



Association ORE
3, allée des Jardins
21800 QUETIGNY
03.80.48.23.96
association.ore@gmail.com

FreeCAD

Modélisation 3D avec FreeCAD

02 - Sketcher

1. Champ d'application

Ce document va vous accompagner dans la création d'une esquisse (Sketch en anglais, d'où le nom du module). Une esquisse est un objet 2D. C'est un ensemble d'éléments géométriques (des droites, des cercles, des points...) et de contraintes géométriques (horizontales, verticales, coïncidences...) ou dimensionnelles (longueur, distance, rayon...). Une esquisse n'a pas pour vocation de vivre seule mais servira de base à la création d'objets 3D dans d'autres ateliers que nous verrons par la suite. (Part, PartDesign, Assembly...)

Si vous souhaitez simplement réaliser un dessin technique, cet atelier n'est pas le bon, utilisez « l'atelier « Draft » à la place.

2. Prérequis

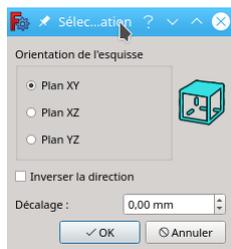
Avant de démarrer ce tutoriel, vous devez avoir déjà parcouru le tutoriel « **01-Prise en main** » et être familiarisé avec :

- l'interface générale de FreeCAD
- La fenêtre graphique
- la création, l'ouverture ou la sauvegarde d'un document
- la notion d'ateliers
- la manipulation des objets graphiques

3. L'interface du module

Nous allons créer un nouveau document, menu **Fichier** → **Nouveau** (ou [Ctrl] [N]) et sélectionner l'atelier « Sketcher » à l'aide du sélecteur d'ateliers.

Nous allons maintenant créer une esquisse en cliquant sur  dans la barre d'outils générale. Étant donné que nous n'avons pas encore d'esquisse ouverte, c'est la seule icône disponible, toutes les autres sont grisées.



Une boîte de dialogue s'ouvre, dans laquelle nous pouvons choisir un plan pour notre esquisse. Il s'agit d'un des plans de base XY, YZ et ZX. Nous avons également la possibilité d'indiquer un décalage par rapport au plan choisi et d'inverser la direction du décalage. Garder la sélection standard du plan XY et valider vos choix en cliquant sur [OK] pour fermer la boîte de dialogue.

Nous voilà dans notre esquisse, prêts à tracer nos éléments géométriques et fixer nos contraintes. Pour cela nous avons 2 barres d'outils à notre disposition.

Quelques réglages avant de poursuivre :



- Vous pouvez cocher « Afficher la grille » avec un pas de 10mm afin d'avoir un ordre de grandeur de ce que vous dessinez.
- Cocher également « Contraintes auto » ce qui vous épargnera beaucoup de travail par la suite car FreeCAD insérera automatiquement pas mal de contraintes à votre place. Par exemple, si vous tracez une ligne à peu près horizontale, le logiciel considérera qu'elle est horizontale et positionnera la contrainte d'horizontalité sur l'élément.

3.1. La barre d'outils géométriques

Cette barre regroupe tous les outils nécessaires pour créer des éléments géométriques et les modifier. Dans ce tutoriel, nous n'en utiliserons que quelques un, mais je vous donne une brève description de la fonction de chacun. Libre à vous d'expérimenter ou de vous référer au manuel du module pour une connaissance plus approfondie.



-  Dessine un point
-  Dessine un ligne par 2 points
-  Dessine un arc (Centre + Rayon + Angles de départ et d'arrivée, ou par 3 points)
-  Dessine un cercle (Centre + Rayon, ou par 3 points)
-  Dessine une conique (Ellipse, Arc d'ellipse, Arc d'hyperbole, Arc de parabole)
-  Dessine une B-Spline (Simple ou Périodique)
-  Dessine une polyligne composée de plusieurs segments connectés entre eux. L'appui répété sur la touche [M] pendant la commande permet de choisir le type de segment suivant (ligne orthogonale ou tangente, arc orthogonal ou tangent...)
-  Dessine des rectangles (Par 2 points uniquement dans la version 0.19, également Centre et point dans les futures versions)
-  Dessine un polygone régulier inscrit dans un cercle (Triangle, Carré, Pentagone, Hexagone, Heptagone, Octogone ou Nombre de coté au choix)
-  Dessine un oblong en entrant le centre de l'arc de départ et le rayon de l'arc d'arrivée
-  Dessine un congé entre 2 lignes connectées
-  Ajuste des entités par rapport à l'emplacement du clic.
-  Prolonge une entité (ligne, arc) jusqu'à une autre (ligne arc ou point)
-  Crée une entité en récupérant une arête externe
-  Crée une copie de la géométrie contenue dans une autre esquisse
-  Bascule l'entité sélectionnée de géométrie réelle à géométrie de construction et vice versa ou bascule le mode de création des entités Les géométries de construction sont affichées en bleu.

3.2. La barre d'outils de contraintes

Voyons tout d'abord ce que recouvre le terme de contrainte.

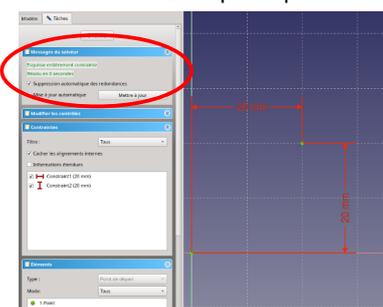
Vous insérez un point par exemple. Ce point peut être déplacé dans le plan de l'esquisse suivant une direction

horizontale ou verticale. On dit qu'il possède 2 degrés de liberté (DDL en Français DOF en Anglais).

Si je place une cote horizontale (une contrainte dimensionnelle) entre ce point et l'origine du repère, par exemple, il ne peut plus se déplacer horizontalement, il perd un DDL.

Si maintenant je place une cote verticale toujours entre ce point et le repère, il ne peut plus se déplacer verticalement. Il ne possède plus de DDL, donc il est totalement contraint.

Lorsque qu'un élément d'esquisse est totalement contraint, il s'affiche en vert,



donc lorsque toute l'esquisse est verte, c'est qu'elle est totalement contrainte. Ceci est confirmé par les informations du panneau des tâches, où l'on retrouve, le statut de l'esquisse (Messages du solveur), la liste des contraintes et la liste des éléments.

Une ligne qui compte 2 extrémités, donc 2 points possède 4 DDL (2 pour chaque point). Il en va de même pour tout type d'éléments qui vont posséder chacun un nombre de DDL dépendant de leur type.

Faisons maintenant le tour des contraintes disponibles contenues dans la barre d'outils :



Contraintes Géométriques

	Crée une contrainte de coïncidence entre 2 points.
	Crée une contrainte de verticalité pour une ligne ou un élément d'une polyligne. Peut également contraindre la verticalité de plusieurs points. Cette contrainte accepte la multi-sélection.
	Crée une contrainte d'horizontalité pour une ligne ou un élément d'une polyligne. Peut également contraindre l'horizontalité de plusieurs points. Cette contrainte accepte la multi-sélection.
	Crée une contrainte de parallélisme entre 2 ou plusieurs lignes.
	Crée une contrainte de perpendicularité entre 2 lignes ou entre une ligne et l'extrémité d'un arc.
	Crée une contrainte de tangence entre 2 entités ou rend 2 lignes colinéaires. Cette contrainte considère les objets comme infinis, donc il n'est pas nécessaire qu'ils soient connectés.
	Crée une contrainte d'égalité entre 2 ou plusieurs entités. Pour des lignes, leurs longueurs seront égales, pour des arcs ou des cercles, c'est leurs rayons qui seront égaux.
	Contraint deux points symétriquement autour d'une ligne, ou contraint les deux premiers points sélectionnés symétriquement autour d'un troisième point sélectionné. On peut symétriser 2 lignes par rapport à une troisième en sélectionnant les extrémités des 2 premières.
	Crée une contrainte de blocage. L'élément est fixé et ne peut plus être déplacé.

Contraintes Dimensionnelles

	Contrainte de verrouillage qui crée 2 contraintes de distance, une horizontale, une verticale sur le point sélectionné.
	Contrainte de distance horizontale.
	Contrainte de distance verticale.
	Contrainte de longueur d'une ligne, de distance entre deux points ou de distance entre une ligne et un point (Dans ce dernier cas, sélectionnez le point en premier). Cette contrainte est semblable aux 2 précédentes, mais avec un champ d'application plus général. Si elle peut être remplacée par une distance horizontale ou verticale, ne l'utilisez pas car elle est plus gourmande en calcul pour le solveur.
	Contrainte de rayon ou de diamètre pour un cercle ou un arc.
	Contrainte d'angle entre 2 lignes.

Contrainte Spéciale

	Contraint deux lignes à respecter une loi de réfraction simulant la trajectoire de la lumière à travers une interface
--	---

Outils de Contraintes

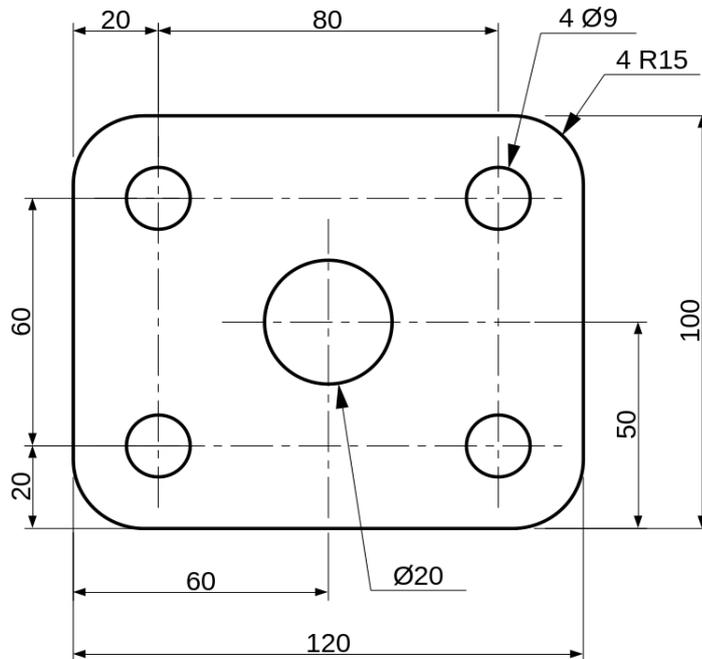
	Bascule la barre d'outils ou les contraintes sélectionnées vers/depuis le mode de référence
--	---



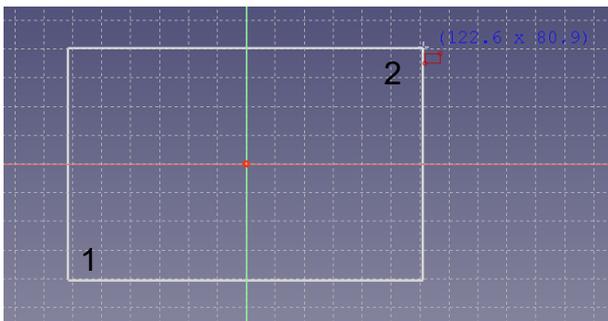
Active ou désactive une contrainte déjà placée.

4. Construction d'une esquisse

Nous attaquons la quatrième page de ce document et nous n'avons toujours pas tracé un trait, passons donc aux choses sérieuses en réalisant l'esquisse suivante.

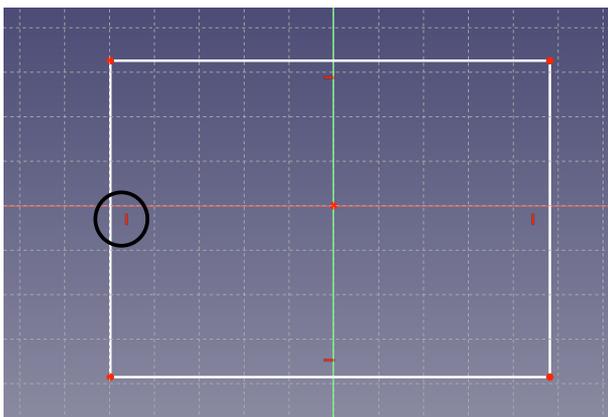


4.1. Création des éléments géométriques



Nous commençons par tracer un rectangle sans coins arrondis :

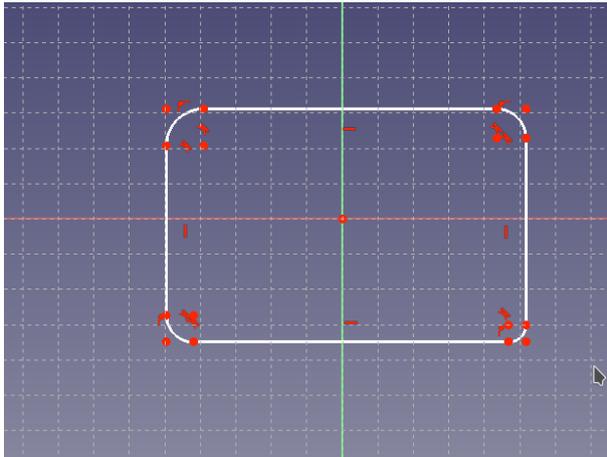
- Cliquez sur l'icône  afin de sectionner l'outil rectangle
- Cliquez dans la zone graphique afin de créer le premier sommet (1) du rectangle et déplacer le pointeur vers le sommet opposé.
- Cliquez pour créer ce sommet (2). Au fur et à mesure du déplacement, les coordonnées relatives du pointeur s'affichent indiquant de fait la taille du rectangle.



Nous avons tracé notre rectangle. Ne vous préoccupez pas dans l'immédiat des dimensions, nous fixerons tout cela un peu plus tard.

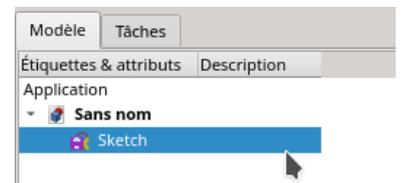
Notre géométrie est blanche, donc sous contrainte, ce que confirme le solveur en nous indiquant 4 DDL (Voir panneau latéral gauche).

Vous remarquerez également que FreeCAD a positionné des contraintes (horizontalité et verticalité) sur les cotés de notre rectangle

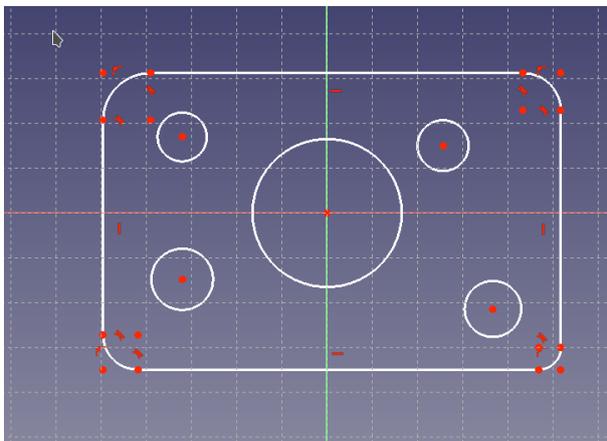


nouveau l'outil congés pour chaque sommet, car l'outil reste actif jusqu'à la sélection d'un autre outil ou de l'appui sur la touche [Echap].

Remarque 2 : Un second appui sur [Echap] vous fera sortir de l'édition l'esquisse. Pas de panique, dans la vue arborescente, située je le rappelle en haut du panneau gauche, un double clic sur « Sketch » vous ramène à l'édition de cette esquisse.



Nous avons terminé, le tracé de notre rectangle arrondi. Il nous restera à contraindre tous les éléments par des contraintes géométriques ou dimensionnelles. Nous verrons cela un peu plus loin, mais pour l'heure nous allons nous concentrer sur le tracé de tous les cercles.



ainsi la contrainte « Point sur Point » sera positionnée.

Nous en avons terminé avec les éléments géométriques et nous allons pouvoir passer à la phase de positionnement des contraintes afin de supprimer tous les DDL et ainsi obtenir une esquisse « verte ».

4.2. Création des contraintes

La création des contraintes est une phase importante qui conditionne la capacité de la géométrie à être modifiée et à évoluer avec le minimum d'efforts. Pour cela, il est important de **limiter les contraintes dimensionnelles et de préférer les contraintes géométriques**.

Par exemple, si vous avez 10 cercles de même diamètre dans votre esquisse, vous pouvez être tenter de leur donner une contrainte de rayon à chacun. Ce n'est pas interdit, mais si demain, le rayon de ces cercles doit changer, vous devrez modifier 10 valeurs de rayon. Ce n'est donc clairement pas la bonne méthode.

Il y a dans ce cas de figure plusieurs solutions efficaces mais je me contenterai d'utiliser ici les outils de base.

Attaquons nous à la réduction des DDL.

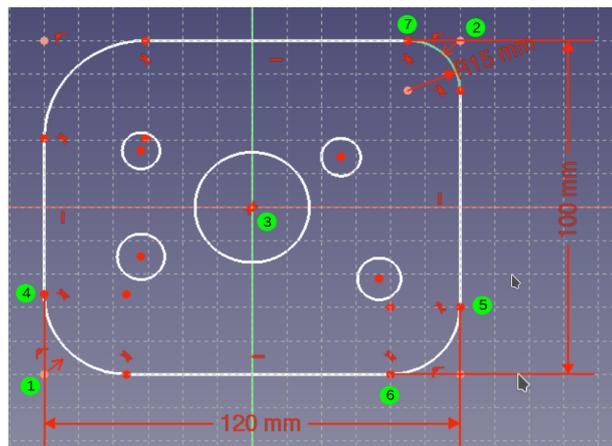
Nous allons maintenant arrondir les coins, et pour cela :

- sélectionner l'outil « Congés » 
- sélectionner une première ligne du rectangle. Elle s'affiche en vert sombre et un petit indicateur « arc de cercle » apparaît à proximité du pointeur.
- Sélectionner une seconde ligne connectée à la première et hop, le congé est créé. Comme précédemment, vous constatez que des contraintes ont été ajoutés. 2 contraintes de tangence entre le congé et les 2 lignes connectées et 2 contraintes de coïncidence entre le sommet (virtuel) du rectangle et les 2 lignes connectées.
- Répéter l'opération pour les trois autres sommets.

Remarque 1 : Il n'est pas nécessaire de sélectionner à

- Sélectionnez l'outil « Cercles » . Faites bien attention à ce que l'icône soit ainsi pour tracer un cercle par son centre et son rayon. Dans le cas où c'est celle ci  (Cercle par 3 points), cliquez sur la flèche noire de droite afin de dérouler les choix et optez pour « Point de centre et de bord »
- Cliquez pour indiquer le centre du cercle.
- Éloigner le pointeur pour générer le rayon
- Cliquer pour choisir la valeur du rayon
- Répéter l'opération pour tous les cercles.

Pour le cercle du centre de la pièce, vous pouvez sélectionner le point d'origine de l'esquisse comme centre et



Commençons par notre rectangle. C'est la base de notre esquisse et nous avons donc tout intérêt à le positionner au centre de l'esquisse. Vous pouvez également choisir de positionner une de ses arêtes à l'origine. Nous positionnerons au centre et pour cela :

- Sélectionnez les points 1, puis 2 puis 3 dans cet ordre
- Cliquez sur l'icône « Symétrie » 
- Entrons maintenant les dimensions de notre rectangle :
- Cliquez sur l'icône « Distance horizontale » 
- Sélectionnez les points 4 et 5.
- Saisissez la valeur 120 dans la boîte de dialogue qui s'ouvre.
- Cliquez sur l'icône « Distance verticale » 
- Sélectionnez les points 6 et 7.

- Saisissez la valeur 100 dans la boîte de dialogue qui s'ouvre.

- Terminons par les coins :

- Cliquez sur l'icône « Contrainte d'arc » . Un petit déroulant vous permet de choisir Rayon ou Diamètre. Nous prenons Rayon.

- Sélectionnez un des arcs.

- Saisissez la valeur 15 pour le rayon.

Nous ne faisons pas la même chose pour les autres, car une autre contrainte est beaucoup plus intéressante pour nous. Puisque tous les arcs ont la même valeur, nous n'allons saisir cette valeur 4 fois mais nous allons rendre tous les arcs égaux. Pour cela :

- Sélectionner les quatre arcs (ici l'ordre importe peu car un des quatre possède une valeur de rayon).

- Cliquez sur l'icône : « Rendre égal » .

Voilà, nous en avons terminé avec notre rectangle. Vous remarquerez que notre rectangle est maintenant vert pâle. FreeCAD nous indique ainsi que ce rectangle est totalement contraint, mais comme ce n'est pas le cas de la totalité de l'esquisse, elle n'a pas basculer en vert.

Nous allons maintenant traiter les cercles en commençant par le plus grand.

Normalement, lors de la création vous avez du sélectionner le point d'origine comme centre du cercle, et donc la position est contrainte. Dans le cas contraire, il vous suffit de sélectionner le centre du cercle et le point d'origine, puis de cliquer sur l'icône « Coïncidence »  pour contraindre la position. Reste à fixer le diamètre. Pour cela nous

recourons à nouveau à l'icône « Contrainte d'arc » . Mais cette fois, à l'aide du petit déroulant nous choisissons « Diamètre » et nous entrons la valeur 20 dans la boîte de dialogue qui apparaît.

Il ne nous reste plus que les 4 petits cercles à traiter. Un coup d'œil sur le solveur confirme qu'il reste 12 DDL pour 4 cercles, soit 3 pour chacun (en effet, 2 pour la position du point de centre et 1 pour la valeur du rayon).

Nous pourrions placer une cote horizontale, une verticale et un diamètre pour chaque cercle, mais c'est beaucoup de travail à la création d'abord, puis par la suite si notre esquisse évolue (Changement de position des trous, par exemple). Comme déjà dit au paragraphe « Création des contraintes », il faut limiter le nombre de contraintes dimensionnelles, donc cette approche est à proscrire.

Deuxième piste, créer de contraintes horizontales et verticales entre chaque points, puis des dimensions pour les points de départ et les entraxes et enfin les diamètres. La encore, ce n'est pas le meilleur choix.

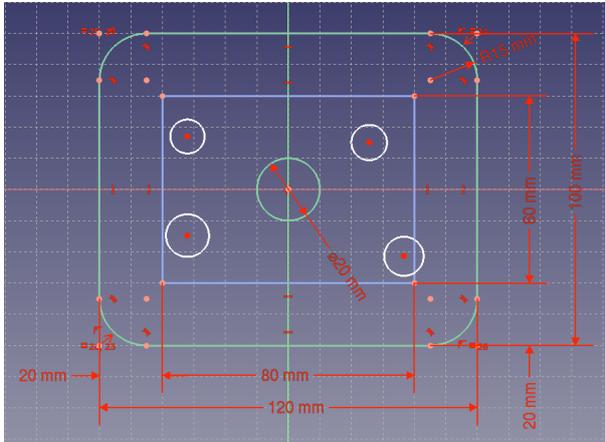
Nous allons procéder différemment, et je vais en profiter pour vous expliquer l'intérêt de la géométrie de construction. Cette géométrie est utilisée comme support au positionnement d'autres entités et sera ignorée par le modelleur 3D lorsque nous construirons nos pièces.

Dans notre cas, nous allons tout simplement créer un rectangle pour positionner nos cercles, et nous n'aurons plus qu'à :

- contraindre chaque centre sur un sommet de ce rectangle
- fixer le diamètre de l'un des cercles
- rendre égaux les cercles entre eux (comme nous l'avons fait pour les arcs un peu plus tôt)

Nous aurons alors complètement contraint nos cercles, et cela avec une souplesse de modification sans égal. Imaginez, si le diamètre change, il me suffit de modifier une cote et c'est terminé. De même, si l'entraxe horizontal

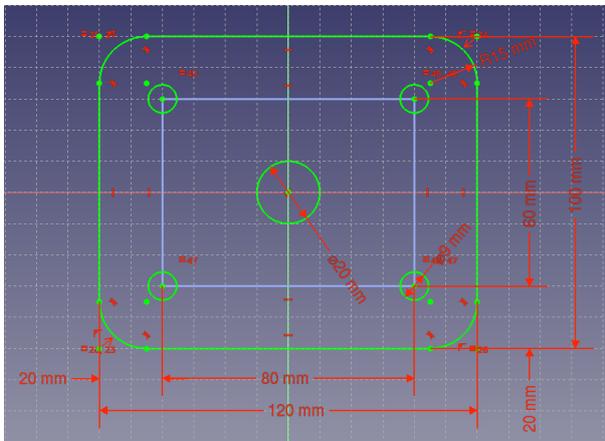
change, là aussi, une seule modification est nécessaire. Voyons la marche à suivre :



- Tout d'abord, cliquez sur l'icône « Bascule Géométrie réelle/construction » . C'est une bascule, donc nous resterons en géométrie de construction tant que nous ne cliquerons pas à nouveau sur l'icône. Vous pouvez remarquer également que la couleur des icônes à changé.
- Tracer un rectangle dans l'esquisse . Vous remarquerez que les entités sont bleues et non blanches comme c'est le cas pour la géométrie réelle.
- Cliquez sur l'icône « Distance horizontale » et placez les cotes « 20 » et « 80 »
- Cliquez sur l'icône « Distance verticale » et placez les cotes « 20 » et « 60 »

Vous remarquerez que la couleur du rectangle vient de basculer au bleu pâle. Le solveur nous indique ainsi que cette entité de construction est totalement contrainte. Il ne nous reste plus qu'à placer les centres des cercles sur les sommets du rectangle. Pour cela :

- Sélectionnez un centre de cercle, puis un sommet du rectangle et cliquez sur l'icône « Coïncidence » .
- Répétez l'opération pour tous les cercles.
- Sélectionner un des cercles et cliquez sur l'icône « Contrainte d'arc » , option diamètre et entrez la valeur « 9 » dans la boîte de dialogue. Vous remarquerez que la couleur de ce cercle passe au vert pâle. Il est totalement contraint.
- Sélectionnez tous les petits cercles et cliquez sur l'icône « Rendre égal » .



Notre esquisse vient de basculer au vert et nous indique ainsi qu'elle est totalement contrainte.

Cet état est confirmé par le solveur qui nous affiche en vert le message « Esquisse entièrement contrainte »

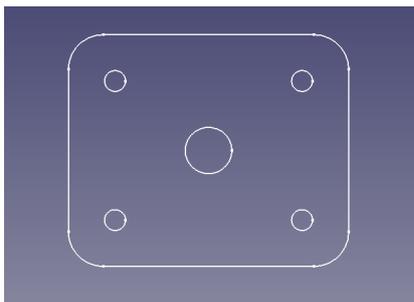


Nous voilà arrivés au bout de notre périple.

4.3. Fermeture de l'esquisse

Nous pouvons fermer cette esquisse. Pour cela, deux méthodes :

- Utilisation de la touche [Echap]
- Un clic sur le bouton [Fermer] en haut de la vue combinée.



La fenêtre graphique nous affiche notre esquisse. Nous pouvons constater :

- que nous ne sommes plus en mode d'édition d'esquisse, donc les entités apparaissent en blanc
- que la géométrie de construction, elle, n'apparaît pas. C'est normal, puisque FreeCAD ignore ce type de géométrie dans les autres ateliers. D'autre part, il est inutile d'encombrer l'affichage par des entités support de construction mais qui ne participent pas directement à la génération d'objets 3D

5. Ce qu'il faut retenir

Nous venons de parcourir une petite partie de l'atelier « Sketcher » en réalisant une esquisse simple, mais nous avons cependant mis en lumière l'importance de la méthodologie.

- Choisir le plan de création de l'esquisse avec soin. Par exemple, si votre objectif est de créer une pièce imprimée en 3D, positionnez votre esquisse de sorte que votre pièce se trouvera dans la même position que le sur le plateau de l'imprimante. Plus tard, lorsque nous aborderons l'atelier « PartDesign », vous verrez qu'il est possible d'utiliser une face d'un objet 3D comme plan d'esquisse afin de la positionner à l'endroit ad'hoc.
- Tracer votre géométrie en premier, sans vous soucier des dimensions précises et des contraintes. Cela permet d'être exclusivement concentré sur le design.
- Supprimer les DDL en positionnant :
 - D'abord les contraintes géométriques, horizontales, verticales, coïncidences, symétries...
 - Puis les contraintes dimensionnelles en évitant au maximum les redondances. Prenons l'exemple d'un carré, il suffit de la position du centre et d'une seule dimension (La longueur du coté) pour le définir. Inutile de coter deux arêtes orthogonales.
- Préférez la création de plusieurs esquisses simples plutôt qu'une seule esquisse complexe. En effet, il est toujours possible de décomposer un objet 3D en plusieurs fonctions afin de le construire étape par étape à partir d'esquisses minimalistes.

J'ai volontairement passé sous silence 2 barres d'outils :

- La barre « d'outils d'esquisse » qui offre de nombreux outils d'assistance à la création et à la modification d'esquisses, tels que la copie ou symétrisation d'entités, la sélection de DDL, de contraintes ou encore la recherche de conflits...



- La barre d'outils de B-Spline (Courbes de Bézier généralisées) qui possède les outils de création et de modification de B-Spline. Les B-Spline sont des courbes très utilisées en modélisation surfacique et ont à l'origine été créées pour la carrosserie automobile (par Pierre BEZIER en 1962 pour RENAULT).



Pour ceux qui souhaitent aller plus loin dans la maîtrise de cet atelier, je reviendrais sur ses outils et notions dans un tutoriel sur l'utilisation avancée du Sketcher.

6. Conclusion

Le Sketcher est la porte d'entrée pour la création d'objets 3D. Les esquisses sont utiles dans de nombreux ateliers dont certains feront l'objet d'autres tutoriels (PartDesign notamment)

Ne soyez pas effrayés et n'hésitez pas à expérimenter par vous même. Vous n'utiliserez sans doute pas tous les outils, vous ne connaîtrez pas toutes les astuces, mais qu'importe, l'essentiel est de prendre plaisir à l'utilisation et réussir à concrétiser les projets qui vous tiennent à cœur.

FreeCAD est un logiciel libre, et comme la plupart d'entre eux, il compte une communauté de passionnés qui seront toujours prêts à vous répondre : <http://forum.freecadweb.org/>

Le manuel du Sketcher de FreeCAD, disponible en français se trouve ici : https://wiki.freecadweb.org/Sketcher_Workbench/fr

Vous trouverez également de nombreuses vidéos didactiques sur internet.

Amusez vous !