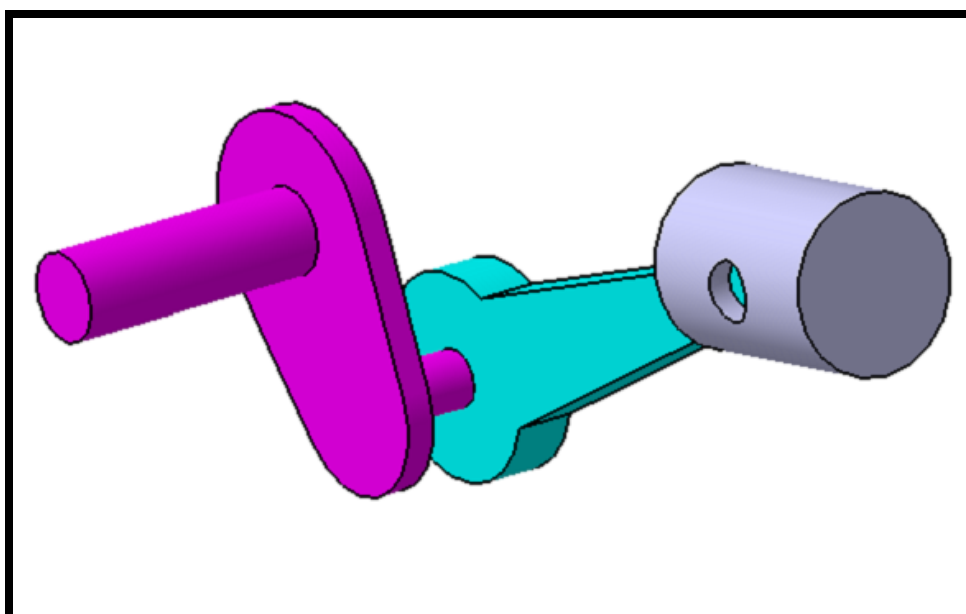




B.P. 22063 45700 VILLEMANDEUR

☎ 02 38 28 32 10

Email : cpi-lyc-durzy-villemandeur@ac-orleans-tours.fr



CONCEPTION EN MODE SCHEMA

document réalisé dans le cadre du
Groupe de travail DS-CATIA
<http://fr.groups.yahoo.com/group/ds-catia/>

Document préparé avec Catia V5R14 Sp3

1- Présentation du problème

La conception d'un nouveau produit passe par une étude de faisabilité, laquelle permet de dégager un certain nombre de solutions constructives qui peuvent être proposées sous la forme de croquis ou schémas en 2D ou en 3D.

A l'aide de ces schémas il est possible d'aborder les caractéristiques statiques ou cinématiques du produit par exemple, les caractéristiques de dynamique ou de RDM étant liées aux volumes ou formes des pièces ne sont pas abordables à ce niveau.

La phase de préparation de ces schémas, préalable au passage en modélisation volumique ou/et surfacique, est déterminante pour la robustesse et l'évolutivité du modèle numérique.

Nous allons nous limiter ici à une étude prenant en compte les caractéristiques cinématiques.

Le mécanisme à concevoir est très simple, sa compréhension ne pose aucun problème, il s'agit d'un système de transformation de mouvement du type bielle manivelle.

Le premier but de ce TD est de définir un schéma du mécanisme sous forme de squelette paramétré et fonctionnel, c'est-à-dire qu'il est possible de le faire fonctionner avec des outils de cinématique comme Motion par exemple et d'en dégager ou vérifier les lois cinématiques.

Nous ne disposons pas de Motion intégré à Catia, donc nous utiliserons les outils natifs Catia au niveau de la cinématique, *DMU Kinematics*, ou même le manipulateur disponible dans l'atelier *Assembly Design*.

Nous allons concevoir le mécanisme *Bielle-Manivelle.CATProduct*, contenant les pièces *Bati.CATPart*, *Vilebrequin.CATPart*, *Bielle.CATPart*, *Piston.CATPart*.

Une fois les caractéristiques cinématiques validées, il sera possible de mettre du volume aux différentes pièces, mais en contraignant ces volumes par rapport au squelette. Avec cette méthode toute modification du squelette sera répercutée sur les volumes.

Il existe deux grandes méthodes pour travailler en contexte d'assemblage, le paramétrage ou les contraintes par rapport aux références externes que sont les pièces voisines du mécanisme.

Les références externes peuvent s'utiliser de façon relativement transparente pour le concepteur, mais peuvent conduire à des modèles parfois délicats à gérer.

Le paramétrage peut sembler plus lourd au départ, mais le concepteur pourra mieux maîtriser son modèle.

Et puis la combinaison de ces deux modes est non seulement possible mais souhaitée.

Nous allons utiliser cette combinaison pour le TD, même si dans un premier temps, et pour ne pas alourdir la démarche, nous ne parlerons pas de paramètres.

Ce TD sera complété par la conception d'une famille de produits, une optimisation, un remplacement de composants.

Vérifiez le réglage des options définis sur la Figure 1

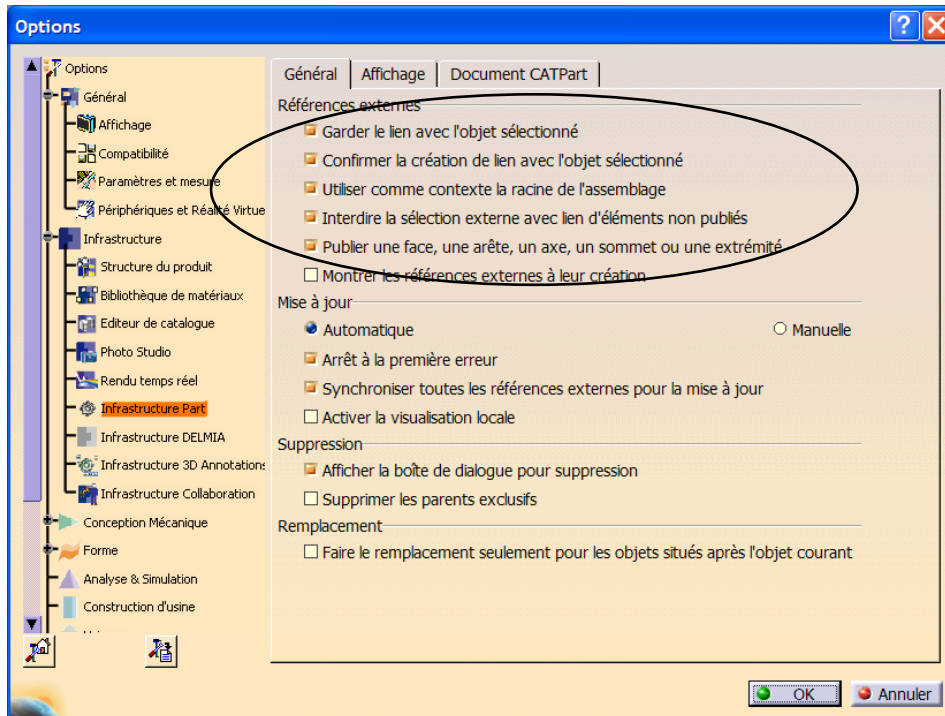


Figure 1

2- Le schéma

Dans Catia, faites un nouveau Product et enregistrez-le sous le nom ***Bielle-Manivelle.CATProduct***.

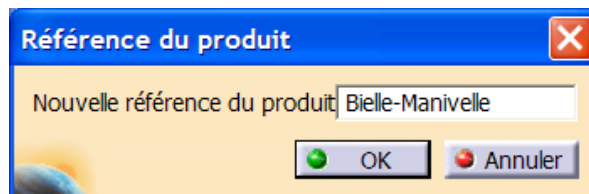


Figure 2

Insérez la pièce ***Bati.CATPart***

Insérez la pièce ***Vilebrequin.CATPart***, en répondant ***Oui*** au message défini sur la Figure 3.

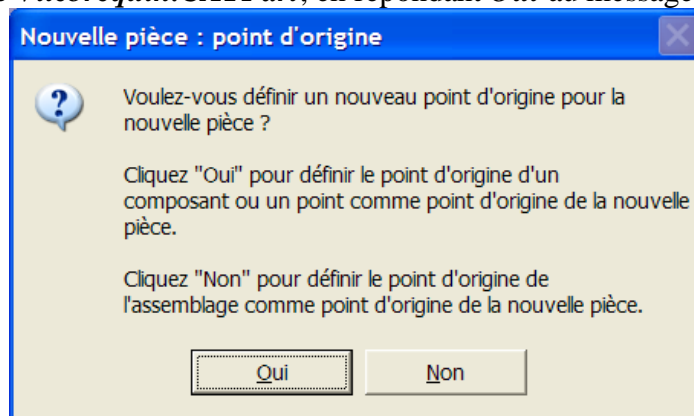


Figure 3

Insérez la pièce ***Bielle.CATPart***

Insérez la pièce ***Piston.CATPart***

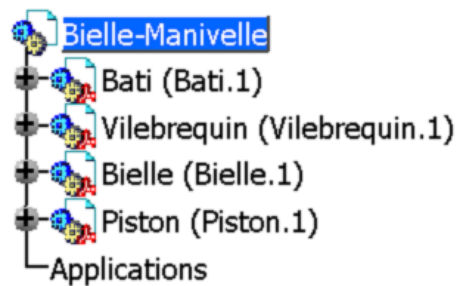


Figure 4

Dans chaque pièce, créez un corps de pièce qui aura pour nom ***Schema***, c'est dans ces corps de pièce que l'on va modéliser les lignes et plans définissant le schéma du mécanisme. Il est possible de créer ce corps de pièce dans la première pièce, puis de faire un copier/coller vers les autres pièces.

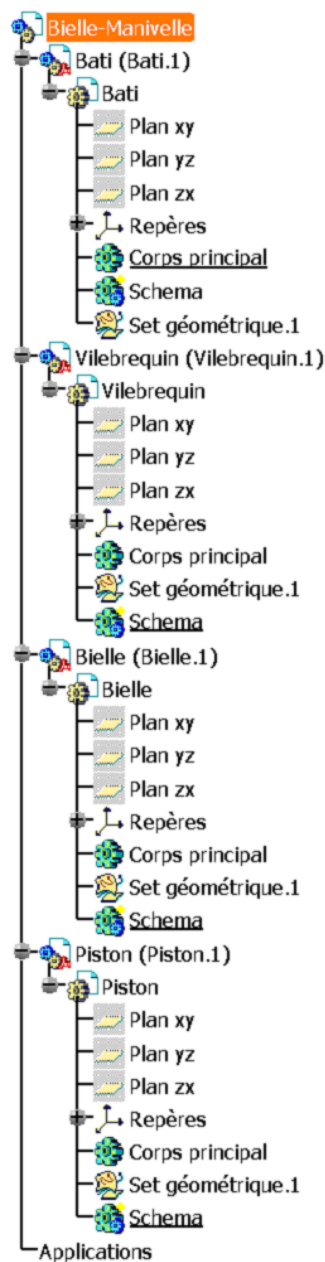


Figure 5

Ouvrez la pièce **Bati** dans une nouvelle fenêtre, et choisissez le corps de pièce **Schema** comme objet de travail, objet souligné dans l'arbre du modèle.



Figure 6

Créez un plan confondu avec le plan YZ, une droite de longueur 50 mm sur l'axe X, et une droite de longueur 200 mm parallèle à l'axe Y et à -20 mm suivant l'axe X, comme le montre la Figure 7

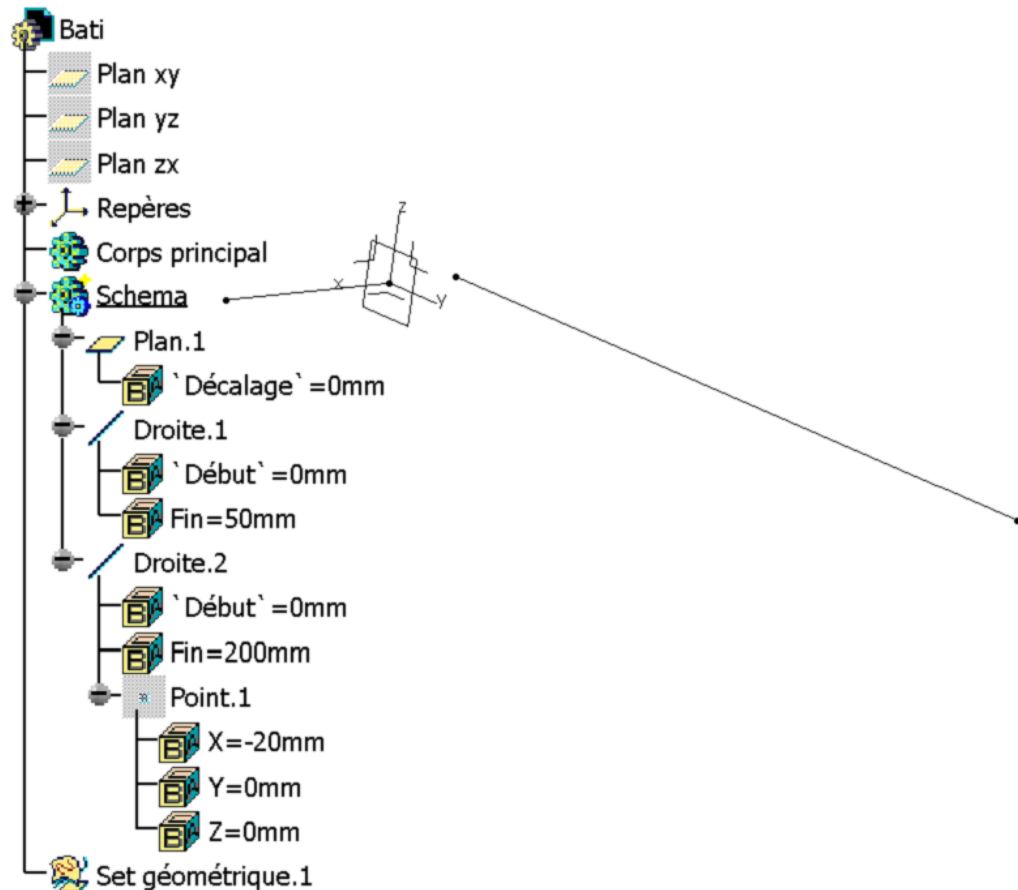


Figure 7

Fermez la fenêtre d'édition du **Bati** en enregistrant et revenez dans l'ensemble.

Editez la pièce **Vilebrequin** dans une nouvelle fenêtre, et choisissez le corps de pièce **Schema** comme objet de travail.

Définissez un plan confondu avec le plan YZ, une ligne de 40 mm suivant X, une ligne de 30 mm (**Longueur-manivelle**) suivant Y et une ligne de 20 mm suivant -X et passant par le point 0,30,0.

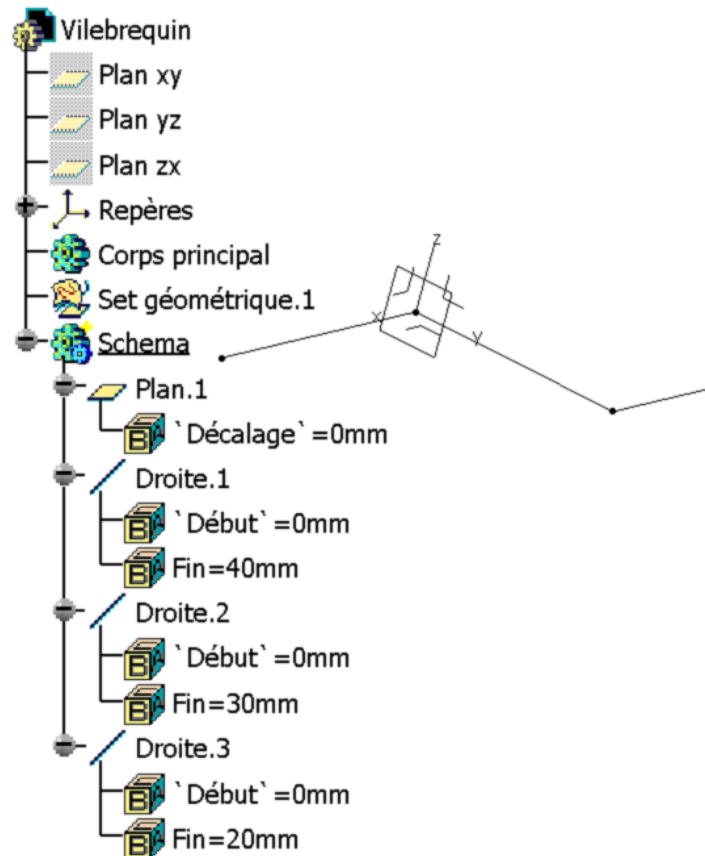


Figure 8

Fermez la fenêtre d'édition du **Vilebrequin** en enregistrant et revenez dans l'ensemble.

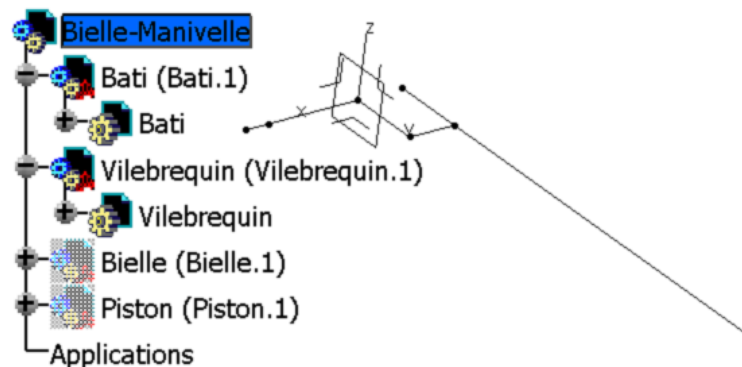


Figure 9

Editez la pièce **Bielle** dans une nouvelle fenêtre, et choisissez le corps de pièce **Schema** comme objet de travail.

Définissez un plan confondu avec le plan YZ, une ligne de 20 mm suivant -X, une ligne de 100 mm (**Longueur-bielle**) suivant Y et une ligne de 20 mm suivant -X, cette ligne passe par le point 0,100,0.

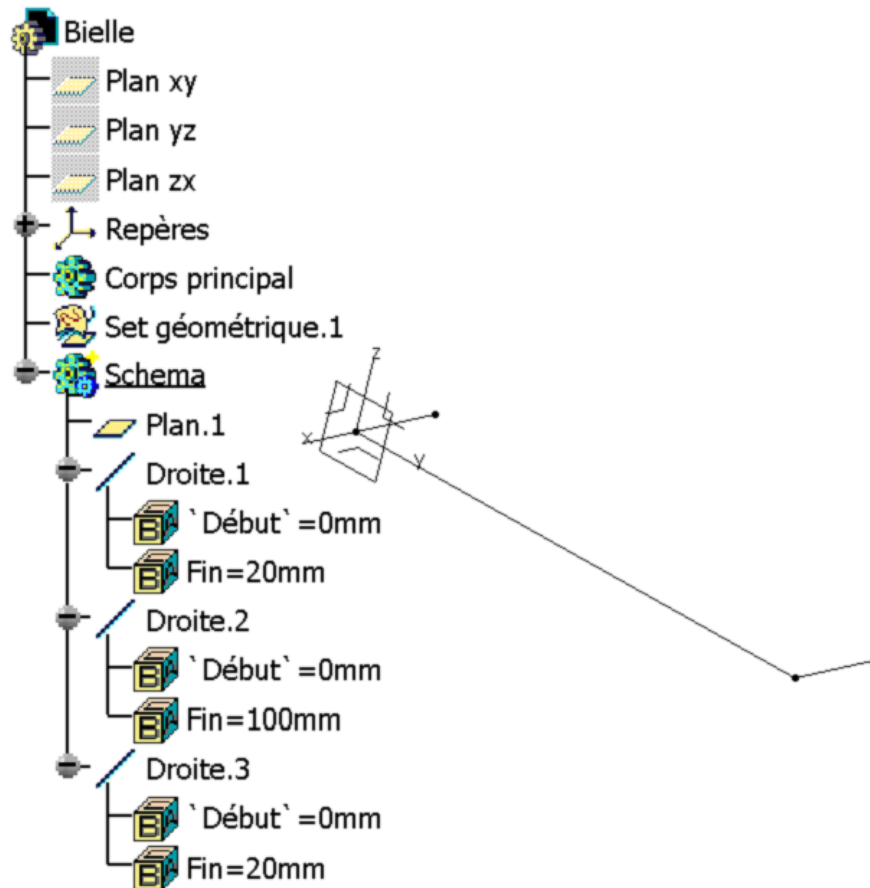


Figure 10

Fermez la fenêtre d'édition de la **Bielle** en enregistrant et revenez dans l'ensemble.

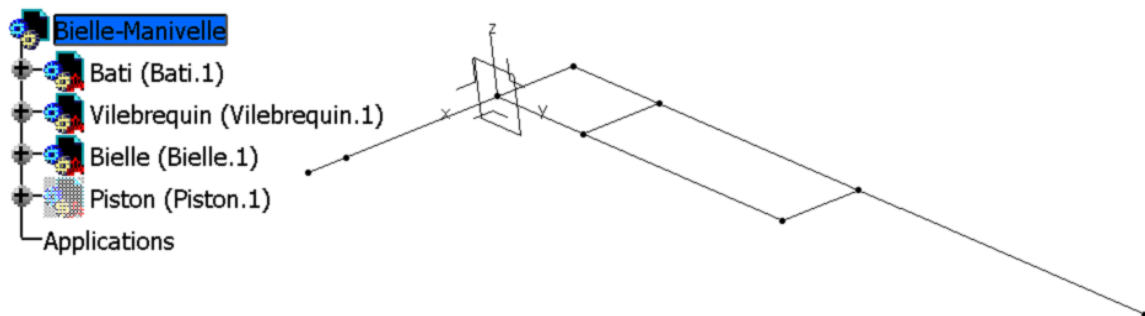


Figure 11

Editez la pièce **Piston** dans une nouvelle fenêtre, et choisissez le corps de pièce **Schema** comme objet de travail.

Définissez, une ligne de 25 mm suivant Y, une ligne de 15 mm, avec extension symétrique, suivant Y et un cercle de 30 mm de diamètre dans le plan XZ, ce cercle ne servira, dans un premier temps qu'à donner un effet de réalisme au squelette.

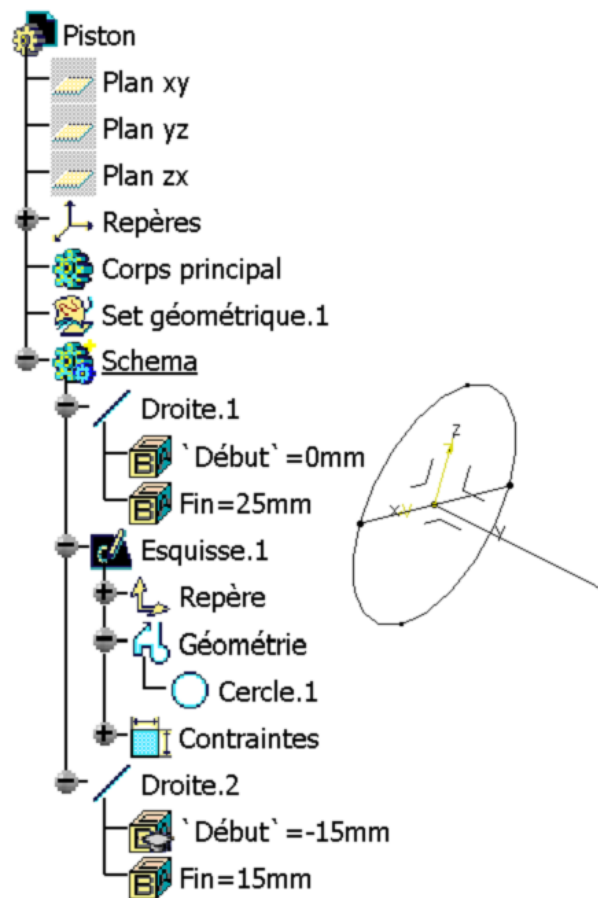


Figure 12

Fermez la fenêtre d'édition du **Piston** en enregistrant et revenez dans l'ensemble. Définissez une contrainte de fixité sur le **Bati**.

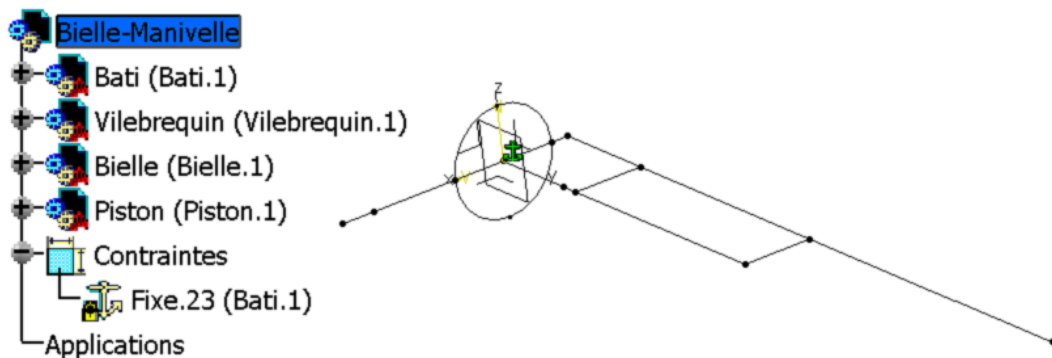


Figure 13

Les différentes pièces sont un peu mélangées puisqu'elles ont la même origine pour leurs repères de définition, séparez-les en utilisant la boussole, afin de clarifier la visualisation.

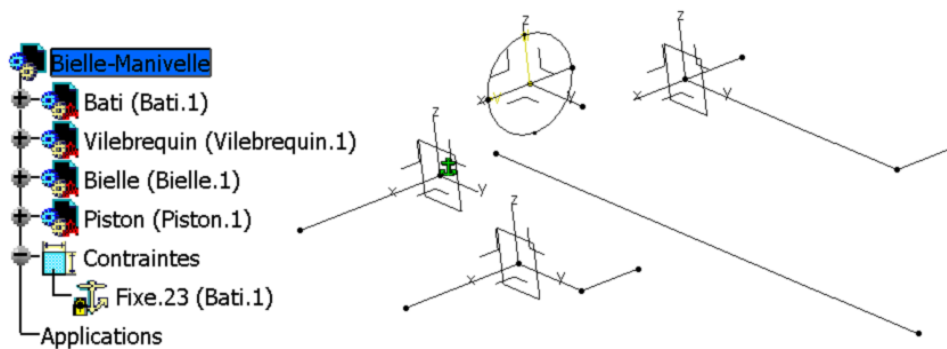


Figure 14

Enregistrez votre modèle.

Le **Vilebrequin** est en liaison pivot avec le **Bati**, placez les 2 contraintes d'assemblage correspondantes et faites tourner le **Vilebrequin** légèrement en utilisant le manipulateur *Sous contraintes*.

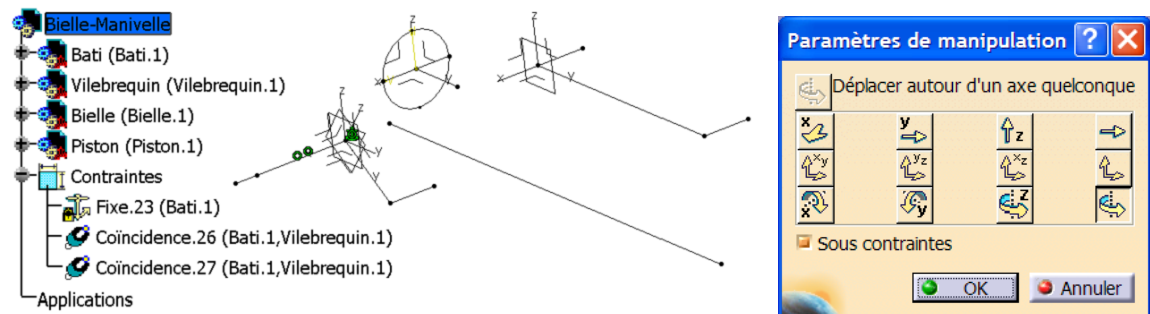


Figure 15

Cachez les repères de chaque pièce, afin d'améliorer la lisibilité du mécanisme.

La **Bielle** est en liaison pivot avec le **Vilebrequin**, placez les 2 contraintes d'assemblage correspondantes, le plan YZ de la **Bielle** sera à la distance $X = -20$ mm du plan YZ du **Vilebrequin**, donc la droite $X = -20$ du **Bati** sera dans le plan YZ de la **Bielle**.

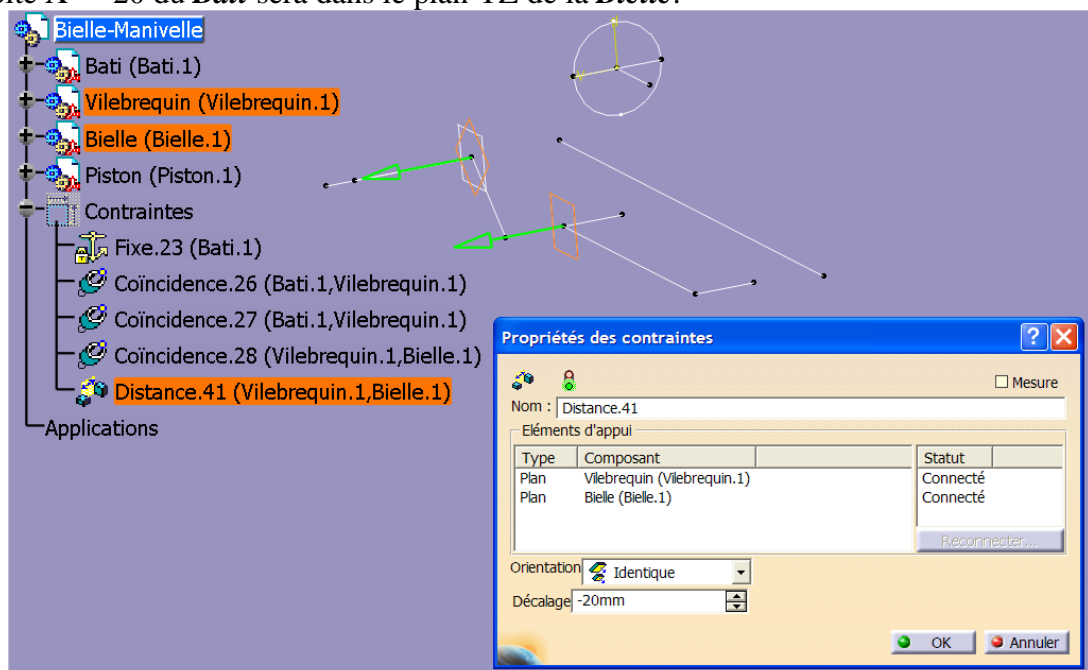


Figure 16

Le **Piston** est en liaison pivot glissant avec la **Bielle**, et en liaison pivot glissant avec le **Bati**, mettez ces deux contraintes en place.

Faites tourner votre mécanisme en utilisant le manipulateur sous contraintes.

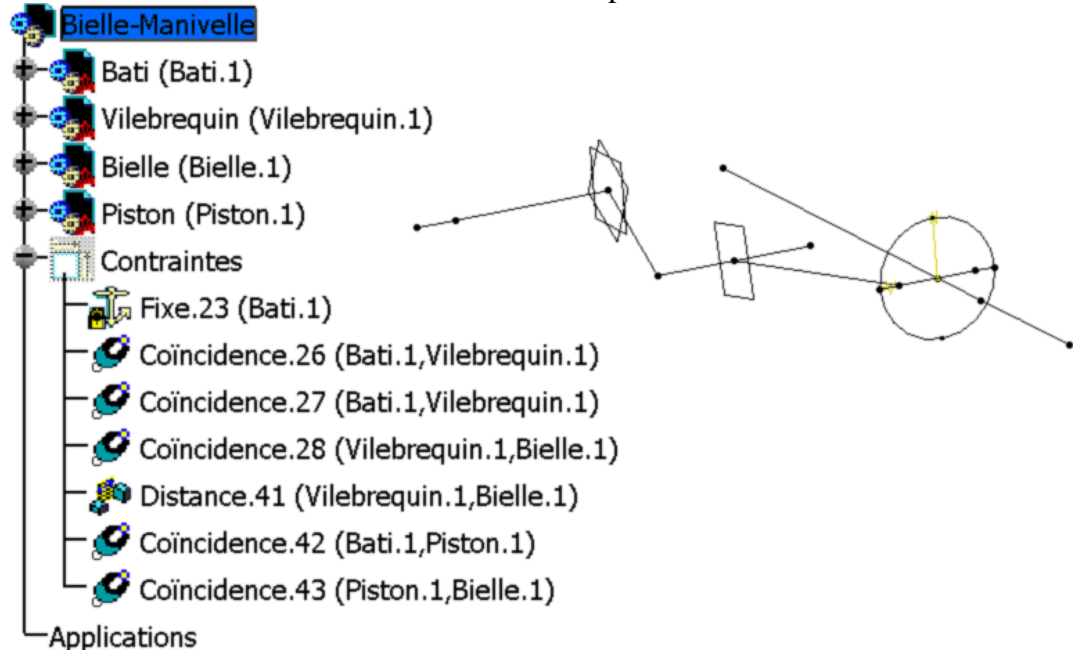


Figure 17

Maintenant vous allez définir quelques paramètres de ce mécanisme, **Longueur-manivelle**, **Epaisseur-bielle**, **Longueur-bielle**, les valeurs numériques seront identiques à celles mises en place dans le mécanisme, mais pour le moment il n'y a aucun paramétrage du mécanisme. Attention de bien définir ces paramètres pour l'assemblage.

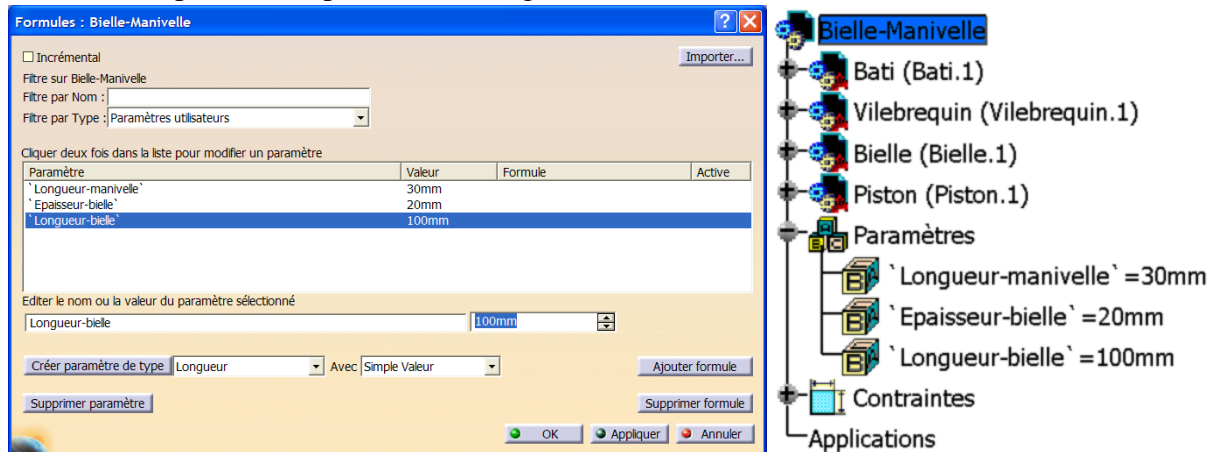


Figure 18

Si vous ne voyez pas ces paramètres dans l'arbre du modèle, réglez l'option correspondante.

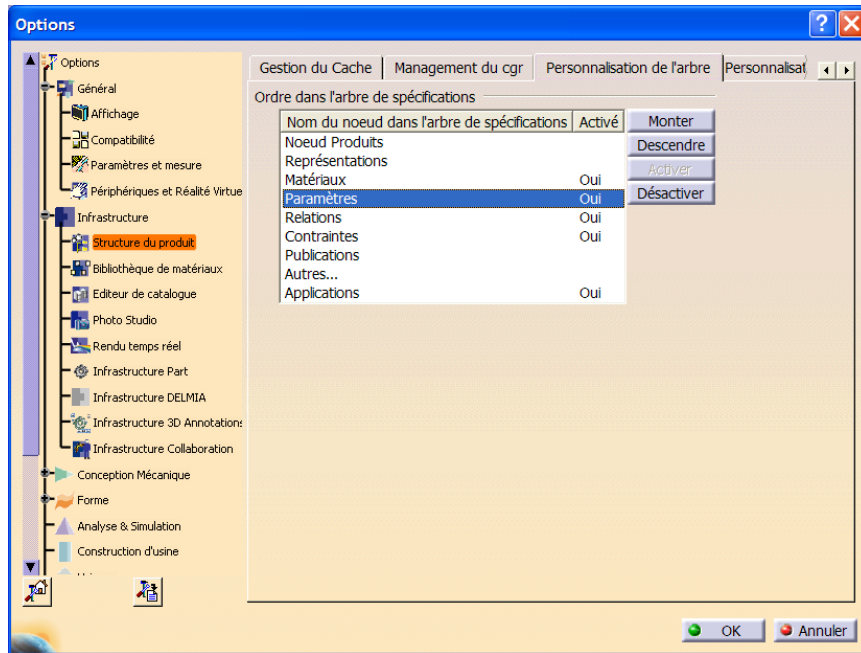


Figure 19

Pour pouvoir utiliser ces paramètres dans toutes les pièces de votre mécanisme, il ne faut pas que l'option *Interdire la sélection externe avec lien d'éléments non publiés* soit cochée, Figure 1, décochez cette option.

Nous allons de plus créer une table de paramétrage Excel.

Créez cette table ***Bielle-Manivelle.xls*** en utilisant l'option *Créer une table de paramétrage avec des paramètres du modèle courant*, choisissez les *Paramètres utilisateurs*.

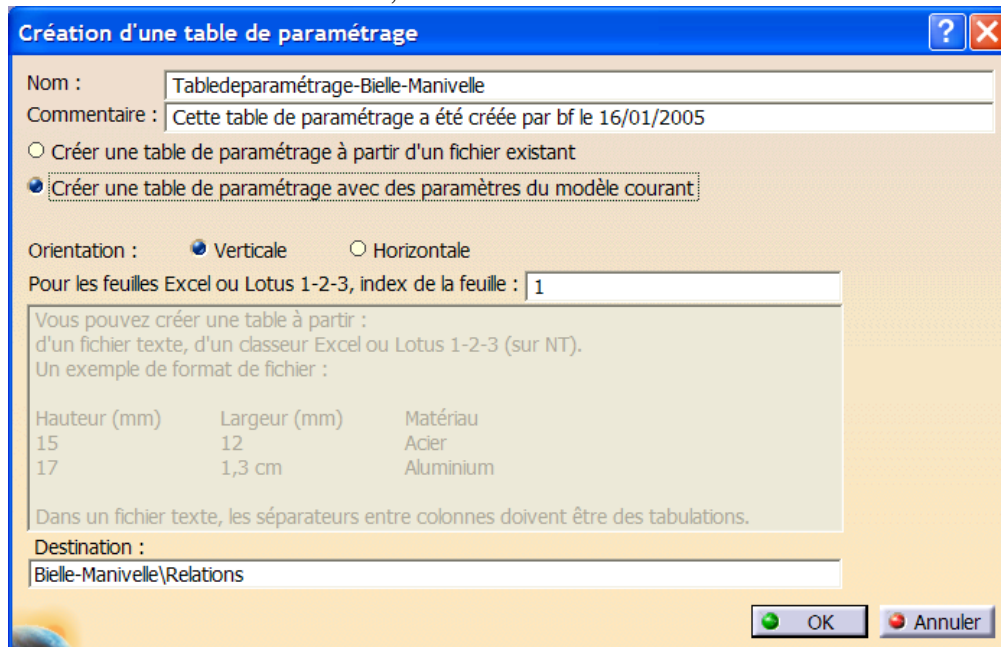


Figure 20

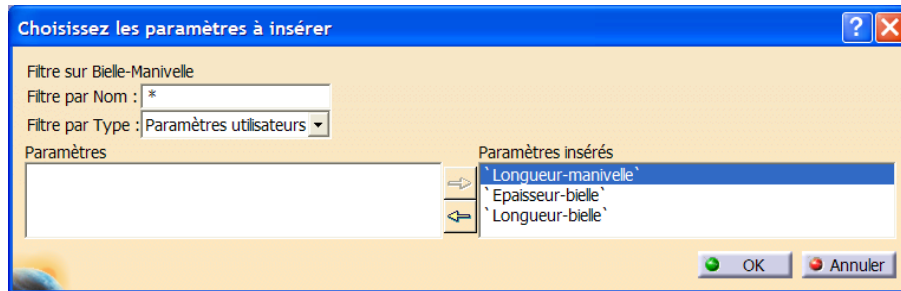


Figure 21

Conservez l'association entre les paramètres du modèle et les colonnes du fichier Excel comme défini sur la Figure 22.

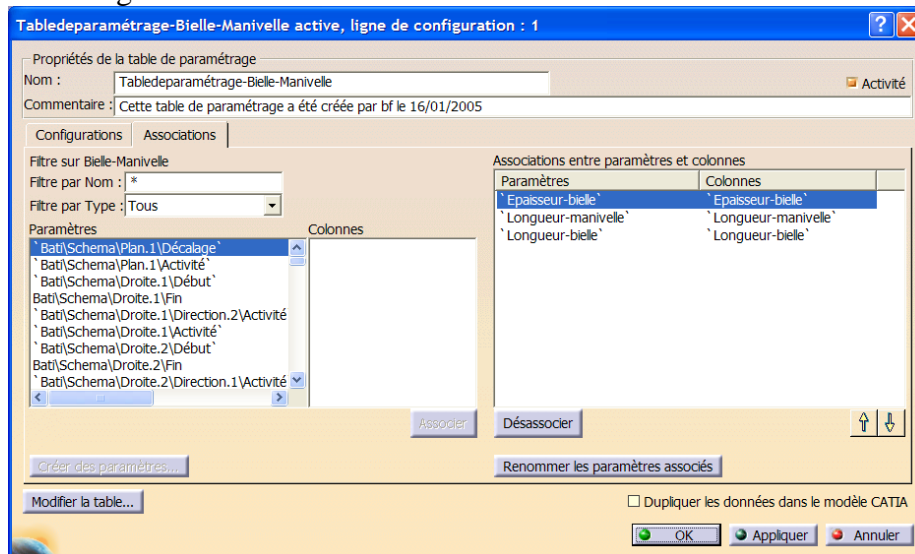


Figure 22



Figure 23

Editez les cotes faisant appel aux paramètres et remplacez la valeur fixe par le paramètre correspondant, il y a 1 cote sur le **Bati**, une cote sur le **Vilebrequin**, une cote sur la **Bielle**, et une cote au niveau d'une contrainte dans l'assemblage. Répondez **Oui** pour **Garder le lien avec l'objet sélectionné**.

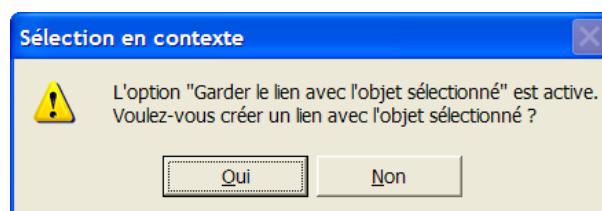


Figure 24

Editez la table de paramétrage et passez le paramètre **Epaisseur-bielle** de 20 à 10 mm
Avez-vous bien modifié la contrainte de distance entre les plans du **Vilebrequin** et de la **Bielle**.

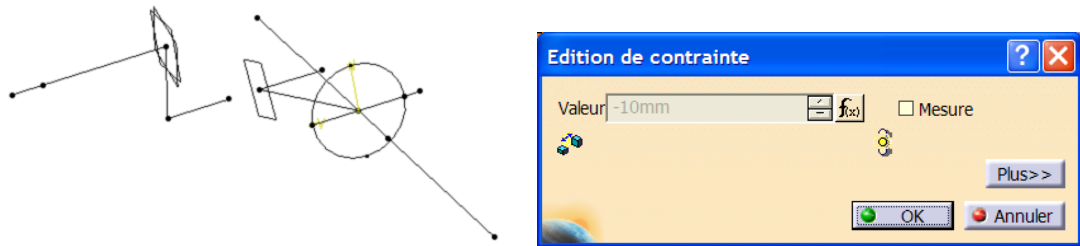


Figure 25

Passez la **Longueur-manivelle** à 80 et constatez comment évolue le modèle.
Revenez à la configuration initiale.

Longueur-manivelle` (mm)	Epaisseur-bielle` (mm)	Longueur-bielle` (mm)
30	20	100

Figure 26

3- Cinématique

Maintenant nous allons utiliser le module **DMU Kinematics** afin de vérifier la loi entrée sortie du mécanisme.

Passez dans cet atelier.

La mise en place des contraintes d'assemblage a été faite avec soin, il va être possible de convertir directement ces contraintes d'assemblage en liaisons cinématiques.

Lancez la commande de **Conversion de contraintes d'assemblage**, créez un nouveau mécanisme, **Mécanisme.1**

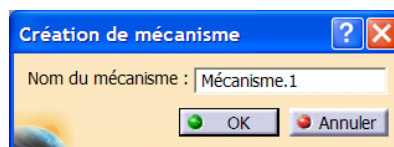


Figure 27

Passez en revue toutes les contraintes d'assemblage et créez les liaisons cinématiques correspondantes, créez la pièce fixe, qui sera le **Bati** puisqu'on lui a mis une contrainte de fixité.

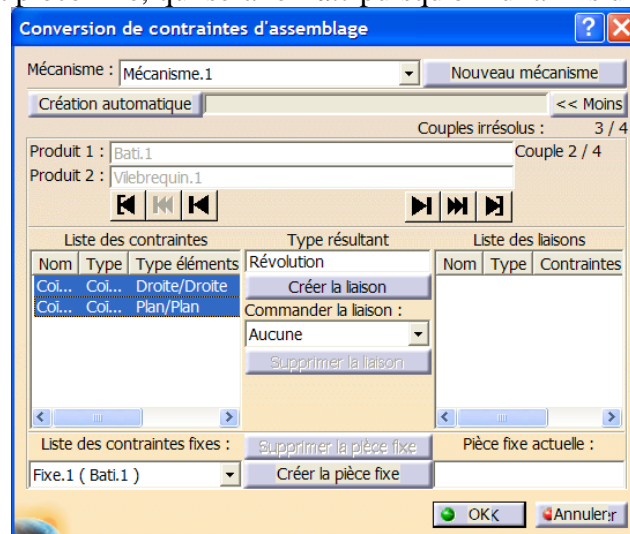


Figure 28

Commandez la liaison pivot, dénommée **Révolution**, entre le **Bati** et le **Vilebrequin**, les limites seront 0 à 360 degrés.

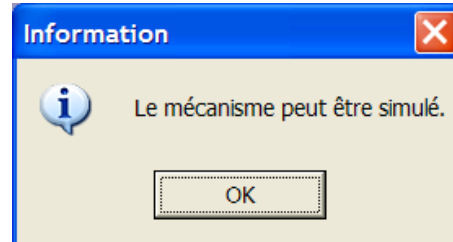
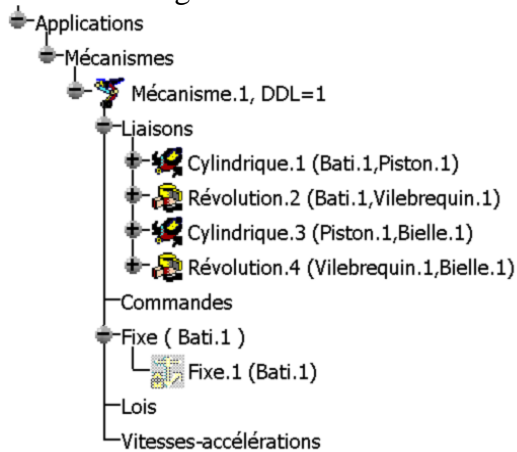


Figure 29

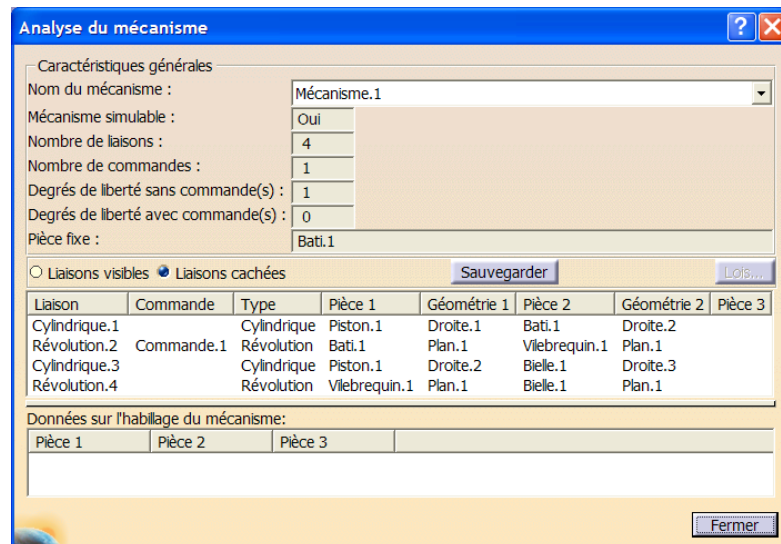


Figure 30

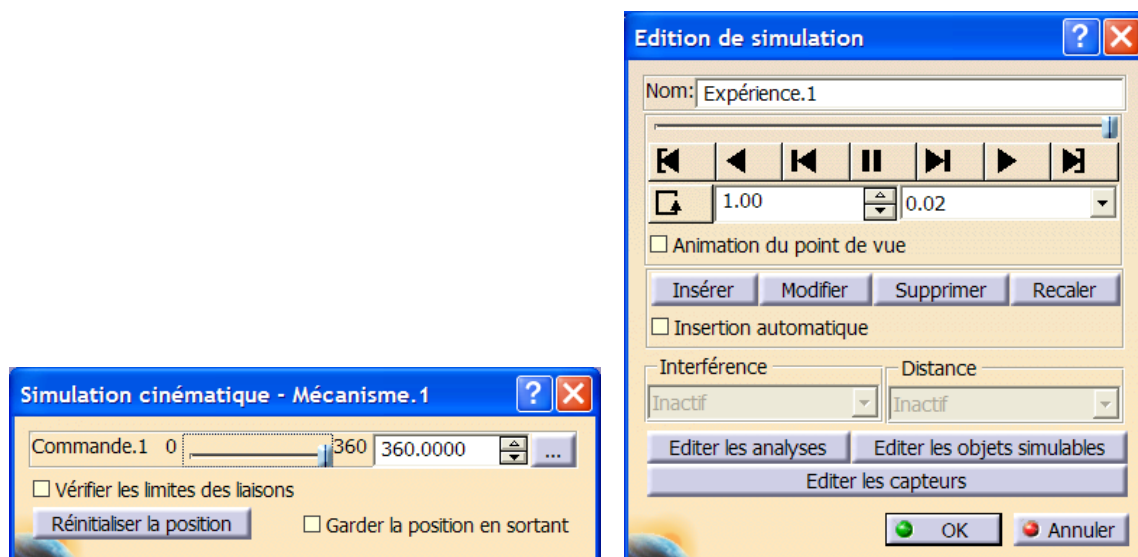



Figure 31

Lancez une simulation.

En premier, il faut déplacer le curseur de la commande sur la position 360, puis  une étape, ainsi que régler les intervalles pour les positions de cette étape.

Ici il n'y aura qu'une seule étape pour les 360 degrés, avec un pas de 0.02 pour balayer cette étape, donc de 7.2 degrés, ne mettez pas plusieurs étapes.

Ceci va créer une expérience **Expérience.1** dans l'arbre du modèle.

Animez le modèle, sur un tour ou en boucle.

Dans le corps de pièce **Schema** du **Piston**, créez un point au centre du cercle, ce qui va permettre de caractériser vitesse et accélération en ce point, mais à condition de lier la rotation au paramètre **KinTime** de Catia.

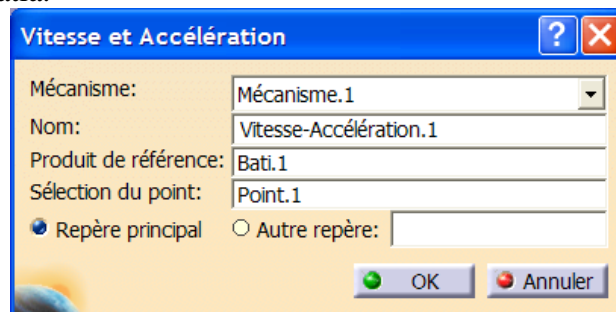


Figure 32

Lier le paramètre **Mécanisme.1\Commandes\Commande.1\Angle** au paramètre temps de Catia **Mécanisme.1\KINTime**.

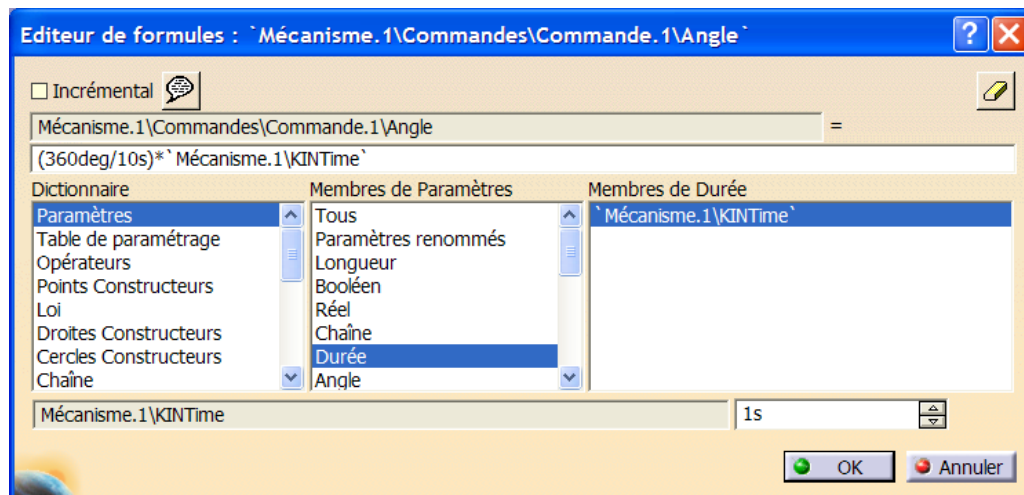


Figure 33

Lancez une **Simulation suivant des lois** en activant les capteurs, et choisir le capteur de la projection sur Y de la vitesse du point au centre du piston.

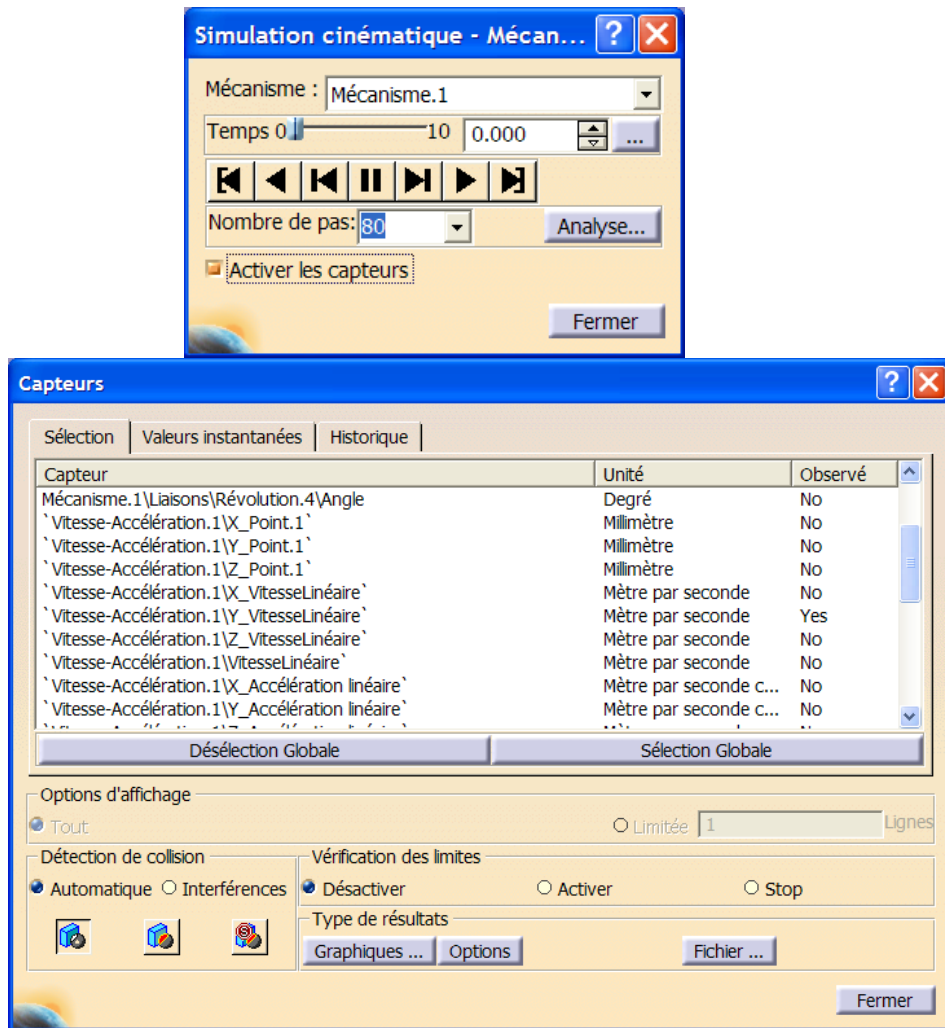


Figure 34

Visualisez la courbe représentative de cette vitesse.

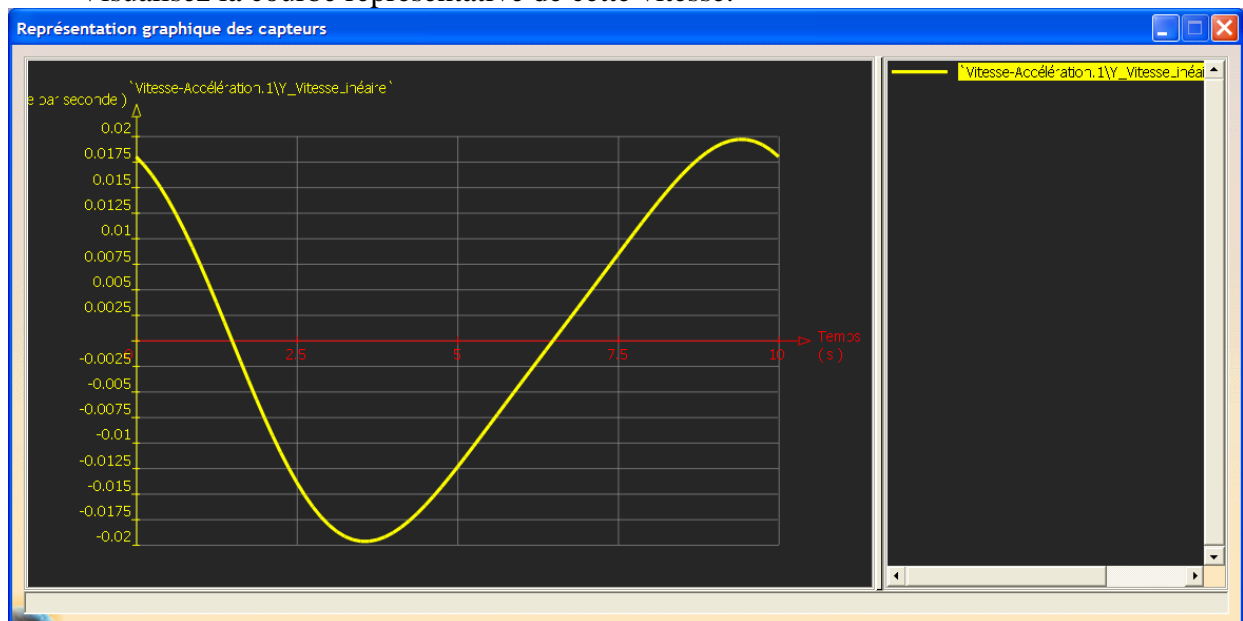


Figure 35

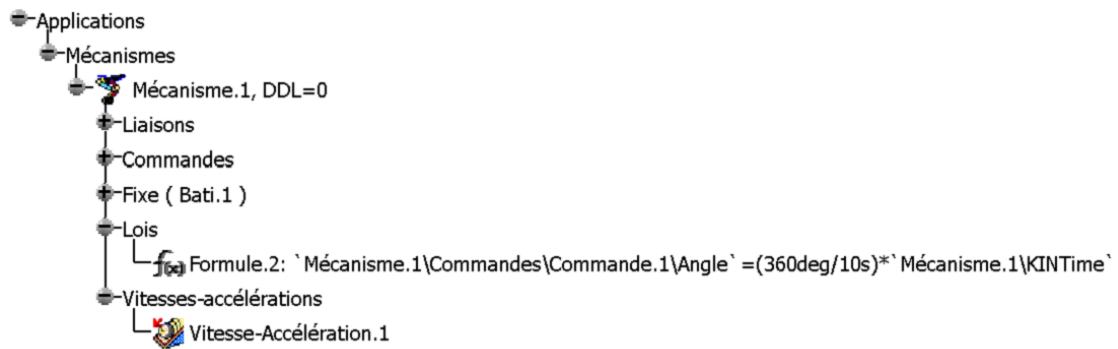


Figure 36

4- Les volumes

Maintenant que le mécanisme est validé par son squelette, nous allons mettre de la matière aux différentes pièces.

Editez la pièce **Vilebrequin** dans une nouvelle fenêtre, et choisissez le corps de pièce **Corps principal** comme objet de travail.

Dans le plan créé au niveau du corps **Schema**, esquissez la forme définie sur la Figure 37. Extrudez de 5 mm suivant X>0. Pour les esquisses et les longueurs suivantes on s'appuiera sur le plan créé au niveau du corps **Schema**.

Faites un cylindre de diamètre 15 mm et longueur 50 mm pour la liaison avec le **Bati**. Faites un cylindre de diamètre 10 et longueur 20 pour la liaison avec la **Bielle**.

Fermez la fenêtre d'édition du **Vilebrequin** en enregistrant et revenez dans l'ensemble.

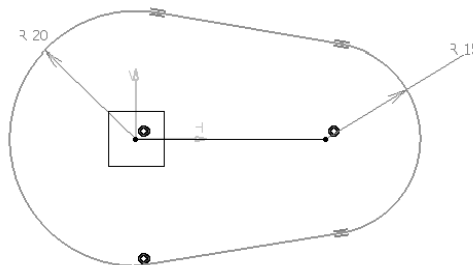


Figure 37

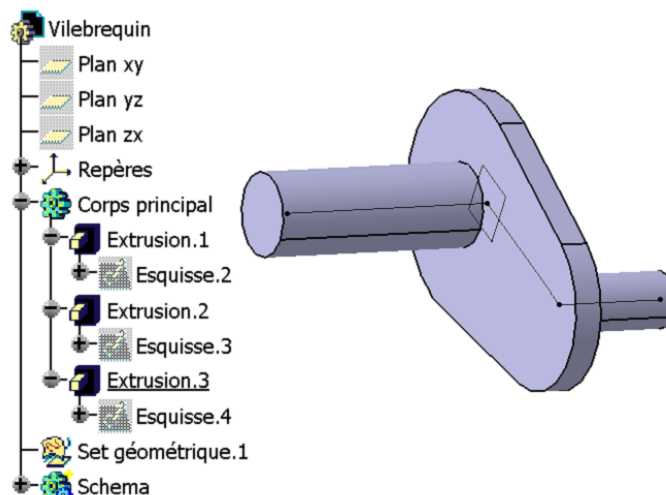


Figure 38

Modélisez la **Bielle** en prenant soin de choisir le **Corps principal** comme objet de travail. L'extrusion aura pour longueur 5 avec Extension symétrique. Les alésages ont pour diamètre 10, ils débouchent.

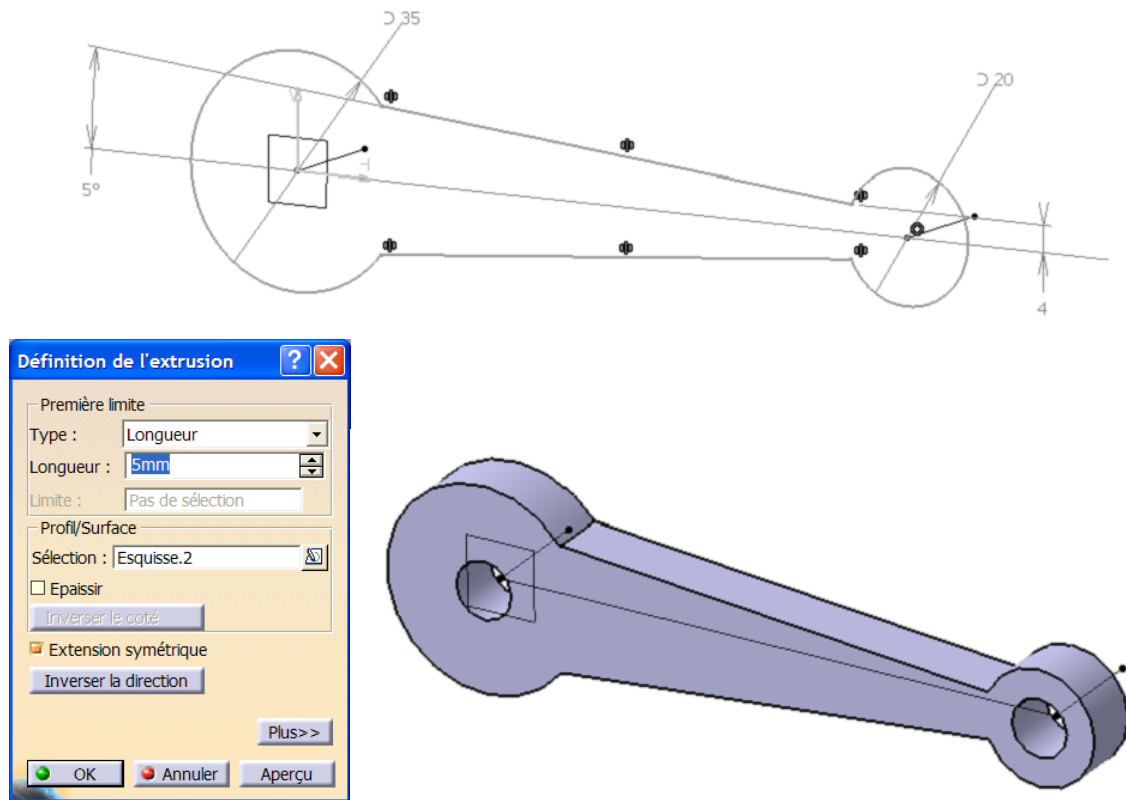


Figure 39

Fermez la fenêtre d'édition de la **Bielle** en enregistrant et revenez dans l'ensemble.

Modélisez le **Piston** en prenant soin de choisir le **Corps principal** comme objet de travail. On utilisera le cercle comme esquisse et on fera une extrusion symétrique de 20mm. La partie interne du piston sera un trou à fond plat de 22 mm de diamètre et 30 mm de profondeur.

Le passage de l'axe de la **Bielle** sera un trou débouchant de diamètre 10 mm. Fermez la fenêtre d'édition du **Piston** en enregistrant et revenez dans l'ensemble.

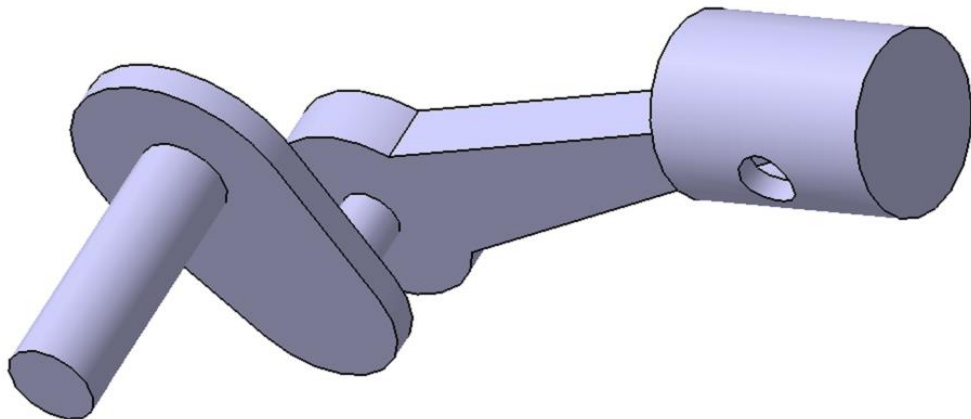


Figure 40

5- Les collisions

Cachez tous les corps de pièces *Schema* et depuis l'atelier *DMU Kinematics*, simulez le mécanisme suivant *Experience.1*

Activez la détection de collision et relancez une simulation suivant *Experience.1*

On peut observer des interférences entre la *Bielle* et le *Piston*.

Passez la longueur de la bielle à 150 mm, après une mise à jour vous pouvez constater que le modèle a suivi. Relancez une simulation suivant *Experience.1*, les interférences n'existent plus.

Remettez la longueur de la Bielle à 100 mm

6- Famille de produits

Editez la table de paramétrage et ajoutez une ligne avec les valeurs définies sur la Figure 41

`Longueur-manivelle` (mm)	`Epaisseur-bielle` (mm)	`Longueur-bielle` (mm)
30	20	100
40	10	150

Figure 41

En choisissant la ligne de la configuration qui vous intéresse, vous avez modifié entièrement votre mécanisme, c'est un autre produit de la famille.

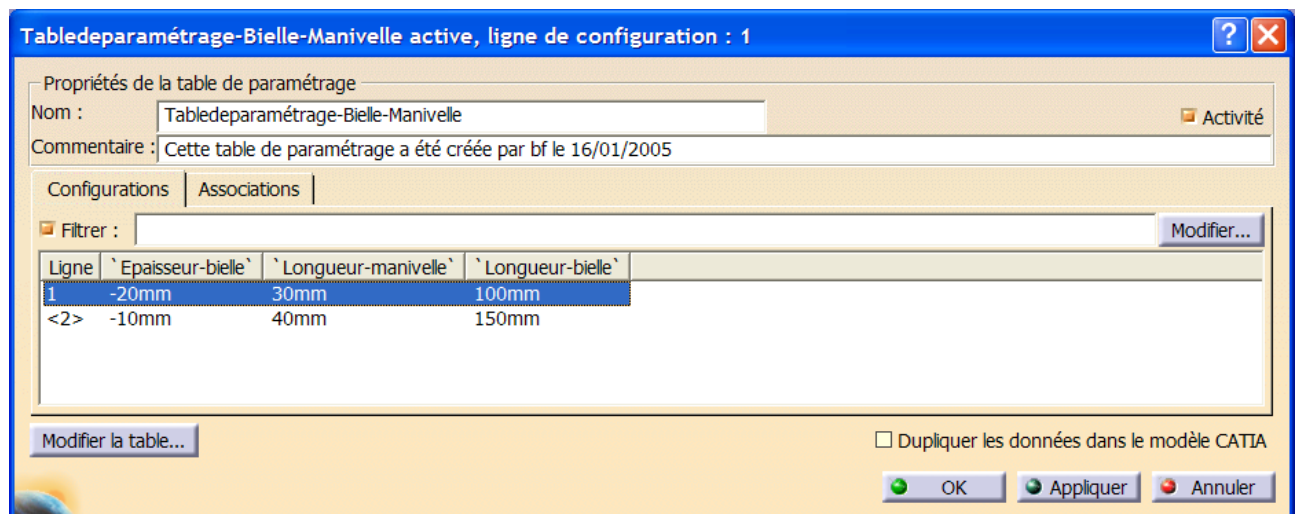


Figure 42

7- Les références externes

Cochez l'option *Interdire la sélection externe avec lien d'éléments non publiés* Figure 1.

Nous souhaitons adapter les diamètres des alésages de la *Bielle* aux diamètres correspondants du *Vilebrequin* et du *Piston*.

Compte tenu de l'option choisie, et pour pouvoir faire ceci, il faut publier, c'est à dire rendre accessibles pour tout le mécanisme, les paramètres nécessaires du *Vilebrequin* et du *Piston*.

Editez la pièce *Vilebrequin* dans une nouvelle fenêtre et publiez le rayon de la fonction *Extrusion.3* attention à son nom de publication.

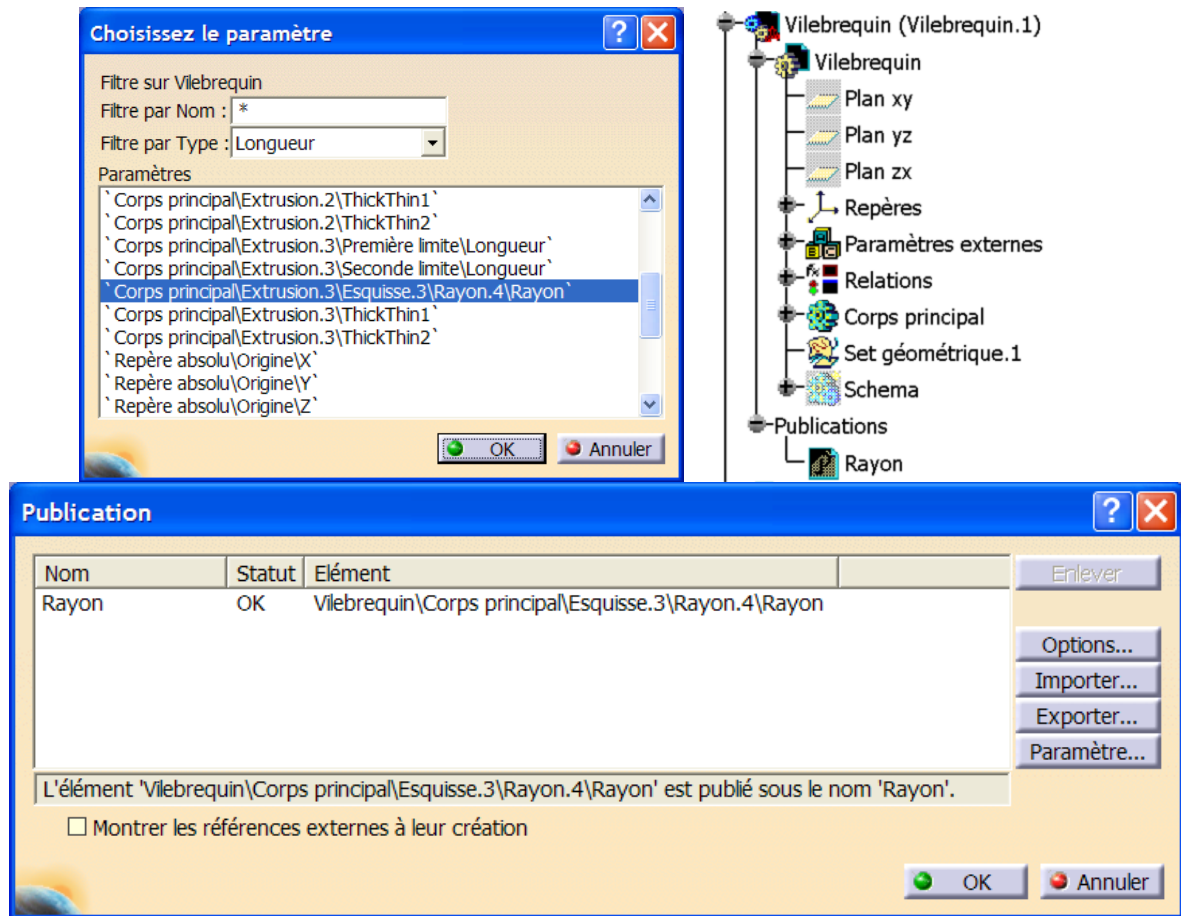


Figure 43

Fermez la fenêtre d'édition du **Vilebrequin** en enregistrant et revenez dans l'ensemble.

Dans l'assemblage, éditez la **Bielle** et mettez le diamètre d'alésage de la tête de **Bielle** en relation avec le paramètre publié du **Vilebrequin** en gardant le lien avec l'objet sélectionné.

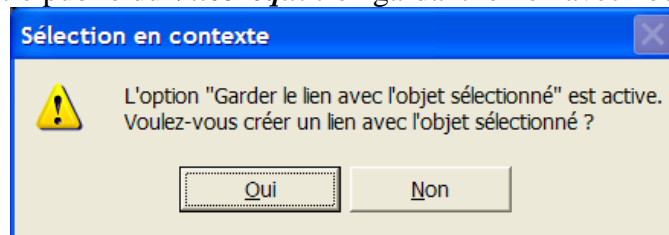


Figure 44

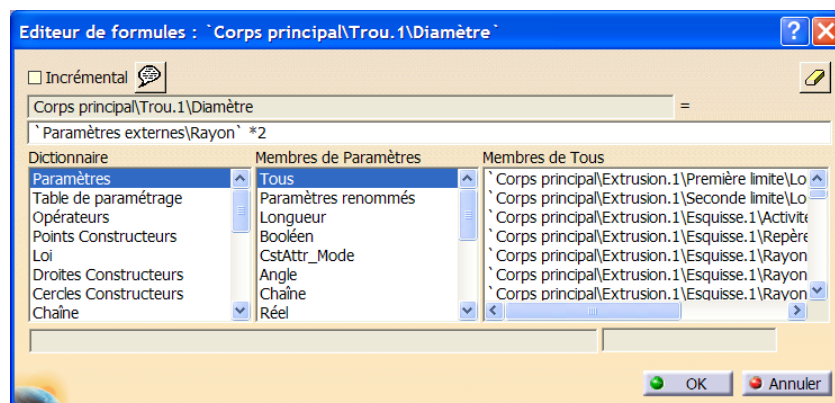


Figure 45

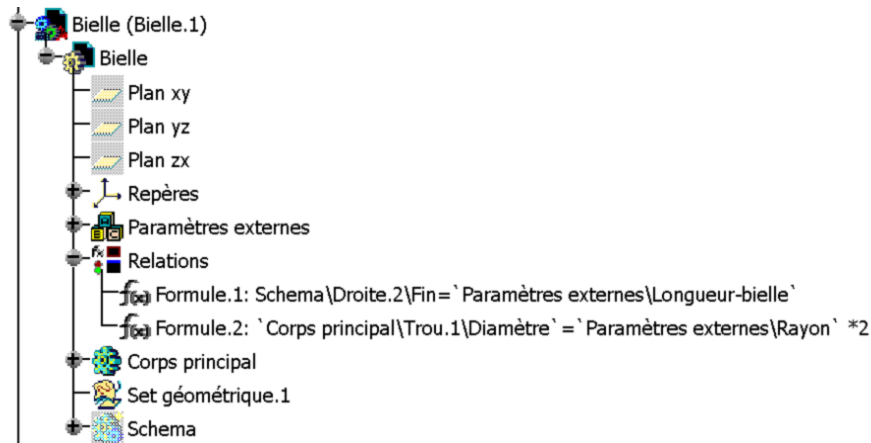


Figure 46

Editez le **Vilebrequin** et passez le rayon de la fonction **Extrusion.3** à 8 mm.

Regardez ce que devient l'alésage de la **Bielle**.

Repassez ce diamètre à 10 mm et publiez le diamètre de l'alésage du **Piston** pour le rendre disponible pour construire l'alésage du pied de **Bielle**.

La publication systématique des éléments sur lesquels on veut s'appuyer peut-être une très bonne chose, Catia possède cette option pour **Interdire la sélection externe avec des liens non publiés** Voir Figure 1. Cette publication systématique, même si elle alourdi la conception, évite de s'appuyer sur des éléments qui ne sont peut-être pas ceux que l'on souhaite, et ainsi concevoir un mécanisme instable

8- Optimisation

Pour poursuivre ce TD, nous allons faire une optimisation sur le **Vilebrequin**, s'agissant d'une pièce tournante, l'idée est de réaliser un équilibrage statique, donc ramener son centre de gravité sur l'axe de rotation.

Editez la pièce **Vilebrequin** dans une nouvelle fenêtre,

Affichez le repère XYZ du Vilebrequin.

Modifiez les dimensions du Vilebrequin, passez la première extrusion à une longueur de 20 mm, le cylindre de liaison avec le Bati à un diamètre de 30 mm et une longueur d'extrusion de 80 mm.

Calculez les caractéristiques d'inertie du vilebrequin, en gardant les mesures afin que ces informations soient disponibles dans l'arbre du modèle.

N'ayant pas défini de matériau, le logiciel a pris une masse volumique de 1 kg/m^3 , mais ceci n'a aucune importance pour le calcul du centre de gravité.

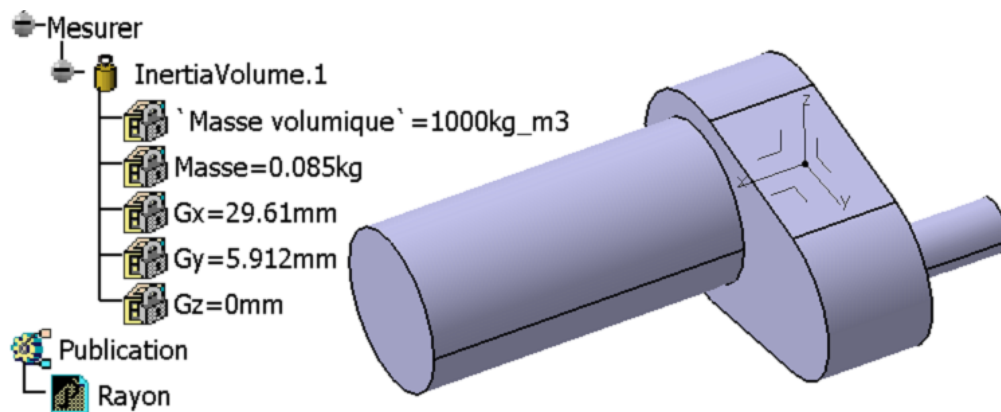
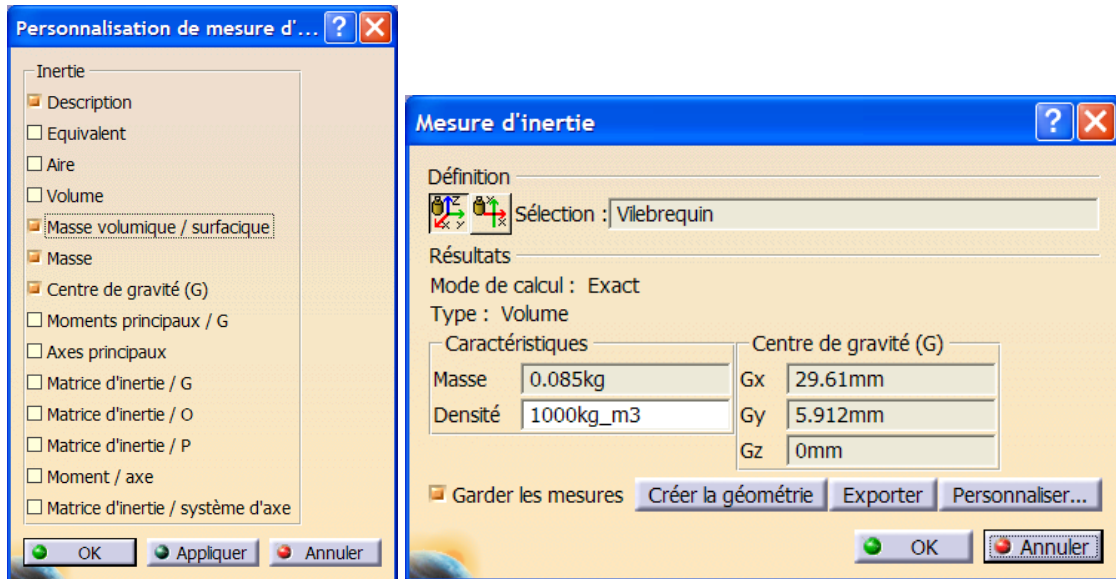


Figure 47

Si on veut avoir le centre de gravité sur l'axe de rotation, il faut que $G_y = 0$.

Pour l'optimisation, utilisez l'atelier *Product Engineering optimizer*.

Lancez une optimisation en définissant une *Valeur objectif*, et en jouant sur le paramètre du grand rayon de la première extrusion de cette pièce, rayon de valeur 20 mm et défini sur la Figure 39, donner des bornes allant de 20 mm à 100 mm.

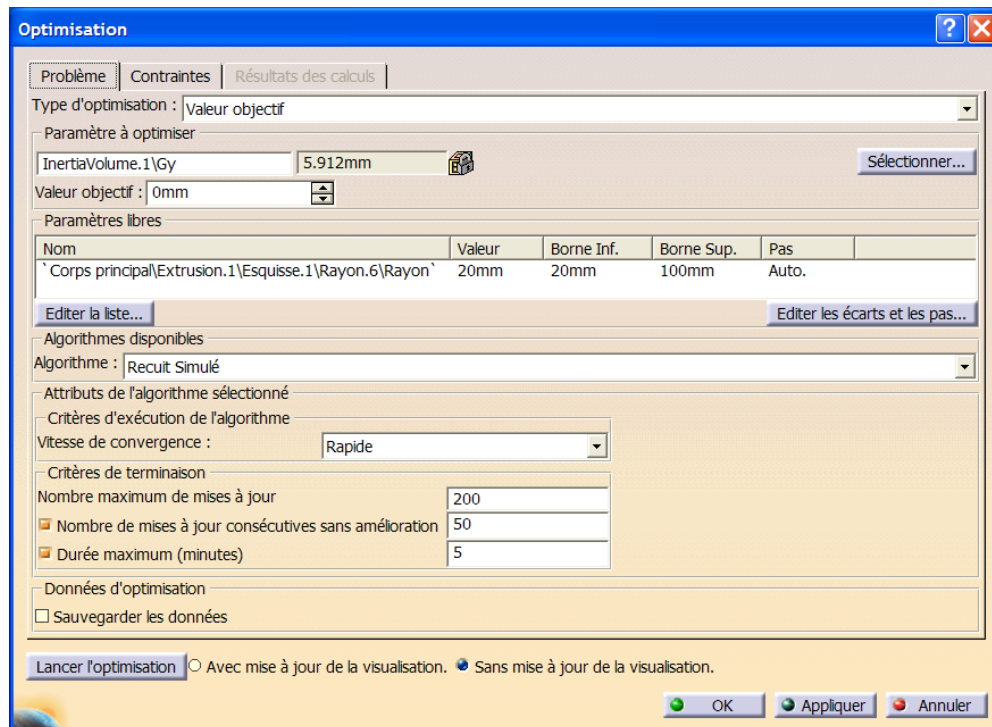


Figure 48

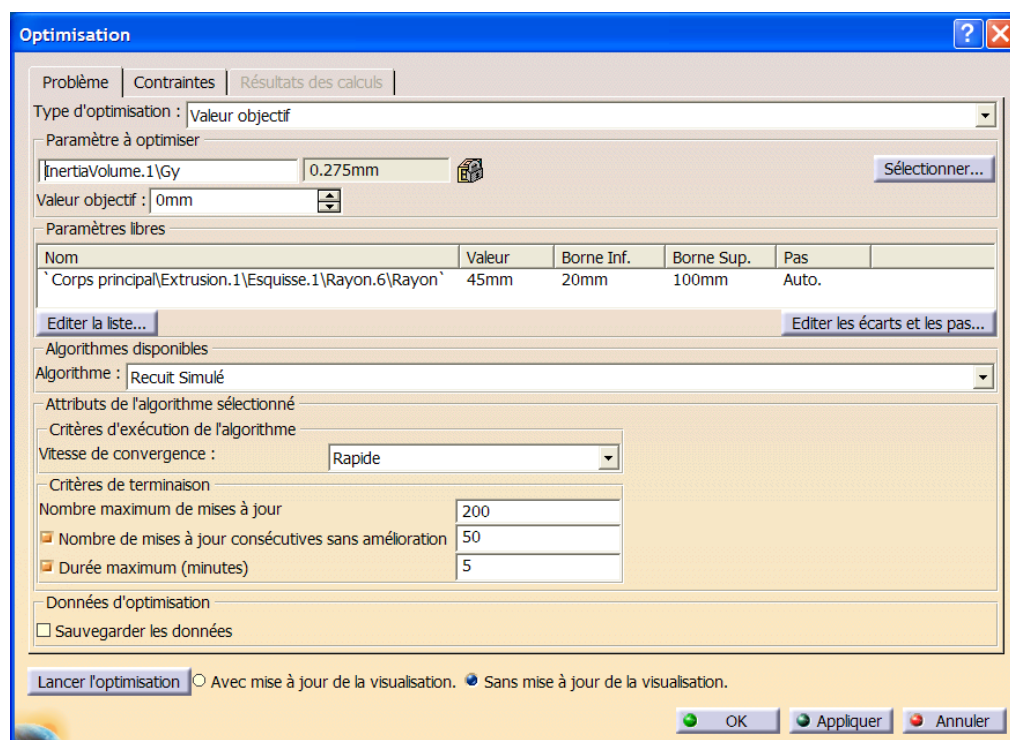


Figure 49

Cette optimisation n'a pas de solution, la valeur de Gy trouvée est de 0.275 mm, même si le rayon est seulement à la valeur de 45mm.

Mais les contraintes sur la forme de la section se la première extrusion ne permettent pas d'aller au-delà.

Annulez cette opération.

Ajouter de la matière n'est pas la seule possibilité pour équilibrer une pièce, on peut aussi en enlever.

Nous allons faire une cavité dans la pièce, cavité coaxiale avec le cylindre de liaison avec la **Bielle**, diamètre 20 mm et profondeur 10 mm, le but étant de rapprocher le centre de gravité vers l'axe X.

En ayant modifié la pièce, on remarque que les paramètres d'inertie ne sont pas à jour, faites la mise à jour. Nous gagnons ainsi près de 1 mm.

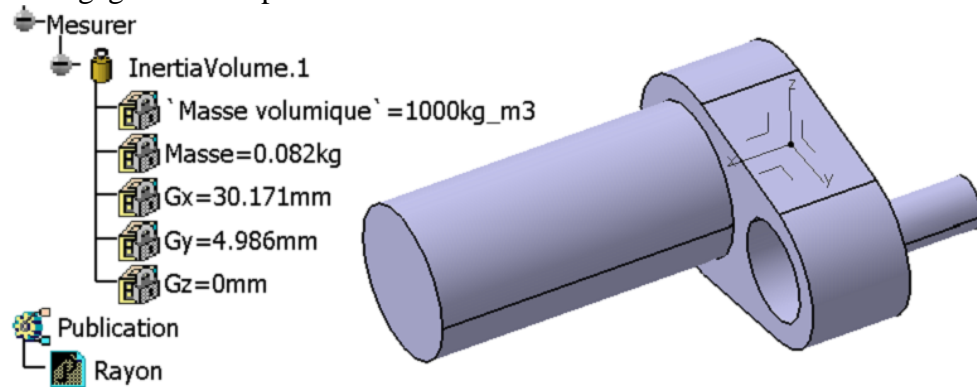


Figure 50

Relancez l'optimisation, elle a une solution.

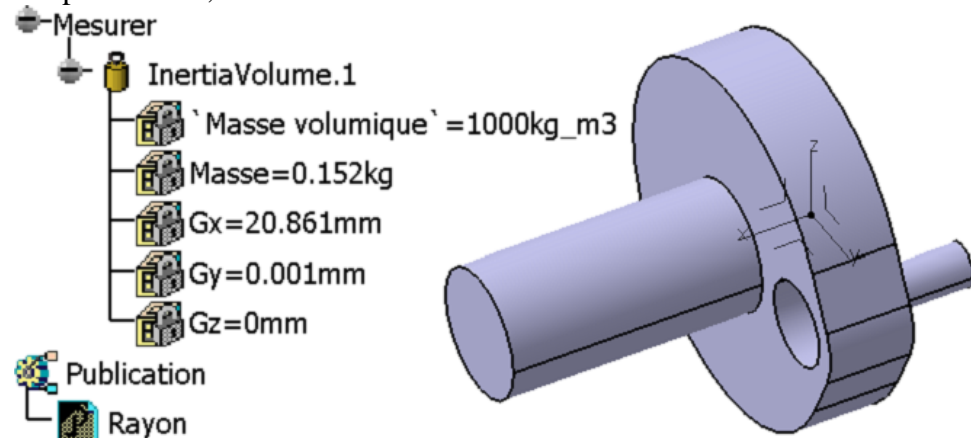


Figure 51

Cachez le repère du **Vilebrequin**.

Fermez la fenêtre d'édition du **Vilebrequin** en enregistrant et revenez dans l'ensemble.

9- Remplacement de composant

Dans nos précédents TD, nous avons déjà modélisé un piston, celui du compresseur, donc il figure dans notre base de données. Pourrions-nous remplacer le piston du produit **Bielle-Manivelle** par celui du compresseur et garder les mobilités du système **Bielle-Manivelle**.

Oui, à condition de publier les éléments permettant de contraindre le **Piston** par rapport à la **Bielle** et par rapport au **Bati**.

Dans le **Piston**, affichez le corps de pièce **Bati**, renommez les 2 droites du schéma et publiez les, voir Figure 52.

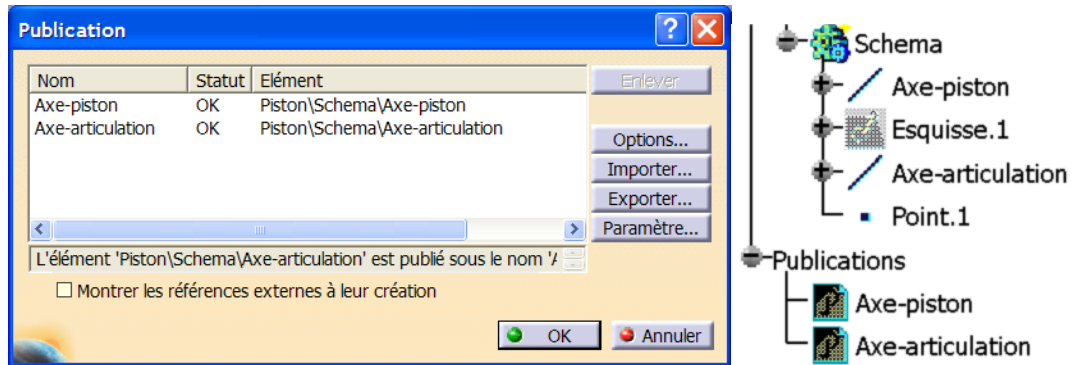


Figure 52

Reconnectez la contrainte d'assemblage entre le **Piston** et le **Bati** afin qu'elle fasse bien référence à l'élément publié.

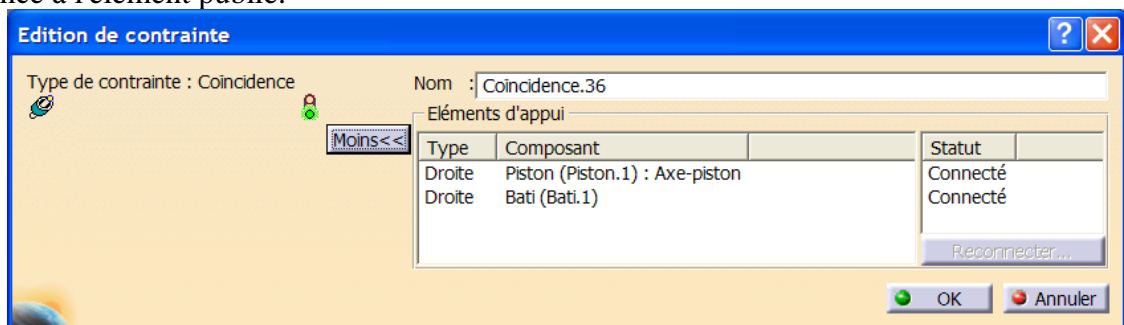


Figure 53

Reconnectez la contrainte d'assemblage entre le **Piston** et la **Bielle** afin qu'elle fasse bien référence à l'élément publié.

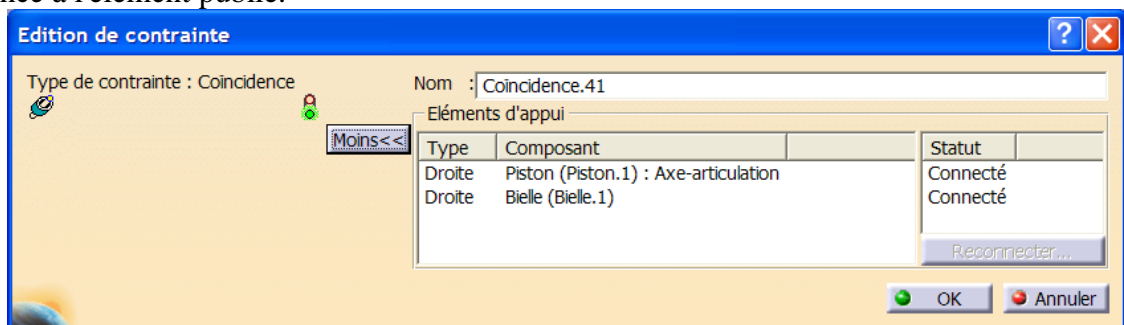


Figure 54

Enregistrez votre modèle.

Ouvrez le modèle **Piston-compresseur**.

Créez 2 droites au niveau de l'axe du piston, et de l'axe de l'articulation avec la bielle.

Renommez ces 2 droites respectivement **Axe-piston** et **Axe-articulation**, puis publiez ces 2 droites. Remarquez que les noms sont rigoureusement identiques à ceux utilisés dans le modèle **Bielle-Manivelle**.

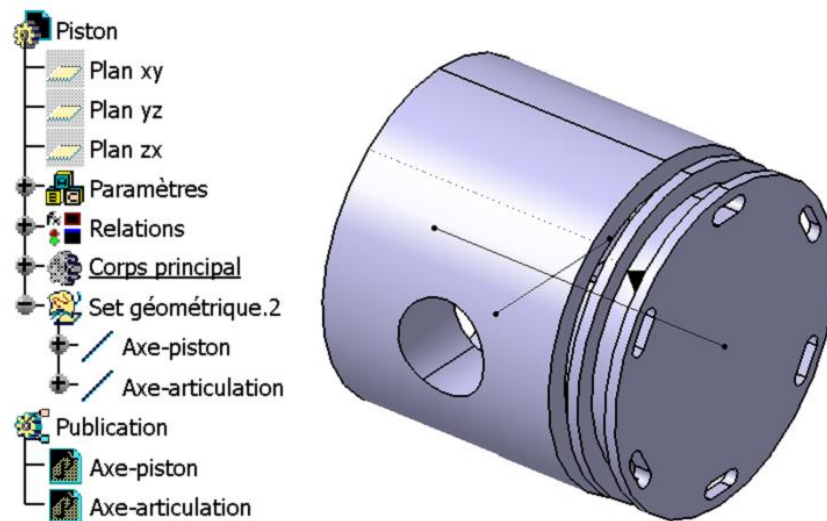


Figure 55

Fermez ce modèle en enregistrant.

Depuis le modèle **Bielle-Manivelle**, faites un clic droit sur l'occurrence du Piston et choisissez **Remplacer le composant**. Choisissez le fichier **Piston-compresseur.CATPart**, puis répondez **Oui** pour le remplacement en observant les éléments impactés par la commande.

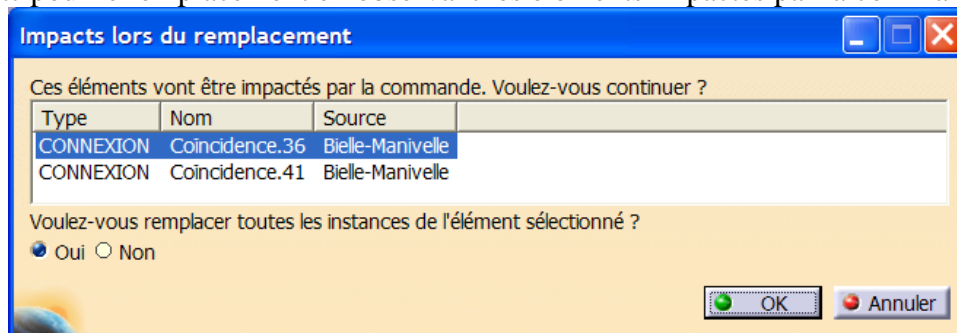


Figure 56

On remarque que le piston n'arrive pas dans la bonne position, observez les contraintes d'assemblage dans l'arbre du modèle.

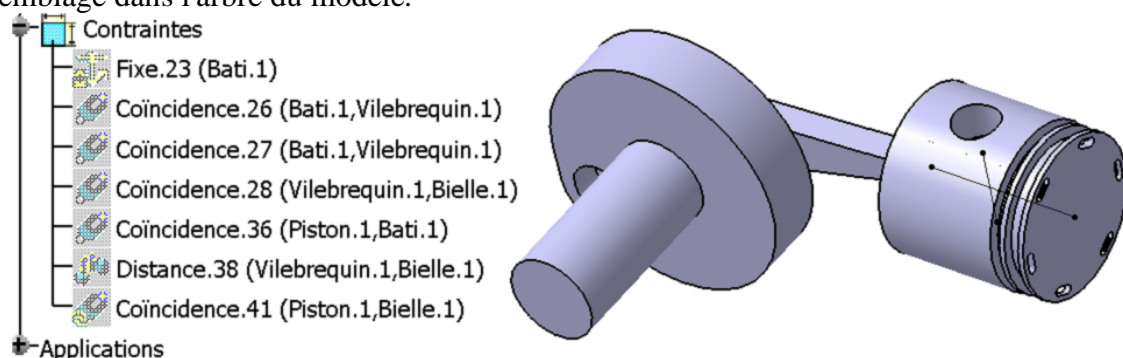


Figure 57

Faites une mise à jour du modèle.

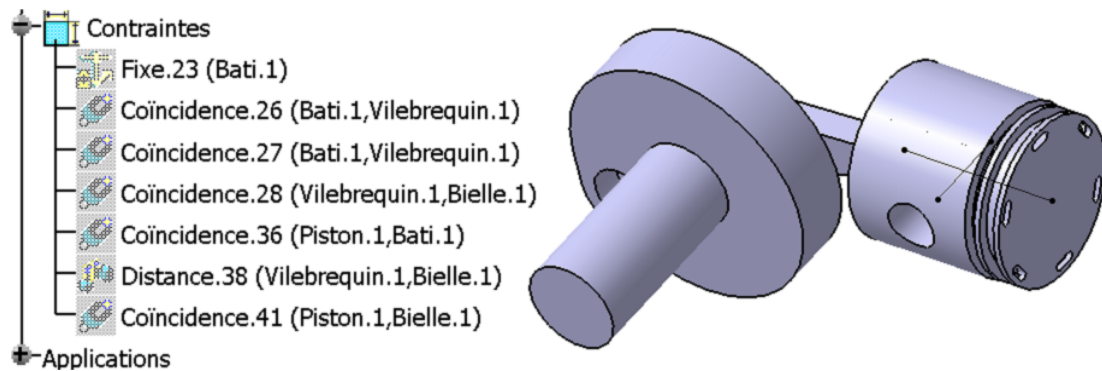


Figure 58

Animez le mécanisme, vous pouvez constater que la conception est robuste.

10- Bonus

De manière analogue vous pourriez remplacer la **Bielle** de ce mécanisme par celle du compresseur **Bielle-compresseur.CATPart**. Dans ce cas il y a 3 éléments à publier, les noms pourraient être **Axe-tete-bielle**, **Axe-pied-bielle**, **Plan-bielle**.

Bien entendu les dimensions ne correspondent pas, et il peut y avoir quelques soucis de normales à étudier de près.

Faites ce travail si vous en avez le temps, et le courage !

11- Conclusions

Avec ce TD vous disposez des notions essentielles à la conception intelligente de modèles, sans oublier celles que nous avons vues au cours d'autres TD.

Vous avez pu travailler avec des outils de conception en assemblage, ou en contexte, à l'aide de différents outils du logiciel, mode schéma ou mode squelette, table de paramétrage, optimisation, paramètres publiés. Vous devez mettre ceci en application dans votre démarche de conception afin de modéliser des assemblages évolutifs et robustes. Chaque méthode a ses avantages et ses inconvénients, alors faites le bon choix en fonction de la situation, mais ceci demande un peu d'expérience...

[RETOUR AU SOMMAIRE DE TP CATIA](#)

[RETOUR SOMMAIRE DE L'AIDE DURZY](#)