

KISSsoft AG - +41 55 254 20 50  
 Uetzikon 4 - +41 55 254 20 51  
 8634 Hombrechtikon - info@KISSsoft.AG  
 Switzerland - www.KISSsoft.AG

## KISSsoft Tutorial : Editeur d'Arbres

### 1 Démarrer l'Editeur d'arbres

#### 1.1 Ouvrir l'Editeur d'arbres

Voir aussi « KISSsoft-Tutorial-005, Shaft calculation » (Calcul d'arbres), Chapitre 1.2.

#### 1.2 Activer l'Editeur d'arbres, Introductions

L'écran principal du calcul d'arbres (Figure 1.1) comprend les onglets suivants : „**Editeur d'arbres**“, „**Données de base**“ et „**Résistance**“. Dans l'éditeur d'arbres, on peut modéliser des arbres en prenant en compte leurs conditions aux limites et leur chargement. Ces arbres peuvent alors faire l'objet de calculs (déformation, résistance, etc..., voir Tutorial 005). L'onglet „**Données de base**“ permet de saisir les données principales (position de l'arbre, vitesse, sens de rotation, etc...), certaines directement, d'autres par le menu „Calcul/Réglages“ (vous pouvez avoir plus d'informations sur les réglages spécifiques au module, en utilisant la touche „F1“ pour ouvrir l'Aide/Manuel) :

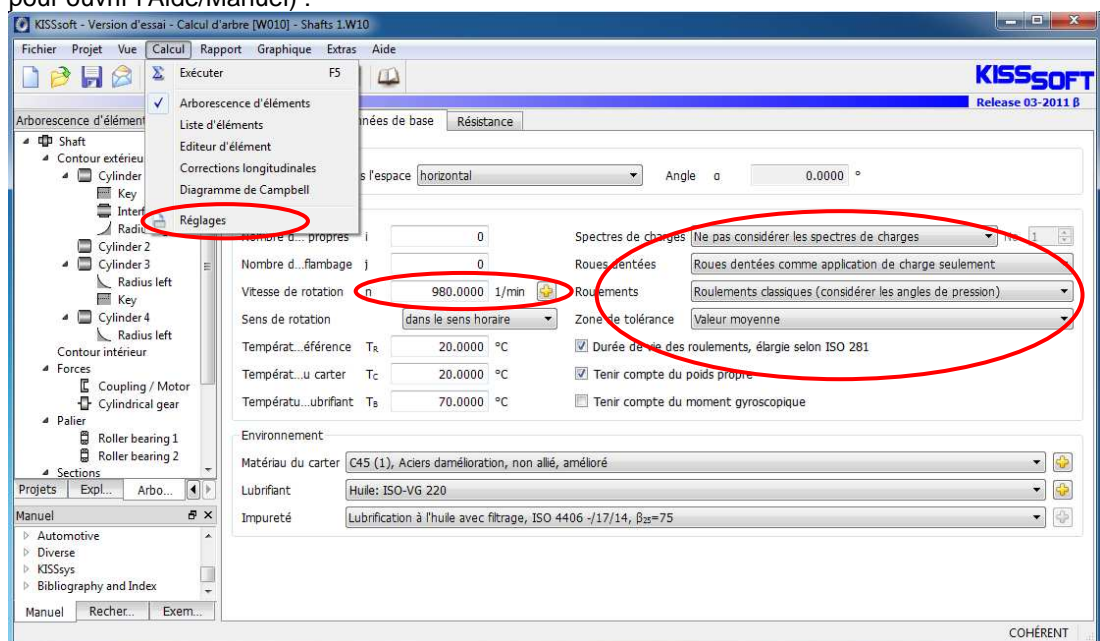


Figure 1.2 Editeur d'arbres, Réglages spécifiques au module, Entrée de la vitesse, Matériaux, etc...

### 2 Modéliser un arbre

#### 2.1 Remarques générales

La modélisation d'un arbre dans KISSsoft commence par l'entrée des dimensions principales, de la géométrie des entailles, des efforts extérieurs et conditions aux limites, et des sections critiques. Ces données sont définies dans l' « **Arborescence d'éléments** ». Pour cela, il faut sélectionner l'élément approprié, et faire un click droit avec la souris sur une liste d'éléments, qui peuvent ainsi être ajoutés au modèle. Pour les contours de symétrie axiale (cylindres et cônes), on peut aussi créer des sous-éléments.

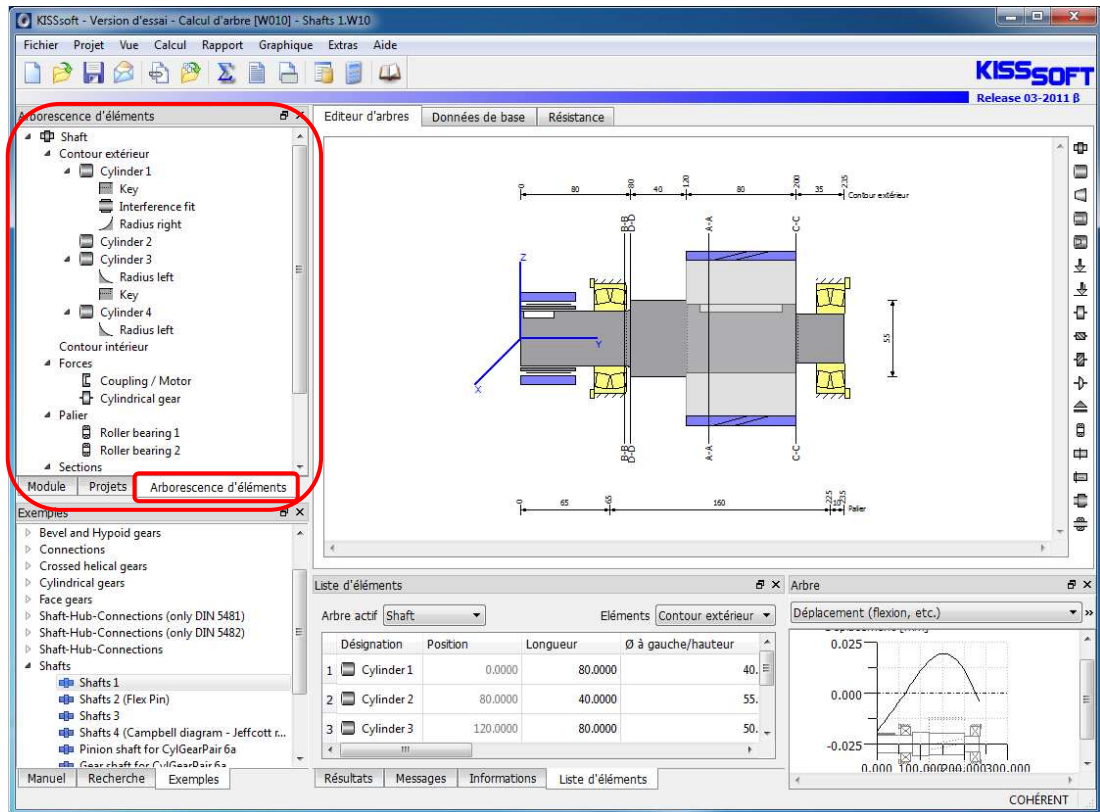
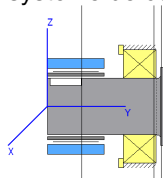


Figure 2.1 Les cinq éléments les plus importants nécessaires pour modéliser un arbre

Eléments	Données de	Données nécessaires	Pour définir	Couleur
Contour extérieur/intérieur	Section de l'arbre	Diamètre, longueur et rugosité d'un tronçon d'arbre	$A, I_{xx}, I_{zz}, I_p, W_{xx}, W_{zz}, W_D$	Gris
Cylindre/Cône	Entaille	Type d'entaille, géométrie	$\alpha_k$	Blanc
Forces	Chargement	Torseurs de forces/moments centrés ou excentrés. Eléments de machines pour l'introduction du chargement	$F_y, Q_x, Q_z, M_{bx}, M_{bz}, T$	Bleu
Paliers	Paliers	Sélection des roulements, données de raideur de paliers, degrés de liberté des paliers	Efforts des paliers, conditions aux limites	Jaune
Sections	Sections critiques	Effets d'entaille, position, géométrie, rugosité	Facteurs d'entaille, contraintes	Noir

## 2.2 Système de coordonnées

Le système de coordonnées est cartésien, dans un repère direct :



Axe des x positifs : normal à l'écran, vers l'extérieur

Axe des y positifs : suivant l'axe de l'arbre, de gauche à droite

Axe des z positifs : de bas en haut

Position du contact : Angle depuis l'axe des x, vers l'axe des z

Vous pouvez activer ou désactiver l'affichage du repère, avec la case à cocher „Afficher le système de coordonnées“ dans „Réglages spécifiques au module“.

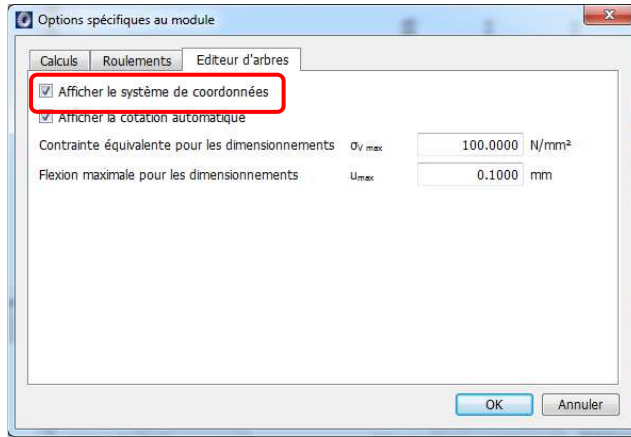




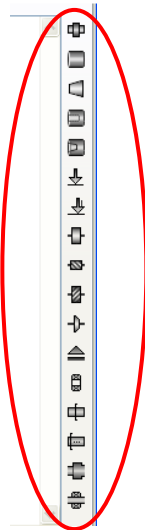
Figure 2.2 Onglet « Editeur d'arbres » dans « Réglages spécifiques au module »

## 2.3 Fonctions d'édition, Barre d'outils

Fonctions d'édition disponibles dans l'éditeur graphique d'arbres :

Fonction	Description
Touches + / - / home(  )	zoom + / zoom - / plein écran
Souris bouton gauche	sélection / déplacement d'élément
Souris bouton droit	zoom + / zoom - / plein écran
Touche Suppr (  )	suppression de l'élément sélectionné

Sur la partie droite de l'écran se trouve une barre d'outils verticale (voir ci-dessous), qui peut être utilisée pour créer des éléments plus facilement :



- Ajouter un arbre
- Ajouter un cylindre
- Ajouter un cône
- Ajouter un alésage cylindrique
- Ajouter un alésage conique
- Ajouter un torseur de charge centrée
- Ajouter un torseur de charge excentrée
- Ajouter un élément de machine (roue cylindrique, ...)
- ...
- Ajouter un palier
- Ajouter un roulement
- Ajouter une section limitée / libre
- Ajouter une connexion générique
- Ajouter une connexion par roulement

## 2.4 Saisie des dimensions principales

Pour définir un tronçon d'arbre, sélectionner l'élément par un click droit dans „**Arborescence d'éléments** → **Contour extérieur**“ ou sélectionner l'icône correspondante dans la barre d'outils verticale. Pour „**Cylindre**“, par exemple, on va obtenir l'interface ci-dessous dans l'Editeur d'élément (Figure 2.3).

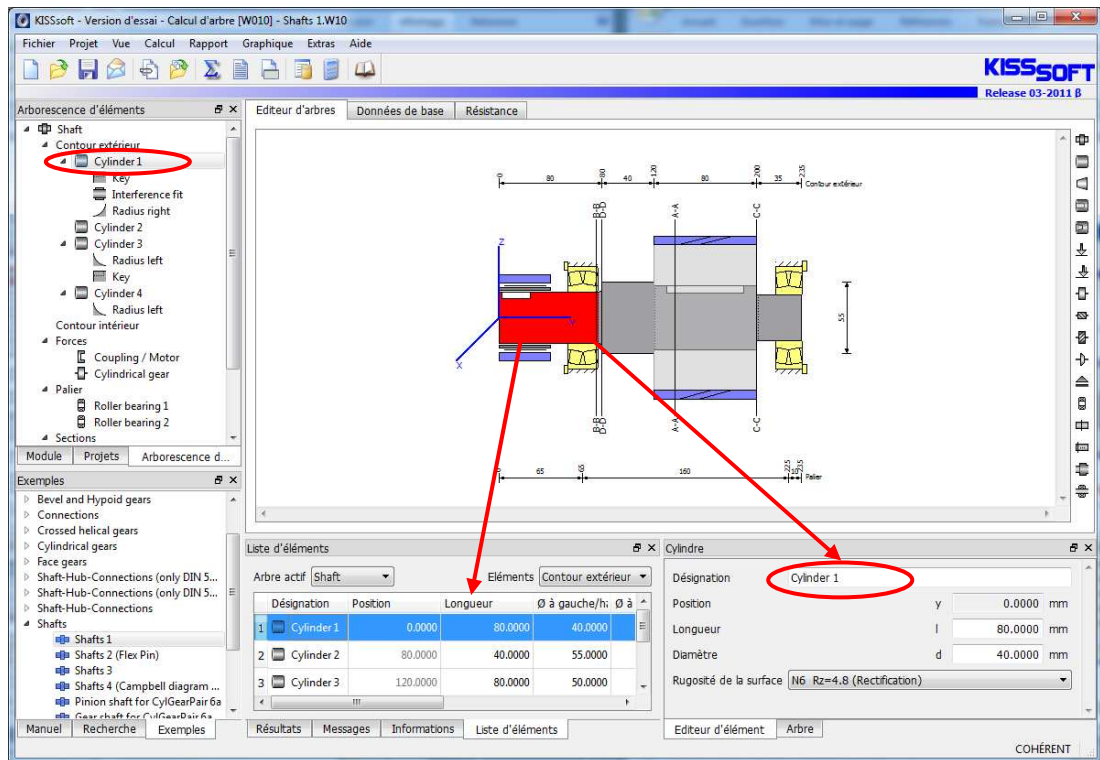


Figure 2.4 Définition d'un tronçon d'arbre (cylindre)

Le diamètre, la longueur et la rugosité sont définis dans l'Editeur d'élément. Chaque nouveau tronçon créé peut être positionné soit avant (à gauche), soit après (à droite) les tronçons existants. Pour ajouter un tronçon avant un tronçon existant, sélectionner le tronçon existant avec le bouton gauche de la souris, puis faire un click droit et sélectionner „Ajouter avant“, puis le type de tronçon à ajouter. Pour modifier un élément existant dans l'Editeur d'élément, il suffit de le sélectionner avec un click gauche de souris. Si l'Editeur d'élément n'est pas visible, cliquer sur “Calcul / Editeur d'élément” pour l'afficher (Figure 2.5).

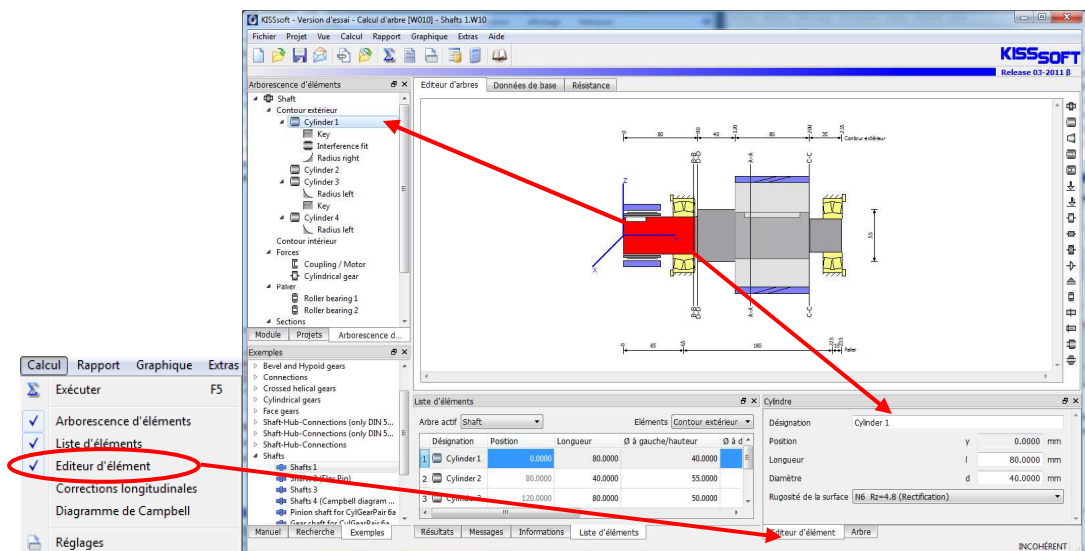


Figure 2.6 Interface pour sélectionner l'affichage de l'Editeur d'élément

On peut également ajouter des alésages („Contour intérieur → Alésage cylindrique“) sur l'arbre, de gauche à droite. Cependant, si vous souhaitez définir un alésage uniquement à l'extrémité droite de l'arbre, définissez d'abord un alésage avec un diamètre nul à partir de l'extrémité gauche de l'arbre.

## 2.5 Définition de la géométrie des entailles

Avant de définir une entaille, il faut tout d'abord sélectionner le tronçon d'arbre sur lequel l'entaille doit être positionnée (soit par un click gauche sur le tronçon, ce qui change sa couleur en rouge, soit en sélectionnant l'élément correspondant dans l'Arborescence d'éléments). Ensuite, faire un click droit sur le tronçon et sélectionner l'entaille appropriée. Vous avez le choix entre différents type d'entailles (par exemple, rainure circulaire). Après avoir sélectionné le type d'entaille, une fenêtre apparait, dans laquelle on peut définir la géométrie et la position de l'entaille (cote de référence : à partir de l'extrémité gauche du tronçon sélectionné).

Les sous-éléments „Rayon“, „Chanfrein“ et „Dégagement par rainure“, n'ont pas besoin d'être positionnés car ils sont mis automatiquement à l'extrémité sélectionnée (gauche/droite) du tronçon courant.

Pour ajouter un effet d'entaille générique, sélectionner „Effet d'entaille général“. Vous entrez alors directement le facteur d'entaille correspondant dans l' « Editeur d'élément ».

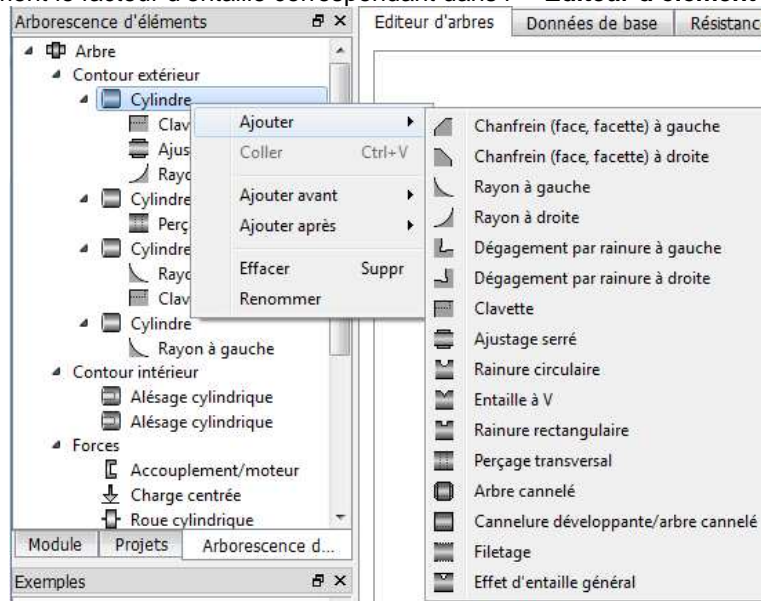


Figure 2.7 Menu pour définir les sous-éléments

## 2.6 Saisie du chargement

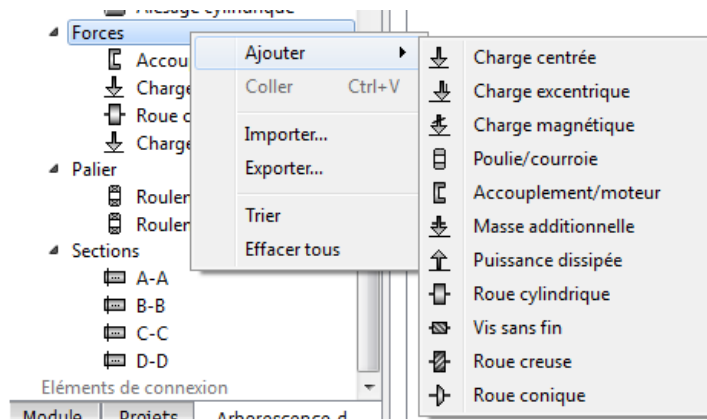
### 2.6.1 Chargement générique

Le choix „Forces → Charge centrée“ ou „Forces → Charge excentrique“ dans l' « Arborescence d'éléments », entraîne la définition d'un torseur d'effort (trois forces, trois moments). Celui-ci est appliqué soit sur l'axe de l'arbre, soit de façon excentrée. Il est aussi possible de spécifier des charges linéaires. Le torseur d'effort est représenté symboliquement sur le graphique comme une simple flèche, orientée suivant les z négatifs, et non comme un torseur.

### 2.6.2 Éléments de machines

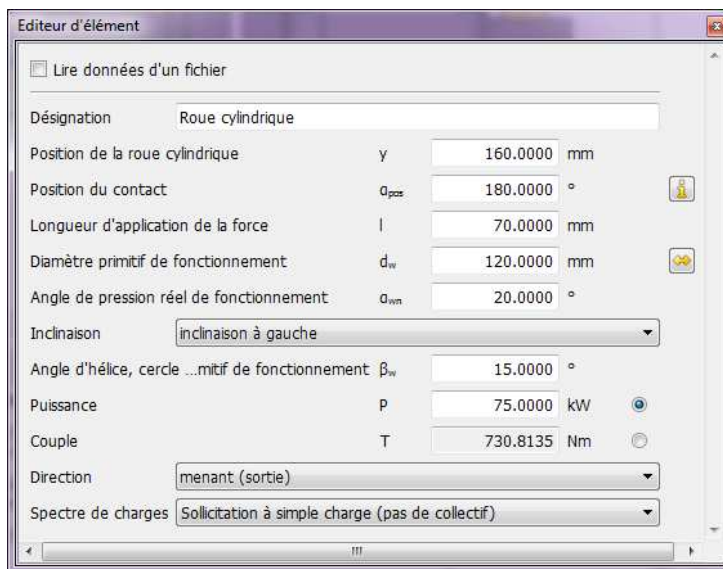
En plus de la définition de torseurs d'effort génériques, KISSsoft propose des éléments de machine prédéfinis. Ici, les efforts résultants sur l'arbre sont déterminés à partir de la géométrie de l'élément de machine et de la puissance définie. Comme il n'est plus nécessaire de convertir manuellement, par exemple, l'angle d'hélice et le diamètre de référence, les données de chargement que vous entrez sont moins sujettes aux erreurs.

Après avoir sélectionné un élément de machines dans „Forces“ (Figure 2.8), la fenêtre de la Figure 2.9 apparait.



**Figure 2.10** Ajout d'éléments de machine

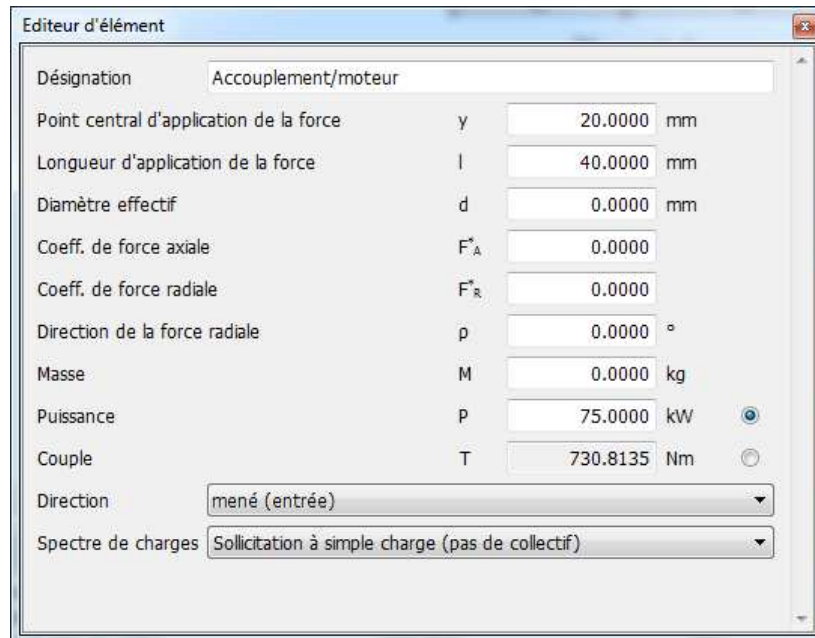
Vous pouvez alors définir et positionner l'élément de machine. Vous pouvez aussi définir le chargement et la direction du flux de puissance (menant ou mené).



Editeur d'élément pour définir l'élément „**Roue cylindrique**“  
 Direction (flux de puissance) :  
 Menant : l'arbre mène un système / la puissance est extraite de l'élément  
 Mené : l'arbre est mené par l'environnement / la puissance est apportée à l'élément  
 Position du contact : à partir de l'axe des x, dans le sens horaire (vers l'axe des z).  
 Position de la roue cylindrique sur l'arbre (coordonnée y)

**Figure 2.11** Définition d'un élément de machine (ici, une roue cylindrique)

Dans cet exemple, deux éléments de machine sont utilisés : l'accouplement moteur (Figure 2.12) et la roue cylindrique (Figure 2.13).



**Figure 2.14** Définition de l'accouplement moteur

Ici, la puissance est appliquée sur l'arbre par l'environnement, c'est pourquoi on a mis « mené ».

Vous devez vous assurer que la somme des puissances reçues et transmises par le système est égale à zéro, sinon le message suivant apparaît :



**Figure 2.15** Message d'avertissement qui prévient que l'équilibre des puissances dans le système n'est pas vérifié

## 2.7 Ajout des paliers

Dans KISSsoft, vous pouvez définir soit des paliers génériques, soit des roulements.

### 2.7.1 Paliers génériques

Pour définir un palier : Dans l'arborescence d'éléments, sélectionner « **Palier** » et avec un click droit de souris, ajouter « **Palier, général** » ou « **Roulements** ». Une fenêtre apparaît alors dans l'Editeur d'élément. Vous pouvez alors définir la position du palier (Entrée de la coordonnée y du palier, distance à partir de la gauche de l'arbre). Puis, choisir le type de palier.

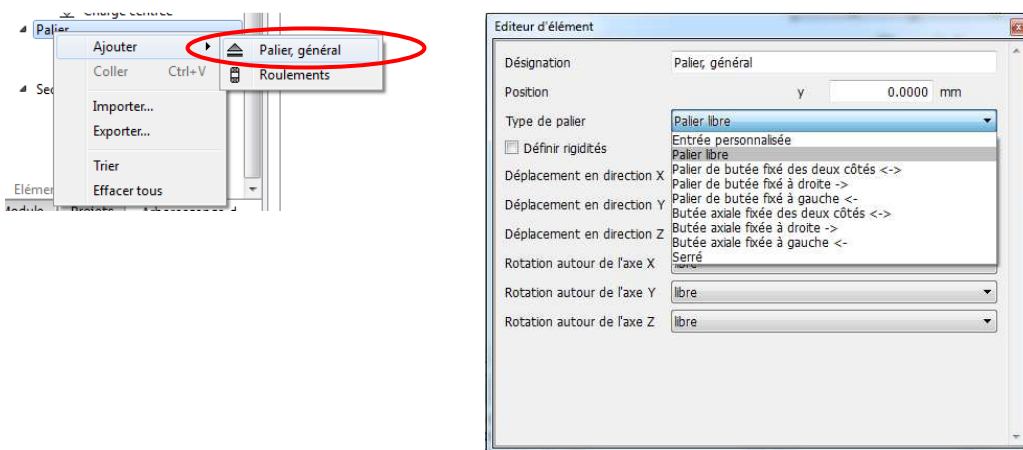
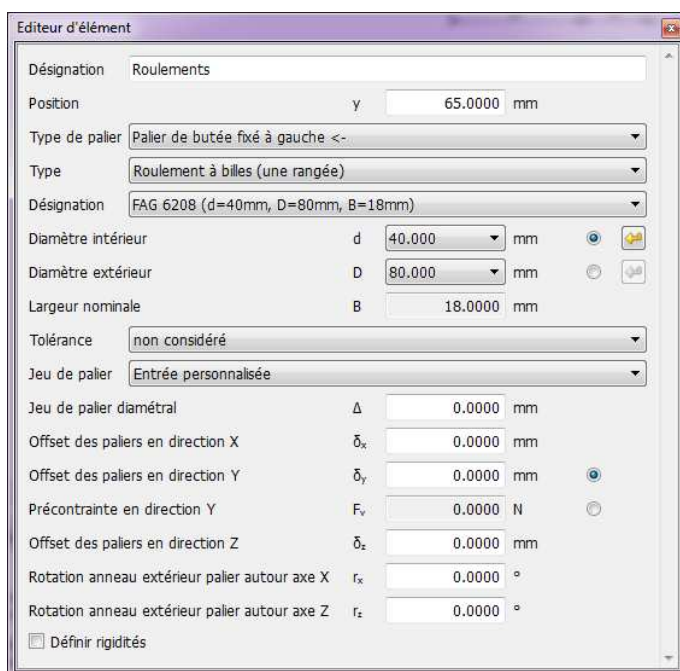


Figure 2.16 Fenêtre pour le positionnement et le choix du type de palier

## 2.7.2 Définition de roulements

Lorsque vous sélectionnez un roulement dans l'« **Arborescence d'éléments** », une fenêtre apparaît (voir Figure 2.17). Le roulement peut aussi être sélectionné graphiquement par la barre d'outils. Pour cela, il faut activer l'onglet « **Editeur d'arbres** ». Les données du roulements peuvent ensuite être définies :



Positionnement du roulement  
Reprise de l'effort axial : choix du type de palier

Choix du type de roulement  
Le diamètre du roulement est déterminé automatiquement en fonction de la position du roulement

Choix de la classe de tolérance dimensionnelle  
Choix de la classe de jeu radial

Spécifier éventuellement les offset du roulement

Spécifier éventuellement les rigidités du roulement

Figure 2.18 Définition d'un roulement à billes

## 2.7.3 Paliers spéciaux

On peut aussi entrer des valeurs de rigidité pour les paliers. Elles sont prises en compte lors du calcul des efforts, de la déformée, et des fréquences propres. Ainsi, il est possible de simuler l'influence de la rigidité du roulement ou du carter. Cependant pour cela il faut utiliser une autre méthode (par exemple un calcul par Eléments Finis).

Les douilles à bille doivent être modélisées par plusieurs paliers simples. Dans ce cas, il faut utiliser des paliers pour lesquels on aura défini les valeurs de résilience/rigidité.

..

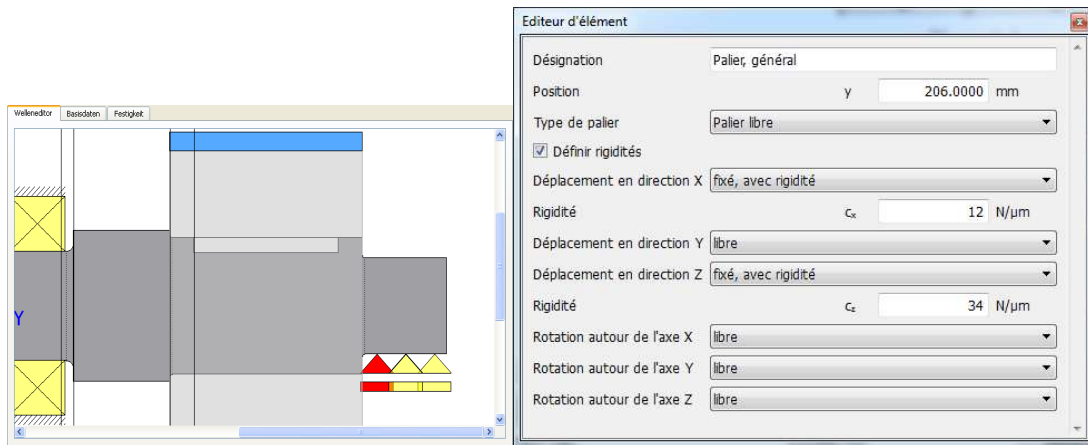


Figure 2.19 Exemple de modélisation d'une douille à bille avec plusieurs paliers

## 2.8 Dimensionnement pour une contrainte équivalente constante

On va maintenant optimiser la géométrie de l'arbre (dimensions principales), pour que la contrainte équivalente (contrainte nominale), soit à peu près constante le long de l'arbre (légèreté de la conception). Les données sur lesquelles ce calcul sera basé sont à entrer dans les options spécifiques au module (voir Figure 2.20). Ici, par exemple, le calcul sera basé sur une contrainte équivalente de 100 N/mm<sup>2</sup>.

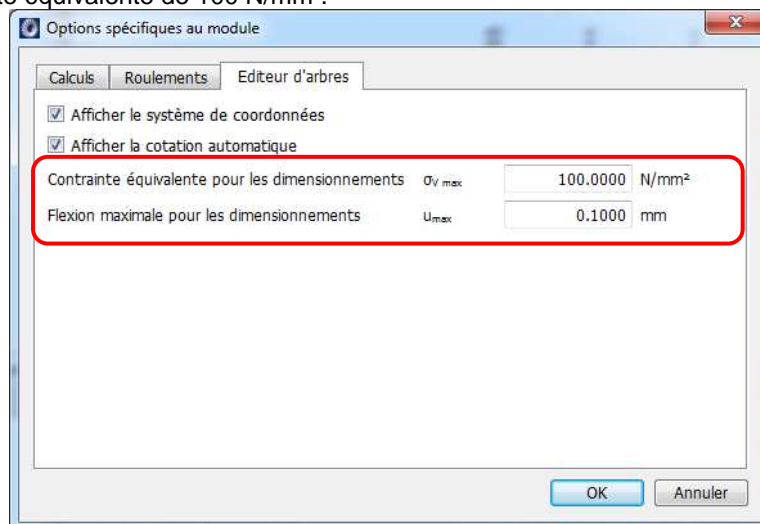
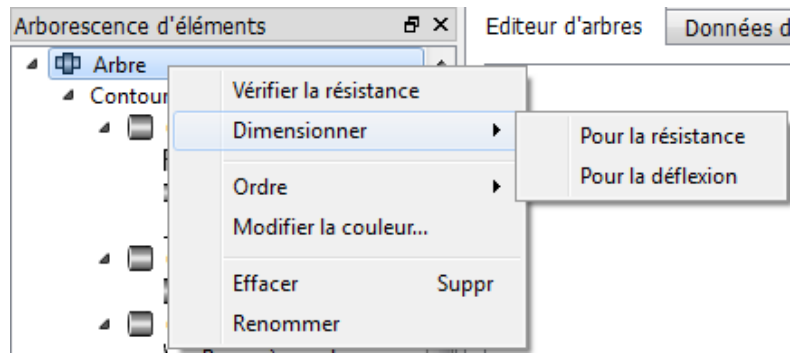
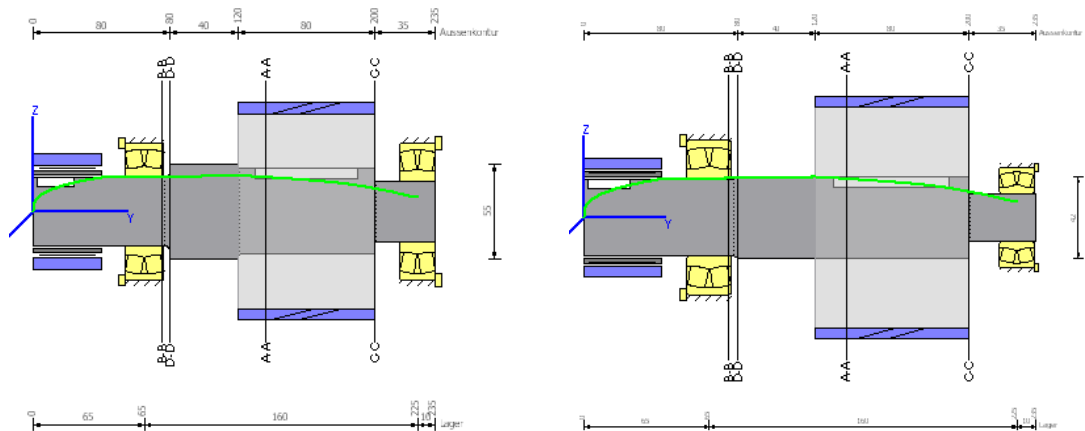


Figure 2.21 Spécification des valeurs admissibles pour le dimensionnement

Maintenant, avec un click droit sur l'arbre correspondant, on peut lancer par le menu « Dimensionner / Pour la résistance », le calcul qui définit le contour extérieur de l'arbre, pour le chargement imposé, de telle manière que la contrainte équivalente spécifiée soit atteinte dans chaque section de l'arbre..



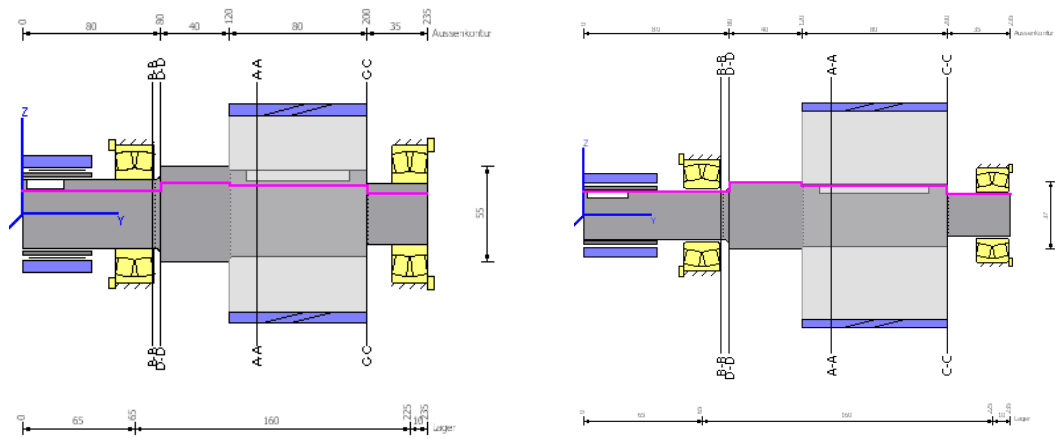
**Figure 2.22** Lancement de la fonction « Dimensionner -> Pour la résistance » avec un click droit sur l'arbre. Le contour résultant est représenté par une ligne verte. Les diamètres de l'arbre peuvent alors être modifiés (tout en restant raisonnable) pour correspondre à la ligne verte. Ceci permet d'obtenir une contrainte constante le long de l'arbre (sans prise en compte des entailles).



**Figure 2.23** A gauche : Géométrie originale avec proposition de diamètre (ligne verte). A droite : Arbre avec géométrie modifiée

## 2.9 Dimensionnement pour une flèche maximale

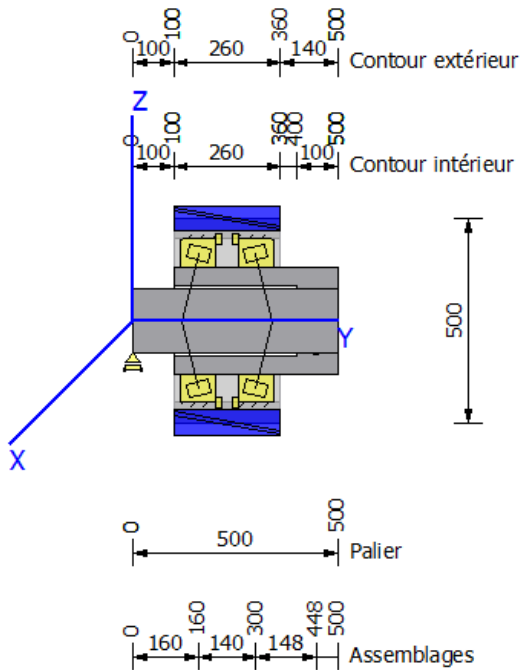
De la même manière, on peut optimiser la géométrie de l'arbre, pour que la valeur de flèche admissible ne soit pas dépassée. Cette valeur de flèche admissible est spécifiée dans la fenêtre décrite Figure 2.24 (avec ici une valeur de 0.1 mm). Après avoir lancé le calcul par « **Dimensionner / Pour la déflexion** », un facteur est calculé, par lequel tous les diamètres de l'arbre sont augmentés ou diminués, de manière à ce que la flèche corresponde à la valeur spécifiée. La géométrie d'arbre résultante est alors affichée, avec une ligne de couleur magenta. Vous pouvez alors modifier les diamètres de l'arbre (tout en restant raisonnable), de manière à ce que le dessin rejoigne la ligne magenta.



**Figure 2.25** A gauche : Géométrie originale avec proposition de diamètre (ligne magenta). A droite : Arbre avec géométrie modifiée

## 2.10 Arbres multiples

Vous pouvez maintenant utiliser le module de calcul d'arbres pour modéliser et analyser plusieurs arbres coaxiaux en même temps, dans le même calcul. Ce type de modélisation est intéressant, par exemple pour le calcul d'arbre dans un engrenage planétaire.



**Figure 2.26** Exemple « Shafts 2 (Flex Pin) »