de robot

- Insérer ensuite les deux biellettes longues et les deux doigts pour obtenir l'assemblage final (attention à ne pas sur-contraindre l'assemblage : une coaxialité et une concidence suffisent dans la plupart des cas) :



- L'assemblage final doit permettre de fermer la pince en faisant tourner la vis.
- Sauvegarder ensuite l'assemblage (clef USB, boîte mail, etc.), il sera utile pour la dernière séance.

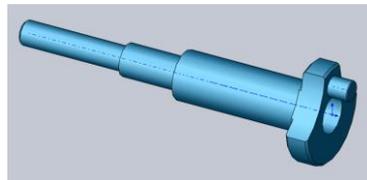
# Bonus : réalisation d'un moteur à explosion simplifié

L'objectif est de réaliser le système ci-contre :

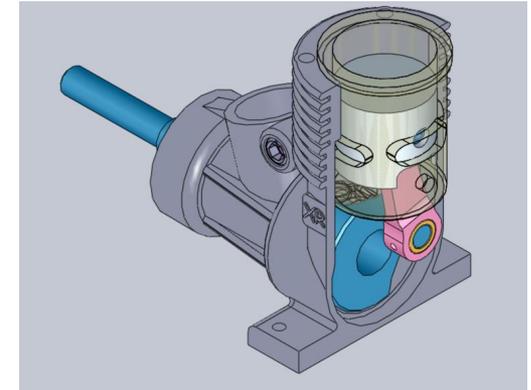
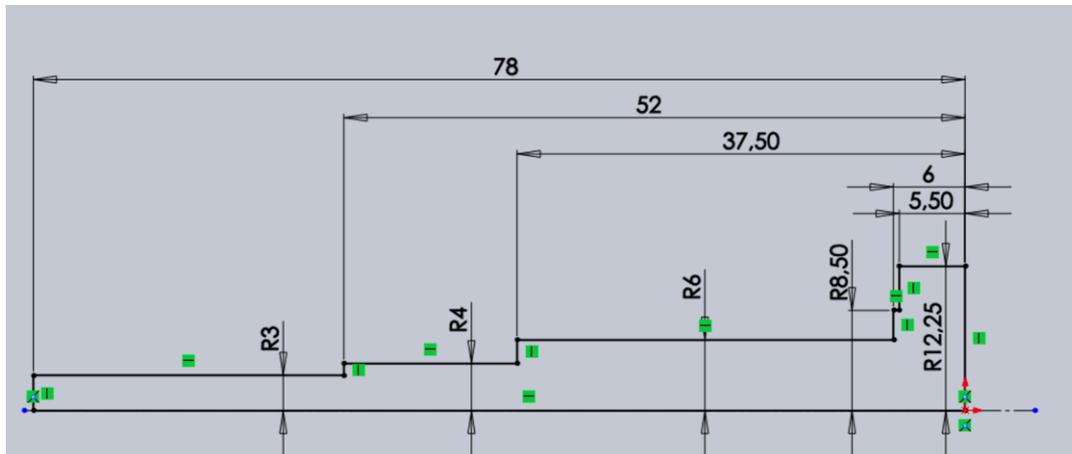
Une partie des pièces ont déjà été conçues (piston, bloc moteur, palier bielle, chemise, roulement à billes 8-22-7, roulement à billes 12-24-6), vous devrez réaliser les 3 pièces manquantes (vilebrequin, la bielle et l'axe du piston).

1. Crée un dossier sur le bureau, il vous servira à stocker vos pièces.

2. Réalisation **vilebrequin**

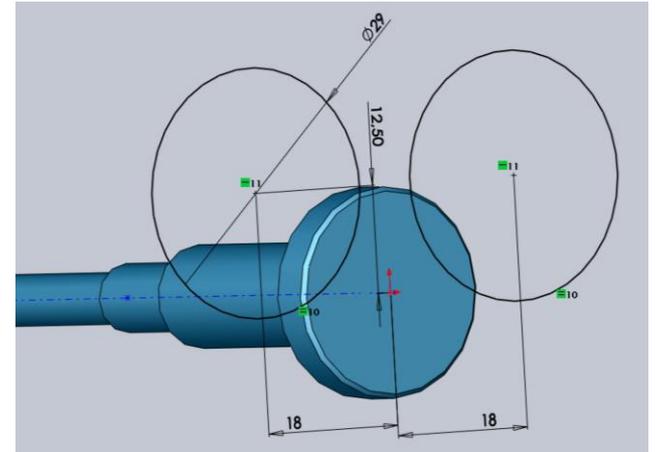
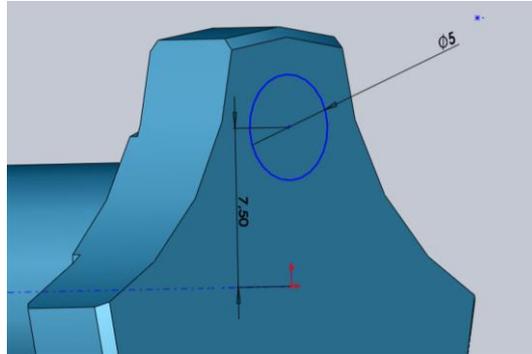


- En partant d'une nouvelle esquisse, effectuer l'esquisse suivante et faire une révolution de cette esquisse :

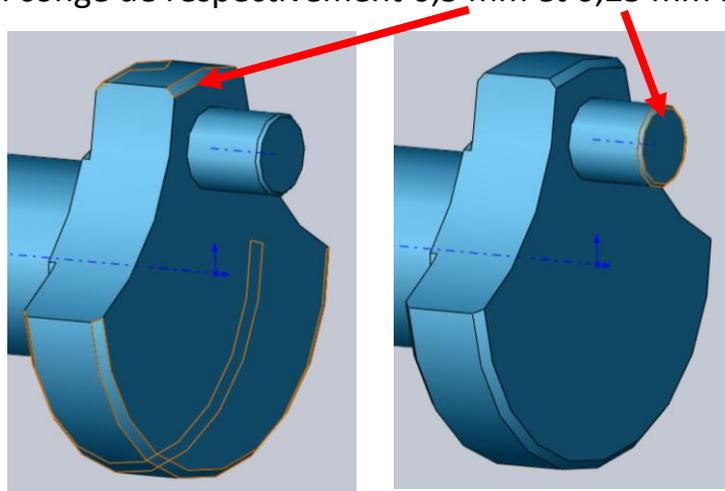


# Bonus : réalisation d'un moteur à explosion simplifié

- Effectuer l'esquisse suivante et faire l'enlèvement de matière selon les deux cylindres :
- Effectuer l'esquisse suivante et faire un bossage de 5 mm :

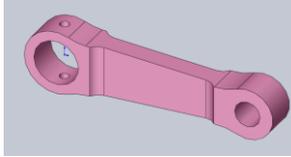


- Finir la pièce en faisant un congé de respectivement 0,5 mm et 0,25 mm :

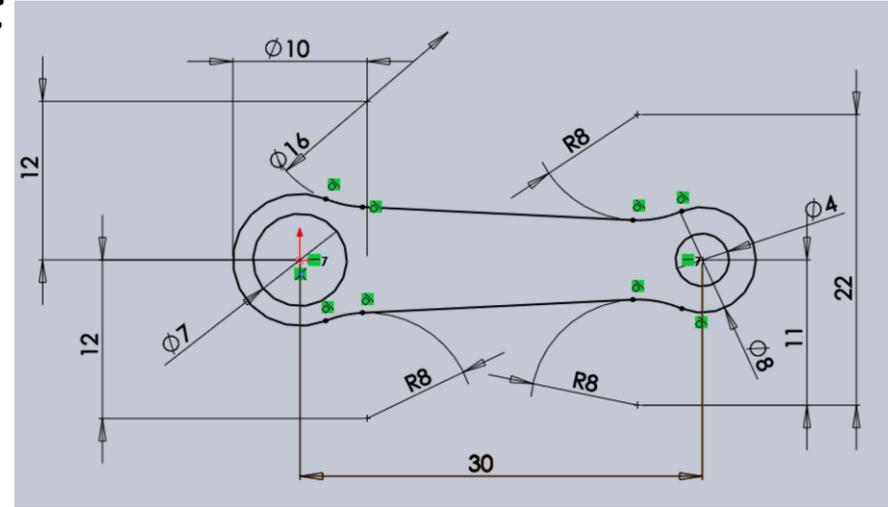


# Bonus : réalisation d'un moteur à explosion simplifié

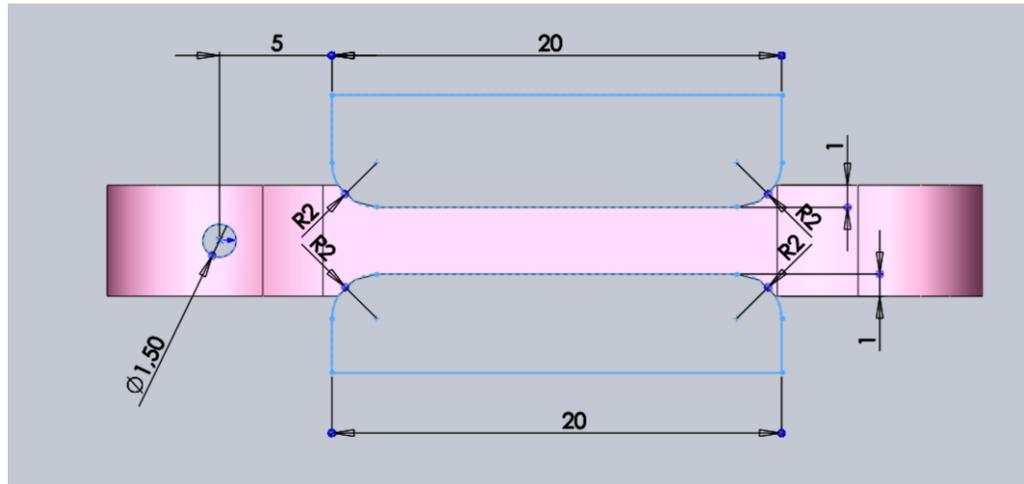
## 3. Réalisation **bielle**



- Effectuer l'esquisse suivante avec une extrusion de 5 mm :



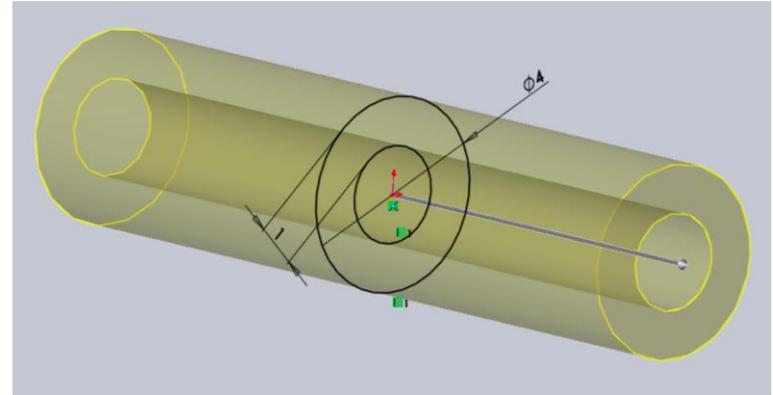
- Faire ensuite la seconde esquisse ci-contre et faire un enlèvement de matière selon cette esquisse :



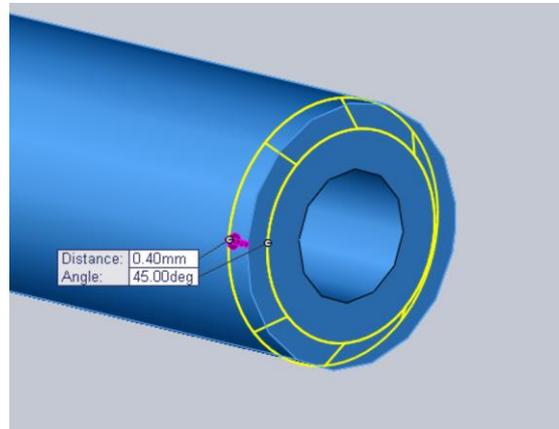
# Bonus : réalisation d'un moteur à explosion simplifié

## 4. Réalisation **axe piston**

- Effectuer l'esquisse suivante avec une extrusion de 17 mm :



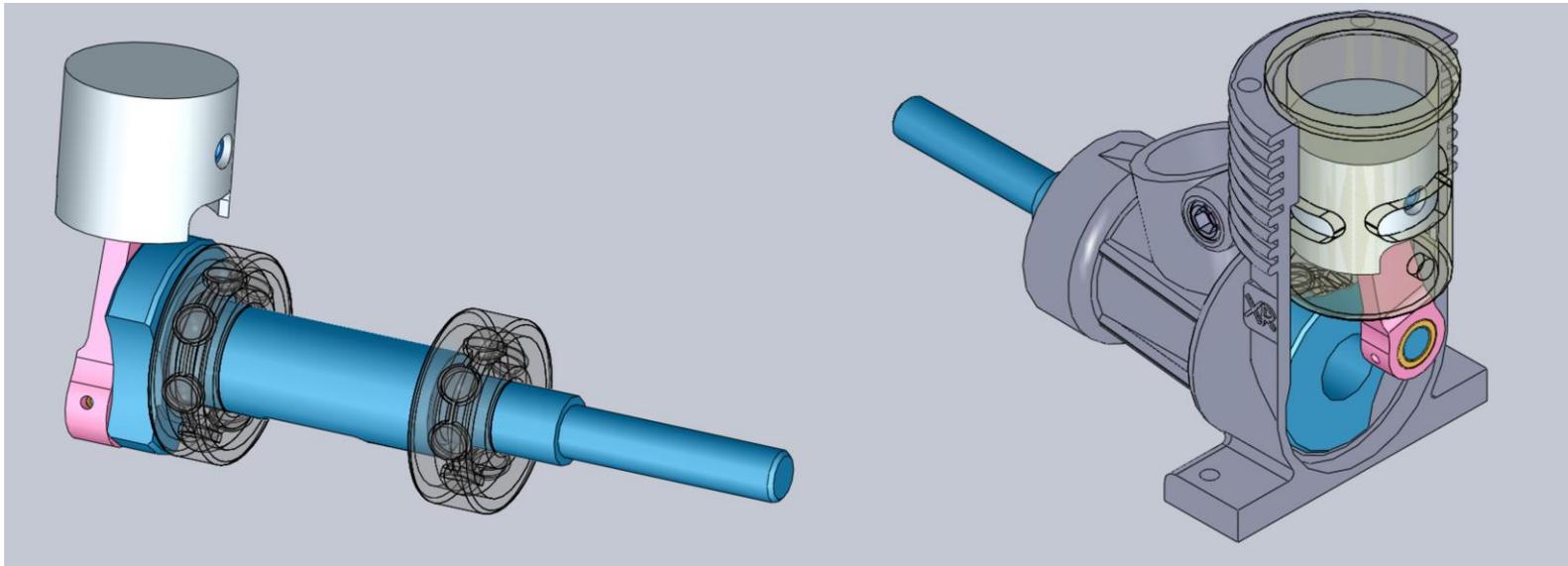
- Finir la pièce en faisant un chanfrein de 0,4 mm sur les 2 bords :



# Bonus : réalisation d'un moteur à explosion simplifié

## 5. Réalisation **assemblage**

- Créer un nouvel assemblage, importer et assembler les pièces du moteur (celles que vous avez réalisé et celles qui sont à télécharger : pièce « piston », pièce « bloc moteur », pièce « palier bielle », pièce « chemise », assemblage « roulement à billes 8-22-7 » et assemblage « roulement à billes 12-24-6 ») pour obtenir le système ci-dessous (vous pouvez vous aider du système réel pour l'assemblage). **Commencer par ouvrir la pièce « bloc moteur » pour l'assemblage.**



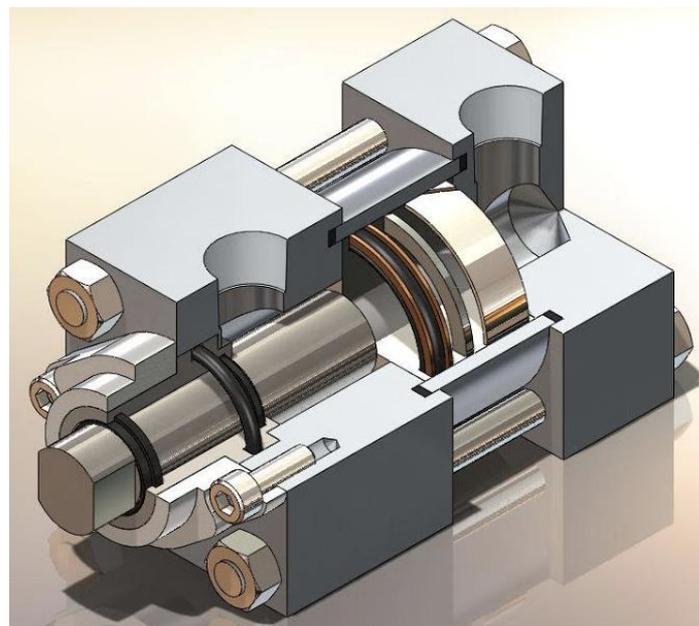
Vue en perspective sans corps du moteur et sans chemise

Vue en perspective de l'assemblage final

- Lorsque vous tournez le vilebrequin, le piston est censé monter et descendre.



# Découverte SolidWorks Séance 3



# Objectifs et modalités série de TP



- Représenter une pièce sur un modèleur 3D à partir d'un dessin de définition
- Assembler des pièces modélisées en les associant avec des contraintes



Séance #1    Prise en main SolidWorks et réalisation  
1h            volumes élémentaires

Séance #2    Assemblages et contraintes  
1h

|                 |  |
|-----------------|--|
| Séance #3<br>2h | Mise en mouvement de mécanisme et analyse<br>des résultats |
|-----------------|--|

# Séance #3

L'objectif de cette séance est de paramétrer avec Meca3D les systèmes préalablement assemblés afin d'étudier leur fonctionnement et notamment la loi entrée-sortie de ces mécanismes.



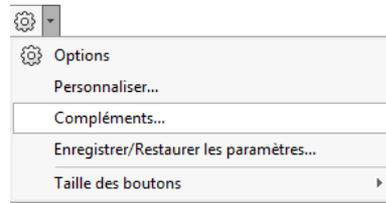
# Démarrage Meca3D



Si le plug-in Meca 3D ne s'affiche pas ici :  suivre la procédure suivante :

1. Cliquer, dans la barre de menu supérieure sur le menu déroulant du bouton « Option » : 

2. Cliquer sur « Compléments ... » :



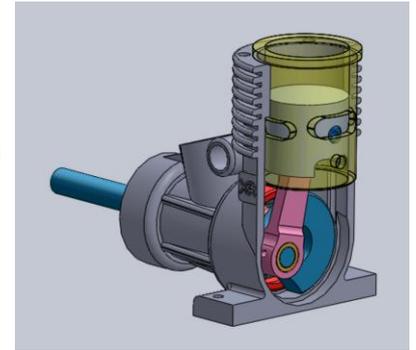
3. Une liste des compléments de SolidWorks apparaît. Dans la fin de la liste, cocher la case de gauche et de droite du complément « Meca3d v18 » puis valider.

4. Si cette étape n'est pas réalisée, il ne sera pas possible de mettre en mouvement le mécanisme une fois l'assemblage terminé.

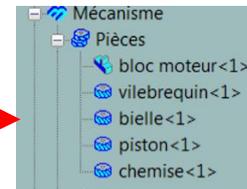
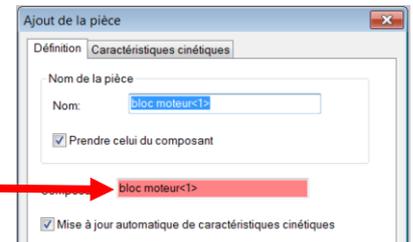
5. Cliquer sur nouveau document, puis « Assemblage ».

6. **Penser à sauvegarder très régulièrement le travail sur le Bureau car SolidWorks bug régulièrement et tout le travail non sauvegardé sera perdu.**

# Création assemblage Meca3D

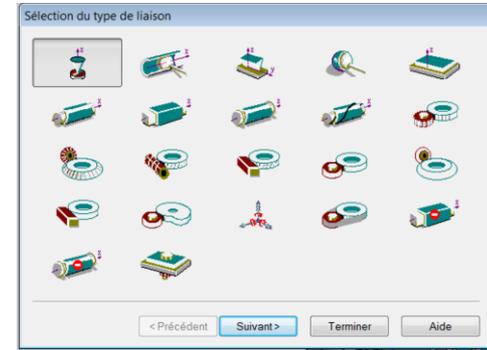
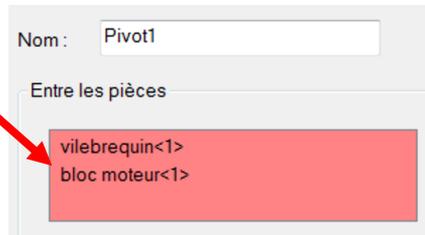


- Ouvrir l'assemblage du moteur à explosion sur cahier de prépa.
- Déterminer les 5 liaisons cinématiques entre les classes d'équivalence suivantes : bloc moteur, chemise, vilebrequin, bielle + palier\_bielle, piston + axe\_piston.
- Ouvrir l'onglet Meca3D. Il faut maintenant que Meca3D reconnaisse les pièces réalisées : clique droit sur « Pièces » puis Ajouter. Si l'onglet Meca3D n'apparaît pas, il faut aller dans Outils > compléments puis cocher la case Meca3D « à l'ouverture de SolidWorks ». Re-ouvrir ensuite l'assemblage.
- Cliquer ensuite sur le bloc moteur, puis « Ajouter ».
- **Attention** : dans Meca3D la première pièce ajoutée correspond au bâti (symbole  ). On veillera donc à ajouter EN PREMIER la pièce qui servira de référence à notre système.
- Effectuer la même opération pour les 4 autres pièces.
- Vous devriez alors avoir l'arbre des pièces ainsi

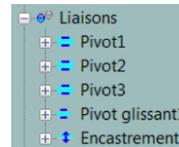


# Création des liaisons

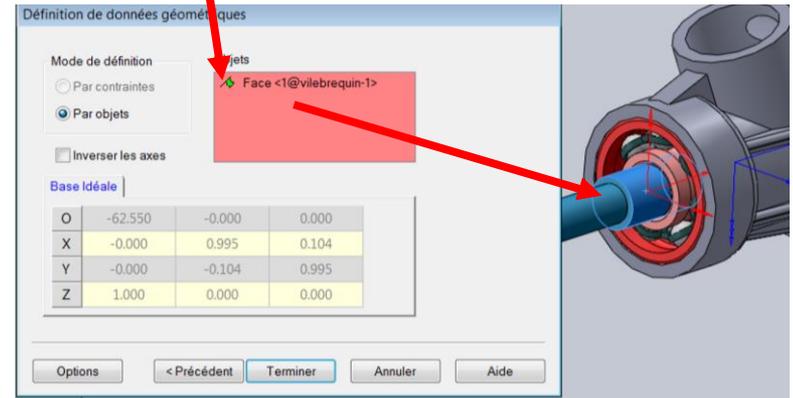
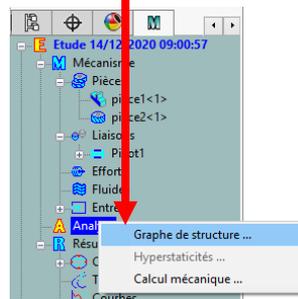
- Il faut maintenant que Meca3D reconnaissent les liaisons entre les pièces : clique droit sur « Liaison » puis Ajouter. Un menu apparaît. Il est possible de choisir parmi 23 Liaisons (10 normalisées et 13 non-normalisées).
- Sélectionner ensuite la liaison souhaitée puis cliquer sur Suivant :
- Puis sélectionner les pièces souhaitées



- Sélectionner ensuite les surfaces de contact entre les classes d'équivalence (un drapeau vert doit apparaître).
- Effectuer la même opération pour les autres liaisons.
- Vous devriez alors avoir l'arbre des liaisons ainsi :



- En cliquant (clique droit) sur Analyse puis Graphe de structure, vous pouvez vérifier si les liaisons créées sous Meca3D correspondent à votre graphe de liaisons.



# Etude cinématique

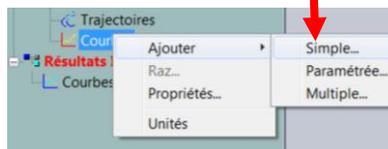
- L'étude peut maintenant se faire : clique droit sur analyse, puis cliquer sur « Calcul mécanique »

- Sélectionner ensuite la liaison en entrée sur le système (ici liaison vilebrequin/bâti)

- Puis entrer les paramètres suivants :

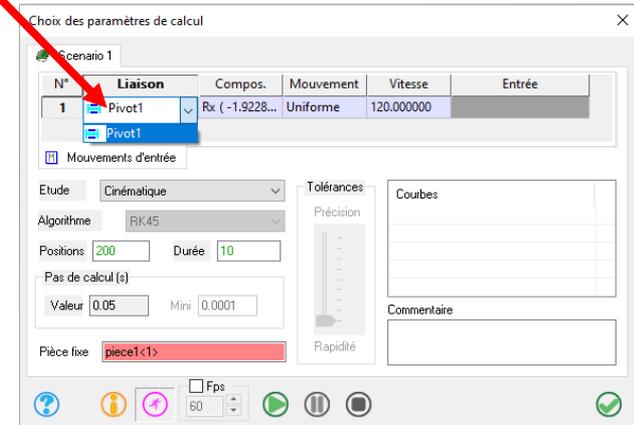
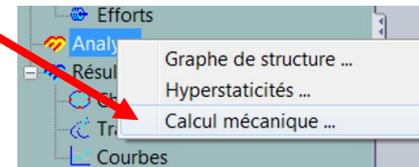
- Vitesse : 100 tr/min
- Nombre de positions : 100
- Durée du mouvement : 2 sec
- Appuyer sur le bouton  pour visualiser le mouvement du mécanisme lors du calcul.
- Cliquer ensuite sur Calcul  puis  pour quitter.

- Clique droit sur Courbes, puis Ajouter/Simple



- Différents résultats sont possibles :

- « Pièces » permet d'afficher la position, vitesse ou accélération d'une pièce (selon les trois axes et leur norme), en Rotation et/ou Translation.
- « Liaisons » permet d'afficher la position, vitesse ou accélération au niveau de la liaison (selon les trois axes et leur norme), en Rotation et/ou Translation.
- « Efforts » (pour une étude statique) permet d'afficher la résultante et/ou le moment d'une liaison (selon les trois axes et leur norme).
- « Trajectoires » permet d'afficher la trajectoire d'un point, en position, vitesse ou accélération, appartenant à une pièce (selon les trois axes et leur norme), en Rotation et/ou Translation.



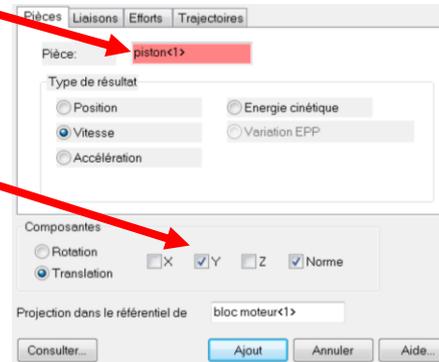
# Affichage courbe

-Sélectionner la pièce en sortie (ici le piston)

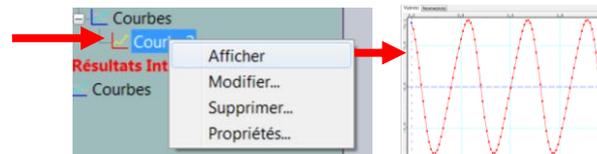
-Puis sélectionner les composantes:

-Translation, vecteur Y uniquement

-Cliquer sur Ajout (ou consulter)

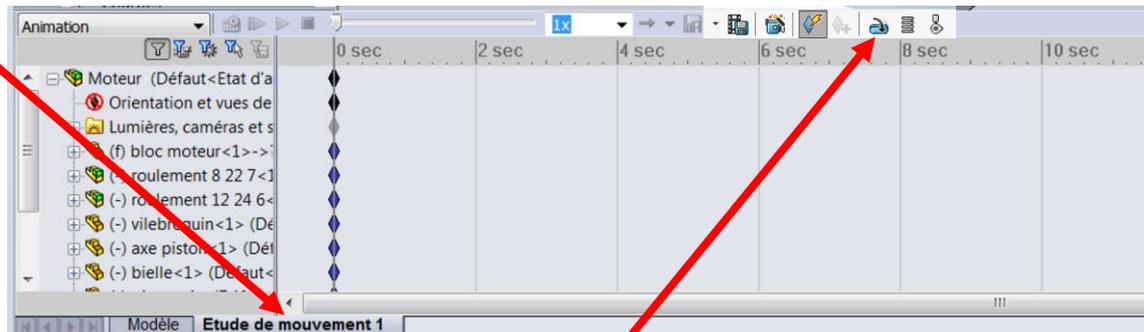


Vous pouvez alors afficher la courbe créée :



# Mise en mouvement

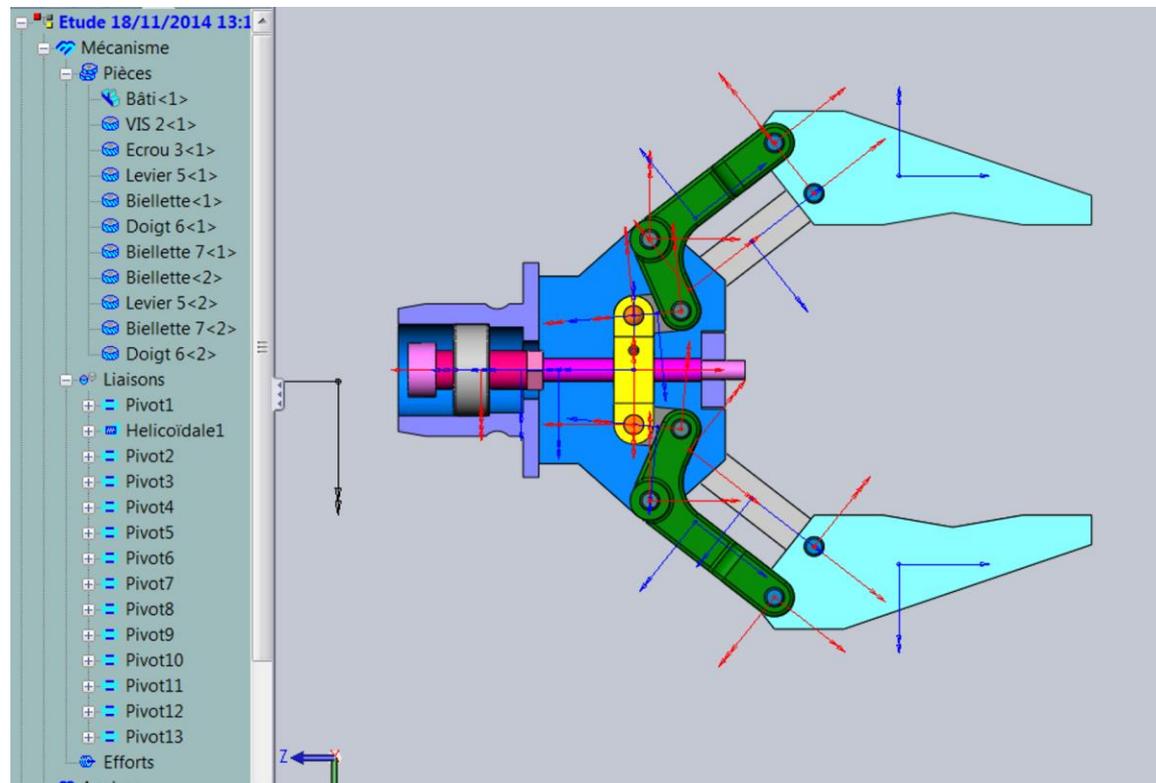
- La courbe obtenue permet alors d'étudier l'évolution de la sortie (ici la vitesse de translation du piston) en fonction du temps, pour une vitesse de rotation du vilebrequin imposée.
- Il est également possible d'enregistrer une vidéo du système en mouvement, cliquer sur « Etude de mouvement »



- Ajouter ensuite un moteur virtuel en cliquant sur cet icône
- Sélectionner ensuite le vilebrequin et imposer une vitesse de rotation de 100 tr/min
- Modifier les paramètres  en mettant à 30 le nombre d'images par seconde.
- Cliquer ensuite sur  pour lancer la simulation puis  pour enregistrer la vidéo de la simulation (inscrire 30 images/seconde).
- Vous pouvez supprimer l'ensemble des fichiers une fois l'étude finie.

# Mise en mouvement (bonus)

- Effectuer la même démarche avec la pince (assemblage effectué lors de la séance précédente).
- Vous devriez alors avoir l'arbre des pièces et des liaisons ainsi :

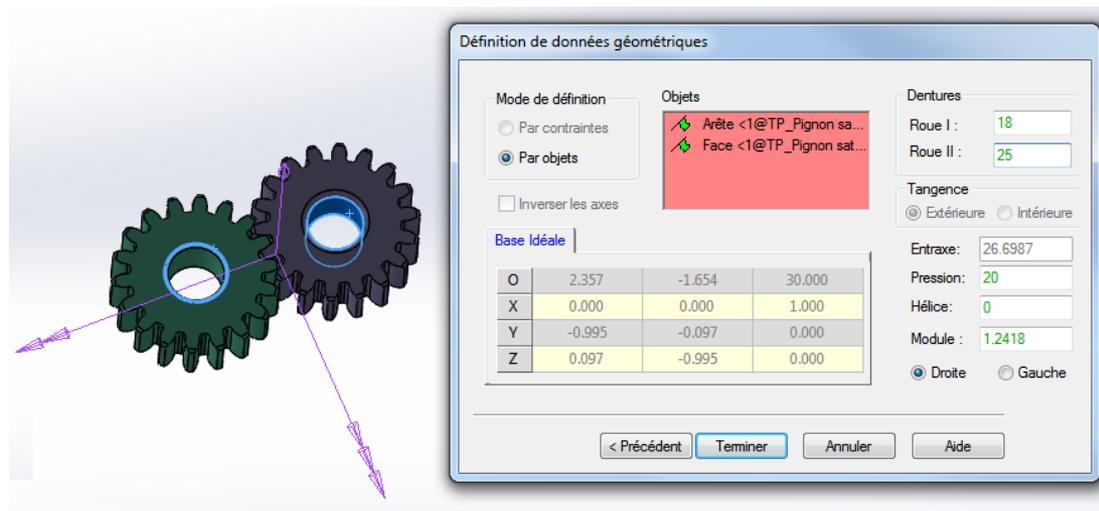


- Supprimer l'ensemble des fichiers une fois l'étude finie.

# Complément : engrenage

Pour la liaison engrenage : 

- Choisir les deux pièces qui engrènent.
- Pour les objets à sélectionner, il faut sélectionner l'axe de chaque roue dentée. Pour cela, il est possible de sélectionner soit une surface cylindrique soit un cercle, ayant pour axe celui de la roue sélectionnée. En maintenant la touche Ctrl du clavier, on peut sélectionner la surface sur la deuxième roue.
- Indiquer le nombre de dents de chaque roue et si nécessaire l'angle de pression et/ou l'orientation du pas.

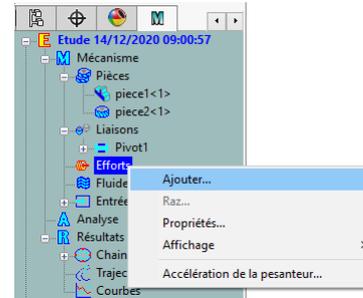


Remarque : La roue I correspond à la première pièce saisie.

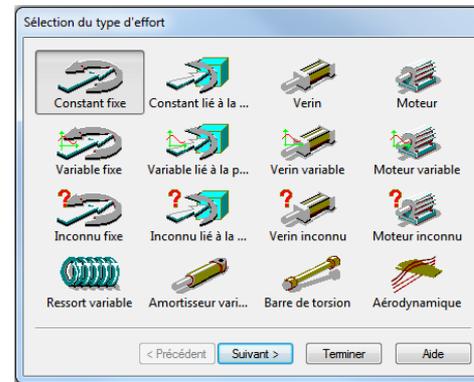
# Complément : étude actions mécaniques 1/2

Pour ajouter une action mécanique :

- Cliquer (clic droit) sur « Efforts » puis « Ajouter... » :



- Un menu apparaît. Il est possible de choisir parmi 16 Actions Mécaniques différentes :



Pour chacune, il est possible de :

- Donner la valeur de l'action mécanique entre deux pièces ou au niveau d'une liaison (Vérin ou Moteur).
- Rentrer une valeur variable issue d'une courbe préalablement rentrée.
- Chercher à déterminer la valeur d'une action mécanique (Vérin inconnu ou Moteur inconnu).

Remarque : Les actions mécaniques de type Vérin ou Moteur (mais aussi Ressort et Amortisseur) correspondent à des actions mécaniques entre deux pièces. Les autres actions mécaniques correspondent à des actions s'appliquant sur une seule pièce.

# Complément : étude actions mécaniques 2/2

Remarque : On vérifiera bien que le mécanisme est isostatique. Si tel n'est pas le cas, il est peut-être nécessaire de revoir la modélisation des liaisons dans notre mécanisme afin de le simplifier et/ou d'empêcher certains mouvements inutiles.

- Lancer l'analyse.
- Choisir le type d'étude : Statique.
- Choisir le mouvement pilote (entrée du système), la position d'origine et la position finale.
- Lancer la simulation

Pour afficher les courbes d'effort, cliquer (clic droit) sur « Résultats <Scénario 1> » puis cliquer sur le sous menu « Courbes » puis « Simples ... ». Sélectionner « Efforts ». Sélectionner la résultante et/ou le moment d'une liaison (selon les trois axes et leur norme) pour étudier sa variation au cours du mouvement.