



# 02 – Explorer Sketcher

FreeCAD 1.0.2- 04/02/2026



**Auteur(s)** – mél : dominique.lachiver @ lachiver.fr

web : <https://lachiver.fr/>

Extrait du Parcours guidé FreeCAD : [version web](#)  - [version papier](#)  -

Réalisé avec [Scenari Dokiel](#)  ;

**Licence** –



# Table des matières

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Introduction                                                                                                       | 4  |
| <b>1. Interface de Sketcher</b>                                                                                    | 5  |
| <b>1.1. Géométries &amp; contraintes</b>                                                                           | 5  |
| <b>1.2. Contrainte Dimension</b>  | 8  |
| <b>2. Concepts spécifiques</b>                                                                                     | 11 |
| <b>2.1. Degrés de liberté</b>                                                                                      | 11 |
| <b>2.2. Contraintes automatiques</b>                                                                               | 13 |
| <b>2.3. Contraintes redondantes</b>                                                                                | 18 |
| <b>2.4. Fermeture des esquisses</b>                                                                                | 22 |
| <b>3. TP 2-1</b>                  | 25 |
| <b>4. TP 2-2</b>                  | 31 |
| <b>5. Géométries de construction</b>                                                                               | 39 |
| <b>6. TP2-4</b>                   | 48 |

# Introduction

- Comme nous l'avons vu précédemment, la création d'esquisses est une **étape clef** dans le processus de modélisation paramétrique ;
- Avant d'aborder la modélisation de solides complexes, avec plusieurs esquisses successives, nous allons détailler la création d'esquisses dans l'atelier  ;

# 1. Interface de Sketcher

## Esquisse

≈ Sketch

Une esquisse  est un **ensemble de géométries 2D** (lignes, arcs, cercles, B-splines, points, etc.) contraintes par des règles **géométriques** (parallélisme, perpendicularité, coïncidence, tangence, symétrie ...) et **dimensionnelles** (longueurs, rayons, angles, distances...);

L'esquisse sert de profil de référence pour créer des objets 3D via des fonctions paramétriques (protrusion, cavité, révolution, balayage, lissage...)

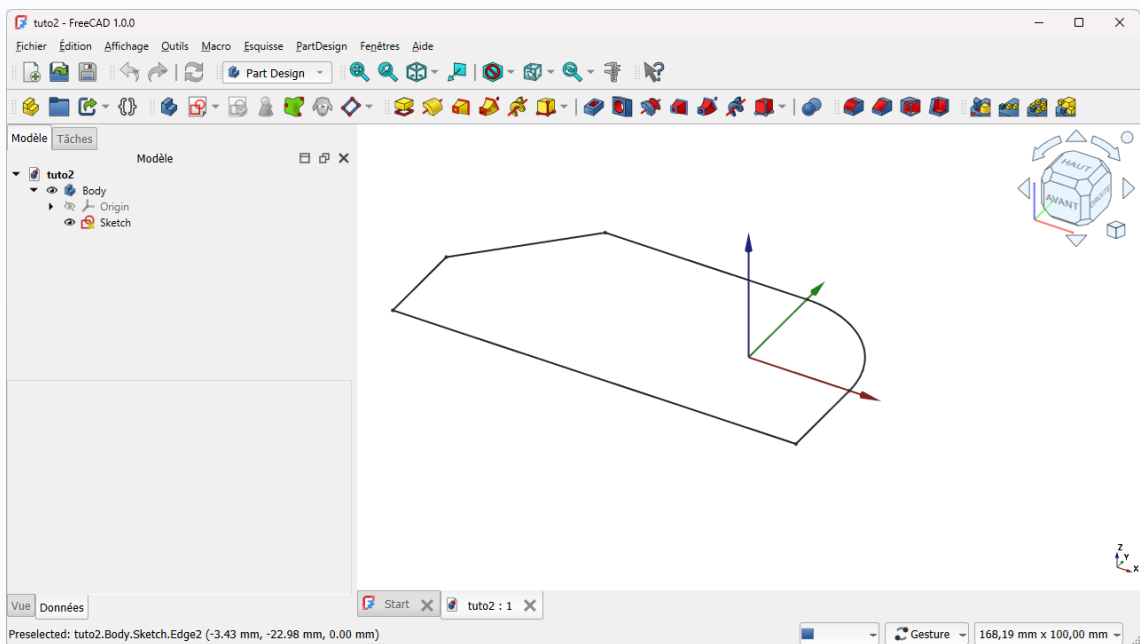
## 1.1. Géométries & contraintes

### Objectifs

- Identifier les principales commandes de l'atelier Sketcher  permettant de créer des géométries et de les contraindre ;

### Tâches à réaliser

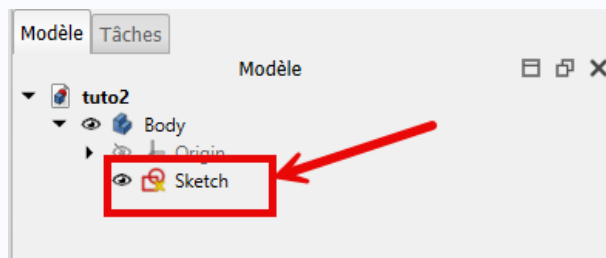
- Dans FreeCAD, si nécessaire, refermer les documents ouverts précédemment ;
- Télécharger le fichier [tuto2.FCStd](#) sur votre ordinateur ;
- Ouvrir ce document  `tuto2.FCStd` dans FreeCAD ;



Document tuto2

- Enregistrer ce document sous le nom  `xxtuto2.FCStd`, **xx** représentant vos initiales, à l'aide de la commande  **Fichier → Enregistrer Sous...** ;

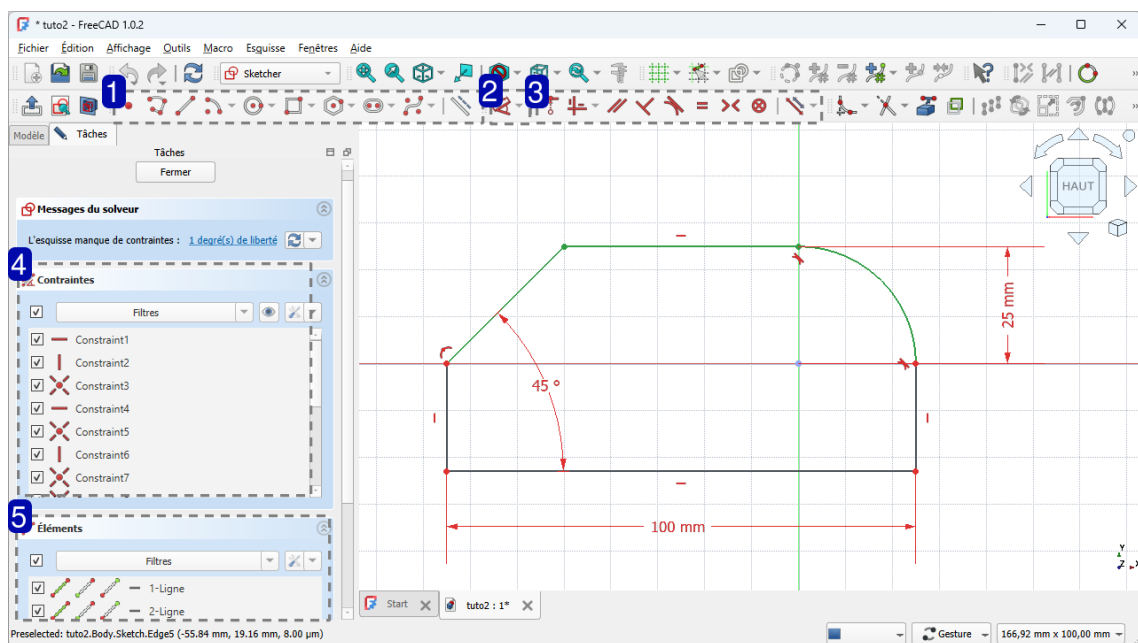
- Sélectionner l'onglet **Modèle** de la vue combinée ;
- Double-cliquer sur l'élément  Sketch pour l'afficher dans l'atelier  Sketcher ;



*Esquisse Sketch dans Body*

- A l'aide de la capture d'écran ci-dessous, identifier les principaux éléments relatifs aux géométries et aux contraintes de l'atelier Sketcher  ;

## Interface de l'atelier Sketcher



### 1. Géométries d'esquisse



Barre d'outils permettant d'ajouter des géométries à l'esquisse :  Point,  Polyligne,  Ligne,  Arc,  Cercle,  Rectangle,  Triangle,  Trou oblong,  B-Spline ;

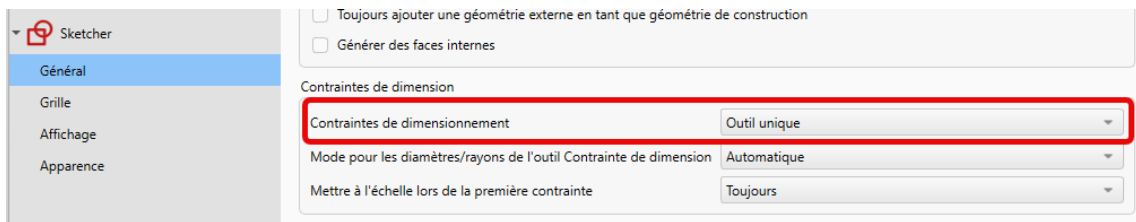
### 2. Contrainte Dimension



Bouton déroulant permettant d'ajouter des contraintes dimensionnelles ;

## ⚠ Si vous ne voyez pas le bouton :

- Sélectionner la commande  Édition → Préférences puis la rubrique Sketcher  → Général et vérifier que les **contraintes de dimensionnement** est réglée à  Outil unique ;



Réglage des contraintes des dimensions

### 3. Contraintes géométriques



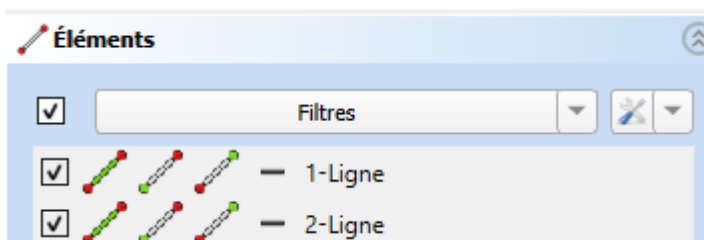
Barre d'outils permettant d'ajouter des contraintes géométriques :  Coïncidence,  Horizontale / Verticale,  Parallèle,  Perpendiculaire,  Égalité,  Tangence,  Symétrie,  Blocage ;

### 4. Panneau Contraintes



Liste des contraintes saisies dans l'esquisse : le menu contextuel (clic droit) permet notamment de supprimer une contrainte ;

### 5. Panneau Éléments



Liste des géométries de l'esquisse : le menu contextuel (clic droit) permet notamment de supprimer une géométrie ;

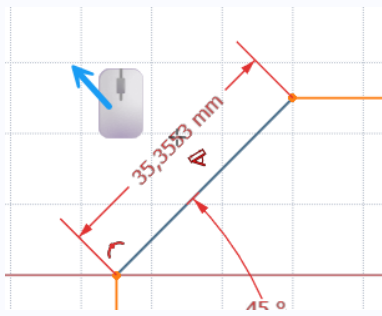
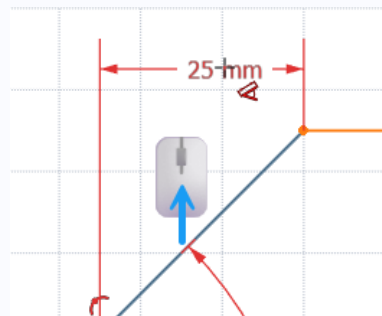
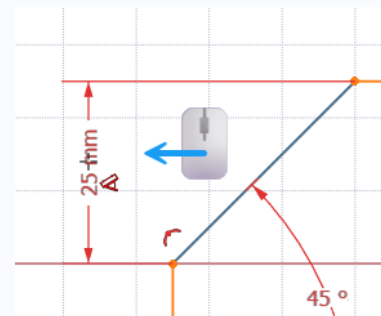
## 1.2. Contrainte Dimension

### Objectifs

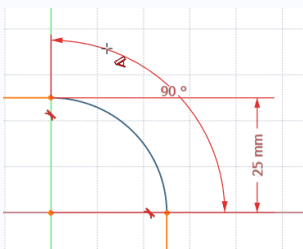
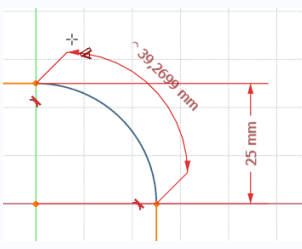
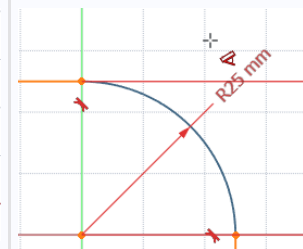
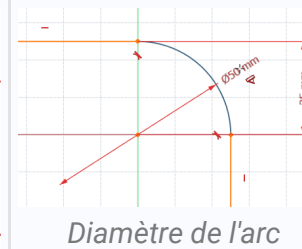
- Utiliser la [contrainte Dimension](#)  W ;

### Tâches à réaliser

- Si nécessaire, ouvrir  xxtuto2 dans FreeCAD et afficher l'esquisse  Sketch dans l'atelier  Sketcher  ;
- Sélectionner la commande contrainte Dimension , puis cliquer gauche sur la ligne inclinée et déplacer le pointeur de la souris suivant le sens de la flèche bleue ci-dessous et vérifier que vous pouvez saisir au choix :

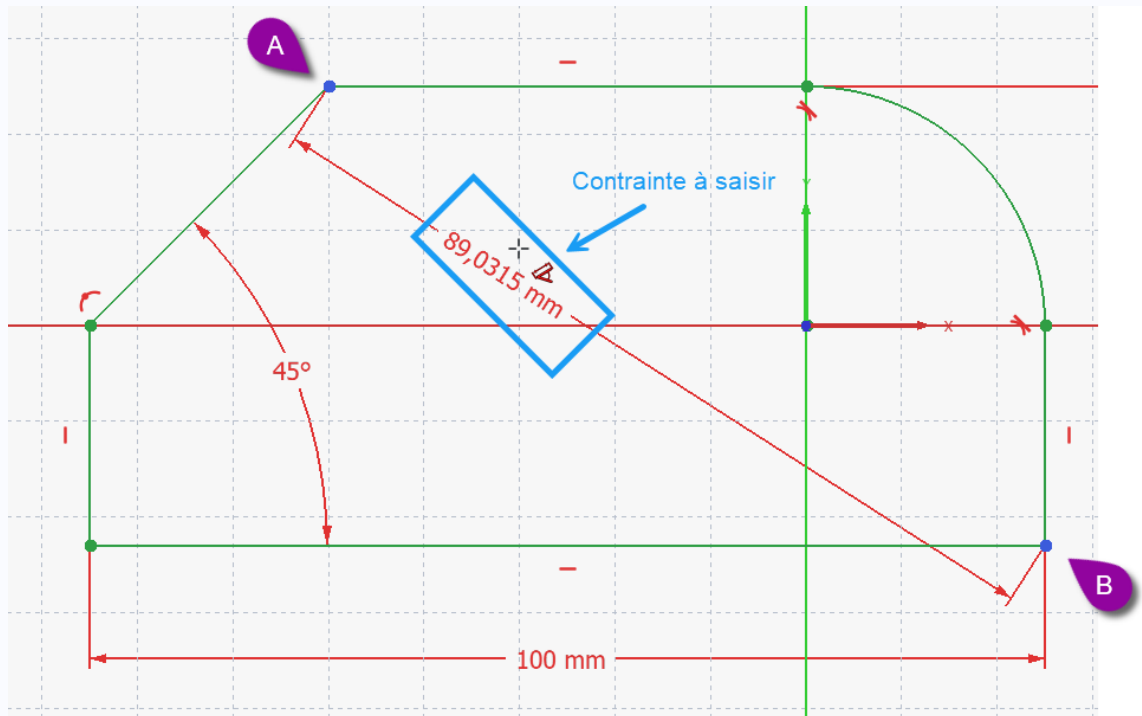
| Longueur de la ligne  | Longueur horizontale  | Longueur verticale  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      |                     |                    |

- Appuyer deux fois sur la touche **Échap** pour annuler la commande en cours ;
- Sélectionner à nouveau la commande , puis cliquer gauche sur l'arc de cercle et appuyer plusieurs fois sur la touche **M** : vérifier que vous pouvez saisir au choix :

| Angle              | Longueur de l'arc     | Rayon de l'arc    | Diamètre de l'arc     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>Angle de l'arc | <br>Longueur de l'arc | <br>Rayon de l'arc | <br>Diamètre de l'arc |

- Appuyer deux fois sur la touche **Échap** pour annuler la commande en cours ;

- Saisir la contrainte dimensionnelle  de 90 mm entre les deux points A et B ci-dessous :



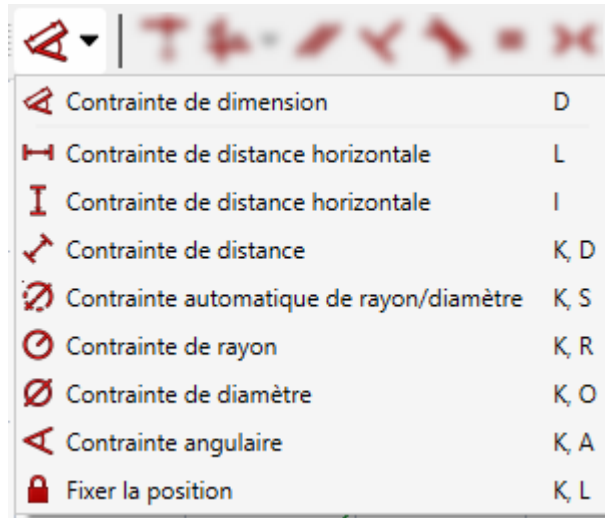
- Annuler cette dernière action à l'aide du raccourci clavier **Ctrl Z** (ou **⌘ Z** sous  ) ;

### Pour saisir la contrainte de longueur entre deux points :

- Cliquer successivement sur chaque point,
- Cliquer sur la contrainte de dimension  (ou appuyer sur la touche **D**),
- Déplacer la souris pour placer et sélectionner la contrainte souhaitée :  dimension horizontale,  dimension verticale,  distance ;

## 💬 En cas de difficultés avec la commande contextuelle

- Il est toujours possible de cliquer sur le ▼ du bouton  et de sélectionner directement la contrainte dimensionnelle souhaitée ;



*Bouton déroulant de contrainte de dimension*

## 💡 Quelques raccourcis de l'atelier Sketcher à retenir !

- **Échap** : Annuler la commande/ Annule la sélection / quitter l'atelier Sketcher  ;
- **Ctrl Z** : Annuler (Undo) la dernière action ;
- **D** : lance la commande contrainte Dimension  ;

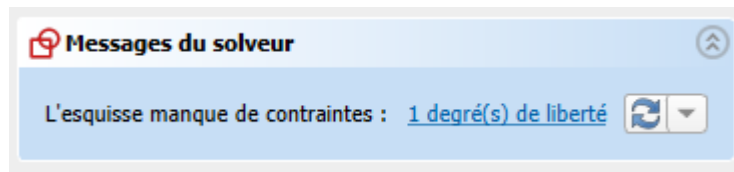
## 2. Concepts spécifiques

Avant pratiquer l'atelier Sketcher , nous allons découvrir quelques concepts propres à cet atelier :

### 2.1. Degrés de liberté

#### Objectifs

- Comprendre les messages du solveur de l'atelier Sketcher  ;



Panneau Messages du solveur

#### Degré De Liberté (ddl) en mécanique

$\simeq$  Degrees Of Freedom (dof)

Dans l'espace, un solide rigide libre possède 6 ddl :

- 3 en translation axe **Ox**, axe **Oy**, axe **Oz**,
- 3 en rotation autour respectivement des axes **Ox**, **Oy**, **Oz**.

Dans un plan **Oxy**, un solide plan rigide contenu dans ce plan, libre possède 3 ddl :

- 2 en translation : axe **Ox**, axe **Oy**,
- 1 en rotation : autour de l'axe **Oz** perpendiculaire au plan **Oxy**

#### Dans une esquisse de l'atelier Sketcher

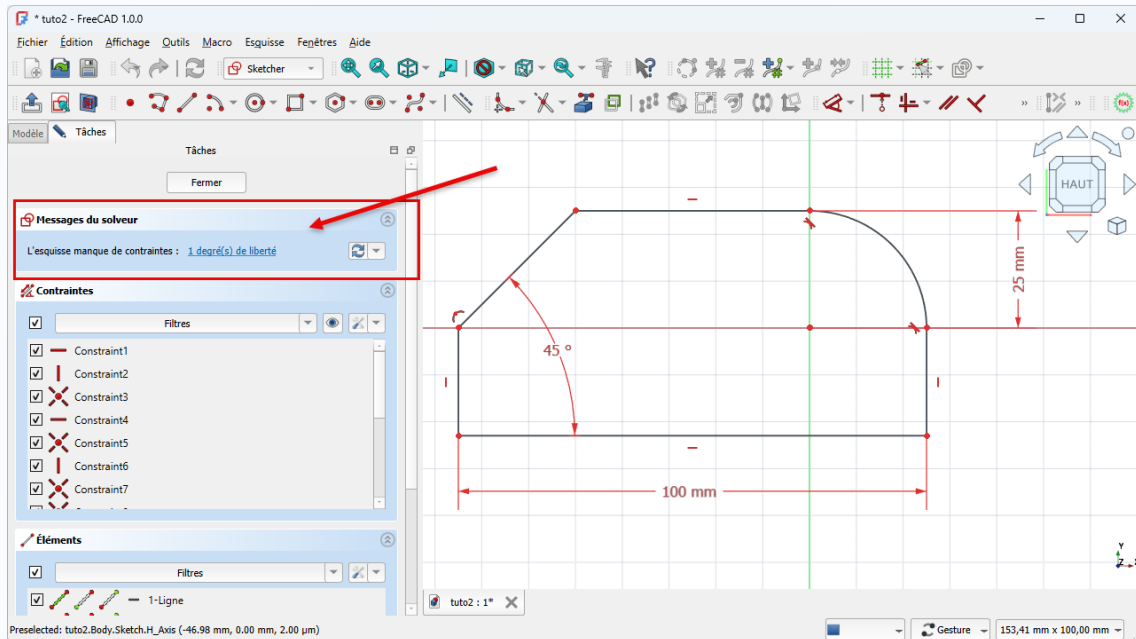
- un point libre possèdent 2 ddl (2 en translation : axe **Ox**, axe **Oy**) ;
- une ligne définie par deux points libres : 2 fois 2 ddl soit 4 ddl ;
- une ligne définie par deux points libres mais de longueur fixe : 3 ddl (2 en translation : axe **Ox**, axe **Oy**, 1 en rotation autour de l'axe **Oz** perpendiculaire au plan **Oxy** : on retrouve le nombre de ddl d'un solide plan contenu dans un plan ;

#### Dans l'atelier Sketcher

- Une esquisse « **entièrement contrainte** » ne possède plus de ddl : elle est parfaitement définie ;
- Une esquisse qui « **manque de contraintes** » possède encore des ddl : certains points de l'esquisse peuvent encore **se déplacer** et donc l'esquisse n'est pas parfaitement définie ;
- Une esquisse avec « **Contraintes redondantes** » a des contraintes **sur-abondantes** inutiles voire en conflit par rapport à d'autres contraintes ;

## Tâches à réaliser

1. Si nécessaire, ouvrir  xx tuto2 dans FreeCAD et afficher l'esquisse  Sketch dans l'atelier  Sketcher  ;
2. Quel est le message du solveur ?



Message du solveur

3. Cliquer sur la ligne horizontale de 100 mm et vérifier que vous pouvez la déplacer verticalement ;
4. Cliquer sur la contrainte d'angle 45 ° pour la sélectionner et appuyer sur la touche **Suppr** ;
5. Quel est le message du solveur ?
6. Cliquer gauche et maintenir appuyé sur la ligne inclinée pour la déplacer ;
7. Appuyer plusieurs fois sur **CTRL Z** ( **Z** sous  afin d'annuler la suppression de la contrainte d'angle ;
8. Cliquer sur le bord gauche vertical de l'esquisse, cliquer sur le bouton  de la barre d'outils Contraintes , positionner la cote à l'aide de la souris et saisir la longueur 25 mm ;
9. Quel est le message du solveur ?

## + Réponses aux questions ci-dessus

| Questions | Messages du solveur                                                                                                                                                               |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2         |  <b>Messages du solveur</b><br>L'esquisse manque de contraintes : <u>1 degré(s) de liberté</u> |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 |  <b>Messages du solveur</b><br>L'esquisse manque de contraintes : <u>2 degré(s) de liberté</u>         |
| 9 |  <b>Messages du solveur</b><br><b>Esquisse entièrement contrainte</b> <br>L'esquisse se colore en vert |

## En pratique

- A priori, il est souhaitable qu'une esquisse soit entièrement contrainte mais ce n'est pas une obligation absolue pour modéliser un solide.

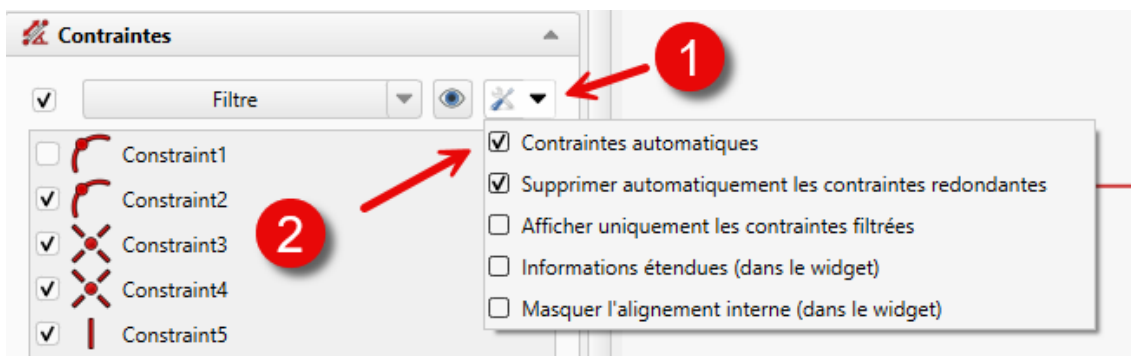
## 2.2. Contraintes automatiques

### Objectifs :

- Comprendre le fonctionnement et l'intérêt du réglage ☒ Contraintes automatiques de l'atelier Sketcher  ;
- Identifier les icônes associées au pointeur de la souris lors de la création d'éléments géométriques ;
- Créer une polyligne<sup>W</sup>  ;
- Créer un arc<sup>W</sup> .

### Contrainte automatique

Dans l'atelier Sketcher , le bouton déroulant du panneau  Contraintes permet d'activer / désactiver le réglage ☒ Contraintes automatiques ; Lorsque ☒ Contraintes automatiques est coché, lors de la création de nouveaux éléments géométriques (lignes, cercles...), certaines contraintes (ligne horizontale, ligne verticale, coïncidence, points sur objet...) seront ajoutées **automatiquement**.



*Contraintes automatiques activées*

## ⚠ Attention

Lorsque ☒ Contraintes automatiques est coché, lors de la création d'un nouvel élément géométrique, avant de cliquer pour définir un point, apparaîtront en rouge le (ou les) symbole(s) de contrainte automatique ;

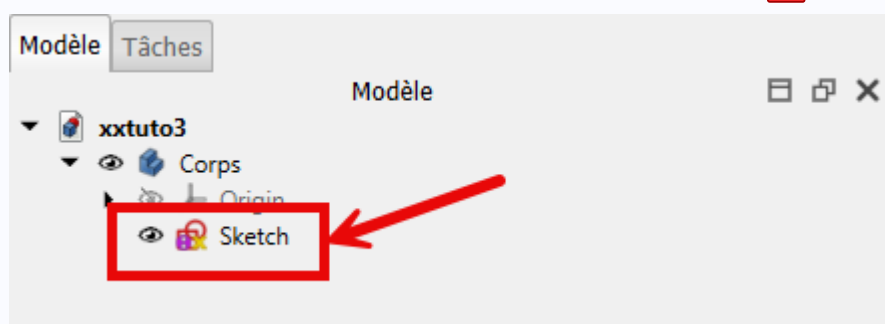
## 📌 A retenir :

Tableau des principales contraintes automatiques

| Icones                                                                                                                            | Contraintes automatiques                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <br>Contrainte de coïncidence<br>Point sur Point | Le point créé coïncidera avec le point existant              |
| <br>Contrainte de coïncidence<br>Point sur Objet | Le point créé appartiendra à la ligne, cercle, arc existant. |
| <br>Contrainte horizontale                       | Le point créé fera que la ligne ainsi créée sera horizontale |
| <br>Contrainte verticale                       | Le point créé fera que la ligne ainsi créée sera verticale   |

## ☑ Tâches à réaliser

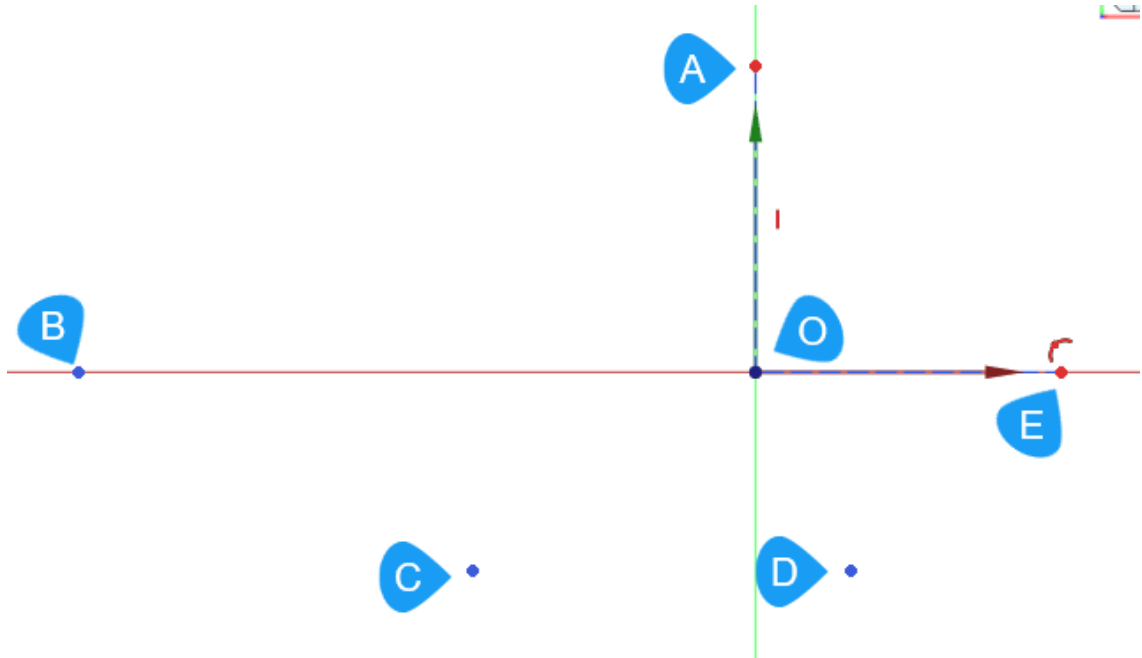
- Dans FreeCAD, si nécessaire, refermer les documents ouverts précédemment ;
- Télécharger et enregistrer le fichier [tuto3.FCStd](#) sur votre ordinateur ;
- Ouvrir ce document  `tuto3.FCStd` dans FreeCAD ;
- Sélectionner l'onglet **Modèle** de la  vue combinée ;
- Enregistrer ce document sous le nom  `xxtuto3.FCStd`, **xx** représentant vos initiales, à l'aide de la commande  Fichier → Enregistrer Sous... ;
- Double-cliquer sur l'élément  Sketch pour l'afficher dans l'atelier  Sketcher ;



## Esquisse Sketch contenu dans Corps

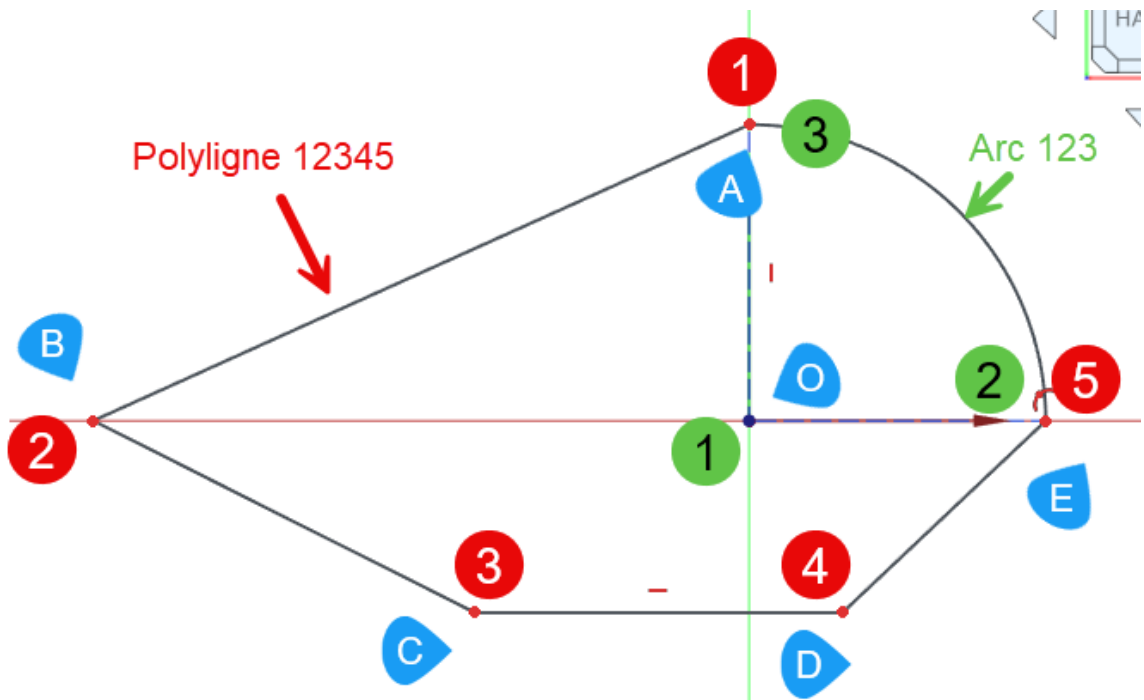
### Explications :

- L'esquisse   Sketch contient uniquement des lignes et points de construction, notamment 5 points notés A B C D E sur la figure ci-dessous :



Contenu initial de l'esquisse

- Nous allons construire l'esquisse ci-dessous constituée d'une polygline  ABCDE et d'un arc  EA, une première fois avec le mode ☒ Contraintes automatiques désactivées, puis une seconde fois avec le mode ☒ Contraintes automatiques activées ;

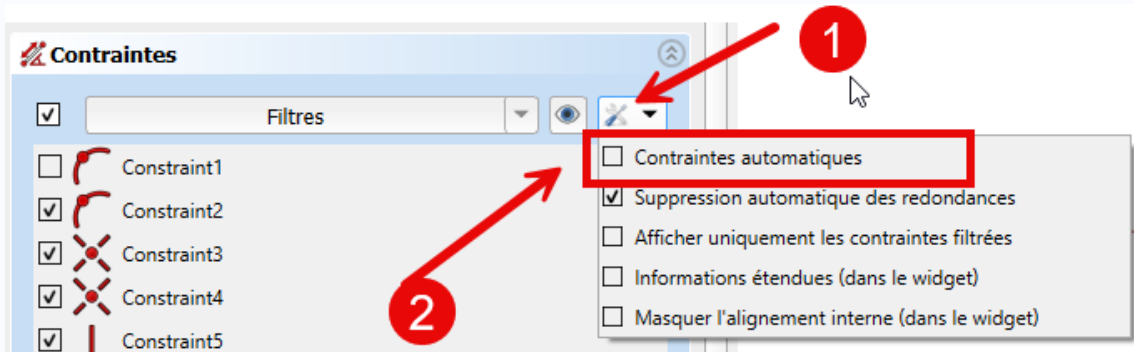


Esquisse complète à créer

## Contraintes automatiques désactivées

### 📋 Tâches à réaliser

- Si nécessaire, ouvrir l'esquisse  Sketch du document  xxtuto3 dans l'atelier  Sketcher ;
- Cliquer sur le bouton déroulant du panneau  Contraintes et décocher ☒ Contraintes automatiques ;

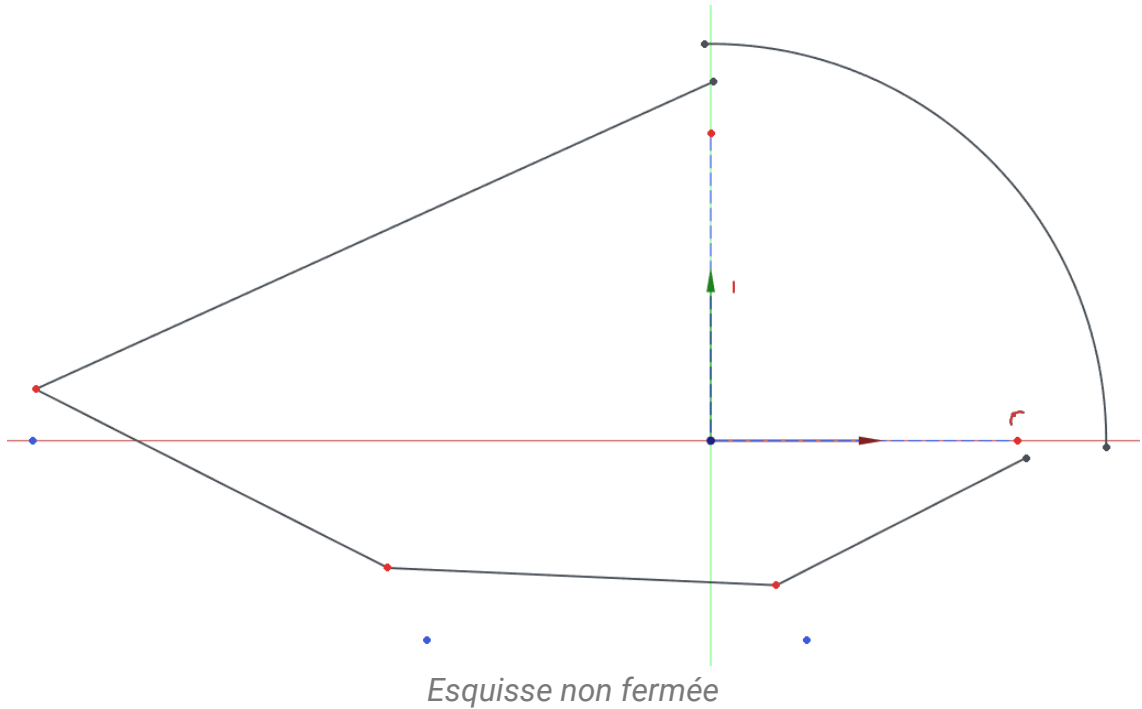


Contraintes automatiques désactivées

- Créer une polyligne  joignant les points A, B, C, D, E, ; (Cliquer **droit** une fois pour arrêter la polyligne puis une seconde fois pour sortir de la commande Polyligne  ) ;
- Créer un arc  en cliquant successivement les points O, E, A ; (Cliquer **droit** pour sortir de la commande Arc  ) ;
- Quel est le message du solveur ?
- Essayer de déplacer l'arc de cercle, puis la polyligne : conclusions.

### 💬 Si vous déplacez l'arc ou la polyligne, vous constatez :

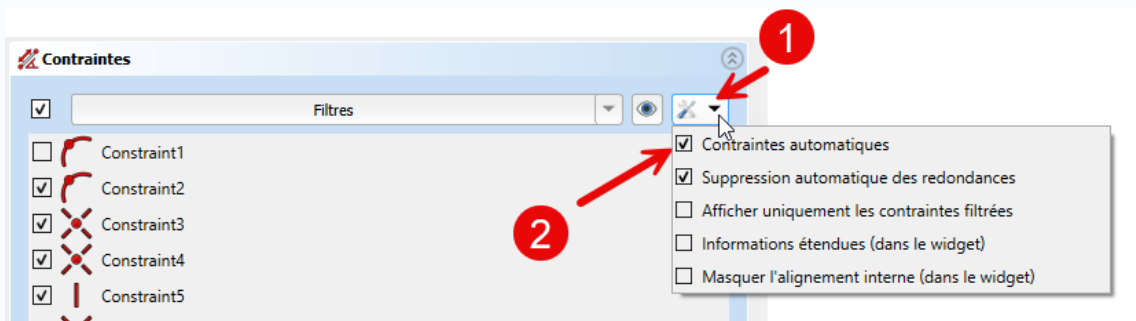
- l'arc n'est pas accroché à la polyligne ;
- tous les segments de la polyligne peuvent se déplacer sans contraintes ;
- idem pour l'arc ;



## Contraintes automatiques activées

### Tâches à réaliser

- Appuyer plusieurs fois sur **CTRL Z** (⌘ Z sous Apple) pour revenir à l'état initial ;
- Cliquer sur le bouton déroulant du panneau **Contraintes** et cocher ☒ **Contraintes automatiques** ;



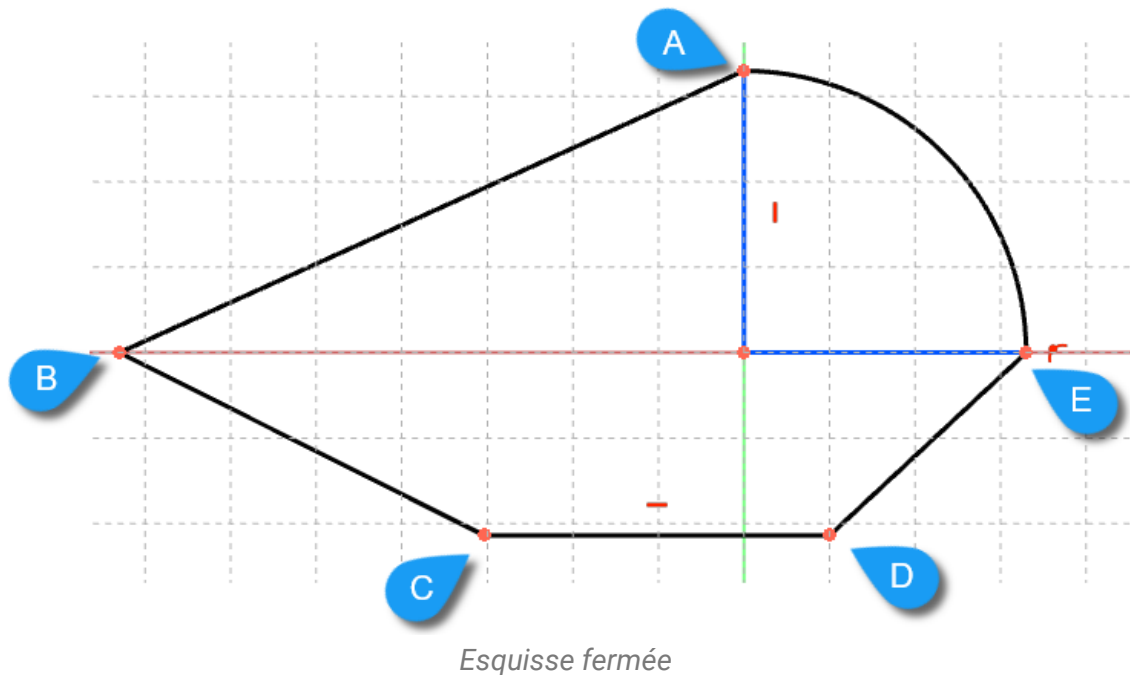
Contraintes automatiques activées

- Créer la polyligne joignant les points A, B, C, D, E, **en observant attentivement le pointeur de la souris** lors de la création de la polyligne : la contrainte de coïncidence doit apparaître à chaque fois ;
- Cliquer **droit** deux fois pour arrêter la polyligne et sortir de la commande Polyligne ;
- Créer l'arc en cliquant successivement les points O, E, A **en observant attentivement le pointeur de la souris** lors de la création de l'arc : la contrainte de coïncidence doit apparaître à chaque fois ;
- Cliquer droit pour sortir de la commande Arc ;
- Quel est le message du solveur ?

- Essayer de déplacer l'arc de cercle, puis la polygline : conclusions.

### Si vous déplacez l'arc ou la polygline, vous constatez :

- l'esquisse est fermée ;
- Le point A se déplace uniquement sur l'axe Y ;
- Le point B se déplace uniquement sur l'axe X ;
- Le segment CD est toujours horizontal ;
- Le point E se déplace uniquement sur l'axe X ;



## Conclusion

### En pratique

- Pour gagner du temps lors de la création des esquisses, je conseille d'utiliser **au maximum** les contraintes automatiques lors de la saisie ;
- Si vous avez loupé une contrainte automatique lors de la saisie, il sera toujours possible de la créer après coup ;
- Au contraire, si vous avez ajouté une contrainte non désirée, vous pourrez la supprimer après coup ;

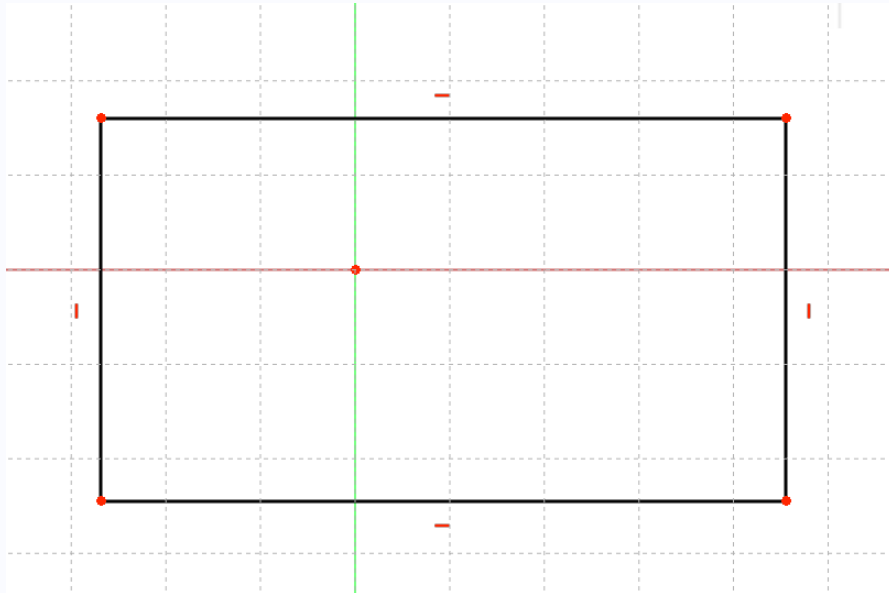
## 2.3. Contraintes redondantes

### Objectifs

- Comprendre et utiliser le réglage ☒ Supprimer automatiquement les contraintes redondantes ;
- Utiliser la géométrie Rectangle<sup>W</sup>  ;
- Utiliser la contrainte Symétrie<sup>W</sup>  ;

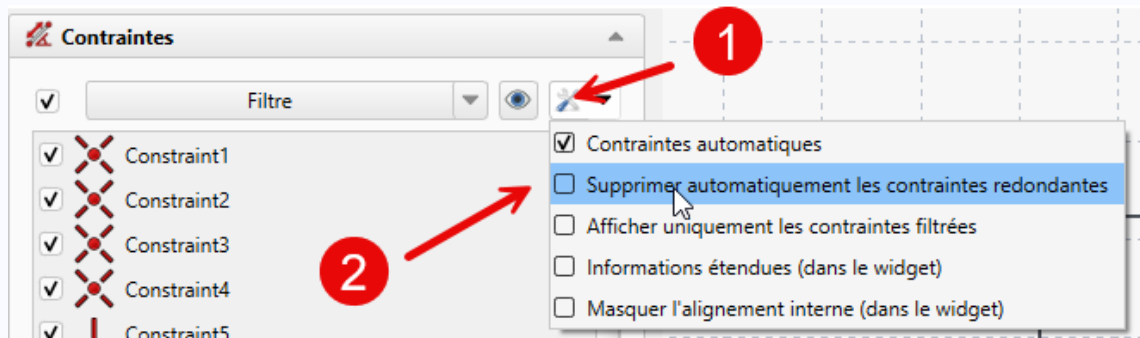
## ☰ Tâches à réaliser

- Dans FreeCAD, si nécessaire, refermer les documents ouverts précédemment ;
- Créer un nouveau document dans FreeCAD ;
- Créer un nouveau corps  et une nouvelle esquisse  dans le plan XY ;
- Créer un rectangle à l'aide de la commande Rectangle  comme ci-dessous puis cliquer droit pour quitter la commande :



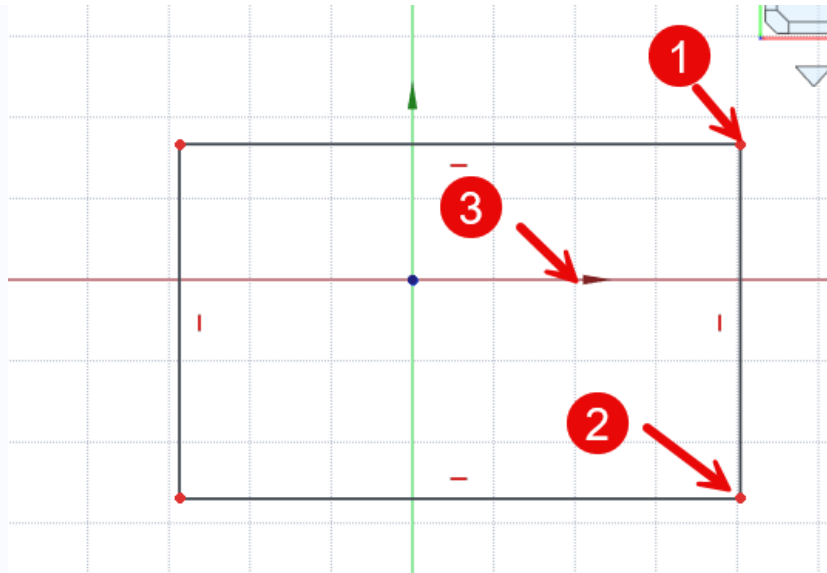
Rectangle

- Cliquer sur le bouton déroulant  du panneau **Contraintes** et décocher la case ☒ Supprimer automatiquement les contraintes redondantes ;



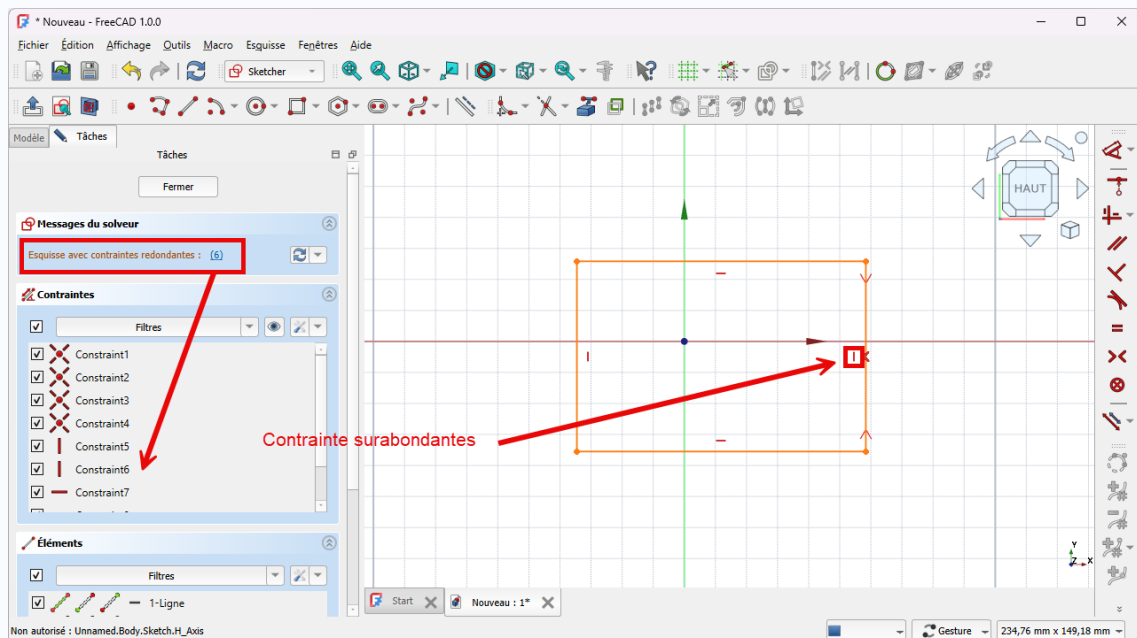
Suppression automatique des contraintes redondantes désactivée

- Cliquer sur la contrainte symétrie  ;
- Cliquer successivement sur les points (1) (2) et sur l'axe X ;



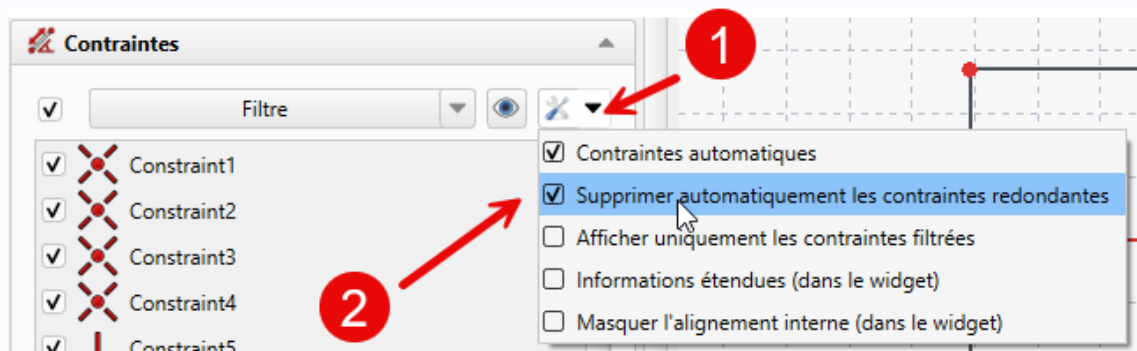
Contrainte de symétrie de 2 points par rapport à un axe

- Que constatez vous ?



Message d'erreur

- Annuler la dernière action à l'aide du raccourci clavier **CTRL Z** (⌘ Z sous );
- Cliquer à nouveau sur le bouton déroulant  du panneau **Contraintes** et cocher la case ☒ Supprimer automatiquement les contraintes redondantes du solveur ;

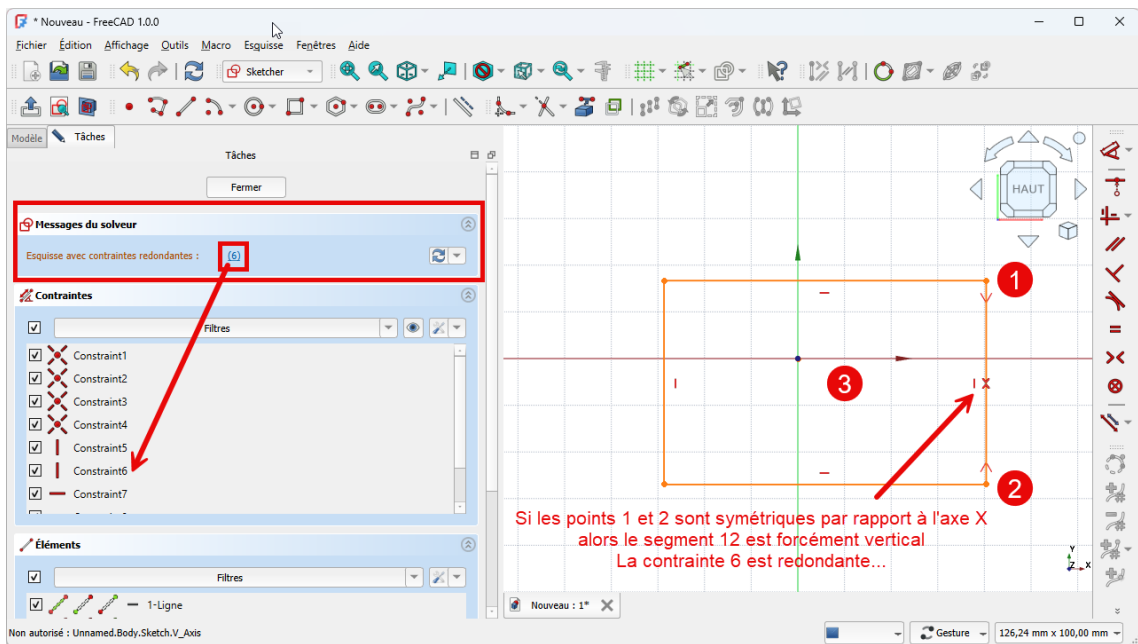


*Suppression automatique des contraintes redondantes activée*

- Répéter la contrainte de symétrie comme précédemment ;
- Que constatez vous ?

## + Explications

1. Si les points (1) et (2) du rectangle sont symétriques par rapport à l'axe X, le segment [1-2] est forcément vertical

*Explication de l'erreur*

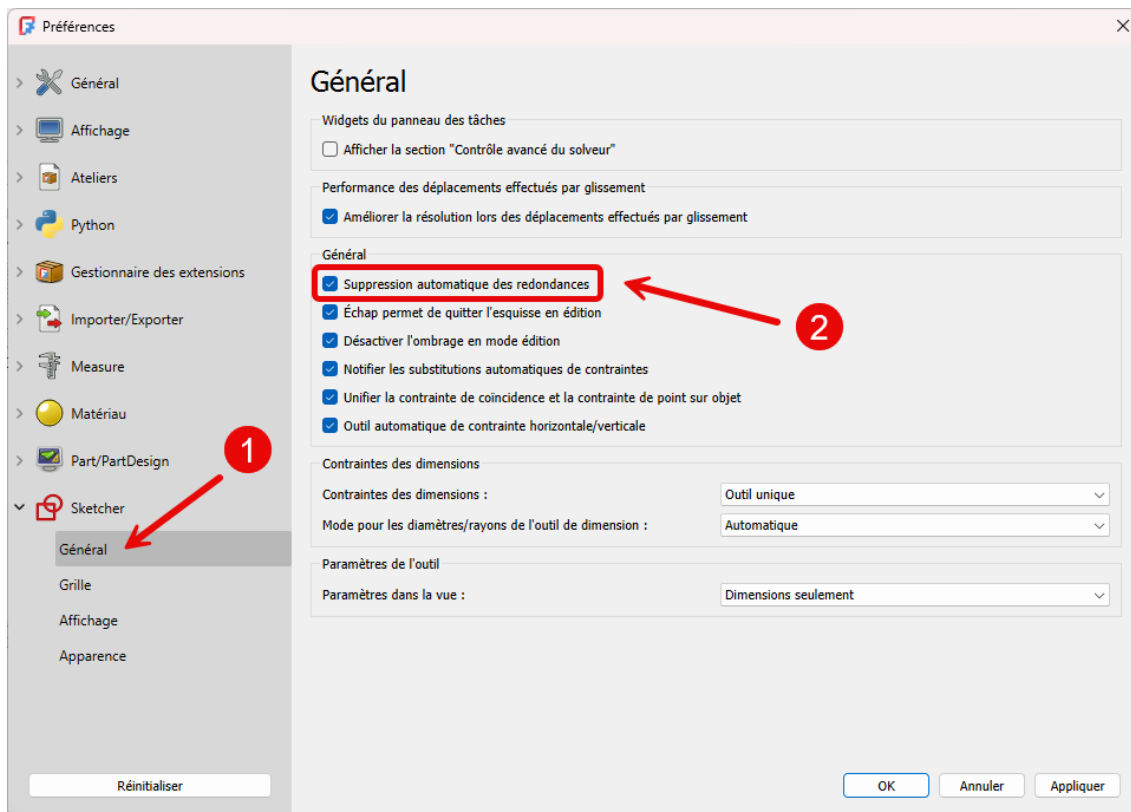
2. ce qui est surabondant par rapport à la contrainte verticale qui a été créée au moment de la création du rectangle
3. ce qui explique le message d'erreur lorsque le réglage ☒ Supprimer automatiquement les contraintes redondantes du solveur n'est pas activé.

La suppression automatique des contraintes redondantes supprimera la contrainte verticale superflue.

## En pratique

En règle générale, il vaut mieux garder le réglage ☒ Suppression automatique des contraintes redondantes activé.

voir le réglage ci-dessous des préférences de l'atelier Sketcher :



Préférences Sketcher : suppression automatiques des redondances

## 2.4. Fermeture des esquisses

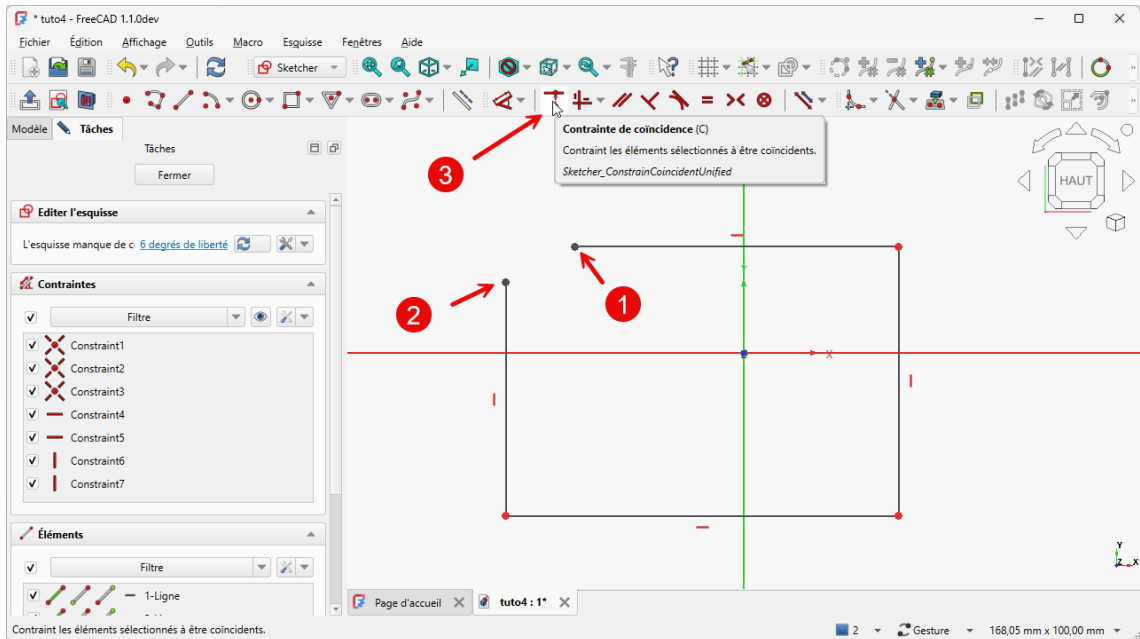
### Objectifs

- Comprendre l'enjeu de la fermeture des esquisses ;
- Connaître les bonnes pratiques pour obtenir des esquisses fermées ;
- Utiliser une [contrainte de coïncidence](#)<sup>W</sup>  ;

### Tâches à réaliser

- Dans FreeCAD, si nécessaire, refermer les documents ouverts précédemment ;
- Télécharger et enregistrer le fichier [tuto4.FCStd](#) sur votre ordinateur ;
- Ouvrir ce document  `tuto4.FCStd` dans FreeCAD ;
- Dans l'onglet **Modèle**, sélectionner l'esquisse  Sketch et appliquer la commande Protrusion  ;
- Que constatez vous ?

- Annuler la commande ;
- Double-cliquer sur l'esquisse  Sketch pour l'ouvrir dans l'atelier Sketcher  ;
- Déplacer le coté gauche du rectangle. Que constatez vous ?
- Appliquer la contrainte de coïncidence  aux deux points du coin supérieur gauche ;



*Application d'une contrainte de coïncidence aux deux points pour fermer l'esquisse*

- Fermer l'atelier Sketcher  et appliquer à nouveau la commande Protrusion  ; Conclusion ?

## Aide

Pour appliquer la contrainte de coïncidence  , cliquer sur les deux points pour les sélectionner puis cliquer sur le bouton  ; (on peut aussi faire l'inverse : sélectionner la commande  puis sélectionner les deux points 😊)

## Conclusion

La plupart des fonctions paramétriques : protrusion, révolution, cavité... appliquées à une esquisse nécessite que cette esquisse soit fermée.

## Bonnes pratiques

- Privilégier l'utilisation de polyligne  à celle de lignes  ou d'arcs  successifs ;
- Exploiter les contraintes automatiques, notamment les contraintes de coïncidence  et  ;
- Tester régulièrement la fermeture du contour de l'esquisse ;
- Commencer par les contraintes géométriques et finir par les contraintes dimensionnelles, ce qui permet de tester plus facilement la fermeture du contour de l'esquisse ;

## Valider une esquisse

FreeCAD propose une commande [Valider une esquisse](#)<sup>W</sup>  permettant d'identifier les problèmes d'une esquisse, notamment l'option `Surligner les sommets posant problème` qui peut permettre de repérer une esquisse non fermée ;

## Attention

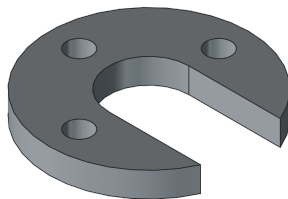
- Une esquisse peut être **entièrement contrainte et ne pas être fermée** ;

### 3. TP 2-1

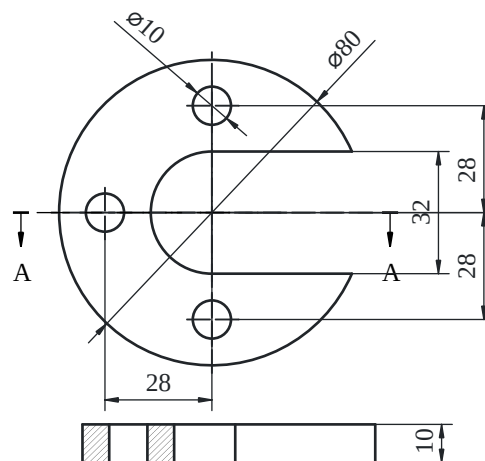
#### Objectifs

- Utiliser les géométries : Cercle<sup>W</sup> , Ligne<sup>W</sup> , Arc par son centre<sup>W</sup>  ;
- Utiliser la contrainte géométrique d'égalité<sup>W</sup>  ;
- Exploiter les contraintes automatiques lors de la création de ces géométries ;
- Utiliser la commande Ajuster<sup>W</sup>  ;
- Utiliser la contrainte Dimension<sup>W</sup>  ;

Nous allons modéliser le solide suivant : (cf. TP2-1-Plan.pdf)



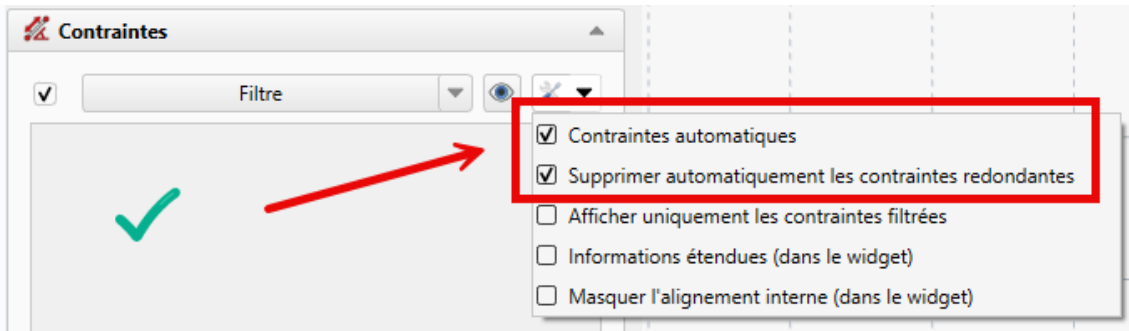
TP2-1



Coupe AA

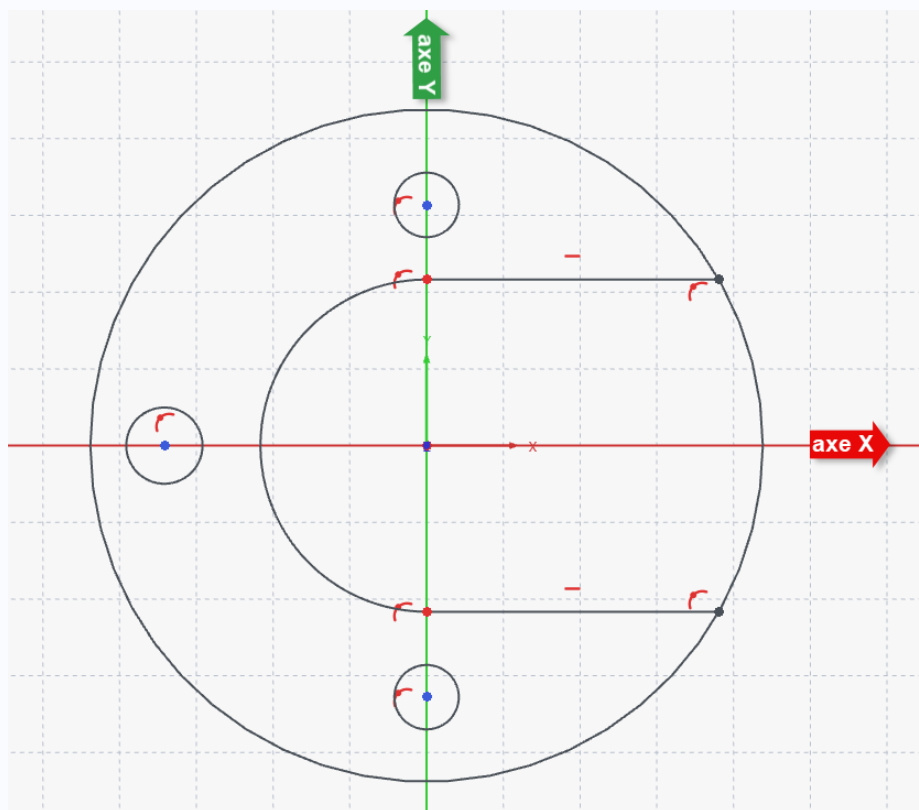
#### Tâches à réaliser

- Dans FreeCAD, si nécessaire, refermer les documents ouverts précédemment ;
- Créer un nouveau document  TP2-1 dans FreeCAD ;
- Créer un nouveau corps  et une nouvelle esquisse  dans le plan XY ;
- Vérifier que ☒ Contraintes automatiques et ☒ Suppression automatique des redondances sont cochées ;



### Contrôle contraintes automatiques et suppression automatique des redondances

- Construire l'esquisse ci-dessous
  - en utilisant les informations de coordonnées associées au pointeur de la souris pour positionner les points **approximativement**,
  - en exploitant les contraintes automatiques (cf. tableau ci-dessous)



Ébauche de l'esquisse

### Aide :

Tableau des contraintes automatiques à exploiter

| Géométries                                                                                         | Points | Contraintes automatiques                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Grand cercle   | Centre |  sur l'origine                        |
|  Petits cercles | Centre |  respectivement sur l'axe Y ou bien X |

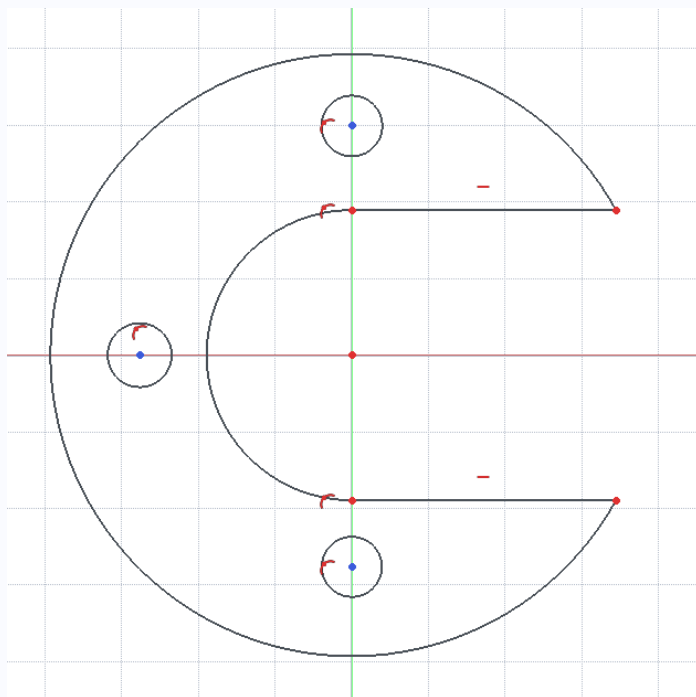


|                        |                  |                                |
|------------------------|------------------|--------------------------------|
| pour le 1/2<br>cercle  | Centre           | sur l'origine                  |
|                        | Extrémités       | sur l'axe Y                    |
| Lignes<br>horizontales | Extrémité gauche | avec l'extrémité du 1/2 cercle |
|                        | Extrémité droite | avec le grand cercle           |
|                        | Ligne elle-même  |                                |

### ✓ Tâches à réaliser (suite)

- Ajuster le grand cercle entre les deux lignes horizontales :

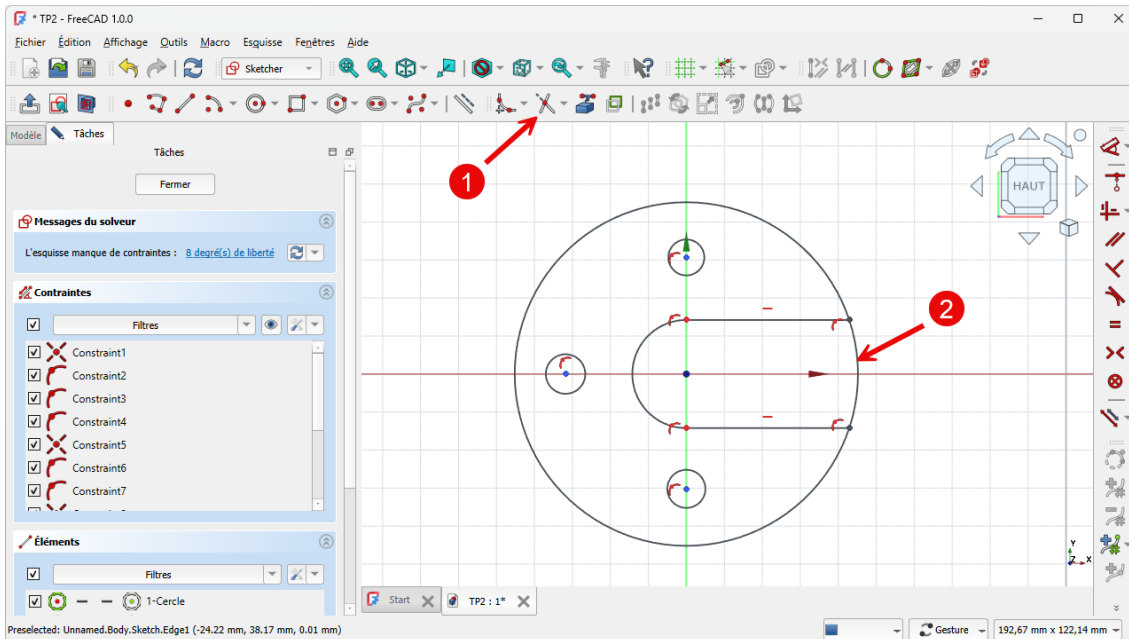
*Ajustement du grand cercle*



- Déplacer légèrement une des 2 lignes horizontales et vérifier que le contour extérieur de l'esquisse est bien fermé ;

### 💡 Aide :

Pour ajuster le grand cercle, Il suffit de cliquer sur la commande puis de cliquer sur la portion de cercle à effacer, celle située entre les deux lignes horizontales ;



Ajustement du grand cercle entre les deux lignes horizontales

### 📋 Tâches à réaliser (suite)

- Appliquer la contrainte dimensionnelle  pour les cercles et 1/2 cercle ;
- Appliquer les contraintes  et  pour positionner le centre des petits cercles ;

### 💡 Égalité du diamètre des petits cercles

Pour simplifier la saisie, on peut appliquer une contrainte d'égalité  pour les 3 petits cercles puis saisir la dimension  de l'un des cercles :

- Sélectionner les 3 cercles à l'aide d'un clic gauche puis appliquer la contrainte d'égalité  ;

### ⚠️ Utilisation du bouton pour le grand cercle

Si vous utilisez directement le bouton  pour contraindre la dimension du grand cercle, devenu un arc après l'ajustement, FreeCAD proposera de saisir le rayon  et non le diamètre  : appuyer sur la touche  pour saisir le diamètre ;

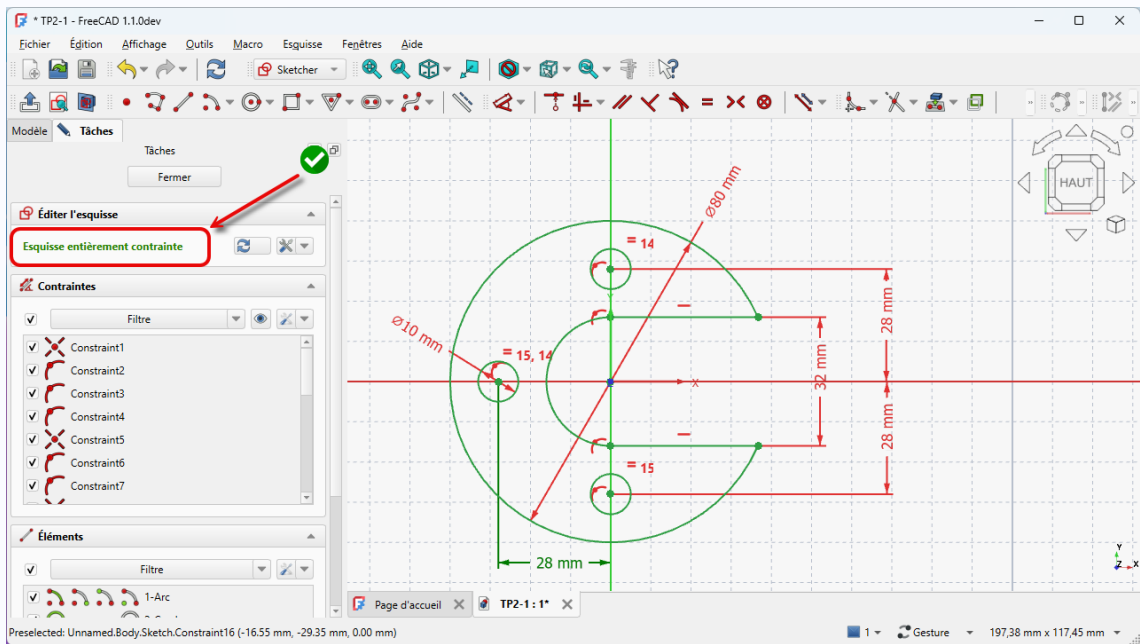
### 💡 Utilisation du bouton pour positionner les petits cercles sur les axes Y et X

- Cliquer sur le bouton , puis cliquer sur le centre d'un petit cercle, positionner la contrainte et saisir la distance de centre par rapport à l'origine ;



## Tâches à réaliser (suite et fin)

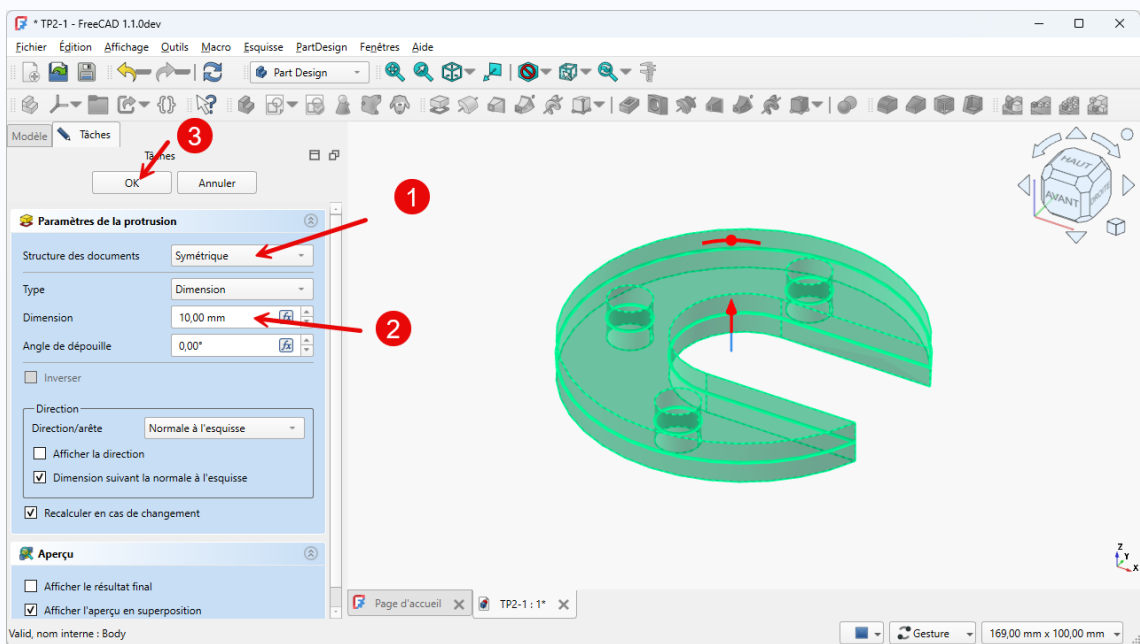
- Vérifier que l'esquisse est bien entièrement contrainte ;



Esquisse entièrement contrainte

- Refermer l'esquisse et créer la protrusion  de 10 mm, symétrique par rapport au plan XY ;

Création de la protrusion



Paramètres de la protrusion

 Capture vidéo



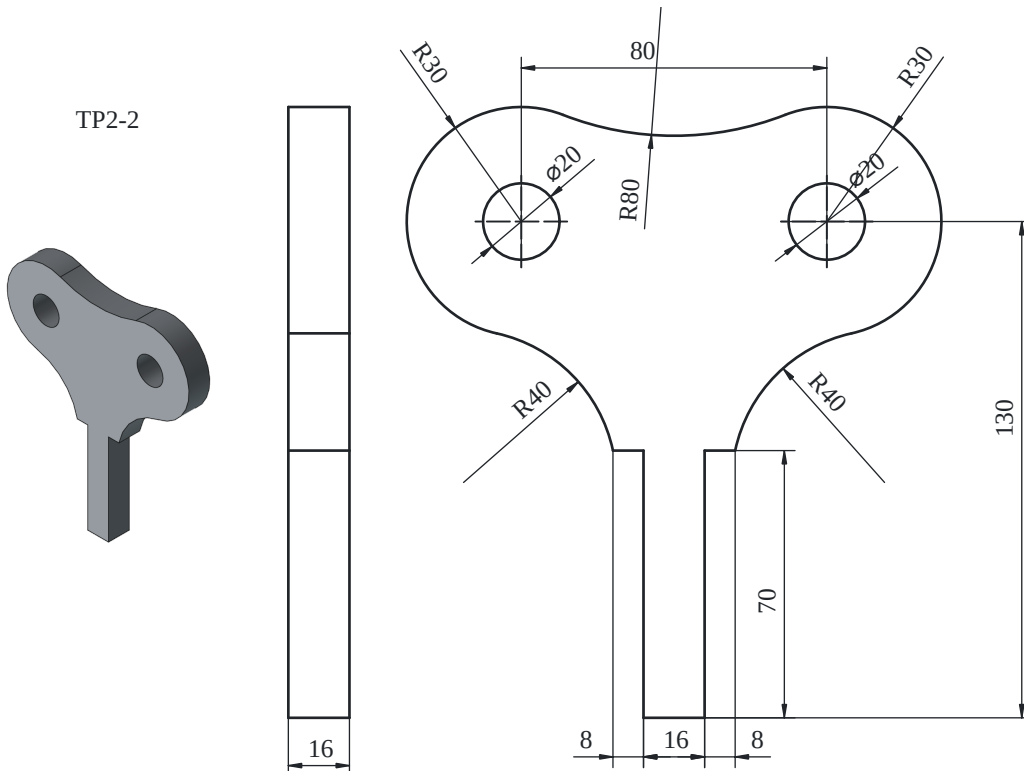


## 4. TP 2-2

### Objectifs

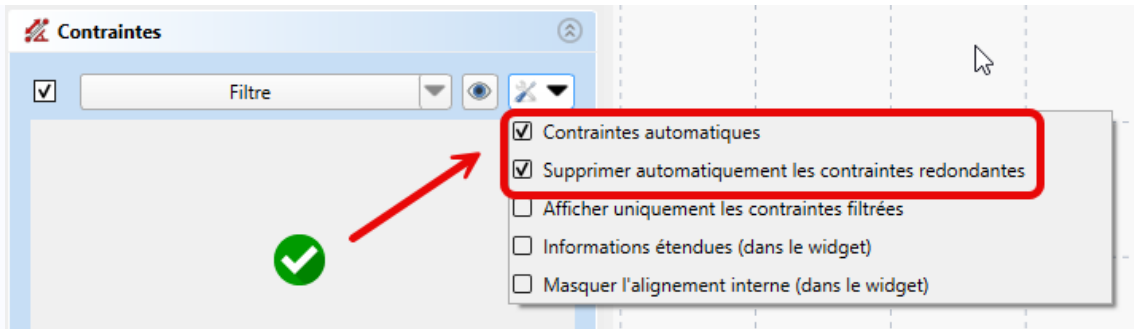
- Utiliser les géométries : [polyligne<sup>W</sup>](#) , [arc 3 points<sup>W</sup>](#)  ;
- Utiliser les contraintes géométriques : [symétrie<sup>W</sup>](#) , [tangente<sup>W</sup>](#)  ;

Nous allons modéliser le solide suivant : (cf. [TP2-2-Plan.pdf](#))



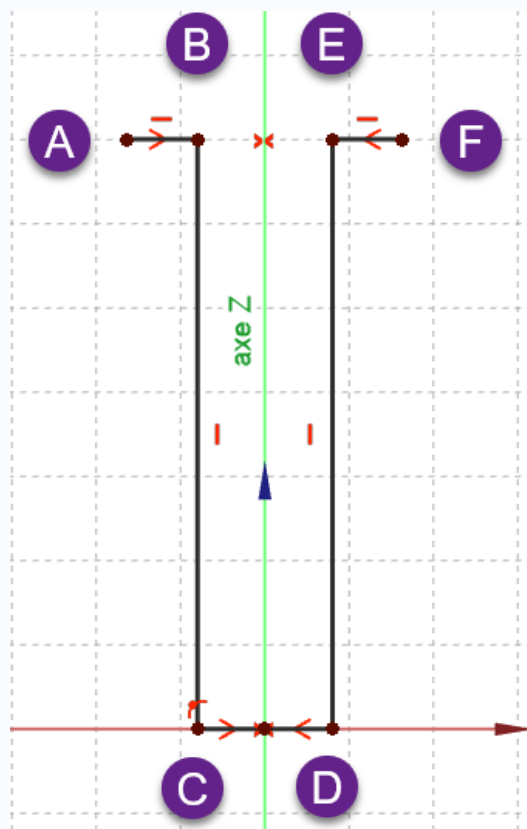
### Tâches à réaliser

- Dans FreeCAD, si nécessaire, refermer les documents ouverts précédemment ;
- Créer un nouveau document  TP2-2 dans FreeCAD ;
- Créer un nouveau corps  et une nouvelle esquisse  dans le plan **XZ** ;
- Vérifier que ☒ Contraintes automatiques et ☒ Suppression automatique des contraintes redondantes sont cochées ;



Contrôle contraintes automatiques et suppression automatique des contraintes redondantes

- Créer la polygline  A B C D E F :
  - en utilisant les informations de coordonnées associées au pointeur de la souris pour positionner les points **approximativement**,
  - en exploitant les contraintes automatiques (cf. tableau ci-dessous)



1<sup>ère</sup> partie de l'esquisse

- Utiliser la contrainte de symétrie  par rapport à l'axe Z respectivement pour les points A & F puis C & D ;

## Aide :

Tableau des contraintes automatiques à utiliser



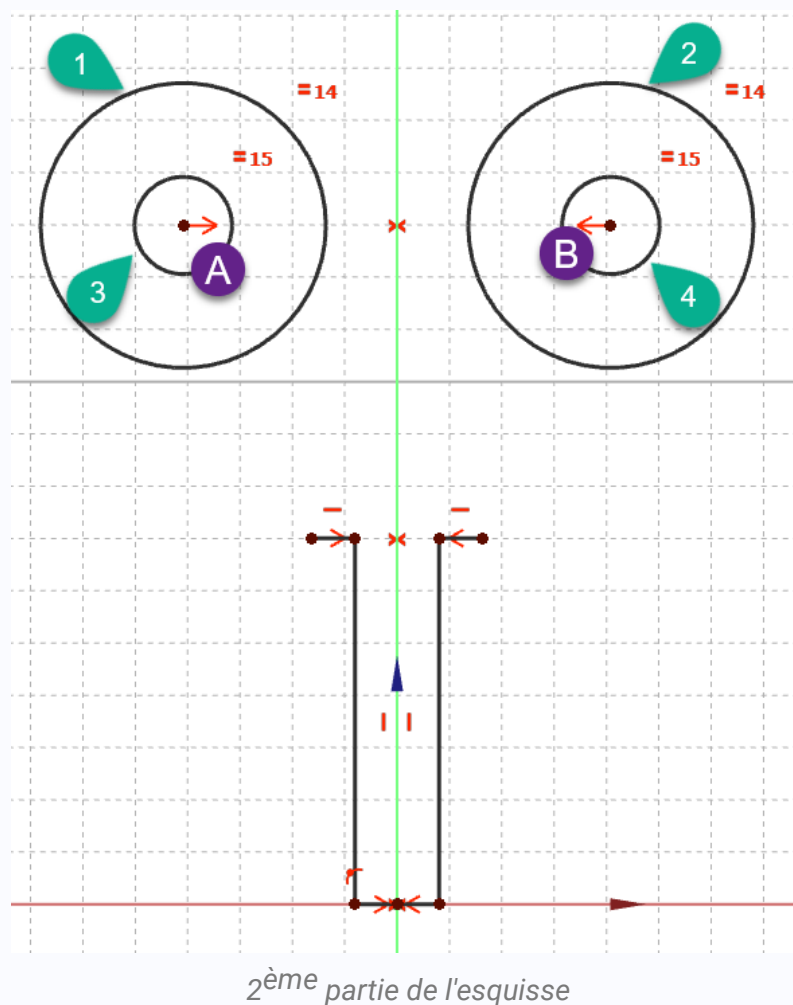
| Géométrie | Points  | Contraintes automatiques |
|-----------|---------|--------------------------|
| Polyligne | Point B | —                        |
|           | Point C | sur l'axe X              |
|           |         |                          |
|           | Point D | sur l'axe X              |
|           | Point E |                          |
|           | Point F | —                        |

### Ordre de saisie des contraintes

Afin de pouvoir tester la fermeture de l'esquisse, il est préférable de saisir les contraintes dimensionnelles en dernier après avoir saisi toutes les contraintes géométriques ;

### Tâches à réaliser (suite)

- Créer les cercles 1 2 3 4 en utilisant les contraintes automatiques du tableau ci-dessous :





- Puis utiliser :
  - la contrainte de symétrie  par rapport à l'axe Z respectivement pour les centres A et B ;
  - la contrainte d'égalité  respectivement pour les cercles 1 & 2 puis 3 & 4 ;

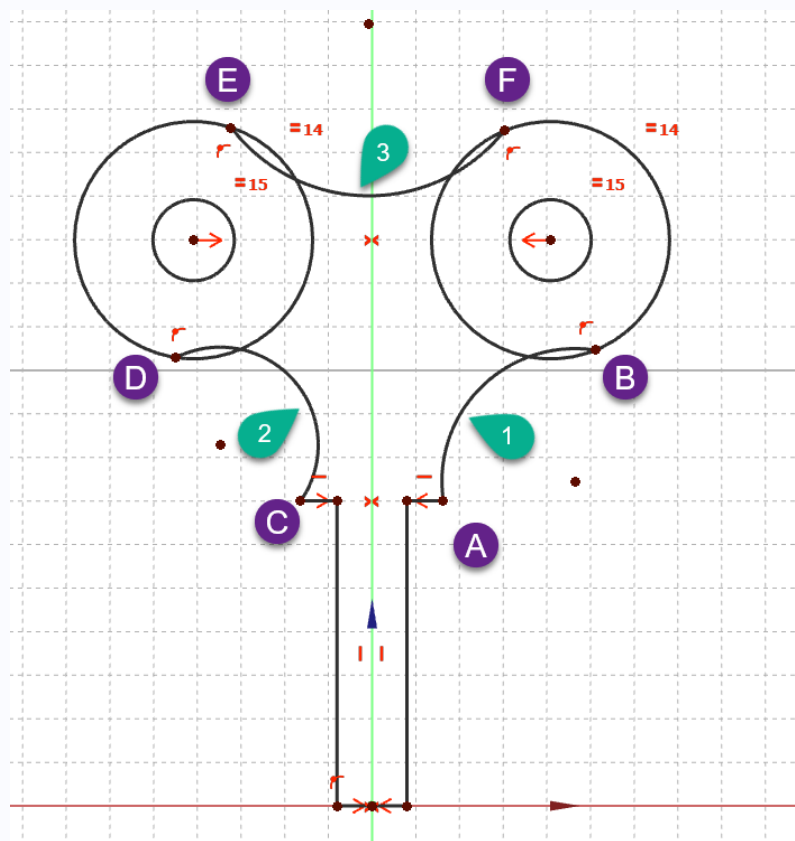
### Aide :

Tableau des contraintes automatiques à utiliser

| Géométrie | Points | Contraintes automatiques                                                                                       |
|-----------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cercle 3  | Centre |  avec le centre A du cercle 1 |
| Cercle 4  | Centre |  avec le centre B du cercle 2 |

### Tâches à réaliser (suite)

- Créer 3 arcs 3 points  en utilisant les contraintes automatiques du tableau ci-dessous :



3ème partie de l'esquisse

### Aide :

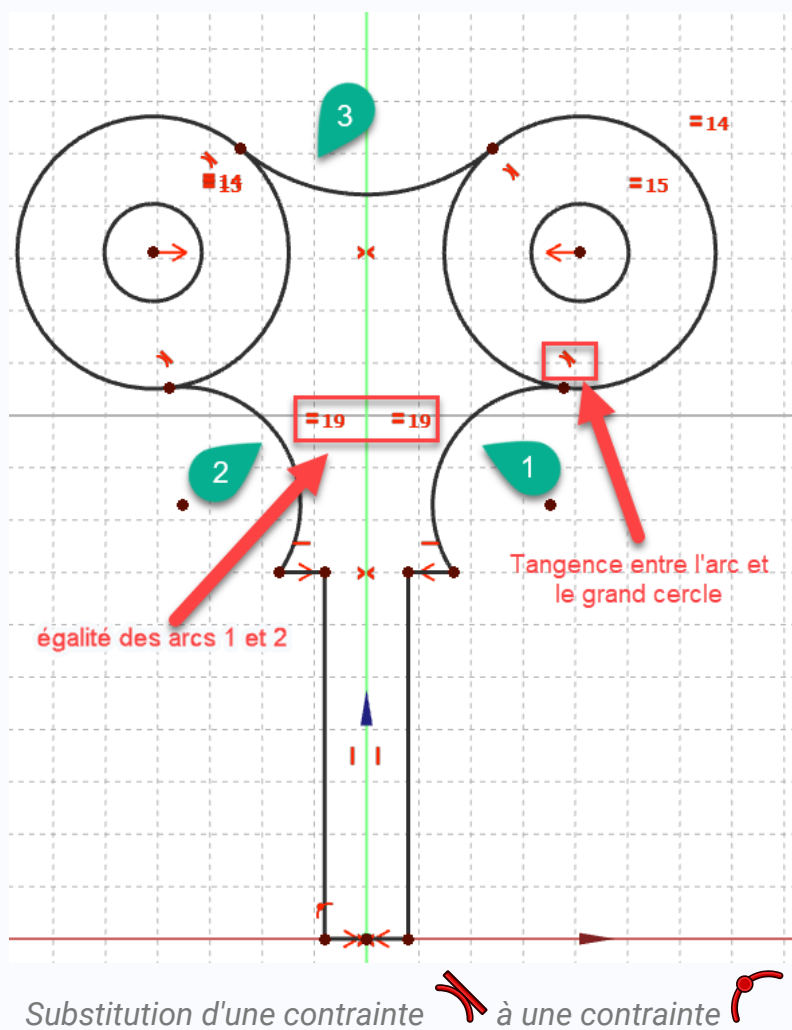
Tableau des contraintes automatiques à utiliser



| Géométrie | Points  | Contraintes automatiques                                                                                                  |
|-----------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Arc 1     | Point A |  avec l'extrémité droite de la polyligne |
|           | Point B |  avec le grand cercle de droite          |
| Arc 2     | Point C |  avec l'extrémité gauche de la polyligne |
|           | Point D |  avec le grand cercle de gauche          |
| Arc 3     | Point E |  avec le grand cercle de gauche          |
|           | Point F |  avec le grand cercle de droite          |

### ≡ Tâches à réaliser (suite)

- Utiliser la contrainte d'égalité  entre les arcs 1 et 2 ;
- Utiliser la contrainte de tangence  respectivement entre l'arc 1 et le grand cercle de droite, entre l'arc 2 et le grand cercle de gauche, entre l'arc 3 et les deux grands cercles ;

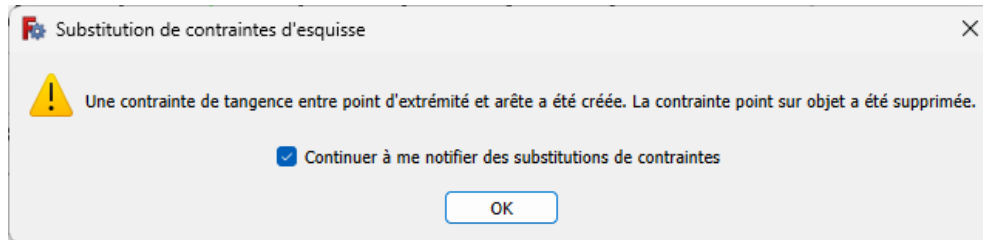




## Substitution de contraintes

Lors de l'utilisation de la contrainte de tangence, FreeCAD remplace une contrainte  par une contrainte de tangence  :

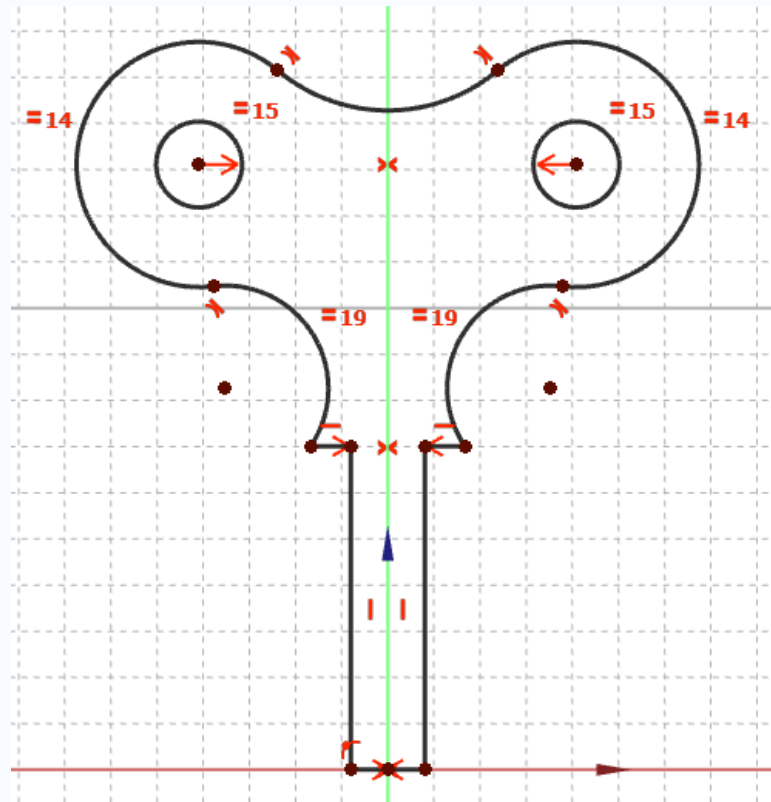
Valider la boîte de dialogue ;



Message de FreeCAD lors d'une substitution de contrainte

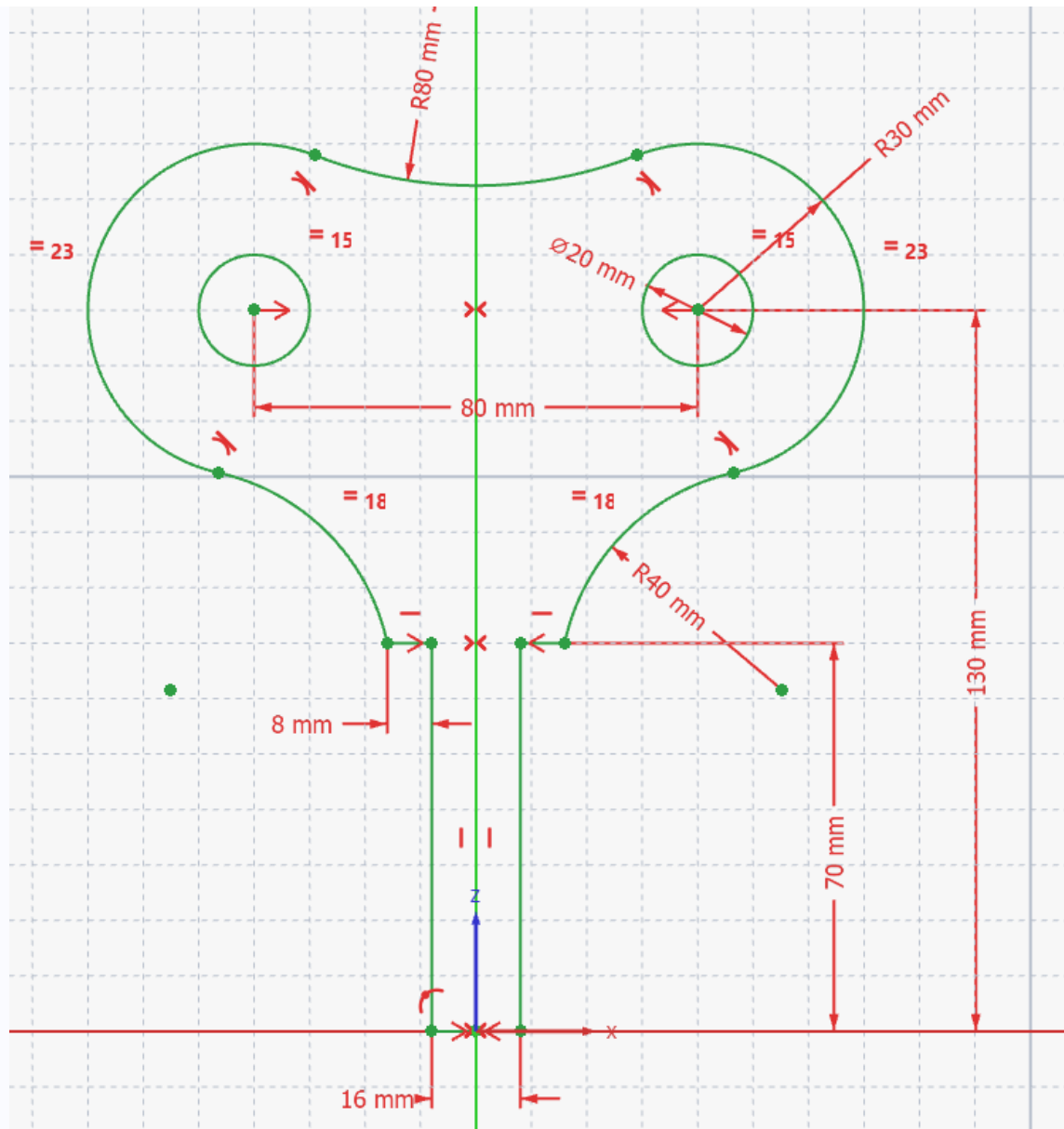
## Tâches à réaliser (suite et fin)

- Ajuster  les deux grands cercles ;



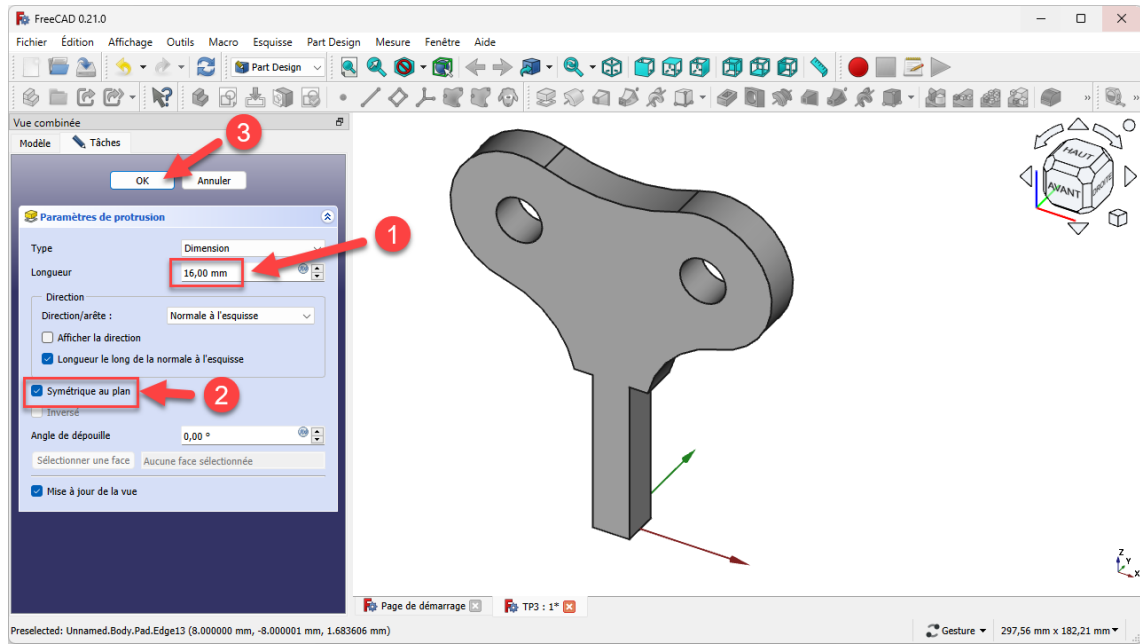
Ajustement des grands cercles

- Vérifier que le contour extérieur est bien fermé en déplaçant légèrement des éléments de l'esquisse avec la souris ;
- Appliquer les contraintes dimensionnelles  ;



Esquisse avec les contraintes dimensionnelles

- Fermer l'esquisse et créer une protrusion  de 16 mm symétrique ;



*Création de la protrusion*

■ Capture vidéo



# 5. Géométries de construction

## Objectifs

- Différencier géométrie réelle et géométrie de construction ;
- Utiliser les géométries de construction de l'atelier  Sketcher  ;
- Utiliser le bouton [Activer / désactiver les géométries de construction](#)   /  ;
- Utiliser la [contrainte d'angle](#)  <sup>W</sup>

## Géométrie de construction

Dans une esquisse, on distingue les **géométries réelles** (appelées aussi géométries de définition) et les **géométries de construction** :

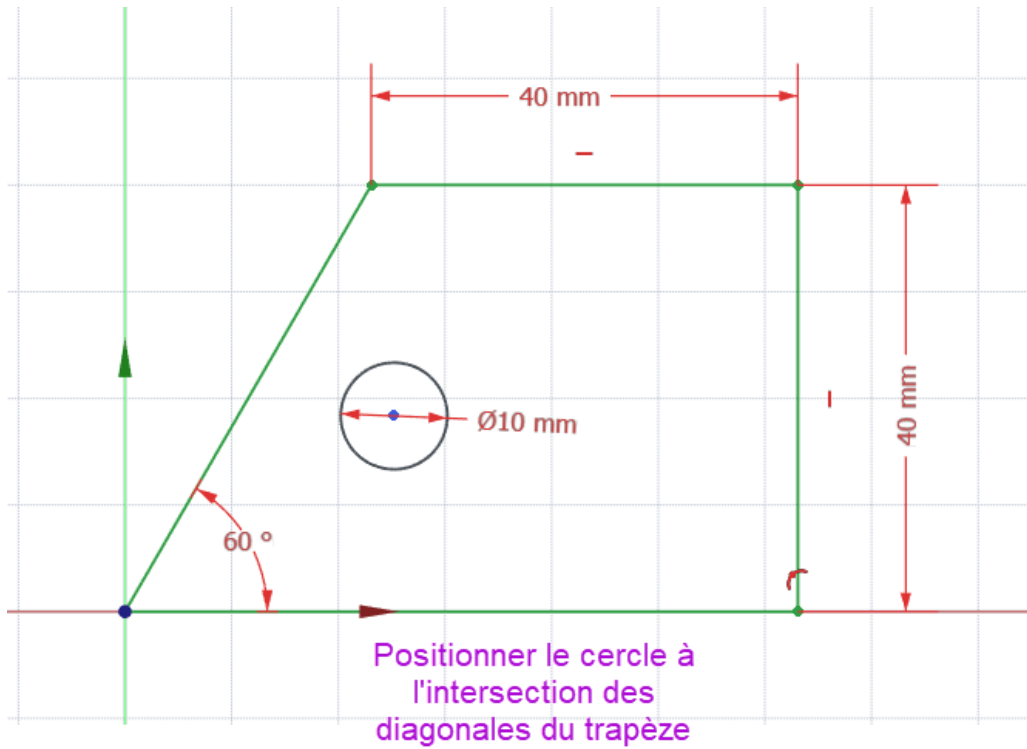
- Les géométries réelles sont utilisées par les fonctions paramétriques 3D (protrusion, révolution...) pour « ajouter / supprimer de la matière » ;
- Les géométries de construction aident à définir les contraintes et les géométries réelles à l'intérieur de l'esquisse elle-même, **elles ne sont pas visibles à l'extérieur de l'esquisse** et sont ignorées lors de l'application des fonctions paramétriques 3D ;

Par défaut, les géométries de construction s'affichent en trait interrompu bleu  ;

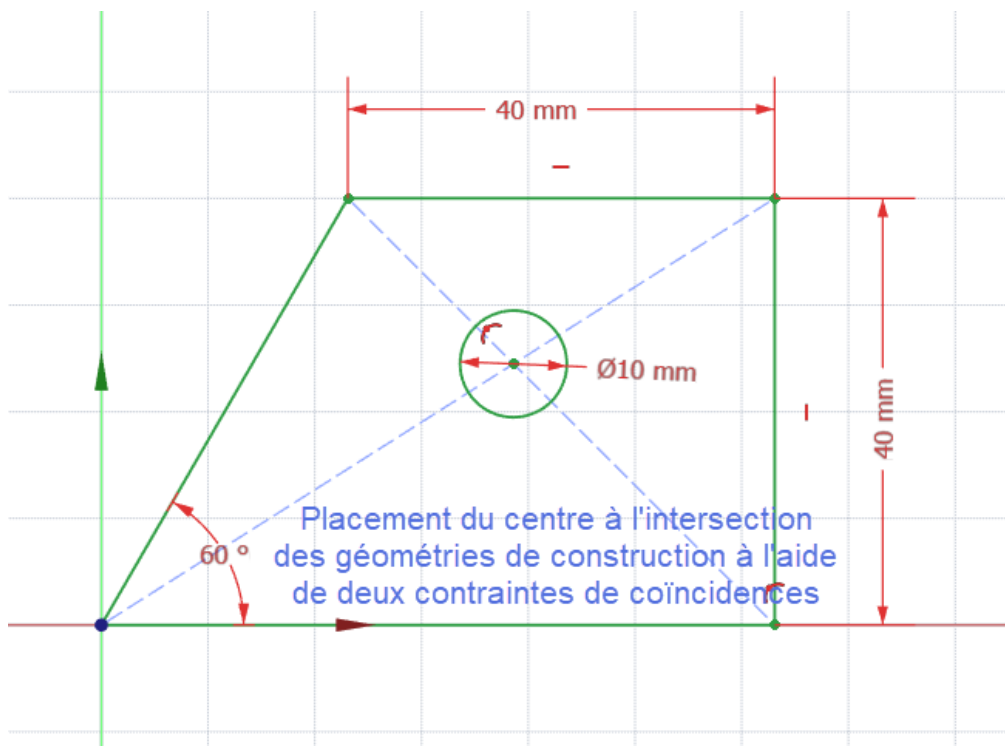
### Par exemple :

Pour positionner le centre du cercle à l'intersection des diagonales du trapèze, le plus simple est de tracer les diagonales du trapèze comme lignes de construction puis d'utiliser deux fois la contrainte  pour amener le centre du cercle à l'intersection des diagonales :

*Exemple d'utilisation des géométries de construction*



Centre du cercle à positionner



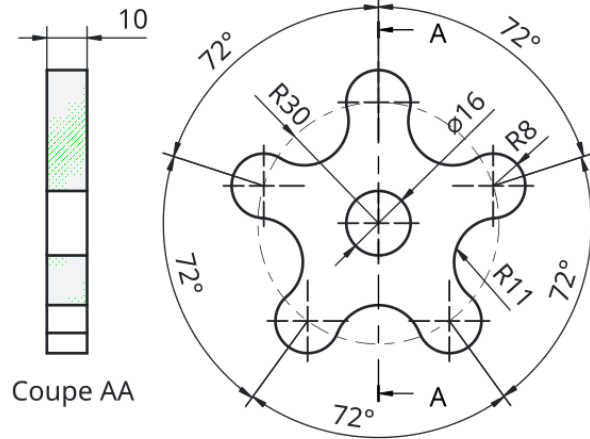
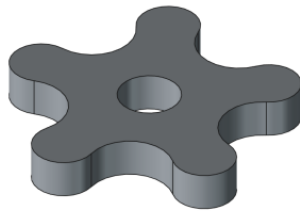
Placement du centre à l'intersection des diagonales à l'aide de 2 contraintes de



### Conseil

Pour construire des géométries de construction, il faut utiliser la commande [Activer / désactiver la géométrie de construction](#) <sup>W</sup>  dans l'atelier Sketcher  ;

Nous allons reprendre l'exemple ci-dessous provenant du wiki FreeCAD : (cf. [TP2-3-Plan.pdf](#) )



## TP2-3

Plan TP2-3

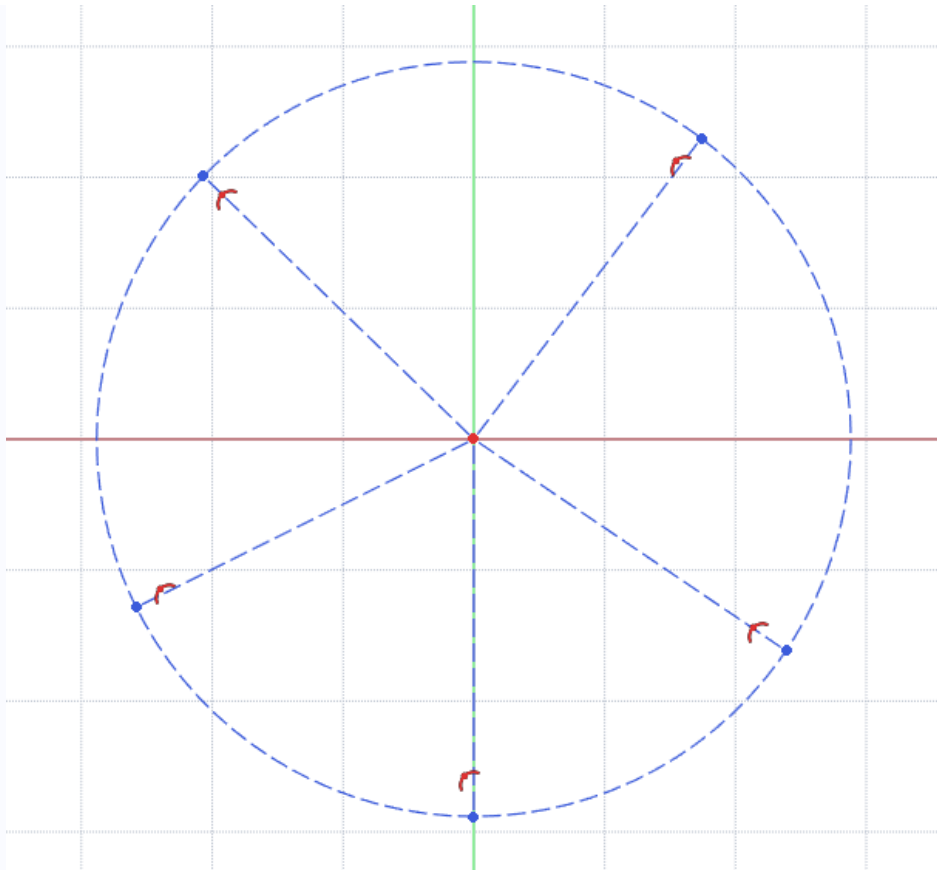
### ☰ Tâches à réaliser : géométries de construction

- Dans FreeCAD, si nécessaire, refermer les documents ouverts précédemment ;
- Créer un nouveau document TP2-3 dans FreeCAD ;
- Créer un nouveau corps et une nouvelle esquisse dans le plan XY ;
- Dans l'atelier Sketcher , cliquer sur le bouton de la barre d'outils Géométries d'esquisse ;
  - Noter la coloration en bleu des boutons de cette barre d'outils :

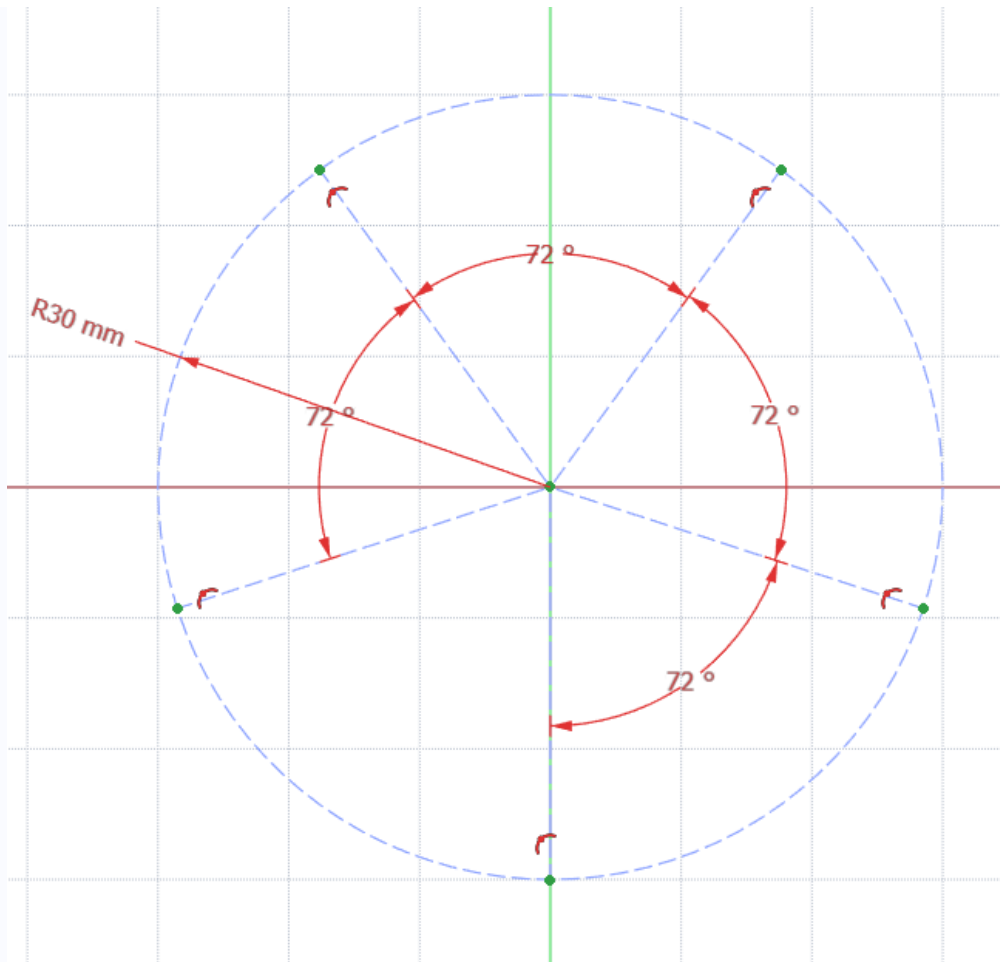


Barre d'outils : géométries de construction

- Construire un cercle centré sur l'origine d'environ 60 mm de diamètre ;
- Construire 5 lignes de construction partant de l'origine de l'esquisse et dont l'extrémité est contrainte sur le cercle ;



- Contraindre le rayon du cercle  à 30 mm et la position de ces lignes à l'aide de contraintes d'angle  de  $72^\circ$  ;



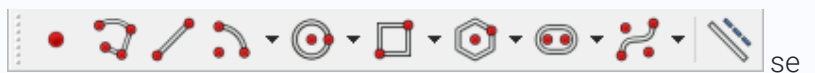
### Aide :

- Utiliser la contrainte automatique  pour l'origine des 5 lignes ;
- Utiliser la contrainte automatique  sur le cercle pour l'extrémité des 5 lignes ;

### Tâches à réaliser : géométries de définition

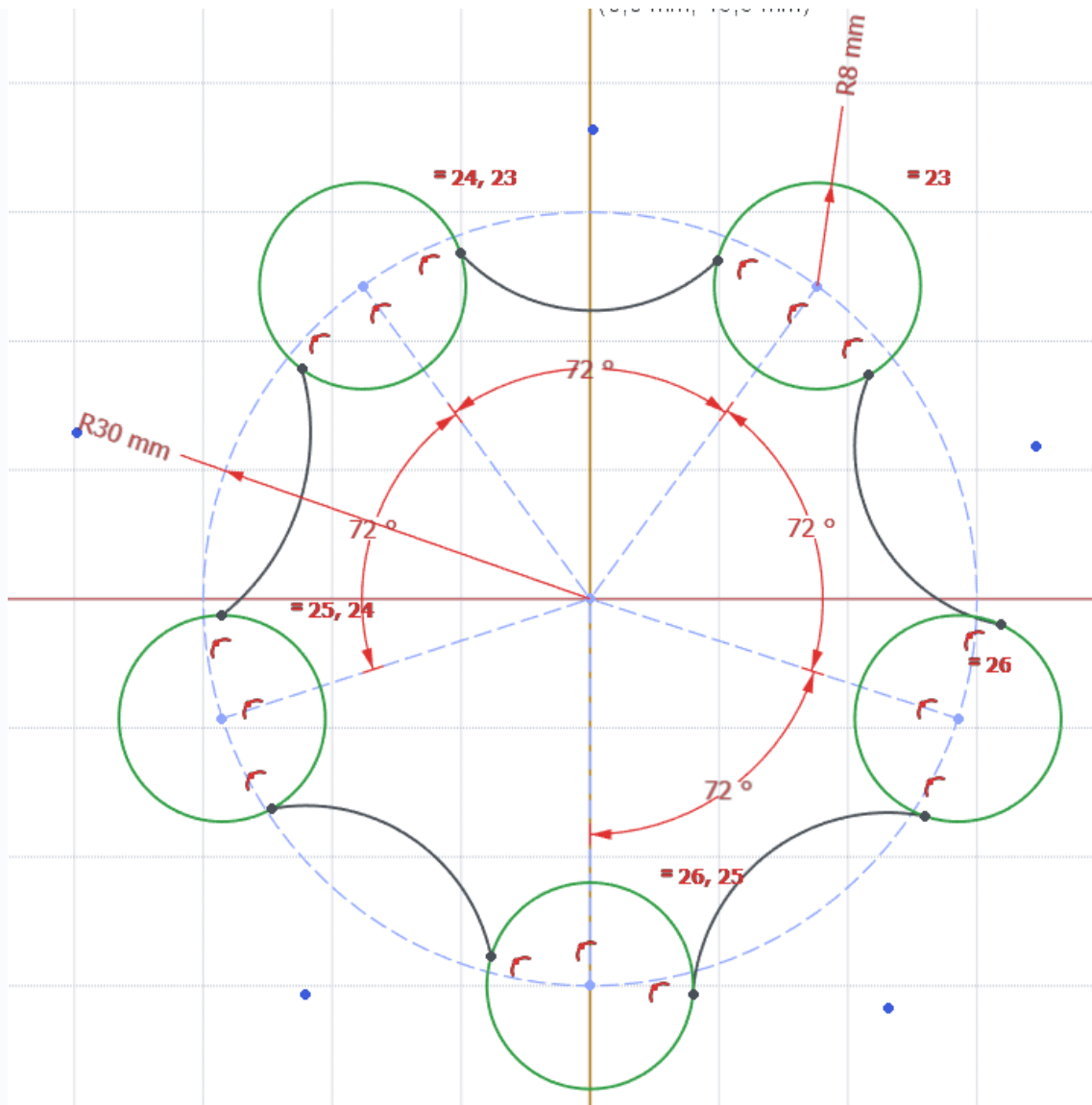
- Cliquer sur le bouton  de la barre d'outils Géométries d'esquisse pour revenir en mode géométries réelles ;

- Les boutons de la barre d'outils



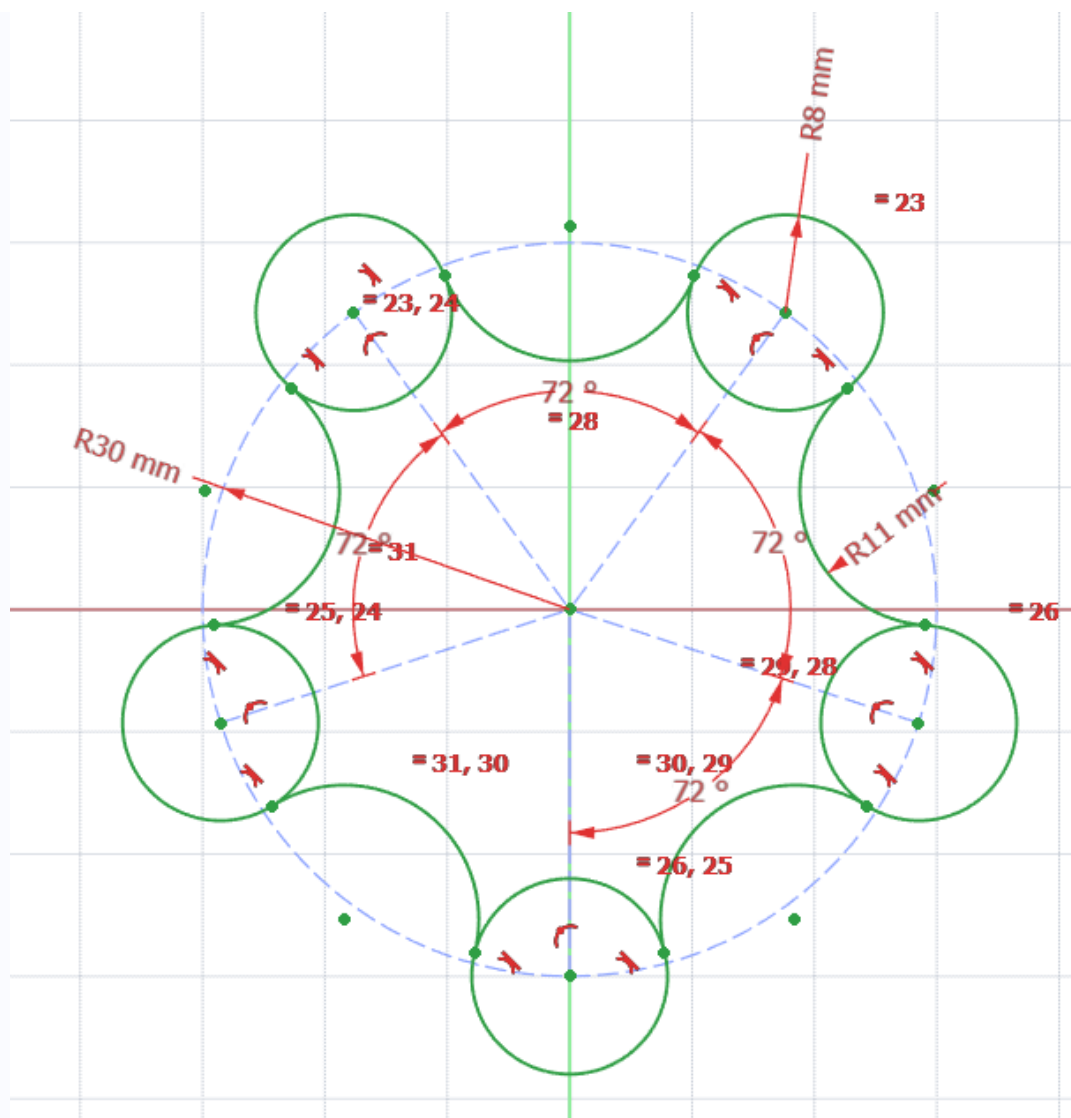
se

- Créer 5 cercles  égaux de rayon  8 mm centrés sur l'extrémité de chaque ligne de construction ;
- Créer 5 arcs 3 points  en prenant soin d'exploiter la contrainte automatique  pour les extrémités de ces arcs : chaque extrémité d'arc doit se trouver sur un cercle ;



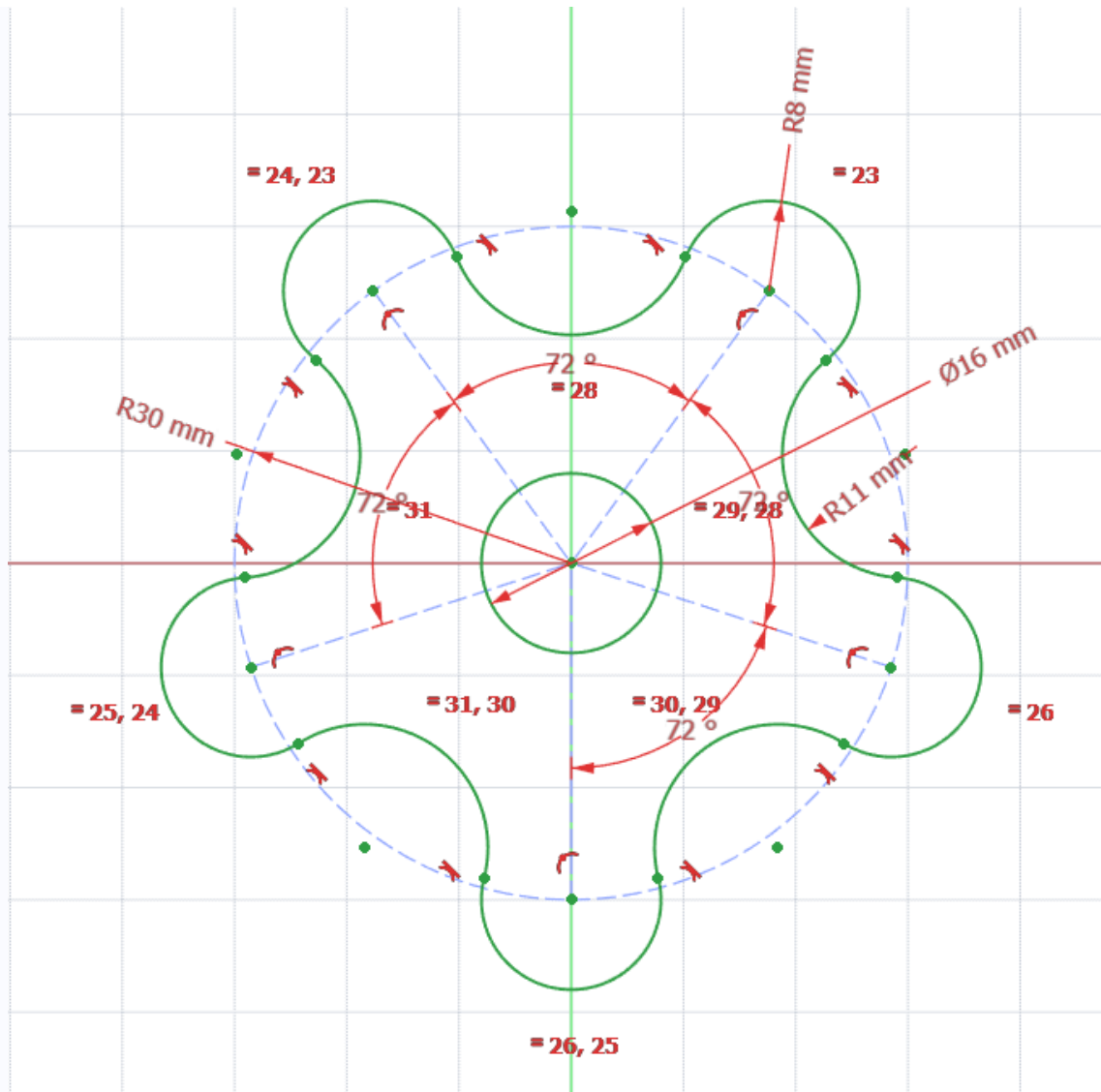
Construction des arcs

- Rendre tangents ces arcs aux cercles à l'aide de la contrainte de tangence  ;
- Vérifier que le contour extérieur est fermé ;
- Fixer le rayon de ces arcs à  11 mm ;



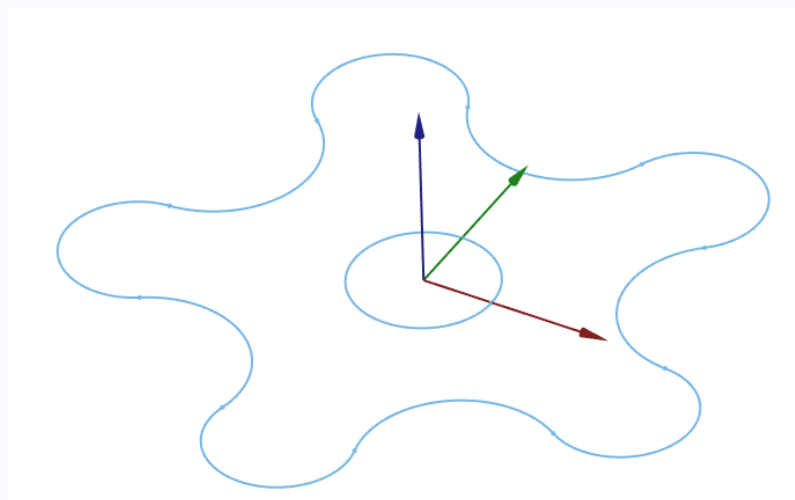
Substitution des contraintes

- Supprimer l'intérieur des 5 cercles à l'aide de la commande Ajuster  ;
- Ajouter le cercle central  de diamètre  $\varnothing$  16 mm centré  sur l'origine du repère ;



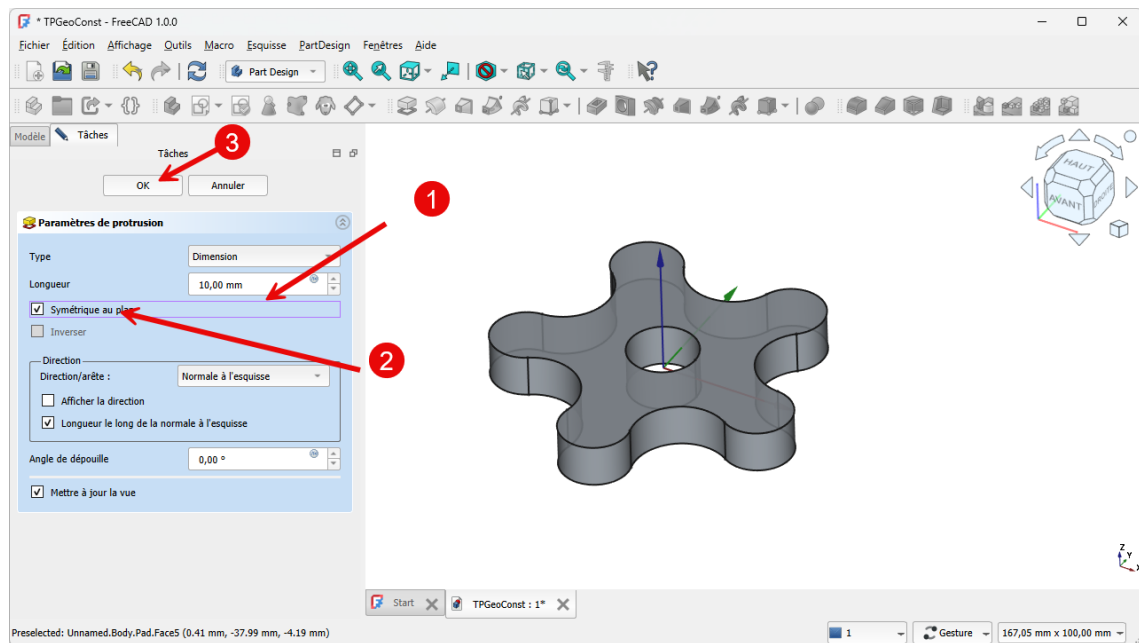
Suppression de l'intérieur des cercles par ajustements

- Fermer l'atelier Sketcher  et vérifier que les lignes de construction n'apparaissent pas dans la vue 3D ;



Esquisse

- Appliquer une protrusion  de 10 mm symétrique ;



Création de la protrusion

## ■ Capture vidéo





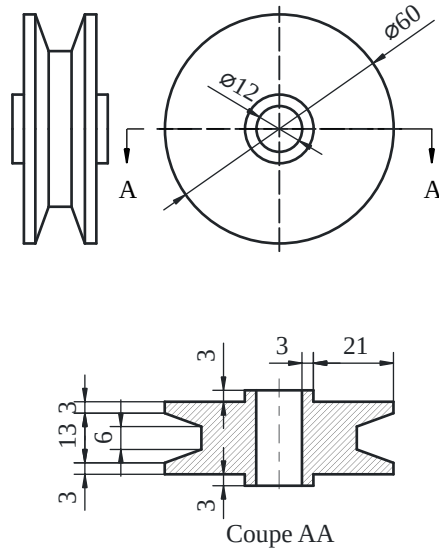
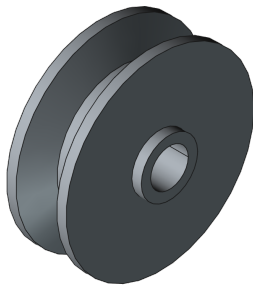
## 6. TP2-4

### Objectifs

- Utiliser une nouvelle fonction paramétrique : la commande **Révolution**  ;

Nous allons modéliser le solide suivant : (cf. [TP2-4-Plan.pdf](#) )

TP2-4

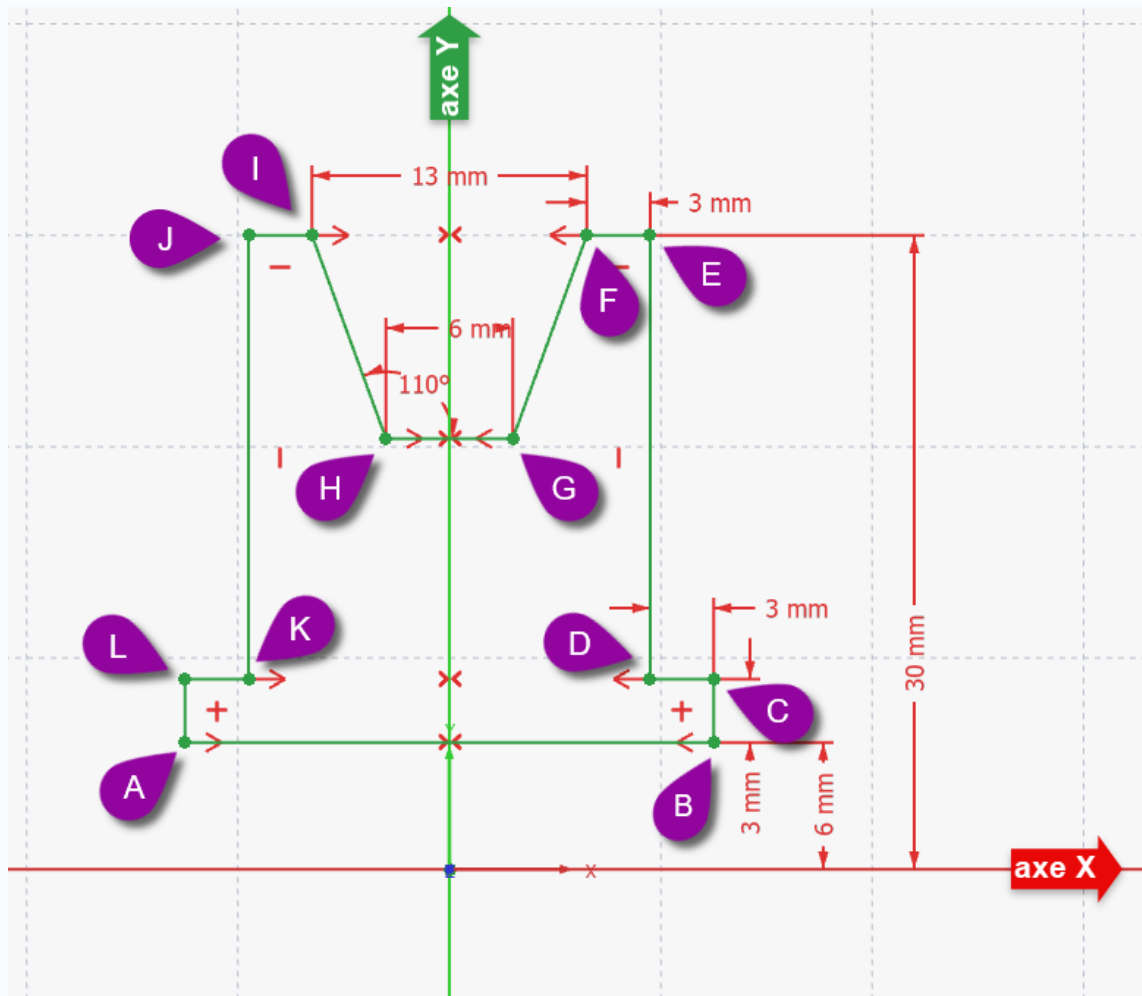


### Tâches à réaliser

- Créer un nouveau document  TP2-4 dans FreeCAD ;
- Créer un nouveau corps  et une nouvelle esquisse  dans le plan XY ;



- Dans l'atelier **Sketcher**, créer l'esquisse ci-dessous à l'aide d'une **seule** polyligne ABCDEFGHIJCLA :



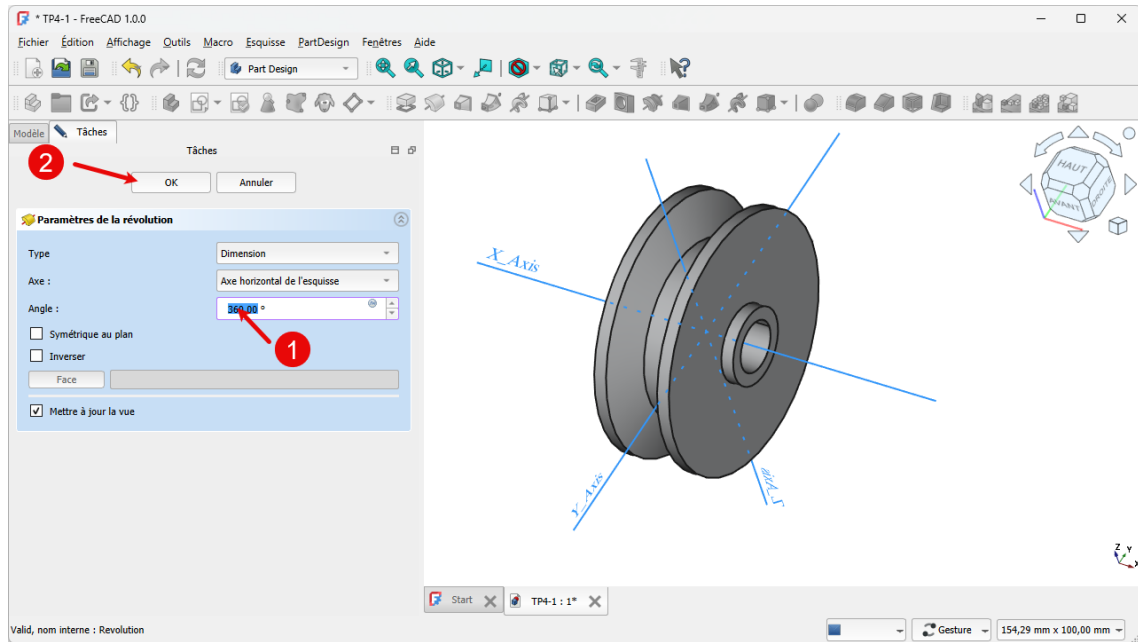
Esquisse du TP n°2-4

### Aide :

- Créer une polyligne approximative **fermée** en exploitant les contraintes automatiques , et surtout pour la fermeture de la polyligne ;
- Appliquer quatre fois la contrainte de symétrie respectivement aux points A&B, K&D, I&F, G&H par rapport à l'axe Y ;
- Appliquer la contrainte de 110° entre les segments GH & HI ;
- Vérifier que l'esquisse est fermée **puis** appliquer les contraintes dimensionnelles ;

### Tâches à réaliser (suite)

- Dans l'atelier **Part Design**, sélectionner l'esquisse **Sketch** et créer une révolution autour de l'axe d'esquisse horizontal ;



Création de la révolution

■ Capture vidéo

