



## 02 - EXPLORER SKETCHER

FreeCAD 1.0.0 - 28/01/2025 - 



**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
1. Interface de Sketcher	5
2. Contrainte  contextuelle	9
3. Degrés de liberté	11
4. Contraintes automatiques	13
4.1. Contraintes automatiques désactivées	15
4.2. Contraintes automatiques activées	16
4.3. Conclusion	18
5. Suppression automatique des redondances	19
6. Fermeture des esquisses	23
7. TP 2-1 	25
7.1.  Capture vidéo	29
8. TP 2-2 	30
8.1.  Capture vidéo	37
9. TP 2-3 	38
9.1.  Capture vidéo	42

# Introduction

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

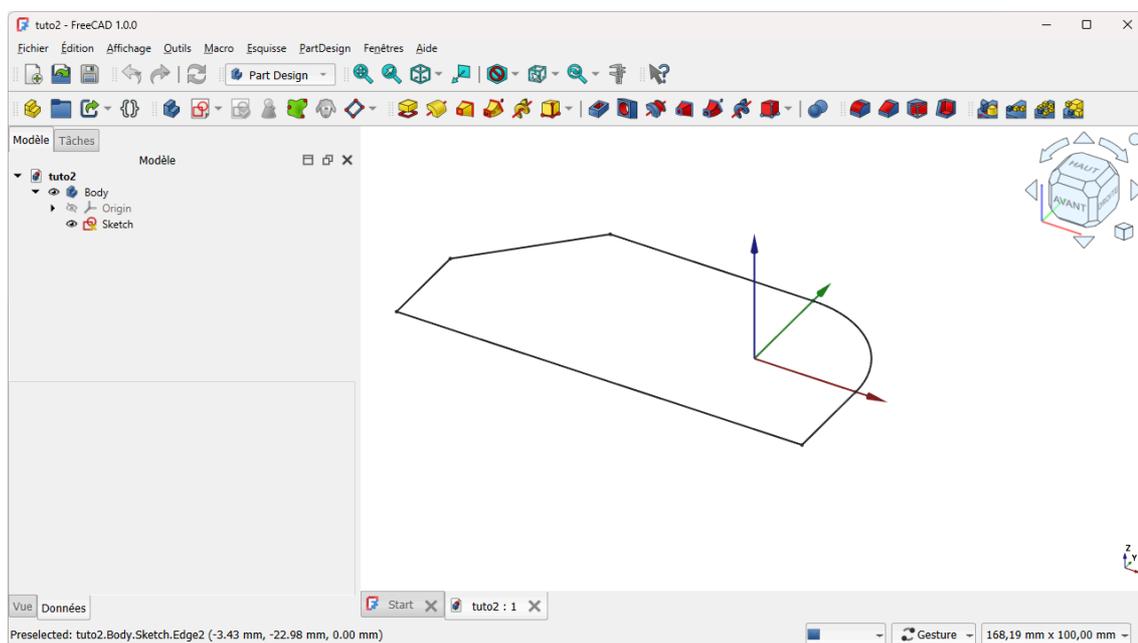
# 1. Interface de Sketcher

## Objectifs

- Identifier les principaux éléments de l'atelier Sketcher  ;

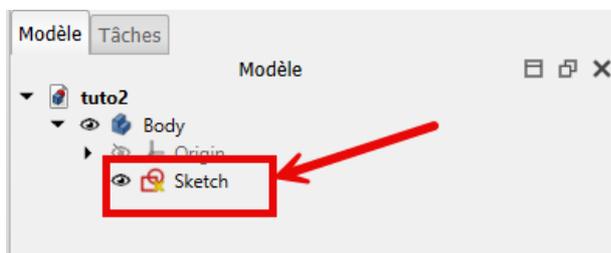
## Tâches à réaliser

- 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

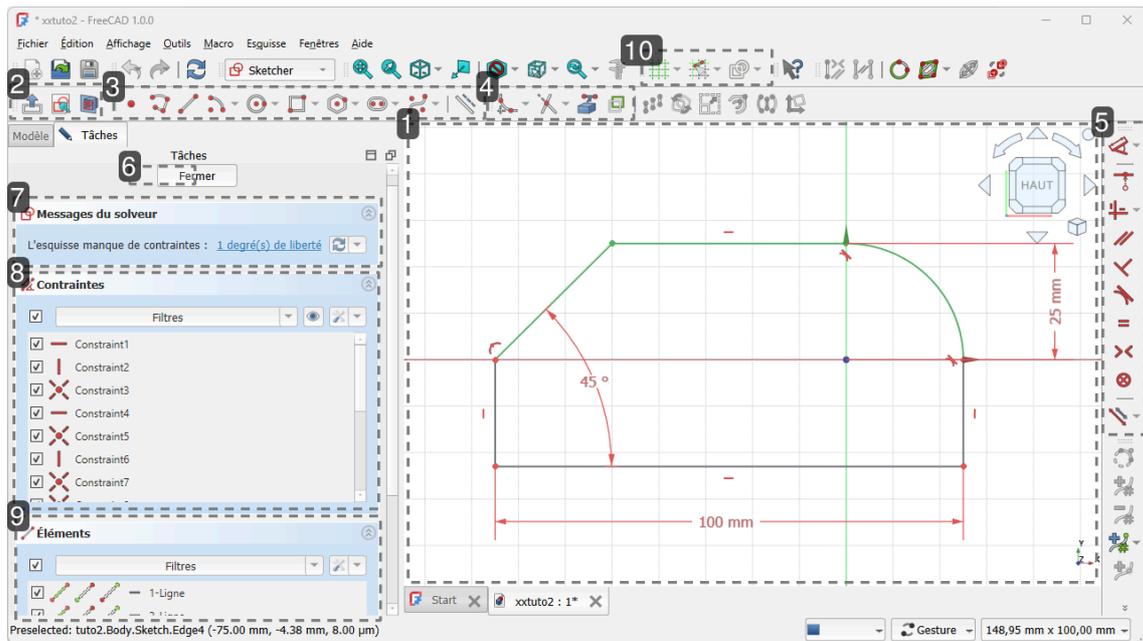
- Enregistrer ce document sous le nom  `xxtuto2.FCStd`, xx représentant vos initiales, à l'aide de la commande  Fichier → Enregistrer Sous... ;
- Sélectionner l'onglet  Modèle de la vue combinée ;
- Double-cliquer sur l'élément  Sketch pour l'afficher dans l'atelier  Sketcher ;



Esquisse Sketch dans Body

- A l'aide de la capture d'écran ci-dessous, identifier les principaux éléments de l'interface de l'atelier Sketcher ;

## Interface de l'atelier Sketcher



### 1. Vue 3D

Contient l'esquisse ;



#### Rappel

L'esquisse est une géométrie 2D

### 2. Barre d'outils Mode édition d'esquisse



Contient les commandes générales de gestion de l'esquisse :

- création d'esquisse ,
- fermeture de l'esquisse,
- ...

### 3. Barre d'outils Géométries d'esquisse



*Barre d'outils : géométries*

Permet de créer des éléments dans l'esquisse ;

### 4. Barre Outils d'esquisse



*Barre d'outils d'esquisse*

Contient notamment les commandes Congé, Ajuster, géométrie externes

## 5. Barre Contraintes



Permet de définir des règles entre les éléments d'esquisse. On distingue :

- les contraintes géométriques ;
- les contraintes dimensionnelles ;

### **Position de la barre d'outils**

Dans la capture d'écran, cette barre d'outils a été glissée sur le bord droit de la vue 3D afin de laisser de la place aux autres barres d'outils de l'atelier Sketcher

## 6. Bouton Fermer

Referme l'atelier Sketcher ;

### **Remarque**

Vous pouvez aussi cliquer sur le bouton  ;

## 7. Messages du solveur



*Messages du solveur*

Affiche les messages du solveur :

- « **Entièrement contrainte** » ;

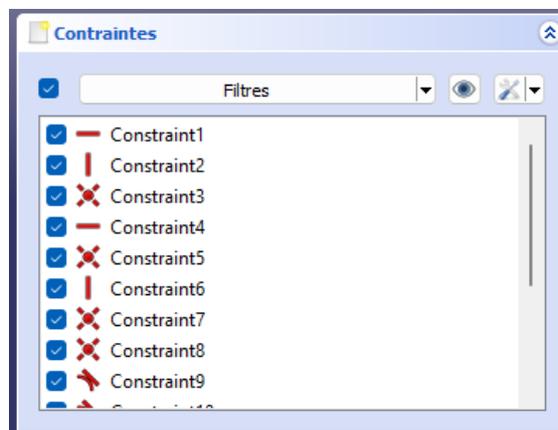
Sinon

- « **L'esquisse manque de contraintes** » suivi du nombre de degrés de liberté de l'esquisse ;

ou

- « **L'esquisse possède trop de contraintes** » suivi des numéros des contraintes surabondantes ;

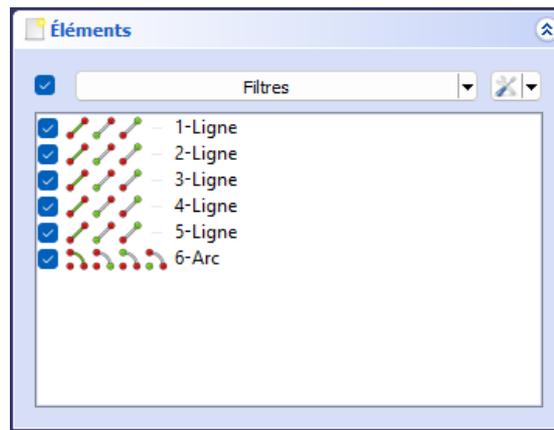
## 8. Panneau Contraintes



*Liste des contraintes*

Affiche la liste des contraintes saisies dans l'esquisse ;

## 9. Panneau Éléments



*Liste des géométries*

Affiche la liste des éléments géométriques de l'esquisse ;

## 10. Barre d'outils Grille



*Barre d'outils d'édition des esquisses*

Permet :

- d'activer / désactiver la grille,
- de régler le pas de la grille ;

## 2. Contrainte contextuelle

Nouveauté FreeCAD 1.00

FreeCAD propose, depuis sa version 1.00, une contrainte de dimension contextuelle  qui facilite la saisie des contraintes de dimension ;

### Objectifs

- Utiliser la commande de [dimension contextuelle](#)<sup>W</sup>  ;

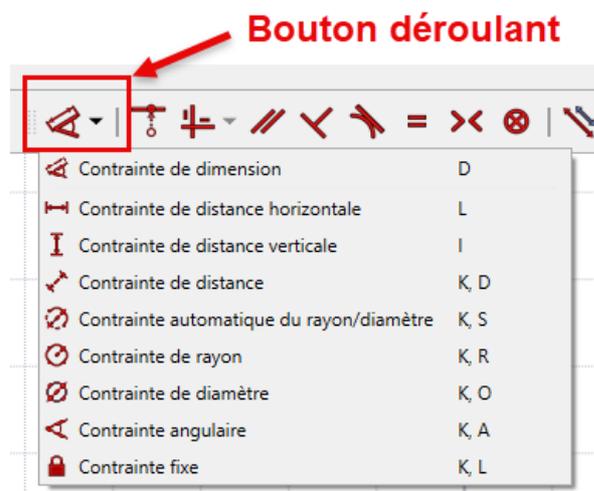
### Tâches à réaliser

- Sélectionner la commande  Édition → Préférences (sous ,  FreeCAD → Préférences), puis la rubrique Sketcher  > Général et vérifier que les **contraintes de dimensions** est réglée à  Outil unique ;



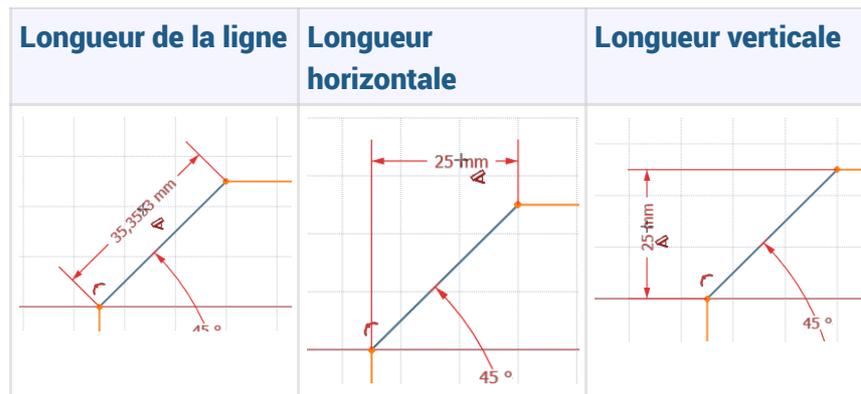
*Réglage des contraintes des dimensions*

- Si nécessaire, ouvrir  xxtuto2 dans FreeCAD et afficher l'esquisse  Sketch dans l'atelier  Sketcher  ;
- Vérifier que le bouton  est un bouton déroulant ;

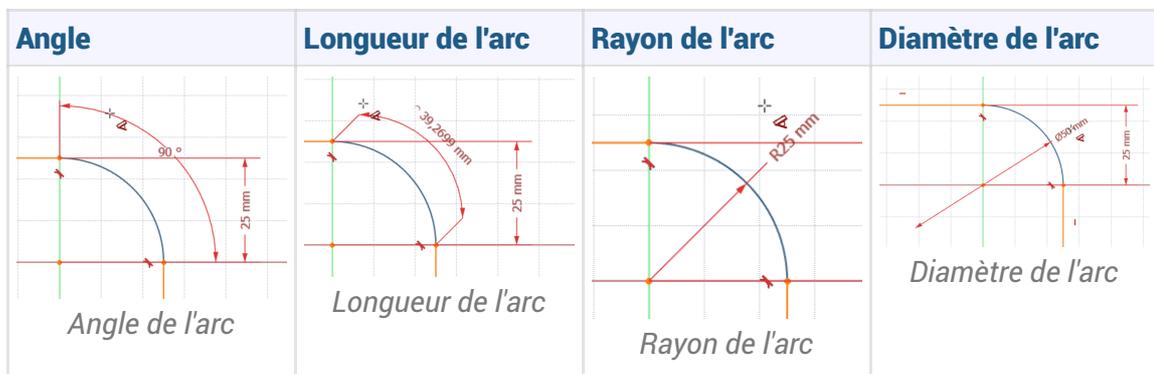


*Bouton déroulant Contrainte de dimension*

- Cliquer gauche sur , puis cliquer gauche sur la ligne inclinée, puis déplacer le pointeur de la souris et vérifier que vous pouvez saisir au choix :



- Annuler la dernière action (  CTRL Z ou  cmd Z sous  si nécessaire ;
- Cliquer gauche sur , puis cliquer gauche sur l'arc de cercle, puis appuyer plusieurs fois sur la touche  M et vérifier que vous pouvez saisir au choix :



- Annuler la dernière action (  CTRL Z ou  cmd Z sous  si nécessaire et refermer l'atelier Sketcher  ;

### Contrainte de distance entre deux objets (sommets, lignes...)

La contrainte contextuelle de distance peut parfois être « capricieuse », surtout entre deux objets :

- Cliquer droit pour quitter la commande  ;
- Sélectionner les objets ;
- Dérouler le bouton  et sélectionner directement la contrainte souhaitée :

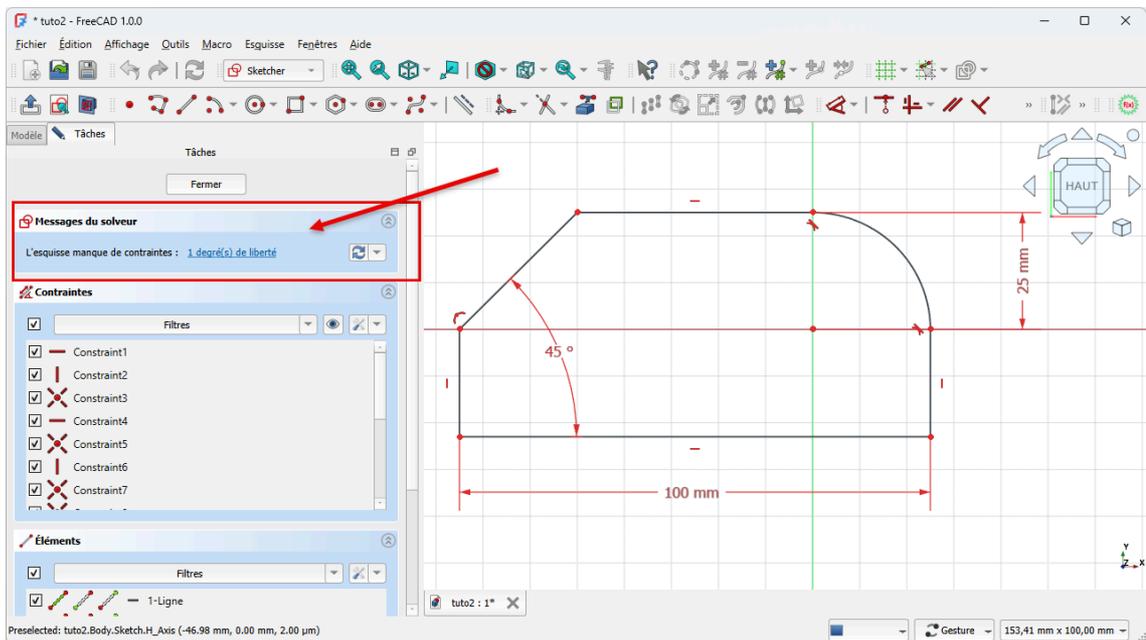
# 3. Degrés de liberté

## Objectifs

- Comprendre la notion de **degré de liberté** et les messages du solveur de l'atelier Sketcher  ;

## Tâches à réaliser

- Si nécessaire, ouvrir  xxtuto2 dans FreeCAD et afficher l'esquisse  Sketch dans l'atelier  Sketcher  ;
- Quel est le message du solveur ?



*Message du solveur*

- Cliquer sur la ligne horizontale de 100 mm et vérifier que vous pouvez la déplacer verticalement ;
- Cliquer sur la contrainte d'angle 45 ° pour la sélectionner et appuyer sur la touche  Suppr ;
- Quel est le message du solveur ?
- Cliquer gauche et maintenir appuyé sur la ligne inclinée pour la déplacer ;
- Appuyer plusieurs fois sur  CTRL+Z ( CMD Z sous ) afin d'annuler la suppression de la contrainte d'angle ;
- 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 ;
- Quel est le message du solveur ?

**+** Réponses aux questions ci-dessus

Questions	Messages du solveur
2	 <p><b>Messages du solveur</b></p> <p>L'esquisse manque de contraintes : <a href="#">1 degré(s) de liberté</a></p>
5	 <p><b>Messages du solveur</b></p> <p>L'esquisse manque de contraintes : <a href="#">2 degré(s) de liberté</a></p>
9	 <p><b>Messages du solveur</b></p> <p><b>Esquisse entièrement contrainte</b></p>

**💬** 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.

## 4. Contraintes automatiques

### Objectifs :

- Comprendre le fonctionnement et l'intérêt du réglage  Contraintes automatiques dans 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> .

### Tâches à réaliser

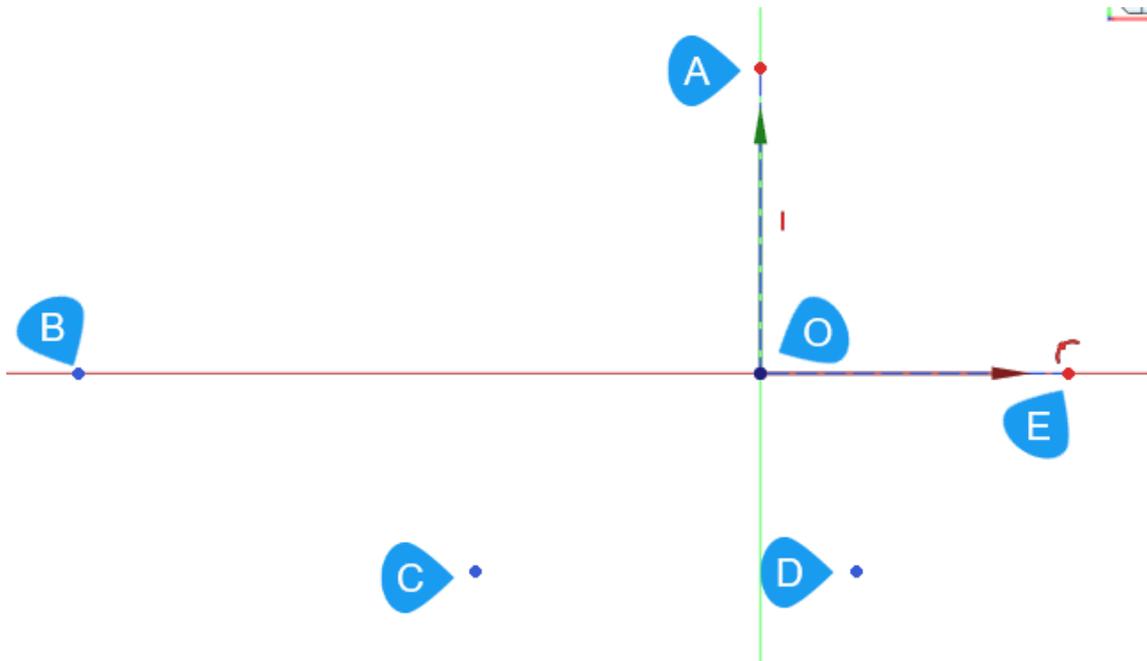
- Dans FreeCAD, si nécessaire, refermer les documents ouverts précédemment ;
- Télécharger et enregistrer le fichier [tuto3.FCStd](#) sur votre ordinateur ;
- Ouvrir ce document  [tuto3.FCStd](#) dans FreeCAD ;
- Sélectionner l'onglet  Modèle de la  vue combinée ;
- Enregistrer ce document sous le nom  [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*

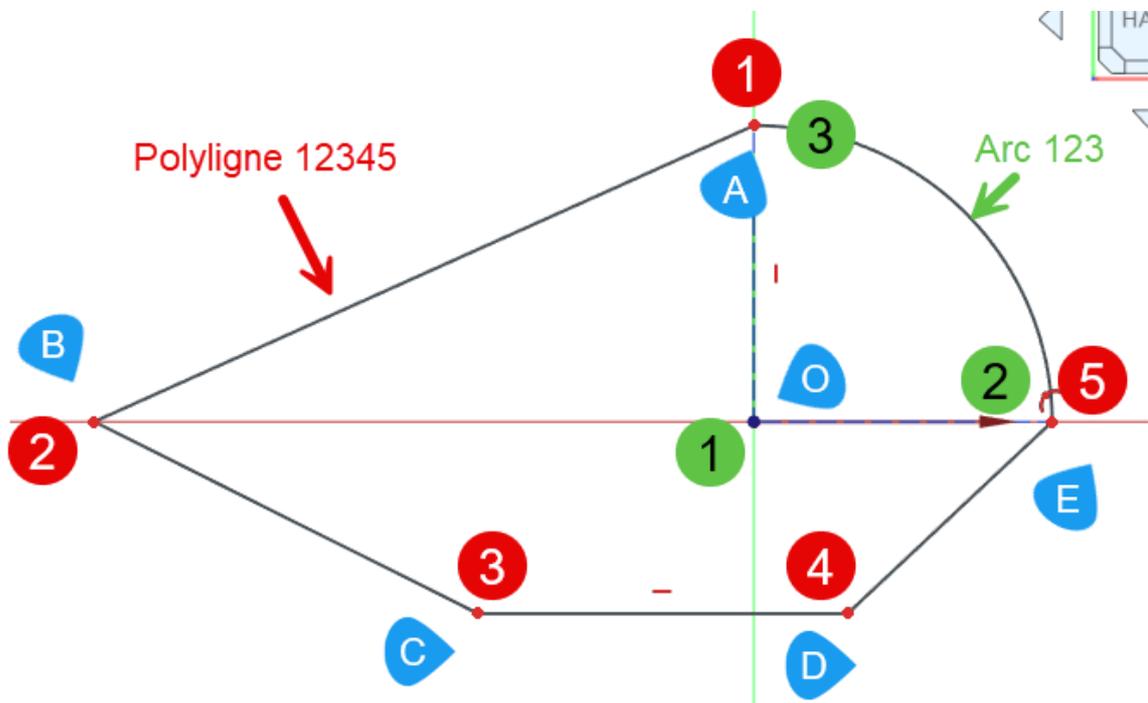
### Explications :

- 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** ;

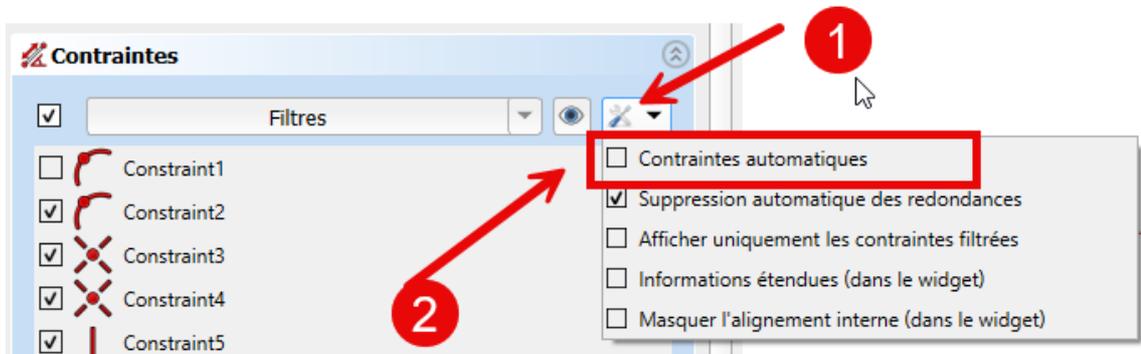


*Esquisse complète à créer*

## 4.1. 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** ;

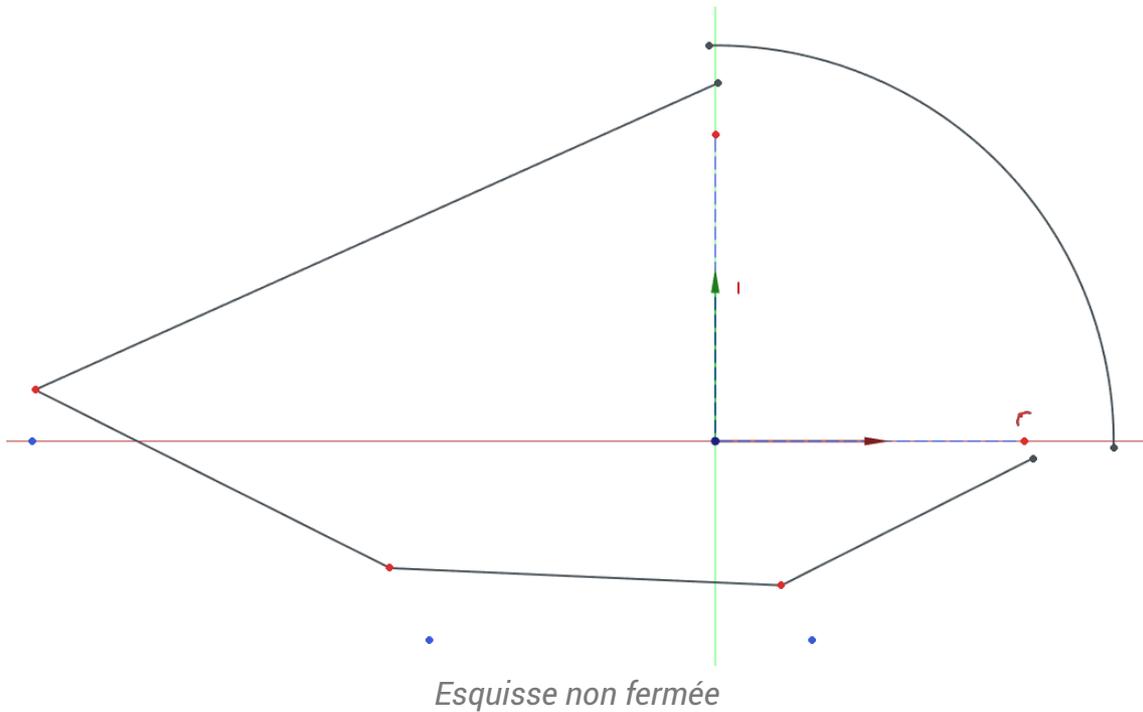


*Contraintes automatiques désactivées*

- Créer une polyligne joignant les points A, B, C, D, E, ; (Cliquer droit deux 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 :

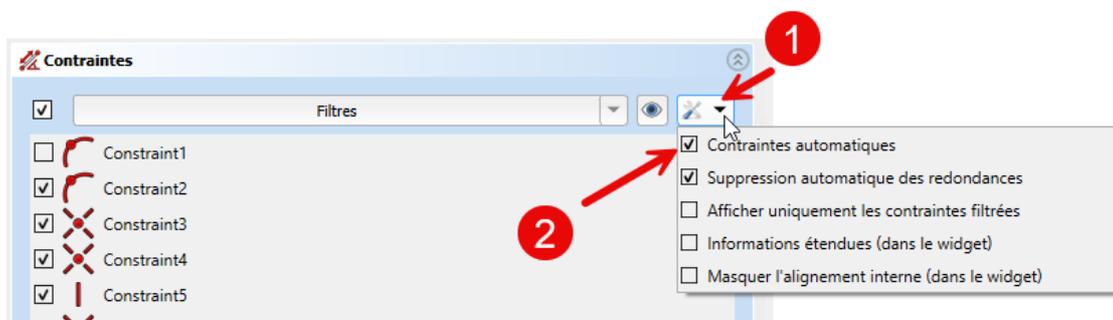
- l'arc n'est pas accroché à la polyligne ;
- tous les segments de la polyligne peuvent se déplacer sans contraintes ;
- idem pour l'arc ;



## 4.2. Contraintes automatiques activées

### Tâches à réaliser

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

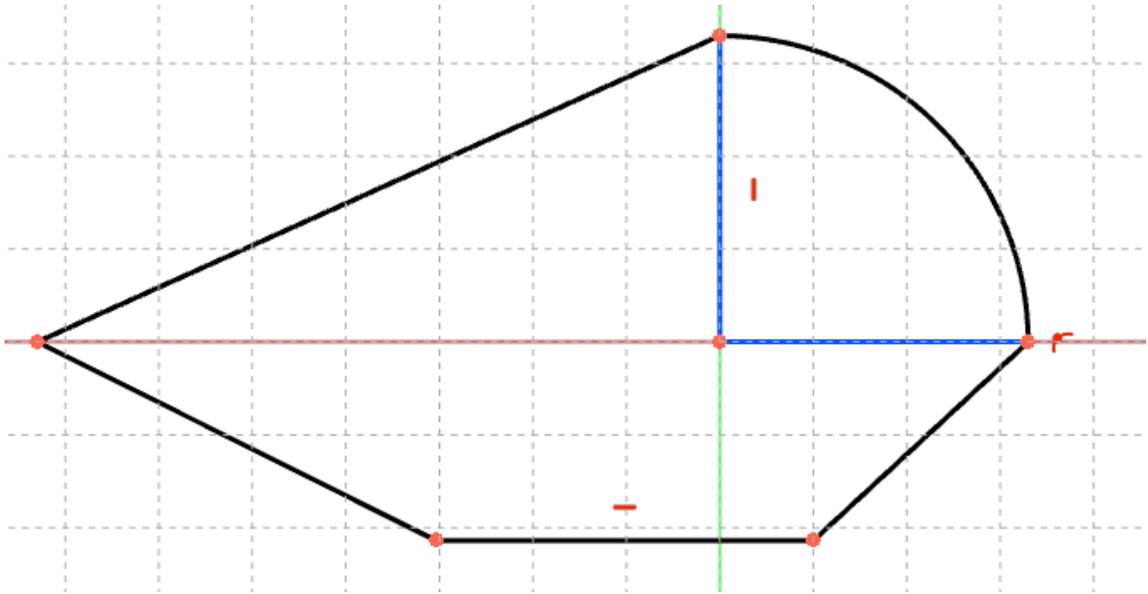


*Contraintes automatiques activées*

- Créer une polyligne  joignant les points A, B, C, D, E, **en observant attentivement le pointeur de la souris** lors de la création de la polyligne ;
- Cliquer **droit** deux fois pour sortir de la commande Polyligne ;
- Créer un arc  en cliquant successivement les points O, E, A **en observant attentivement le pointeur de la souris** lors de la création de l'arc ;
- 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 polygone, 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 D se déplace uniquement sur l'axe X ;



 A retenir :

*Tableau des principales contraintes automatiques*

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

## 4.3. 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 raté 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 ;

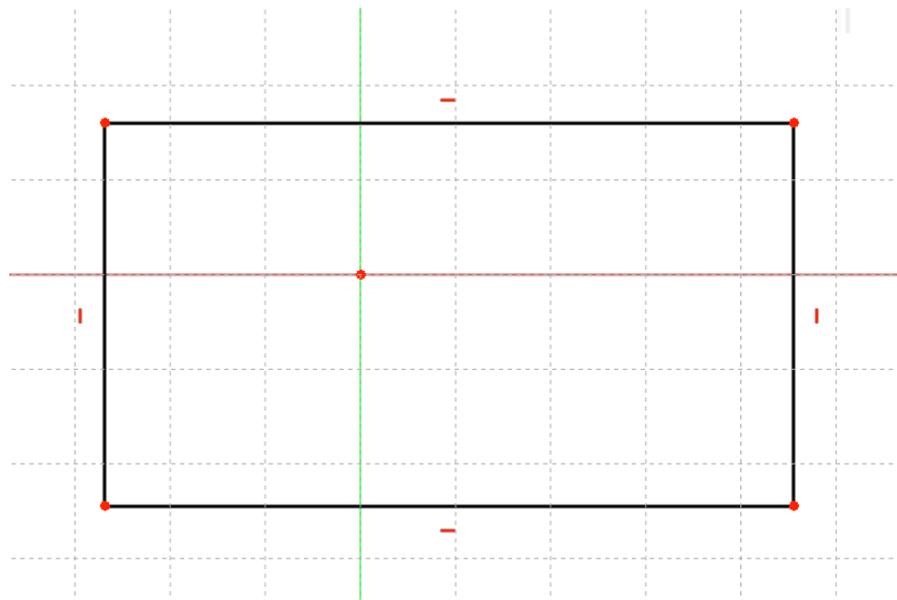
## 5. Suppression automatique des redondances

### Objectifs

- Comprendre et utiliser le réglage  Suppression automatique des redondances du solveur ;
- Utiliser la géométrie Rectangle<sup>W</sup>  ;
- Utiliser la contrainte Symétrie<sup>W</sup>  ;

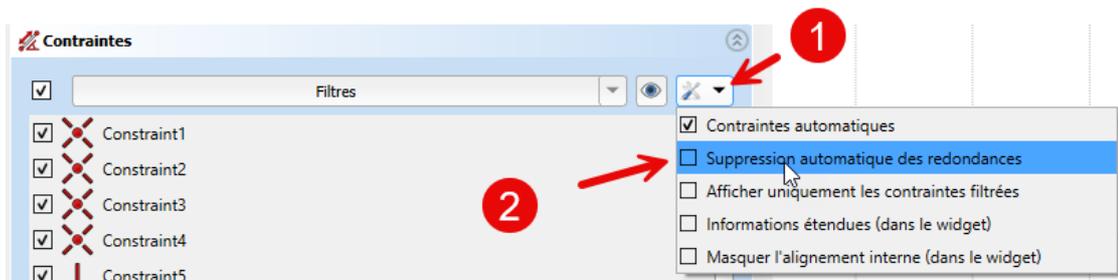
### Tâches à réaliser

- 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 comme ci-dessous :



Rectangle

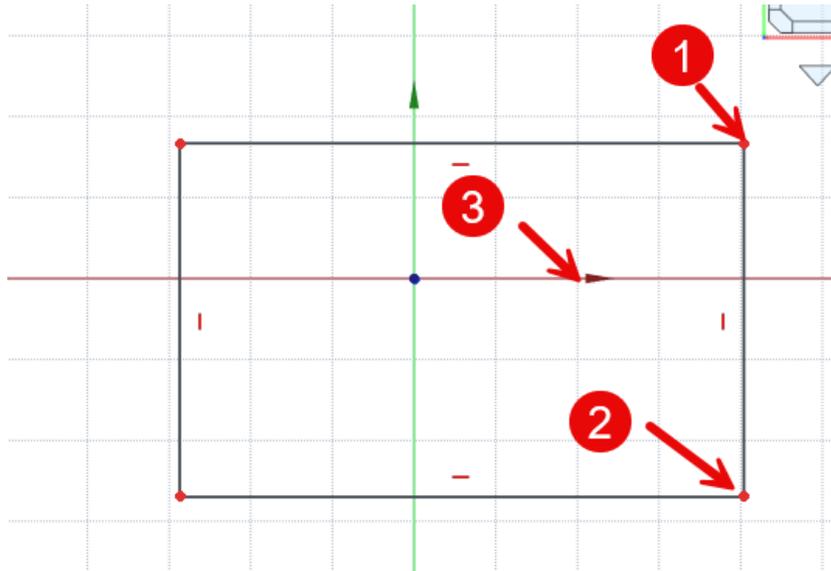
- Cliquer sur le bouton déroulant  du panneau  Contraintes et décocher la case  Suppression automatique des redondances du solveur ;



Suppression automatique des redondances désactivée

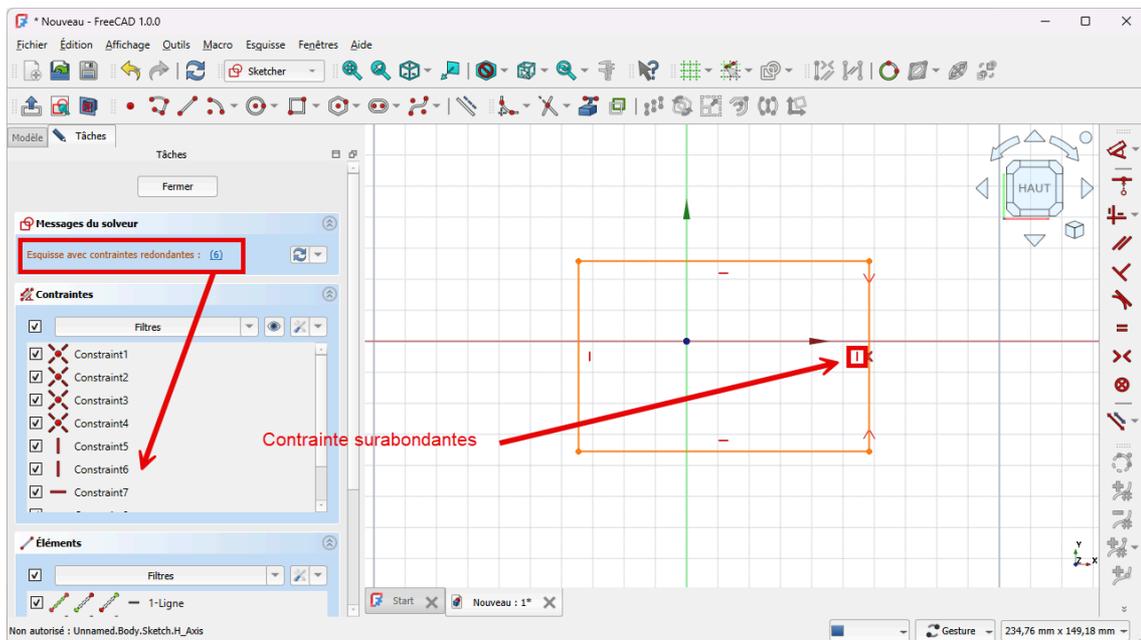
- Cliquer sur la contrainte symétrie ;

- 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 ?



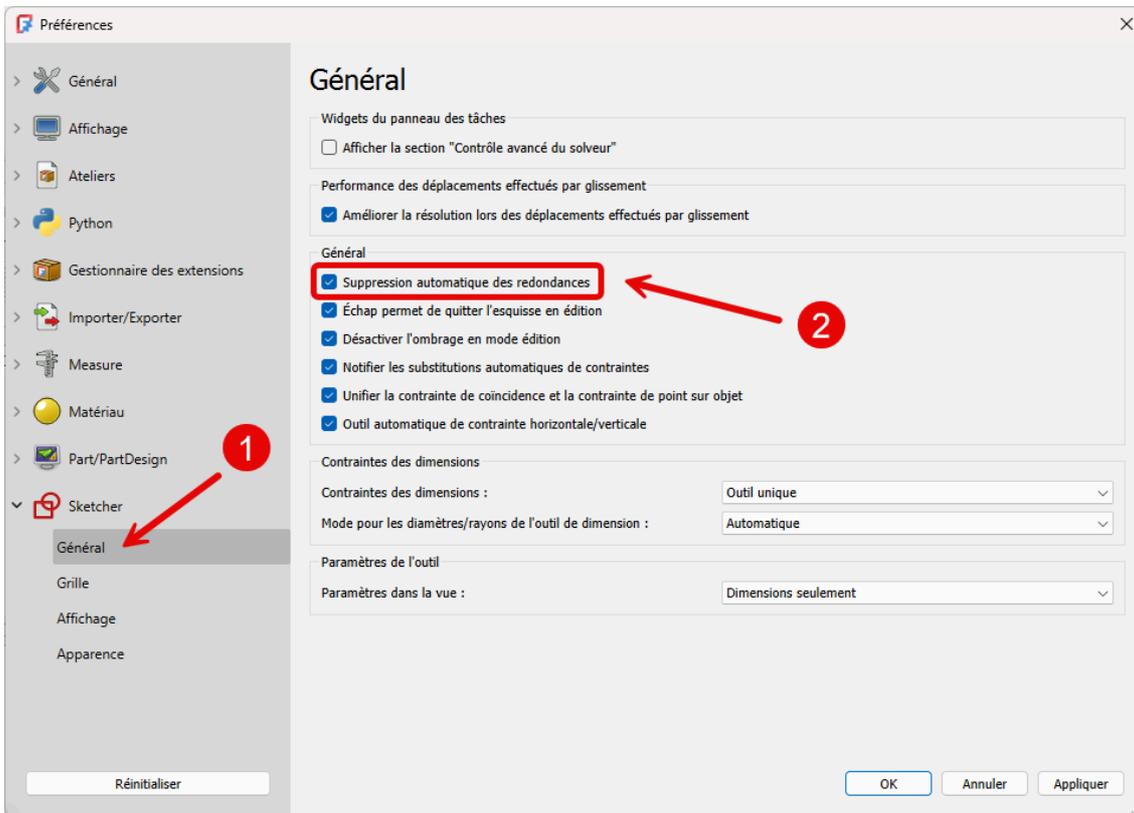
*Message d'erreur*

- Annuler la dernière action à l'aide du raccourci clavier **CTRL + Z** (**CMD Z** sous );
- Cliquer à nouveau sur le bouton déroulant  du panneau **Contraintes** et cocher la case  **Suppression automatique des redondances** du solveur ;



**En pratique**

En règle générale, il vaut mieux garder le réglage  Suppression automatique des redondances activé. voir le réglage (4) ci-dessous des préférences de l'atelier Sketcher :



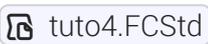
*Préférences Sketcher : suppression automatiques des redondances*

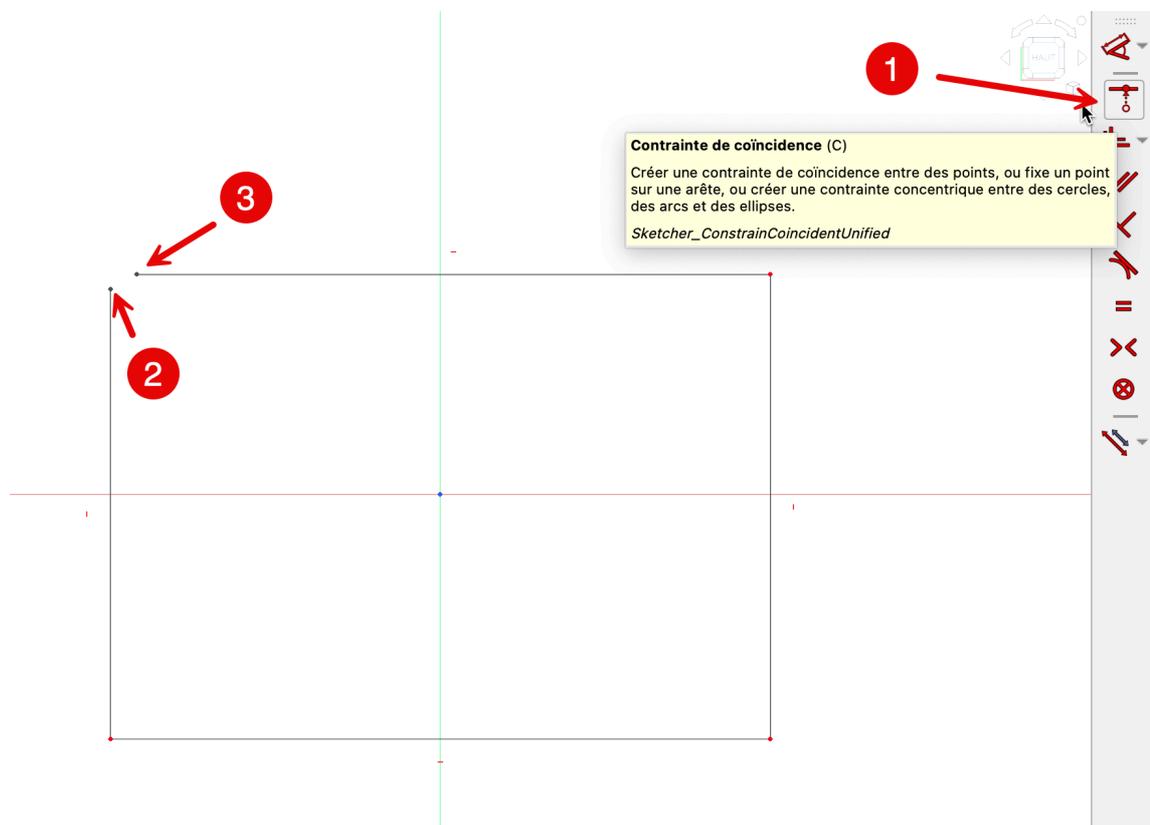
## 6. Fermeture des esquisses

### Objectifs

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

### 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  dans FreeCAD ;
- Sélectionner l'esquisse Sketch et appliquer la commande Protrusion  ;
- Que constatez vous ?
- Annuler la commande ;
- 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 points 2 et 3 pour fermer l'esquisse*

- Quitter l'atelier Sketcher et appliquer à nouveau la commande Protrusion  ;

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

### Aide

Pour appliquer la contrainte de coïncidence , cliquer sur les deux points pour les sélectionner puis cliquer sur le bouton  ;

### 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

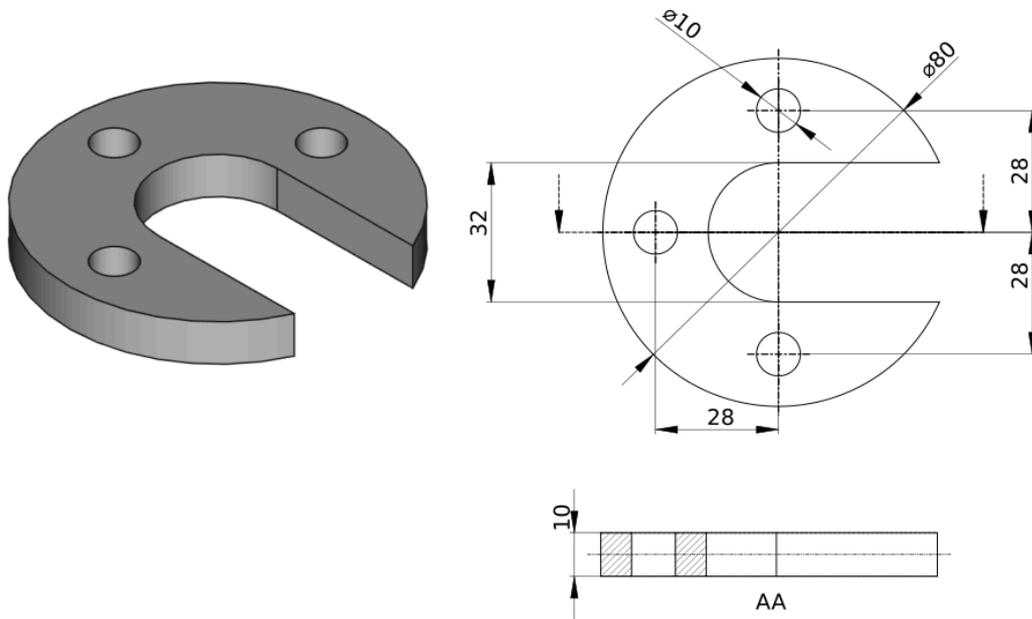
FreeCAD propose une commande [Valider une esquisse](#) <sup>W</sup>  permettant d'identifier les problèmes d'une esquisse, notamment l'option `Surligner les sommets posant problème` qui peut permettre de repérer une esquisse non fermée ;

### Attention

- Une esquisse peut être **entièrement contrainte sans être fermée** ;

## 7. TP 2-1

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



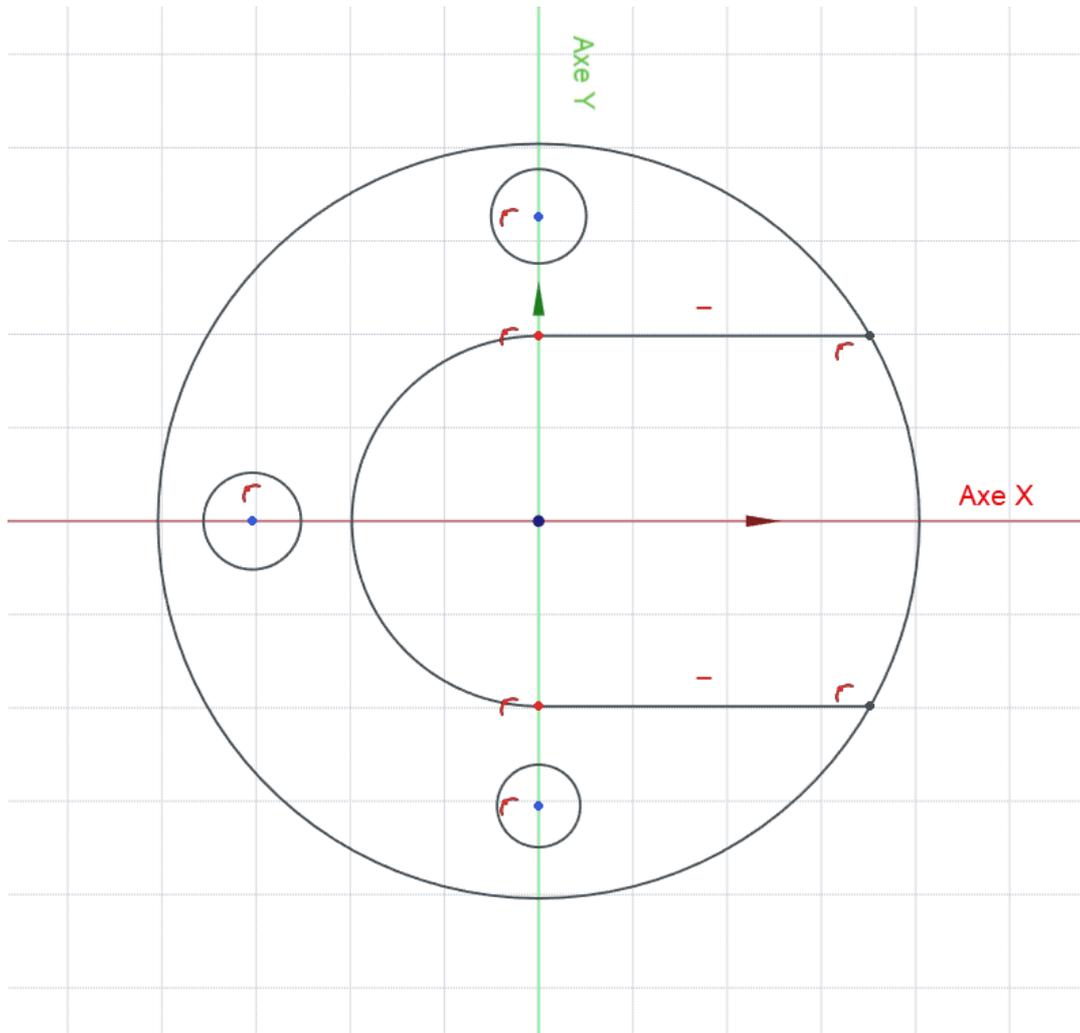
Plan du TP 2-1

### Objectifs

- Utiliser les géométries : Cercle<sup>W</sup> , Ligne<sup>W</sup> , Arc<sup>W</sup>  ;
- Exploiter les contraintes automatiques lors de la création de ces géométries ;
- Utiliser la commande Ajuster<sup>W</sup>  ;
- Utiliser les contraintes : contrainte de dimension<sup>W</sup> , Diamètre<sup>W</sup> , Distance horizontale<sup>W</sup> , Distance verticale<sup>W</sup>  ;

### Tâches à réaliser

- Dans FreeCAD, si nécessaire, refermer les documents ouverts précédemment ;
- Créer un nouveau document  TP2-1 dans FreeCAD ;
- Créer un nouveau body  et une nouvelle esquisse  dans le plan XY ;
- 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

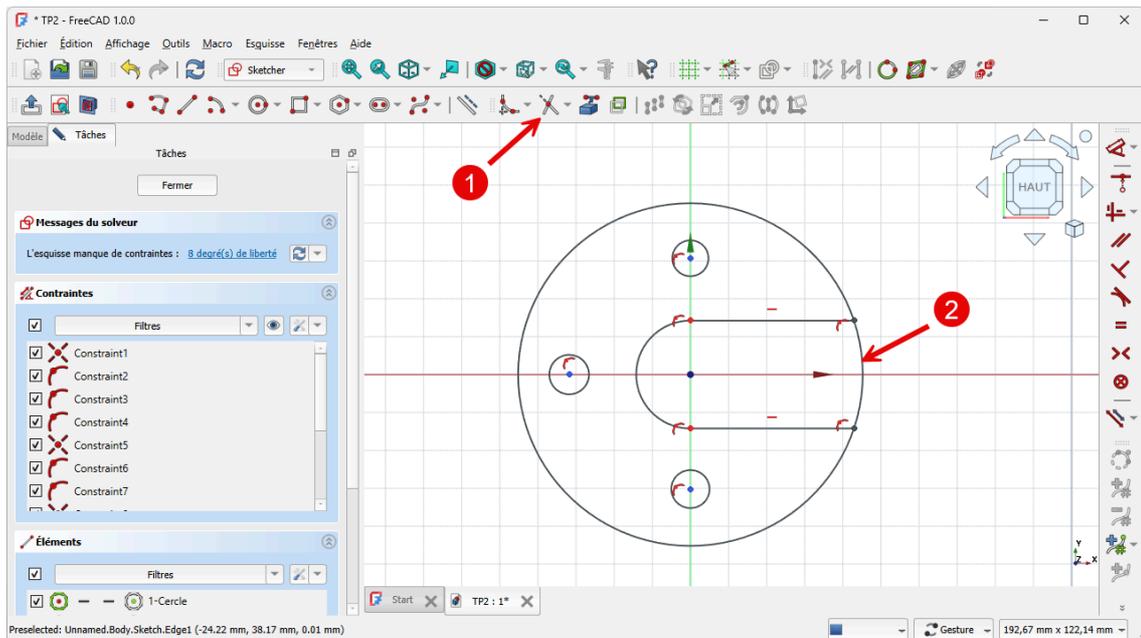
Géométries	Points	Contraintes automatiques
 Grand cercle	Centre	 sur l'origine
 Petits cercles	Centre	 respectivement sur l'axe Y ou bien X
 pour le 1/2 cercle	Centre	 sur l'origine
	Extrémités	 sur l'axe Y
 Lignes horizontales	Extrémité gauche	 avec l'extrémité du 1/2 cercle
	Extrémité droite	 avec le grand cercle
	Ligne elle-même	

## Tâches à réaliser (suite)

- Ajuster  le grand cercle entre les deux lignes horizontales :
- Déplacer légèrement une des 2 lignes horizontales afin de 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 les petits cercles ;

## 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  :

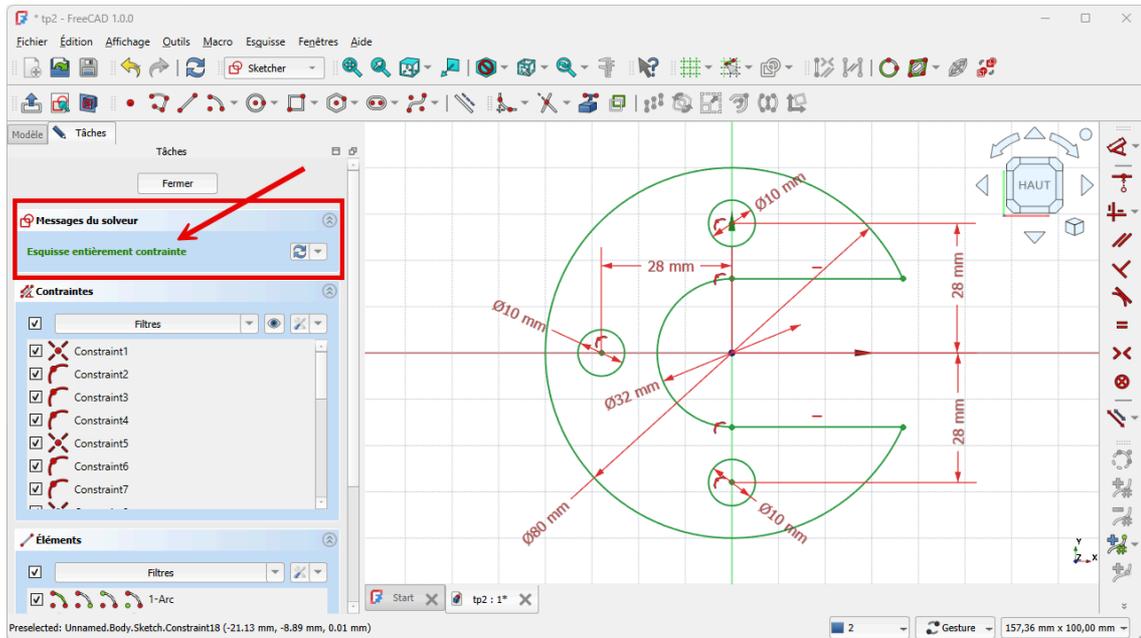
- Pour saisir le diamètre , du grand cercle il faudra :
  - soit cliquer sur le bouton déroulant  puis cliquer sur le bouton  ;
  - soit appuyer sur la touche M pour faire apparaître la contrainte de  ;

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

- Cliquer sur le bouton , puis cliquer le centre d'un petit cercle pour fixer la distance de centre par rapport à l'origine : FreeCAD déduira de la position du cercle la distance verticale ou horizontale à saisir ;

## Tâches à réaliser (suite et fin)

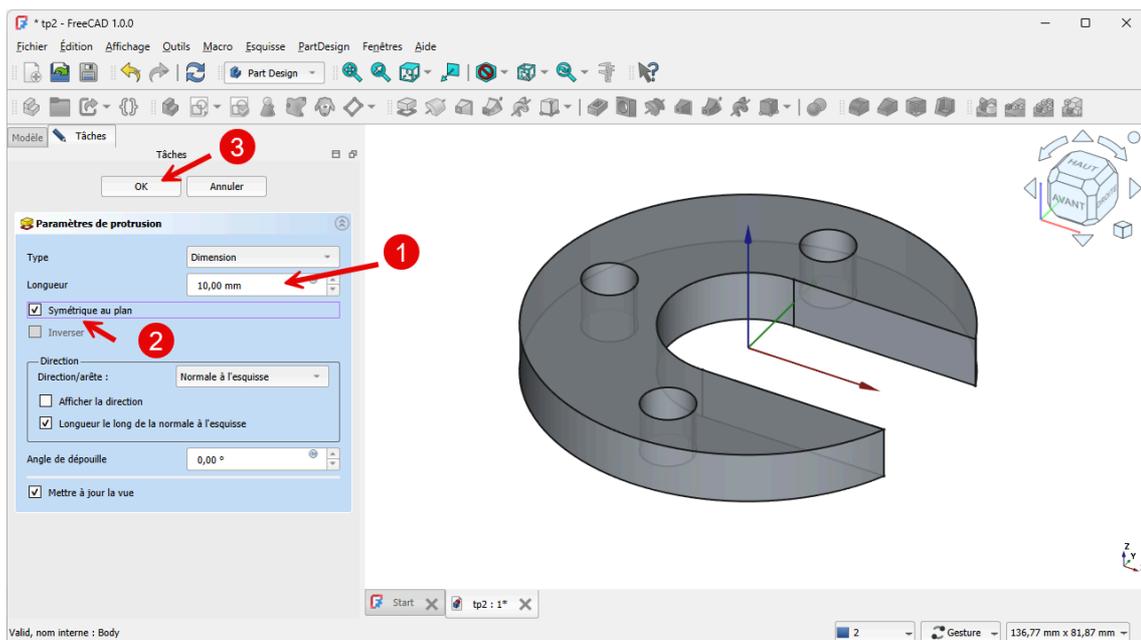
- Vérifier que l'esquisse est bien **entièrement contrainte** ;



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

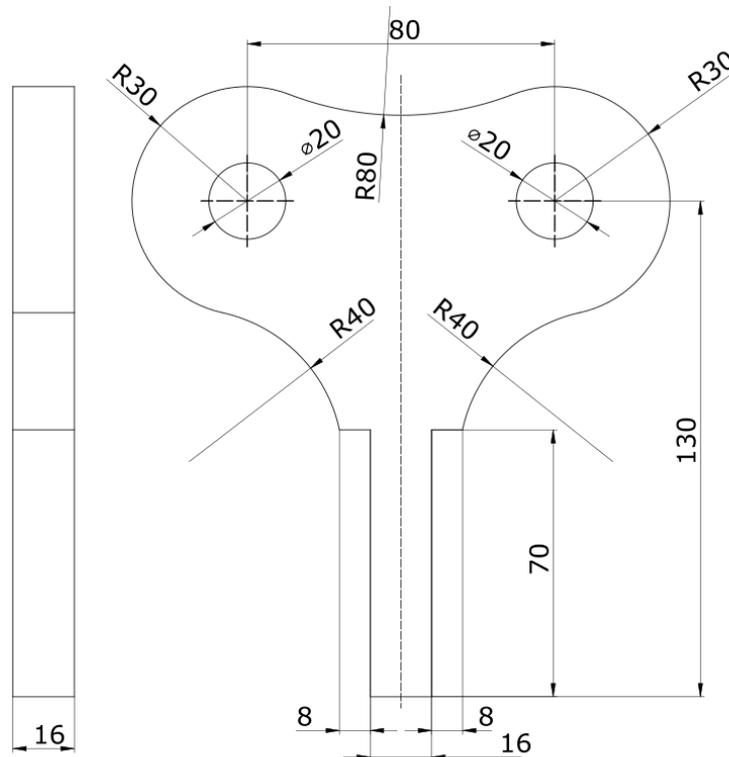
## 7.1. Capture vidéo





## 8. TP 2-2

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



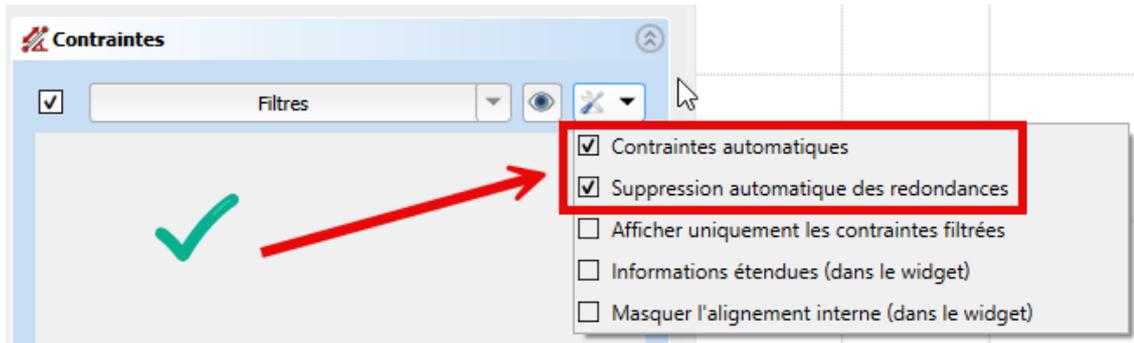
Plan TP2-2

### Objectifs

- Utiliser les géométries : polyligne<sup>W</sup> , arc 3 points<sup>W</sup>  ;
- Utiliser les contraintes géométriques : symétrie<sup>W</sup> , égalité<sup>W</sup> , tangente<sup>W</sup>  ;
- Utiliser la contrainte dimensionnelle : Rayon<sup>W</sup>  ;

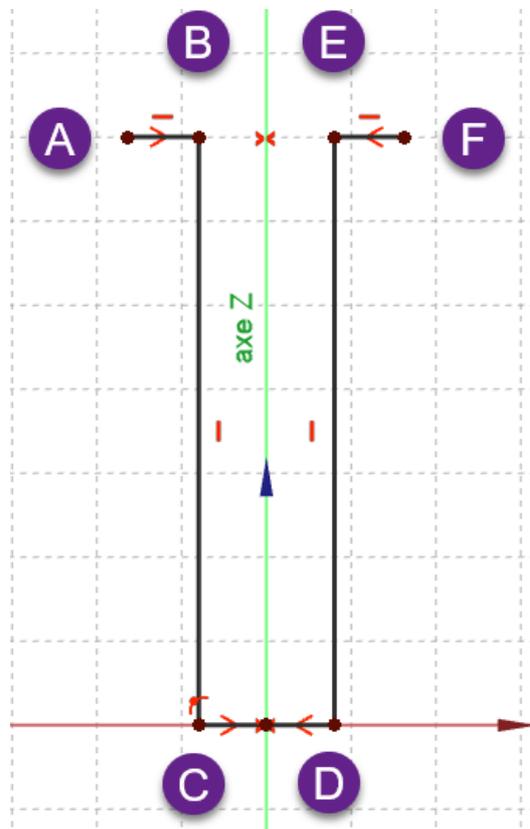
### Tâches à réaliser

- Dans FreeCAD, si nécessaire, refermer les documents ouverts précédemment ;
- Créer un nouveau document  TP2-2 dans FreeCAD ;
- Créer un nouveau body  et une nouvelle esquisse  dans le plan XZ ;
- Vérifier que  Contrainte automatiques et  Suppression automatique des redondances sont cochées ;



Contrôle contraintes automatiques et suppression automatique des redondances

- Créer la polygone  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

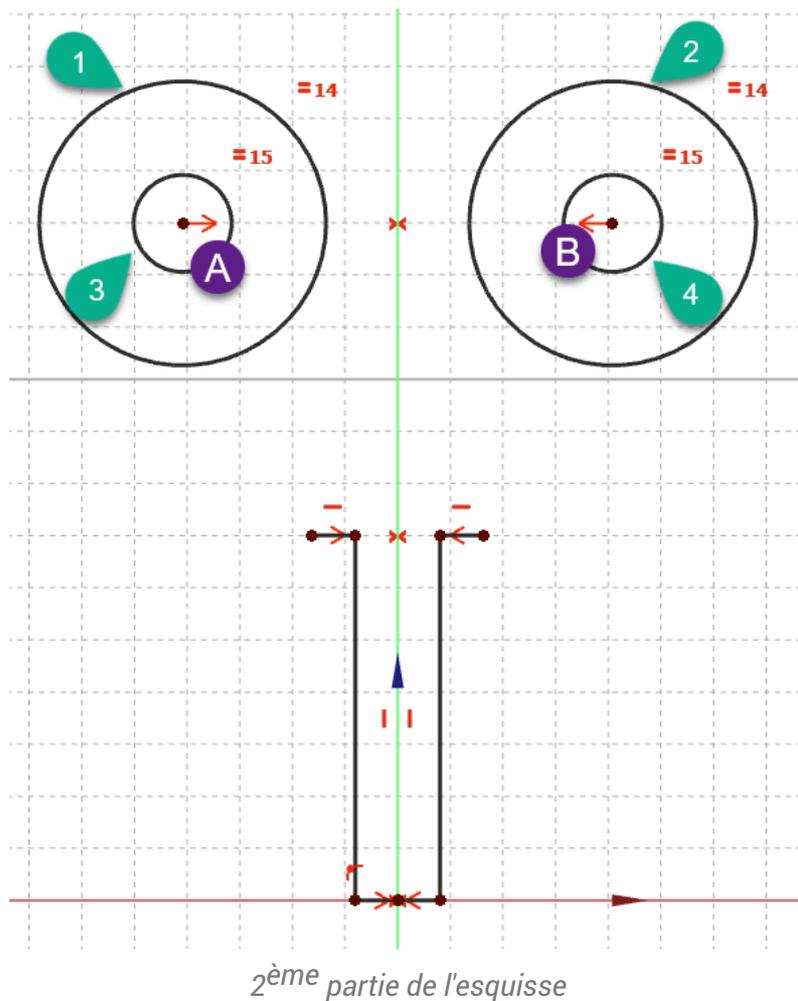
Géométrie	Points	Contraintes automatiques
Polyligne	Point B	
	Point C	 sur l'axe X
	Point D	
	Point E	 sur l'axe X
	Point F	
	Point F	

### 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 ;

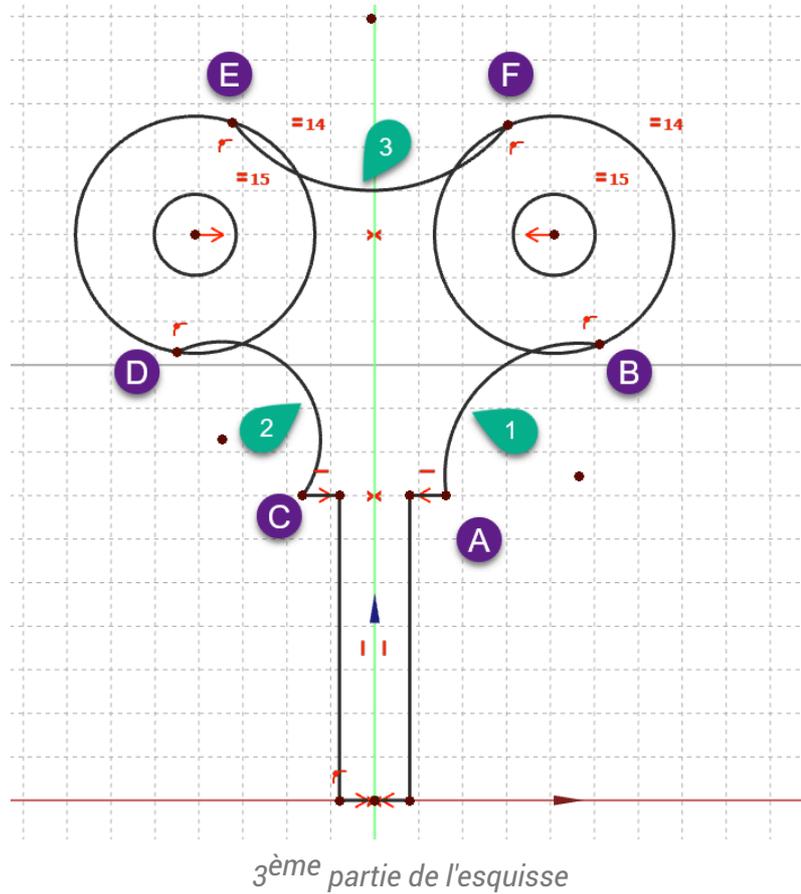
### Aide :

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 :



### Aide :

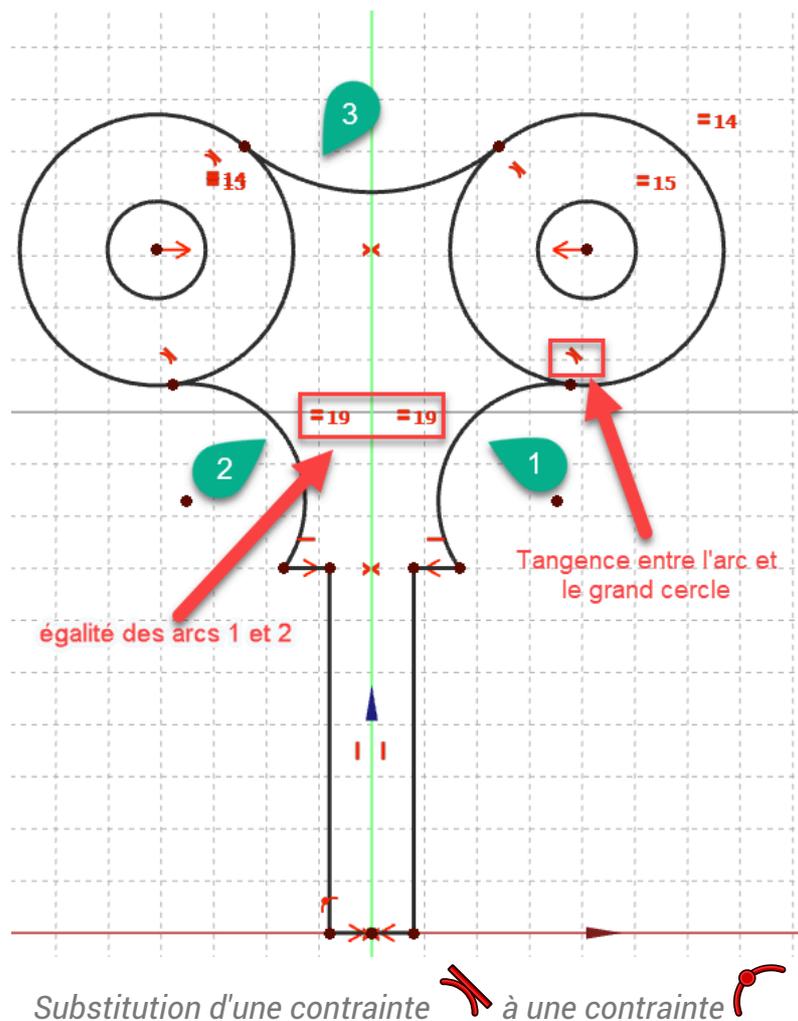
Tableau des contraintes automatiques à utiliser



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 ;

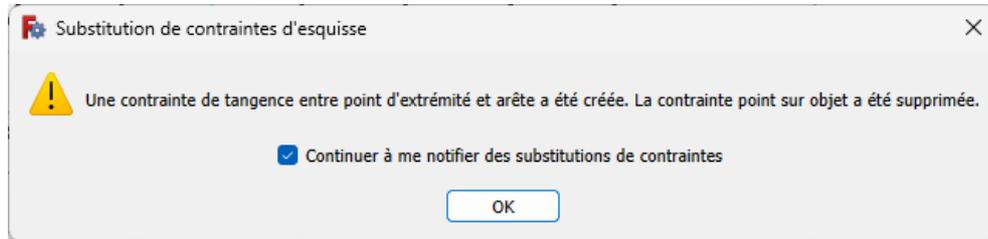




## Substitution de contraintes

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

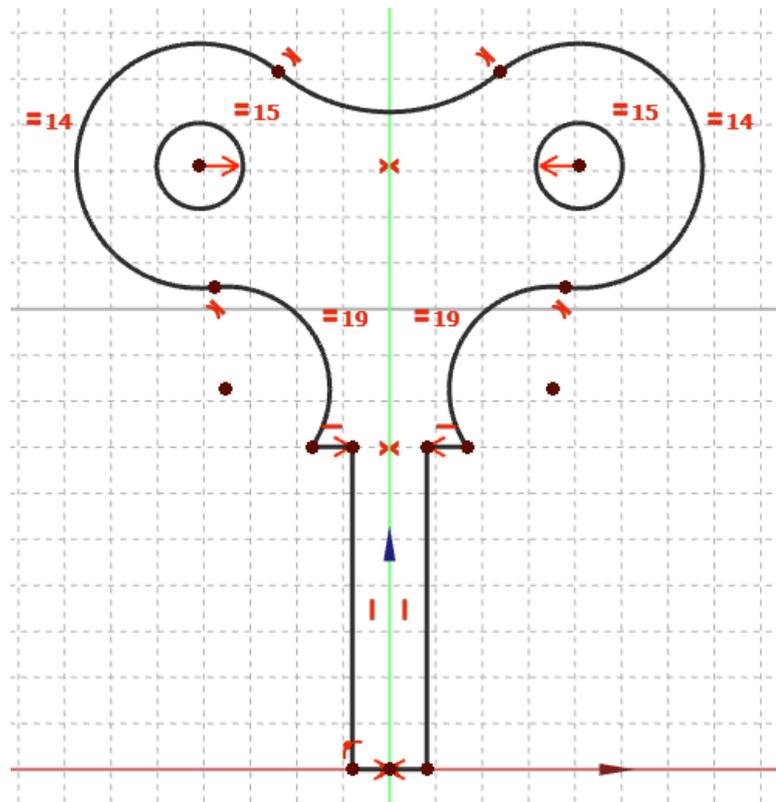
Valider la boîte de dialogue ;



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  ;



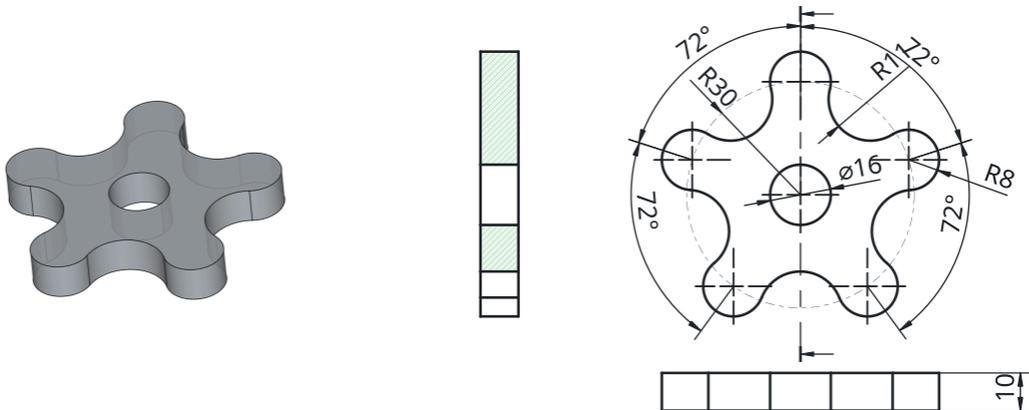


## 8.1. Capture vidéo



## 9. TP 2-3

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



### Objectifs

- Comprendre et utiliser les géométries de construction<sup>W</sup> de l'atelier  Sketcher  ;
- Utiliser la contrainte d'angle<sup>W</sup> 

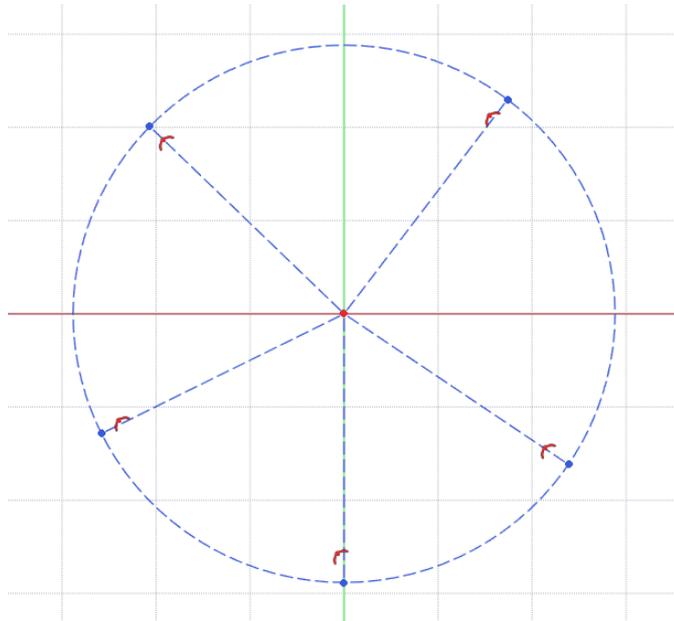
### Tâches à réaliser : création des géométries de construction

- Dans FreeCAD, si nécessaire, refermer les documents ouverts précédemment ;
- Créer un nouveau document  TP2-3 dans FreeCAD ;
- Créer un nouveau body  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 :

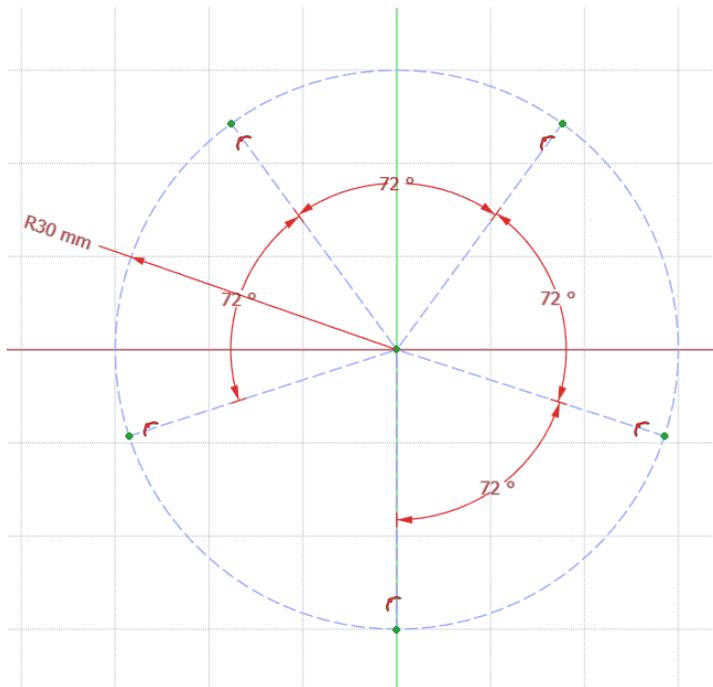


Barre d'outils : géométries de construction

- 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 contraint 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  $72^\circ$  ;

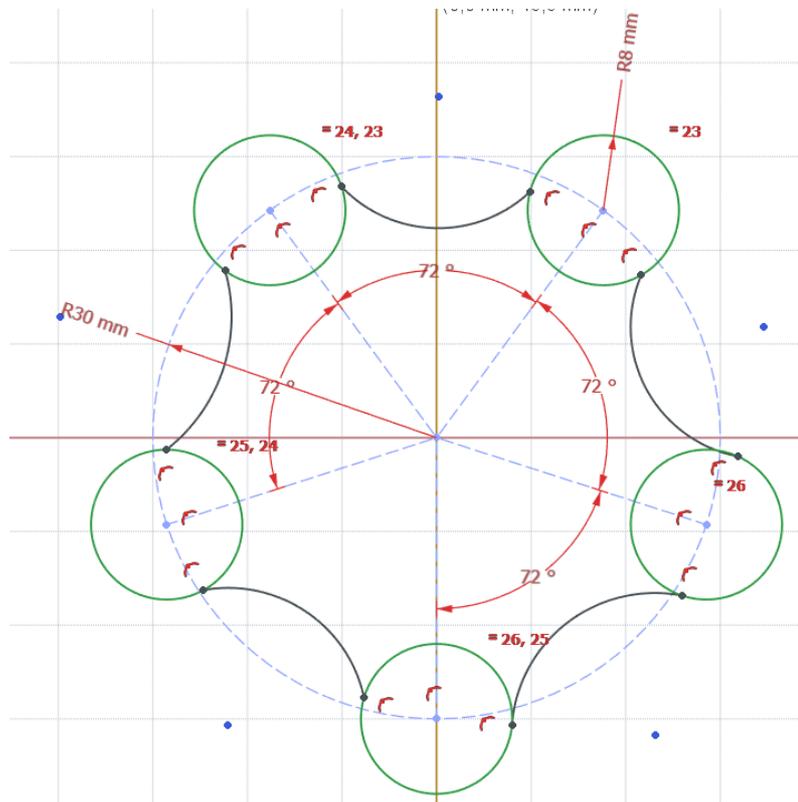


 Aide :

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

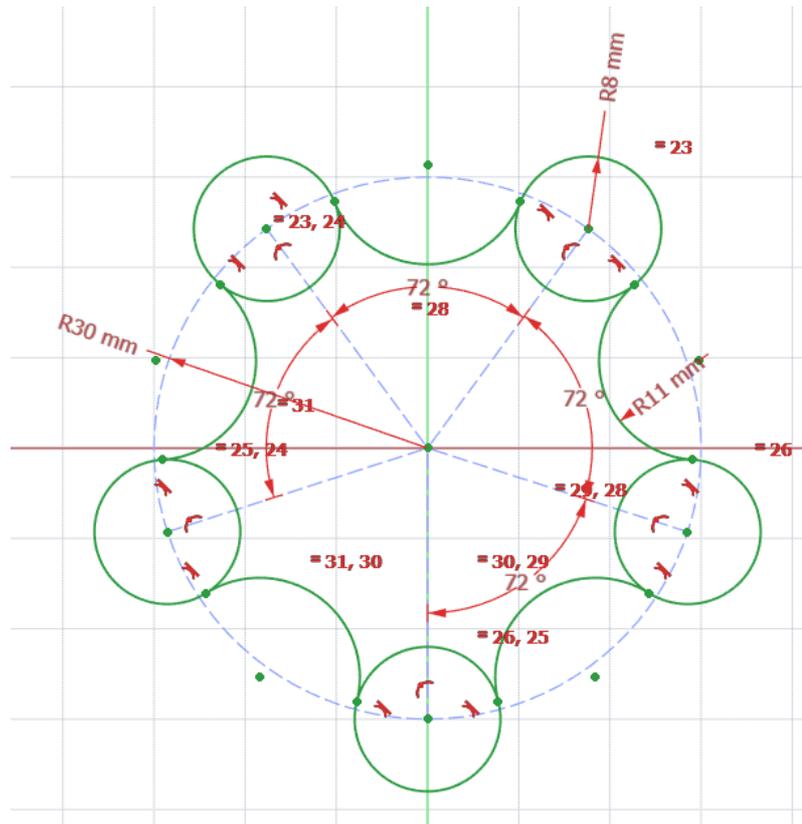
### Tâches à réaliser : création des géométries réelles

- Cliquer à nouveau sur le bouton  de la barre d'outils Géométries d'esquisse pour revenir en mode normal ;
- Créer 5 cercles  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 ;



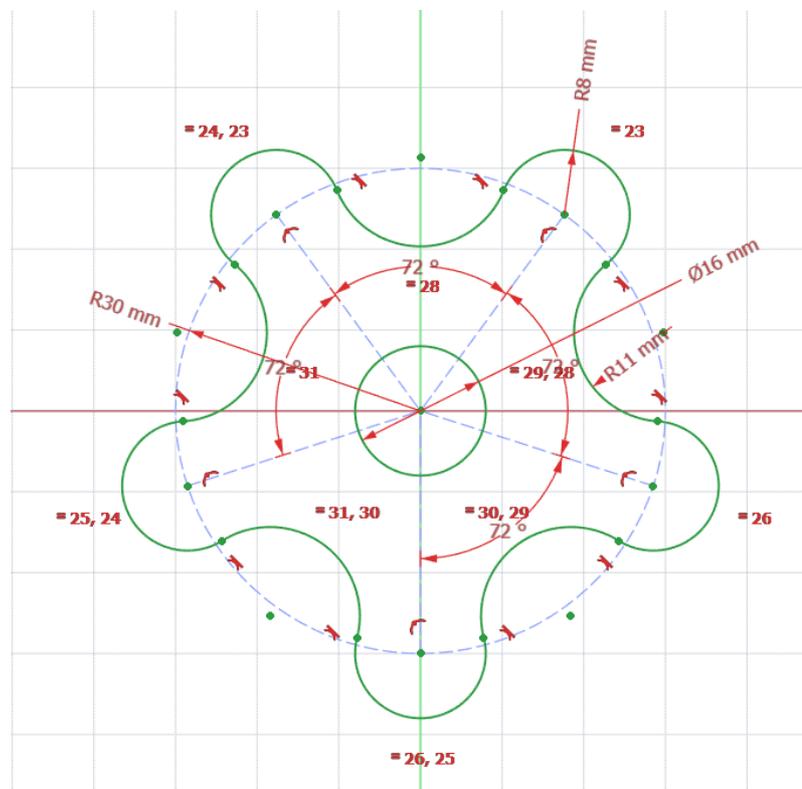
Construction des arcs

- 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 ;



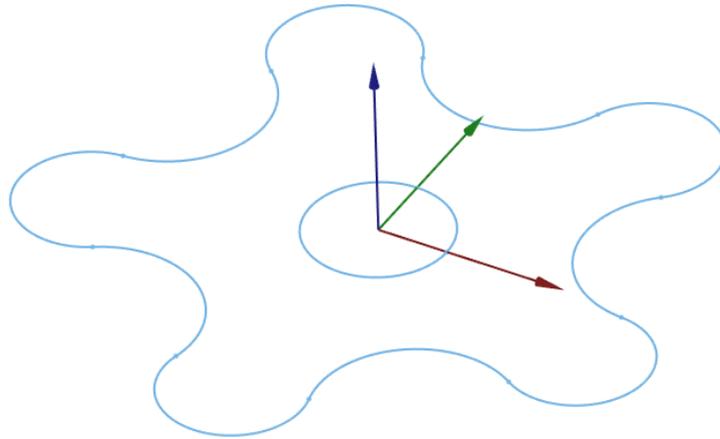
Substitution des contraintes

- 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 ;



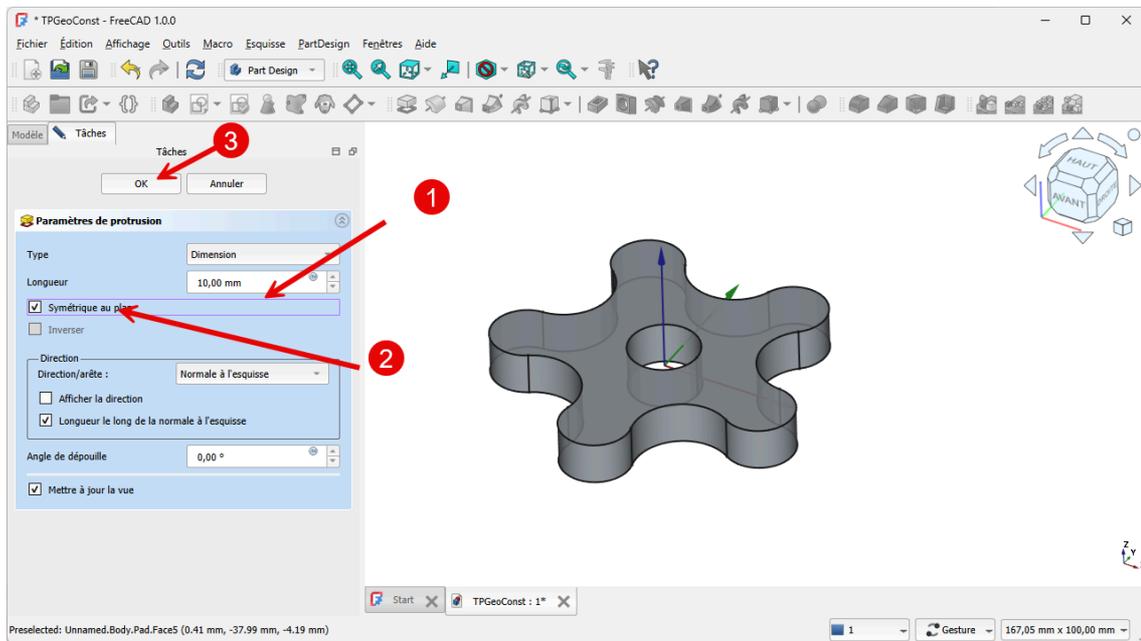
Suppression de l'intérieur des cercles par ajustements

- 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

## 9.1. Capture vidéo

