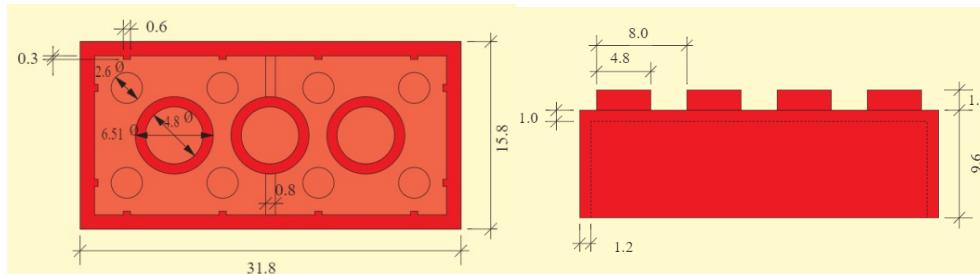
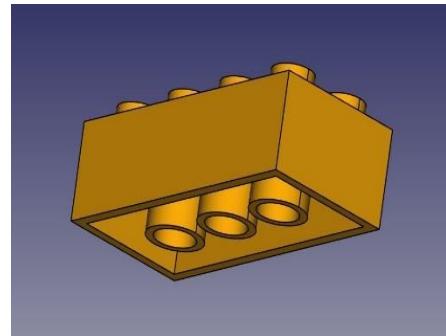


# **Modélisation d'une brique LEGO avec FreeCad**

Nous allons ici utiliser l'atelier « **Part Design** » pour la définition de la pièce. Cet atelier permettra de concevoir et dimensionner complètement en 3D une brique puis de générer le fichier destiné à l'imprimante 3D (extension « **stl** »). Ce même fichier pourrait également permettre de piloter une machine à commande numérique (CNC).

Lorsque vous imprimez des objets en 3D, il est extrêmement important que vos objets soient des **solides** car ils sont destinés à devenir des objets solides réels, c'est bien évident. Rien ne les empêche d'être creux à l'intérieur, bien sûr, mais vous devez toujours avoir une idée claire de quels points sont à l'intérieur de la matière et quels points se trouvent à l'extérieur, car l'imprimante 3D doit savoir exactement ce qui est rempli de matière et ce qui ne l'est pas. Pour cette raison, dans FreeCAD, l'atelier PartDesign veillera toujours pour vous à ce que vos objets restent des solides et réalisables.

Pour illustrer comment fonctionne l'**atelier Part Design**, créons cette brique bien connue de Lego. Nous partirons de la brique standard 8x2...mais rien ne vous empêche au-delà de concevoir une pièce « compatible-Lego » fruit de votre imagination.



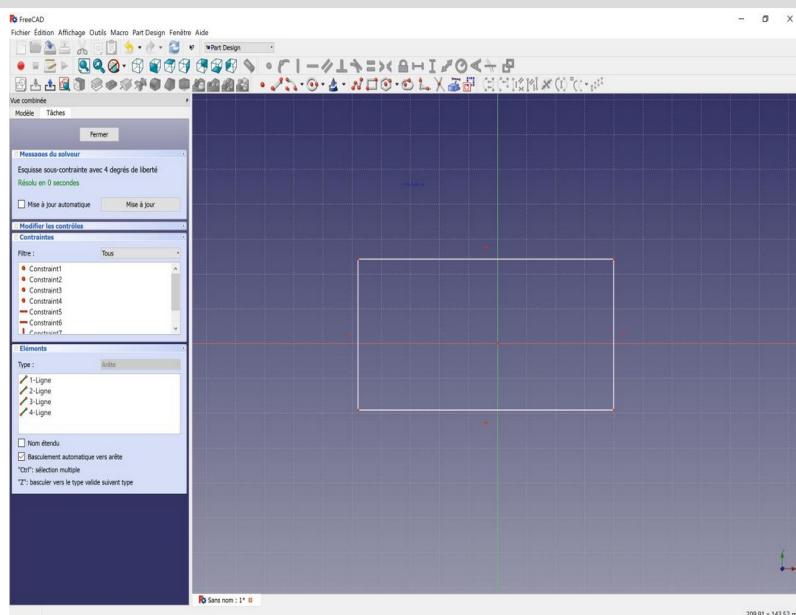
Les objets Part Design sont entièrement basés sur des **esquisses**. Une esquisse est un objet 2D, composé d'éléments linéaires (lignes ou segments de droites, arcs de cercle ou ellipses) et de contraintes. Ces contraintes peuvent être appliquées soit sur des éléments linéaires, soit sur leurs points d'extrémités ou leurs points centraux, et forceront la géométrie à adopter certaines règles. Par exemple, vous pouvez placer une contrainte verticale sur un segment de droite pour le forcer à rester vertical ou une contrainte de position (verrouillage) sur un point d'extrémité pour lui interdire de se déplacer. Lorsqu'une esquisse comporte une quantité définie de contraintes qui interdit les déplacements de tous les points de l'esquisse, nous parlons d'une esquisse totalement contrainte. Quand il y a des contraintes redondantes, qui pourraient être supprimées sans que la géométrie ne soit déplacée, on dit qu'elle est « **sur-contrainte** ». Cela devrait être évité, et FreeCAD vous informera si un tel cas se produit.

Les esquisses disposent d'un mode d'édition, où leur géométrie et leurs contraintes peuvent être modifiées. Quand vous avez terminé l'édition, et quittez le mode d'édition, les esquisses se comportent comme n'importe quel autre objet FreeCAD, et peuvent être utilisées comme éléments de construction pour tous les outils de

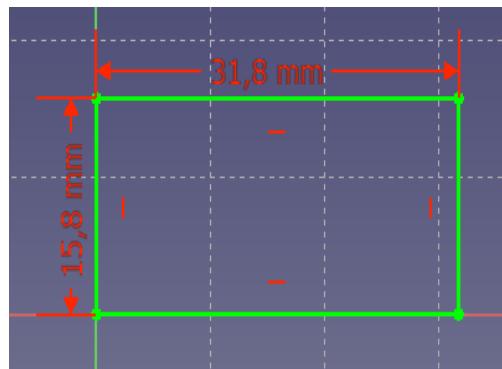
conception de pièces, mais aussi dans d'autres ateliers, tels que [Part](#) ou [Arch](#). L'atelier [Draft](#) dispose également d'un outil qui convertit les éléments Draft en esquisses, et vice versa.

Commençons par modéliser une forme parallélépipédique qui sera la base de notre brique Lego. Plus tard nous allons creuser l'intérieur, et ajouter les 8 bossages sur le dessus. Commençons donc en faisant une esquisse rectangulaire que nous allons ensuite extruder :

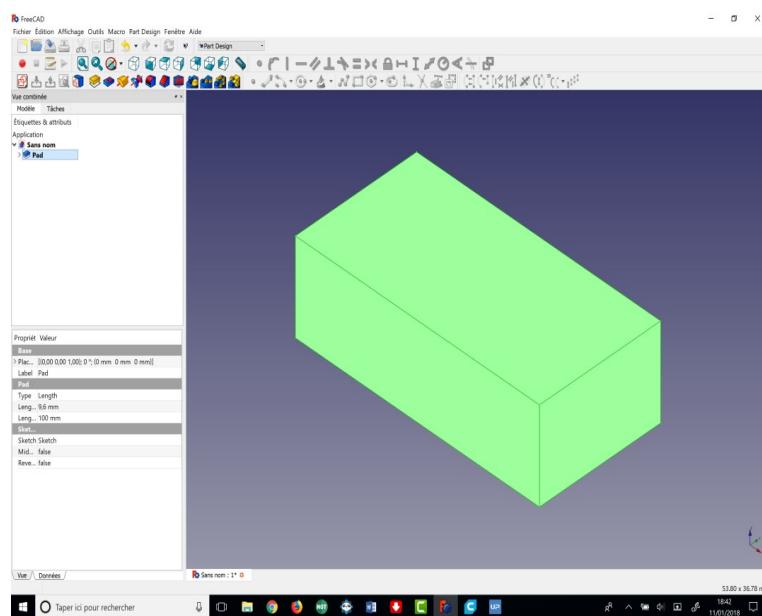
- Créez un **nouveau document** (Ctrl N)
- Passez si vous n'y êtes pas déjà à l'atelier de conception de pièces **PartDesign**.
- Cliquez sur le bouton **Nouvelle esquisse** (  ). Une boîte de dialogue apparaîtra pour demander où vous voulez construire votre esquisse, choisissez le plan **XY**, qui est le plan "sol". L'esquisse sera créée et sera immédiatement changée en mode édition, et la vue sera orientée pour regarder votre esquisse selon la normale au plan de travail.
- Maintenant, nous pouvons dessiner un rectangle, en sélectionnant l'outil **rectangle**  et en cliquant deux sommets en diagonale. Vous pouvez placer les deux points n'importe où, car leur emplacement correct sera défini dans l'étape suivante.
- Vous remarquerez que quelques contraintes ont été automatiquement ajoutées à notre rectangle: les segments verticaux ont eu une contrainte verticale, les segments horizontaux une contrainte horizontale, et chaque sommet une contrainte point-sur-point qui collent les segments ensemble. Vous pouvez expérimenter le déplacement du rectangle en traînant ses lignes avec la souris, toute la géométrie continuera à obéir aux contraintes.



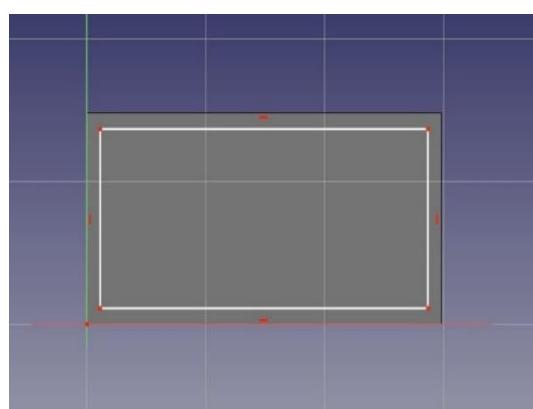
- Maintenant, ajoutons trois autres contraintes (2 dimensions et 1 position) :
  - Sélectionnez l'un des segments verticaux et ajoutez une **contrainte de distance verticale** (  ). Donnez-lui une dimension de 15,8 mm.
  - Sélectionnez l'un des segments horizontaux et ajoutez une **contrainte de distance horizontale** (  ). Donnez-lui la valeur de 31,8 mm.
  - Sélectionnez la contrainte de coïncidence (  ). Cliquez sur un des points du rectangle puis sur l'origine.



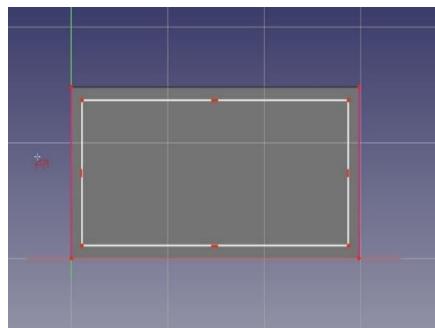
- Notre esquisse de base est maintenant prête (elle apparaît en vert), nous pouvons quitter le mode d'édition en appuyant sur le bouton **Fermer** en haut du panneau de tâches, ou simplement en appuyant sur la touche **Échap**. Si nécessaire, plus tard, nous pouvons réactiver le mode d'édition à tout moment en double-cliquant sur le nom de l'esquisse dans l'arbre de construction.
- Extrudons l'esquisse en utilisant l'outil Extrusion ( ), et donnons-lui une dimension de 9,6 mm. Les autres options peuvent être laissées à leurs valeurs par défaut. En cliquant sur la vue 3D ( ) on obtient ceci :



- Nous allons maintenant définir l'intérieur du bloc, en utilisant l'outil « Pocket » ou « Cavité » ( ). Pour faire une « pocket », nous allons créer une esquisse sur la face inférieure de notre bloc, qui sera utilisée pour enlever une partie du bloc.
- Sélectionnez la face inférieure, appuyez sur le bouton Nouvelle esquisse ( ).
- Dessinez un rectangle sur la face.



- Nous allons maintenant contraindre le rectangle par rapport à la face inférieure. Pour ce faire, nous devons "Importer" certaines arêtes de la face avec l'outil de Géométrie Externe (  ) de manière à pouvoir prendre une dimension par rapport à elles. Utilisez cet outil sur les deux lignes verticales de la face inférieure (ces deux verticales deviennent rouges):

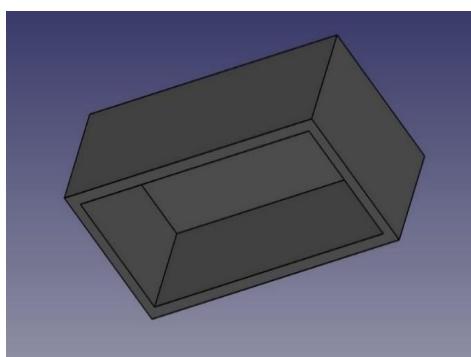


Vous remarquerez que seuls les bords (arêtes) de la face de base peuvent être ajoutés par cet outil. Lorsque vous créez une esquisse avec une face préselectionnée, une relation est créée entre cette face et l'esquisse, ce qui est important pour de nouvelles opérations. Vous pouvez toujours relier une esquisse à une autre face plus tard avec l'outil Accrocher l'esquisse à une face (  ).

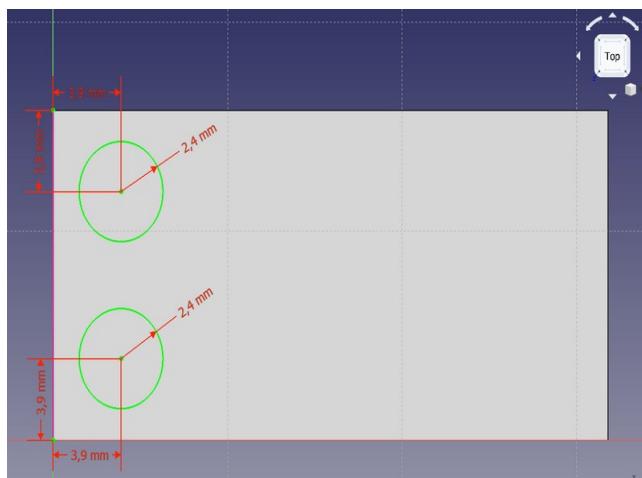
- La géométrie externe n'est pas "réelle", elle sera cachée lorsque nous quitterons le mode édition. Mais nous pouvons l'utiliser pour placer des contraintes. Placez les 4 contraintes suivantes :
  - Sélectionnez les deux points supérieurs à gauche du rectangle et sur la ligne importée de gauche et ajoutez une contrainte de distance horizontale (  ) de 1,2 mm.
  - Sélectionnez de nouveau les deux points supérieurs à gauche du rectangle et sur la ligne importée de gauche. Ajoutez une contrainte de distance verticale (  ) de 1,2 mm.
  - Sélectionnez les deux points inférieurs à droite du rectangle et sur la ligne importée de droite et ajoutez une contrainte de distance horizontale (  ) de 1,2 mm.
  - Sélectionnez de nouveau les deux points inférieurs à droite du rectangle et sur la ligne importée de droite et ajoutez une contrainte de distance verticale (  ) de 1,2 mm.



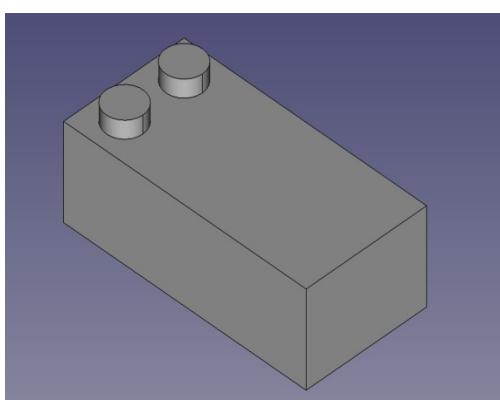
Quittez le mode d'édition et vous pouvez maintenant effectuer l'opération de poche : l'esquisse étant sélectionnée, appuyez sur le bouton « poche » ou « pocket » (  ). Donnez-lui une longueur de 8 mm.



- Nous allons maintenant attaquer les 8 bossages sur la face supérieure. Pour ce faire, comme ils sont une répétition d'une même fonction, nous utiliserons l'outil pratique Copie Linéaire (  ) de l'atelier PartDesign, qui permet de modéliser une fois et de répéter la forme.
- Commencez par sélectionner la face supérieure de notre bloc.
- Créez une nouvelle esquisse (  ).
- Créez deux cercles (  ) placés approximativement sur la gauche de la brique.
- Ajoutez une contrainte de rayon (  ) de 2,4 mm à chacun d'eux.
- Importez l'arête gauche de la face de base avec l'outil Géométrie Externe (  )
- Placez deux contraintes verticales et deux contraintes horizontales de 3,9 mm entre le centre de chaque cercle et les points d'angle du bord importé, donc chaque cercle a son centre à 3,9 mm de la bordure de la face :

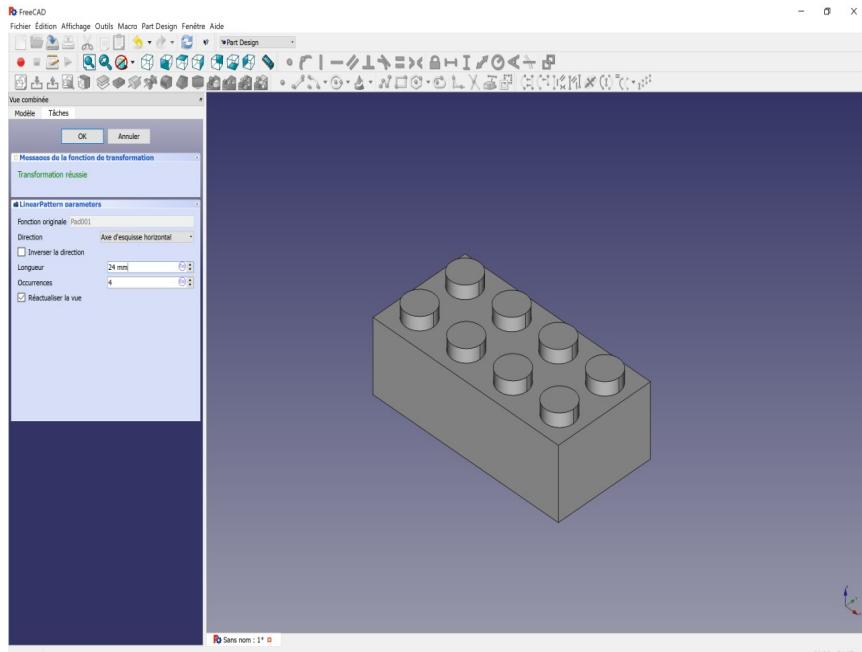


- Notez comment, une fois de plus, lorsque vous verrouillez la position et la dimension de tous les éléments de votre esquisse, celle-ci devient complètement contrainte. Cela vous assure du résultat pour la suite. Vous pourriez modifier la première esquisse maintenant, tout ce que nous avons fait ensuite serait conservé.
- Quittez le mode d'édition, sélectionnez cette nouvelle esquisse et créez une extrusion (  ) de 1,8mm :



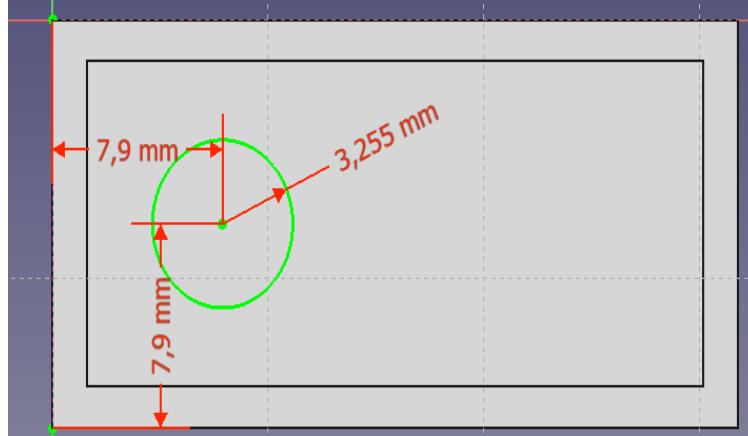
- Notez que, comme précédemment avec la poche, puisque nous avons utilisé la face supérieure de notre bloc de base en tant que support pour cette dernière esquisse, toute opération PartDesign que nous effectuons avec cette esquisse sera correctement construite en haut de la forme de base : les deux bossages ne sont pas des objets indépendants, ils ont été extrudés directement de notre brique. C'est le grand avantage de travailler avec l'atelier Part Design : tant que vous prenez garde à construire une forme à partir de la forme précédente, vous construisez réellement un dernier objet solide.
- Nous pouvons maintenant dupliquer nos deux bossages quatre fois, alors nous en aurons huit. Sélectionnez le dernier bossage que nous venons de créer.
- Appuyez sur le bouton de copie linéaire (  ).

- Donnez-lui une longueur de 24 mm (qui est l'amplitude totale que nous souhaitons occuper avec nos copies), dans la direction «Axe d'esquisse horizontale», et faites-en 4 occurrences :

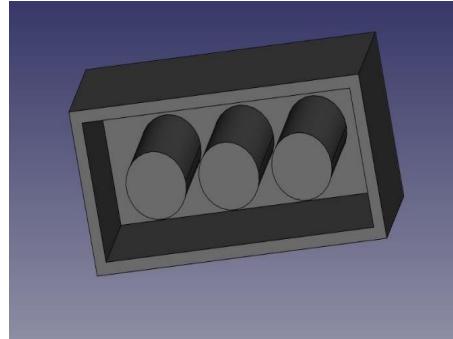


- Encore une fois, il faut voir que ce n'est pas seulement une duplication d'un objet, c'est une \*caractéristique ou fonction\* de notre forme qui a été dupliquée, l'objet final n'est encore qu'un seul objet solide.
- Maintenant, travaillons sur les trois «tubes» qui remplissent le vide que nous avons créé sur la face inférieure. Nous avons plusieurs possibilités : créer une esquisse avec trois cercles, l'extruder puis créer une poche trois fois, ou créer une esquisse de base avec deux cercles concentriques et les extruder pour former le tube déjà complet, ou même d'autres combinaisons. Comme toujours dans FreeCAD, il y a de nombreuses façons d'atteindre un même résultat. Parfois, une façon ne fonctionnera pas comme nous voulons, et nous devons essayer d'autres façons. Ici, nous allons prendre l'approche la plus sûre, et faire les choses l'une après l'autre.

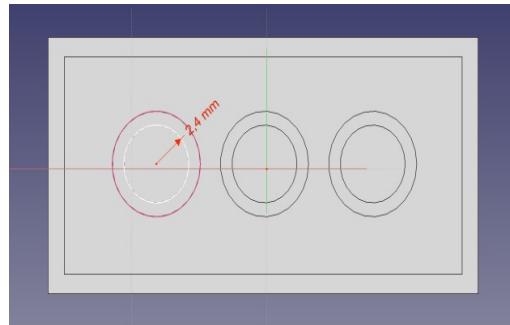
- Sélectionnez la face qui se trouve au fond de l'espace que nous avons creusé précédemment à l'intérieur du bloc.
- Créez une nouvelle esquisse, ajoutez un cercle avec un rayon de 3,255 mm, importez le bord gauche de la brique et positionnez le centre verticalement et horizontalement à 7,9 mm du coin supérieur de la face :



- Quittez le mode d'édition et extrudez sur une longueur de 8 mm.
- Créez une copie linéaire de cette dernière extrusion, donnez-lui une longueur de 16 mm et 3 occurrences. Nous avons maintenant trois bossages dans l'espace creux :



- Maintenant, faisons les derniers trous. Sélectionnez la face circulaire du premier de nos trois bossages.
- Créez une nouvelle esquisse, importez le bord circulaire de notre face, créez un cercle avec un rayon de 2,4 mm, et ajoutez une contrainte de coïncidence (●) entre le centre du cercle importé et celui notre nouveau cercle. Nous avons maintenant un cercle parfaitement centré, et une fois encore complètement contraint :



- Quittez le mode d'édition et créez une poche à partir de cette esquisse, d'une longueur de 8 mm.
- Créez une copie linéaire de cette poche, avec une longueur de 16 mm et 3 occurrences.

Vous remarquerez que l'historique de modélisation ou arbre de construction (ce qui apparaît dans l'arborescence) est devenue assez long. Ceci est précieux car chaque étape de ce que nous avons fait peut être modifié plus tard. L'adaptation de ce modèle pour un autre type de brique, par exemple une avec 2x2 bossages, au lieu de 2x4, serait du gâteau, il faudrait simplement changer quelques dimensions et le nombre d'occurrences dans les copies linéaires. Nous pourrions créer aussi facilement des pièces plus grandes qui n'existent pas dans le jeu original de Lego.

- C'est maintenant les dernières étapes, notre pièce de lego. Elle est maintenant terminée, on peut lui donner une belle couleur en cliquant droit sur « Body » dans le modèle (arbre de création) puis sur « Apparence ...» et enfin sur « Couleur de la forme ».



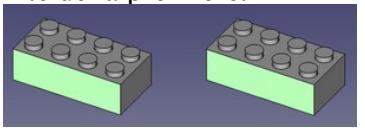
- Enregistrez la brique en lui donnant un nom du genre « Brique\_4x2 ».

Maintenant, il nous faut apprendre à assembler plusieurs briques entre elles pour réaliser un objet plus complexe comme un château.

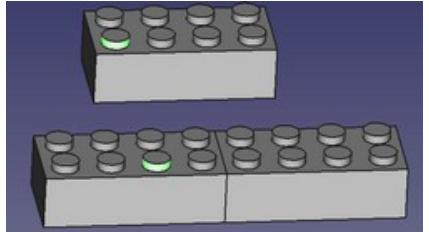
## Assemblage

Il existe pour réaliser des assemblages, un atelier A2plus, un greffon (addon) qui est installé à partir du dépôt FreeCAD-addons.

Pour construire des assemblages, il faut importer des pièces dans le document de travail et les contraindre les unes par rapport aux autres. Généralement, une pièce est totalement contrainte avec 3 contraintes choisies judicieusement

- Créez un nouveau document vide.
  - Passez à l'atelier A2plus.
  - Appuyez sur **Importer une pièce à partir d'un autre document FreeCAD**. 
  - Sélectionnez le fichier que nous avons enregistré ci-dessus et cliquez sur l'écran pour positionner la pièce.
  - Répétez les 2 dernières opérations pour importer une deuxième brique à proximité de la première.
  - Sélectionnez, en maintenant la touche [CTRL] appuyée, le coté des 2 briques puis cliquer sur la contrainte « Plans coïncidents »  et acceptez le résultat.
  - Sélectionnez les 2 faces supérieures puis cliquer sur la contrainte « Plans coïncidents »  et acceptez le résultat.
  - Sélectionnez les 2 extrémités qui doivent êtres en contact puis cliquer sur la contrainte « Plans coïncidents »  et acceptez le résultat.
- 

Les 2 premières briques sont totalement contraintes. Vous pouvez en ajouter d'autres.

- Importez une troisième brique et positionnez la au dessus des 2 autres sans être en contact avec.
  - Sélectionnez le cylindre d'un pion de la brique supérieure et celui qui devra se trouver au dessous dans la rangée inférieure avant de valider une contrainte d'axe. 
  - Sélectionnez la face inférieure de la brique du haut et la face supérieure de l'une du bas avant de valider un contrainte de plan coïncident. 
  - Sélectionnez la face de coté de la brique supérieure et celle de l'une des 2 autres briques avant de valider le plan coïncident. 
- 

Il est possible d'ajouter et contraindre autant de briques que désirée dans l'assemblage. Ne pas oublier d'enregistrer le travail final.

Essayez de créer d'autres types de briques et de les ajouter dans votre assemblage.

