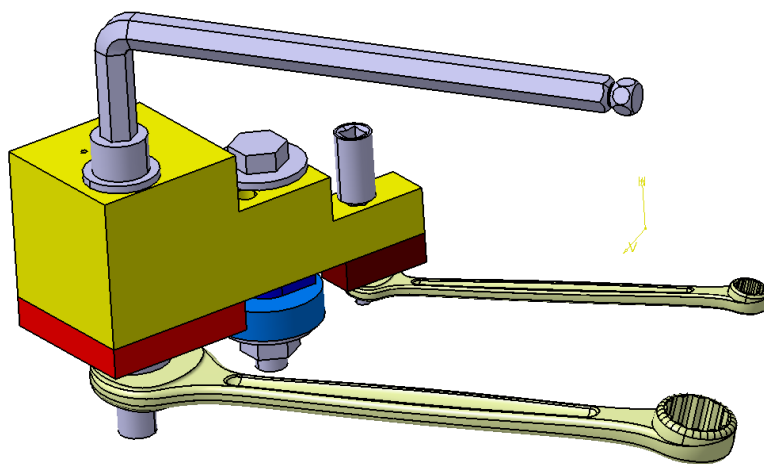


- Rapport de projet -  
PLM - Maquettage numérique



***Projet : Développement d'un module  
Catia d'aide à l'insertion de visserie et  
d'étude mécanique***

## Table des matières

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>3</b>
<b>I - TUTORIEL - COMMENT UTILISER LE MODULE DE VISSERIE ? .....</b>	<b>4</b>
1.1 - INSTALLATION .....	4
1.2 - AVANT DE LANCER LA MACRO .....	4
1.3 - PREMIÈRE UTILISATION .....	4
1.3 - PRÉSENTATION DES FONCTIONNALITÉS .....	6
1.3.1 Le menu "Insertion" .....	6
1.3.2 - Le menu "Modifier" .....	7
1.3.3 - Le menu "Supprimer" .....	8
1.3.4 - Le menu "Insertion des outils" .....	9
1.3.5 - Le menu "Etude de résistance" .....	9
<b>II - FONCTIONNEMENT - LA FACE CACHÉE DES INTERFACES .....</b>	<b>10</b>
2.1 - STRUCTURE DE L'ENSEMBLE .....	10
2.2 - L'ORGANISATION DE LA VISSERIE DANS L'ASSEMBLAGE .....	11
2.3 - LE PRINCIPE DE SÉLECTION DERRIÈRE CHAQUE INTERFACE .....	12
2.4 - LE CONTRÔLE DES ACTIONS DE L'UTILISATEUR .....	13
2.4.1 – Problèmes liés au contenu du catalogue .....	13
2.4.2 – Problèmes venants de l'assemblage .....	13
2.4.3 – Problèmes de sélection .....	14
<b>III - MISE EN PERSPECTIVE - DIFFICULTÉS RENCONTRÉES ET AMÉLIORATIONS FUTURES 15</b>	<b>15</b>
3.1 – PROBLÈMES RENCONTRÉS PENDANT LE PROJET .....	15
3.1.1 Problèmes liés au code VBA .....	15
3.1.2 Problèmes de référencement .....	15
3.2 – AMÉLIORATIONS À VENIR .....	15
3.2.1 Corrections de bugs .....	15
3.2.1 Nouvelles fonctionnalités .....	16
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>16</b>
<b>ANNEXE .....</b>	<b>17</b>
COMMENT TESTER NOTRE PROGRAMME .....	17

FIGURE 1 : ASSEMBLAGE AVANT L'EXÉCUTION DU PROGRAMME.....	3
FIGURE 2 : ASSEMBLAGE APRÈS L'EXÉCUTION DU PROGRAMME. ....	3
FIGURE 3 : BOÎTE DE DIALOGUE LORS D'UN PREMIER LANCEMENT. ....	4
FIGURE 4 : BOÎTE DE DIALOGUE OÙ L'ON DOIT INDICER L'EMPLACEMENT DU RÉPERTOIRE. ....	5
FIGURE 5 – BOÎTE DE DIALOGUE DU MENU PRINCIPAL.....	5
FIGURE 6 – BOÎTE DE DIALOGUE DU MENU D'INSERTION DE VIS .....	6
FIGURE 7 : BOÎTE DE DIALOGUE UNE FOIS LES PUBLICATIONS SÉLECTIONNÉES (GAUCHE) ET APRÈS AVOIR CLIQUÉ SUR "TROUVER LA VISSERIE CORRESPONDANTE" (DROITE).....	7
FIGURE 8 : BOÎTE DE DIALOGUE DU MENU "MODIFIER" À L'OUVERTURE (GAUCHE), ET APRÈS AVOIR SÉLECTIONNÉ UN BOULON (DROITE).....	8
FIGURE 9 : BOÎTE DE DIALOGUE DU MENU "SUPPRIMER" À L'OUVERTURE (GAUCHE), ET APRÈS AVOIR SÉLECTIONNÉ UN BOULON (DROITE).....	8
FIGURE 10 : BOÎTE DE DIALOGUE DU MENU "INSERTION DES OUTILS" À L'OUVERTURE (GAUCHE), ET APRÈS AVOIR SÉLECTIONNÉ UN BOULON (DROITE). ....	9
FIGURE 11 : BOÎTE DE DIALOGUE DU MENU "ETUDE DE RÉSISTANCE" À L'OUVERTURE (GAUCHE), ET APRÈS AVOIR SÉLECTIONNÉ UN BOULON (DROITE). ....	10
FIGURE 12 : DESCRIPTION DU COMPOSANT LA VISSERIE.....	10
FIGURE 13 - ARBRE D'UN ASSEMBLAGE AVEC LES PUBLICATIONS .....	11
FIGURE 14 - ARBRE DE CONCEPTION APRÈS UTILISATION DU MODULE DE VISSERIE.....	12
FIGURE 15 : MESSAGES D'ERREUR POUR UN TROU TROP PETIT OU TROP LONG. ....	13
FIGURE 16 : MESSAGE D'AVERTISSEMENT DE RISQUE DE FLOTTEMENT.....	13
FIGURE 17 : MESSAGE D'AVERTISSEMENT SUR L'ABSENCE DE JEU ENTRE LA VIS ET LE TROU. ....	13
FIGURE 18 : MESSAGE D'INFORMATION SUR UN TROU NON HOMOGÈNE. ....	14
FIGURE 19 : DEMANDE DE CONFIRMATION DE L'INSERTION DE LA VIS.....	14
FIGURE 20 : MESSAGE D'ERREUR SUITE À UNE MAUVAISE SÉLECTION.....	14
FIGURE 21 : PRODUIT COMPLEXE POUR TESTER LE PROGRAMME.....	17

# Introduction

Pendant la conception d'un assemblage, l'insertion des vis est une étape importante pour s'assurer qu'elles rentrent bien, qu'il n'y a pas de collision avec d'autres éléments. De plus l'insertion des outils complète cette phase car il faut pouvoir serrer ces vis et donc y avoir accès et avoir un débattement suffisant. Cependant cette phase est assez longue car il faut choisir la longueur des vis, les insérer avec les écrous et les rondelles puis ensuite contraindre le tout.

Pour répondre à ce problème, et ainsi faire gagner du temps, nous avons développé une interface qui automatise cette phase. Le programme est réalisé grâce à des macro de CATIA V5.

Notre programme permet de passer de la Figure 1 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** à la Figure 2 en une vingtaine de clics seulement.

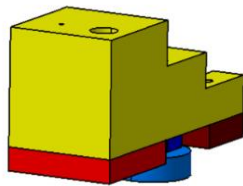


Figure 1 : Assemblage avant l'exécution du programme.

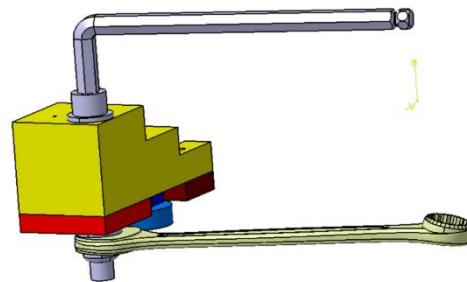


Figure 2 : Assemblage après l'exécution du programme.

# I - Tutoriel - Comment utiliser le module de visserie ?

## 1.1 - Installation

L'installation de la macro est simple, il suffit d'installer le dossier comportant la macro ainsi que le catalogue à l'emplacement que vous voulez. Par la suite, il suffit de lancer la macro, moduleVisserie, depuis CATIA en lui indiquant le chemin du dossier dans lequel elle se trouve.

## 1.2 - Avant de lancer la macro

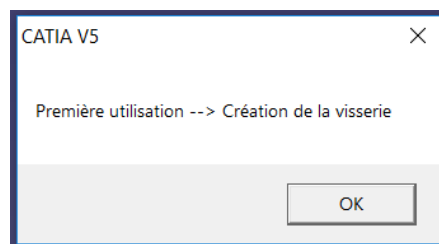
Avant de lancer la macro pour insérer les vis il faut s'assurer des éléments suivants :

- L'atelier actuel est **Assembly design**
- Les axes des trous ont été publiés.
- Les faces sur lesquelles sont posées les écrous, têtes de vis et rondelles ont également été publiées.
- La langue d'installation de CATIA est le français<sup>1</sup>.

**ATTENTION ! Toutes ces conditions sont nécessaires pour pouvoir utiliser correctement le module de visserie.**

## 1.3 - Première utilisation

Lors du premier lancement de la macro sur un assemblage, la boîte de dialogue suivante apparaît :



*Figure 3 : Boîte de dialogue lors d'un premier lancement.*

- Cliquez sur OK.  
Un composant nommé *LaVisserie* va apparaître dans l'arbre de l'assemblage.
- Une autre boîte de dialogue apparaît, vous devez y indiquer l'emplacement du dossier "*catalogue\_vis\_ecrou\_rondelle\_outils*" :

---

<sup>1</sup> Certaines commandes VBA font appel directement au nom d'une commande CATIA. Les commandes sont alors inscrites en français dans le code source.

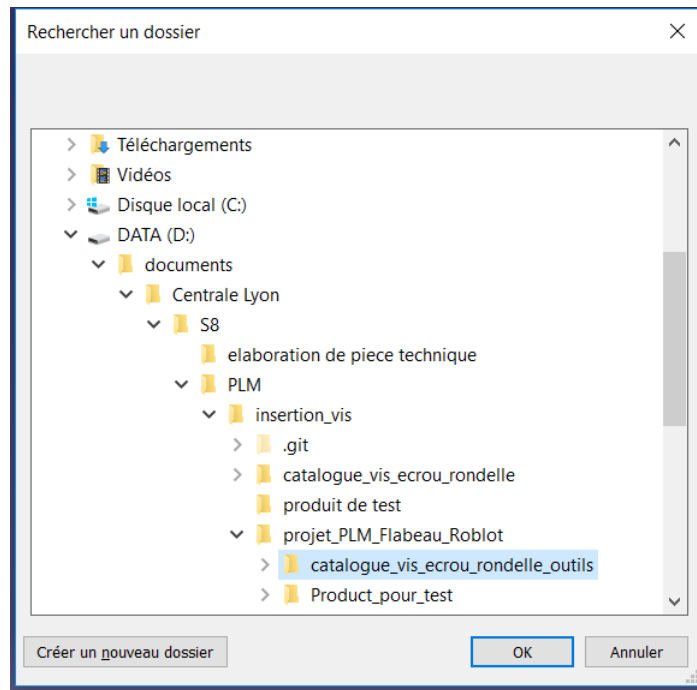


Figure 4 : Boîte de dialogue où l'on doit indiquer l'emplacement du répertoire.

➤ Vous arrivez maintenant sur le menu principal.

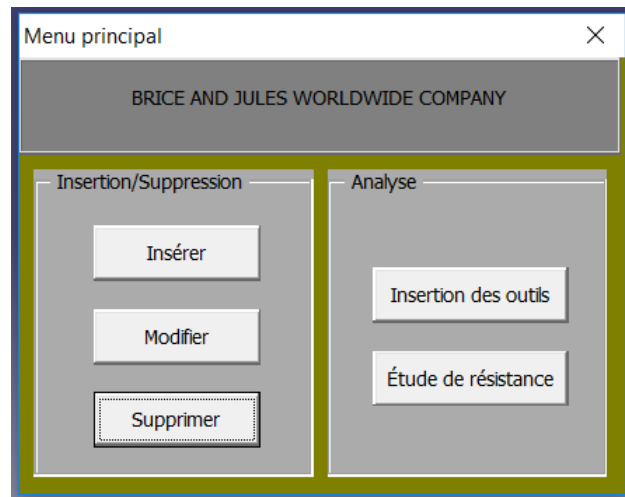


Figure 5 – Boîte de dialogue du menu principal

Ce menu est décomposé en 5 sous parties :

- Le menu “*Insérer*” : sert à insérer une vis avec l’écrou et des rondelles.
- Le menu “*Modifier*” : sert à modifier un boulon existant.
- Le menu “*Supprimer*” : sert à supprimer un boulon existant.
- Le menu “*Insertion des outils*” : sert à insérer les outils servant à serrer l’assemblage.
- Le menu “*Etude de résistance*” : permet de vérifier la résistance d’une vis.

## 1.3 - Présentation des fonctionnalités

Toutes les fenêtr, sauf le menu principal, sont pourvues d'un bouton "*Fermer*" en bas à droite, qui a pour effet de renvoyer vers le menu principal.

### 1.3.1 Le menu "Insertion"

Au lancement du module d'insertion de vis, la fenêtr suivante s'ouvre :



Figure 6 – Boîte de dialogue du menu d'insertion de vis

La première étape est de cliquer sur les boutons de paramètres d'emplacement, pour ensuite sélectionner les publications qui correspondent à l'axe du trou, à la face de contact de la tête de vis et celle de l'écrou.

Une fois ces trois publications sélectionnées, leurs noms apparaissent dans les labels de droite et les caractéristiques du trou sont affichées en bas du premier cadre. De plus le bouton "*Trouver la visserie correspondante*" s'active. La fenêtr ressemble maintenant à celle de la figure 5.

L'utilisateur a différents choix pour la vis qu'il insert :

- Pour la tête de vis : hexagonale ou cylindrique hexagonale creuse (CHC)
- Pour l'écrou : standard ou Nylstop
- Pour les rondelles : standard, larges ou sans

Une fois le choix réalisé, il peut cliquer sur le bouton "*Trouver la visserie correspondante*", et alors les labels du deuxième cadre se remplissent en fonction des choix de l'utilisateur et affichent les noms des pièces qui vont être insérées, visibles sur la Figure 7 ci-dessous.

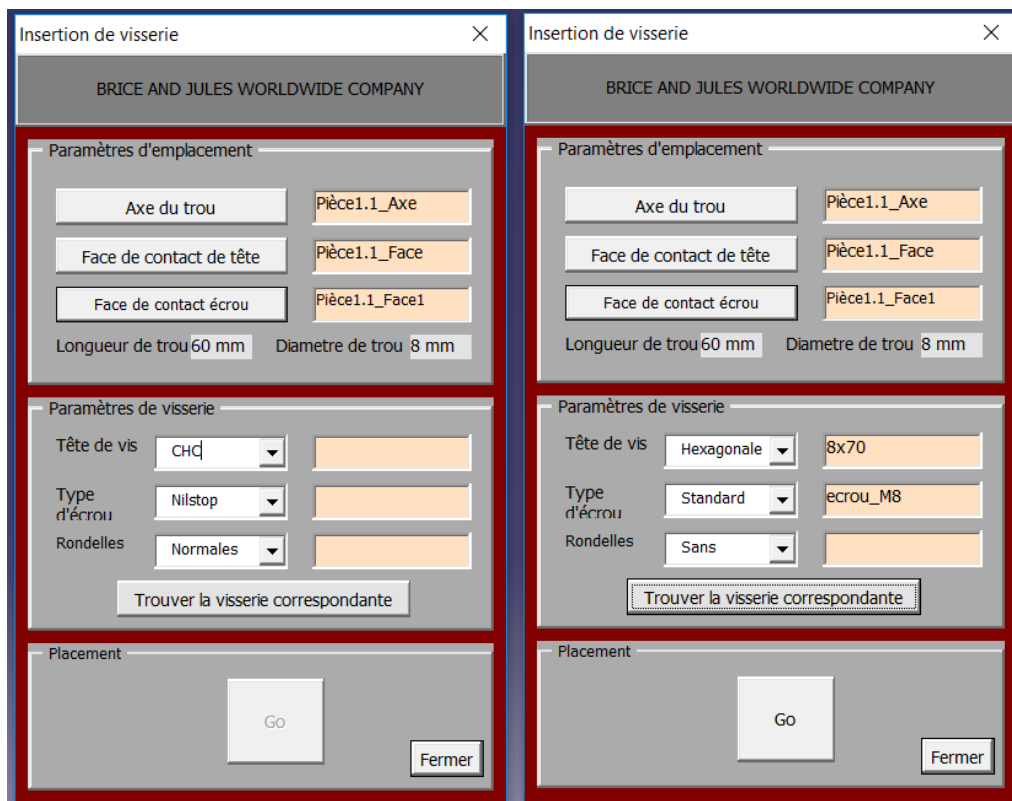


Figure 7 : Boîte de dialogue une fois les publications sélectionnées (gauche) et après avoir cliqué sur “Trouver la visserie correspondante” (droite).

L'utilisateur peut alors cliquer sur le bouton “Go” qui va alors insérer le boulon avec les contraintes adéquates.

### 1.3.2 - Le menu “Modifier”

Le second menu de notre macro est le menu “Modifier”, il s'exécute lorsque que des boulons sont déjà présents dans l'assemblage. Ce menu sert à modifier les caractéristiques d'un boulon, par exemple de changer la tête CHC par une tête hexagonale ou encore changer la nature de l'écrou.

L'utilisateur doit alors cliquer sur le bouton “Sélectionner un élément de la visserie”, puis cliquer sur n'importe lequel composant de la vis qu'il veut modifier. Il choisit alors, à l'aide des combo-box, les parties de la vis qu'il veut changer. L'actualisation de l'assemblage se fait automatiquement après la modification de l'élément dans les combo-box.



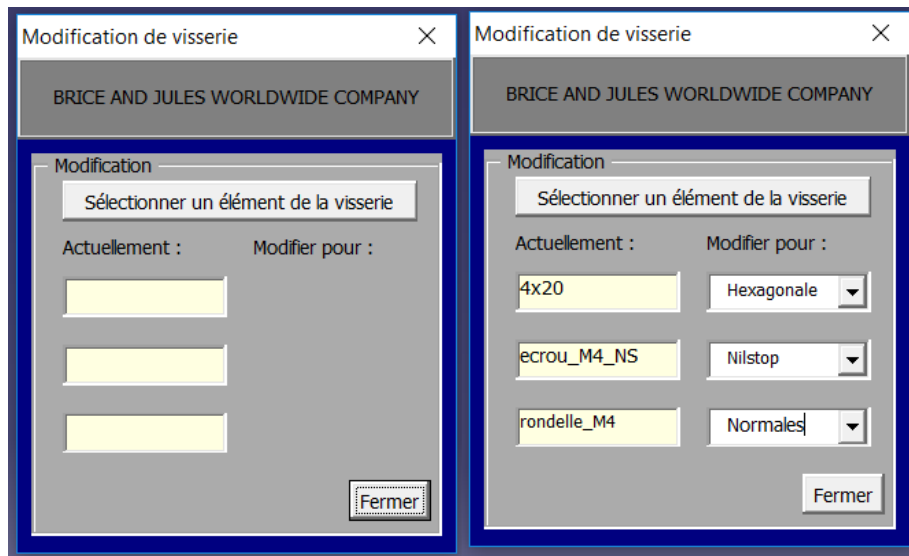


Figure 8 : Boîte de dialogue du menu “Modifier” à l’ouverture (gauche), et après avoir sélectionné un boulon (droite).

### 1.3.3 - Le menu “Supprimer”

Le menu “Supprimer” est basé sur le même principe que le menu “Modifier”. A l’ouverture, l’utilisateur voit apparaître la boîte de dialogue de la Figure 9, puis doit cliquer sur le bouton “Sélectionner un élément de la visserie” pour pouvoir ensuite sélectionner le boulon à supprimer. Une fois qu’un boulon est sélectionné, ses caractéristiques sont affichées et le bouton “Supprimer” est activé. Un clic sur ce bouton supprime l’élément sélectionné.

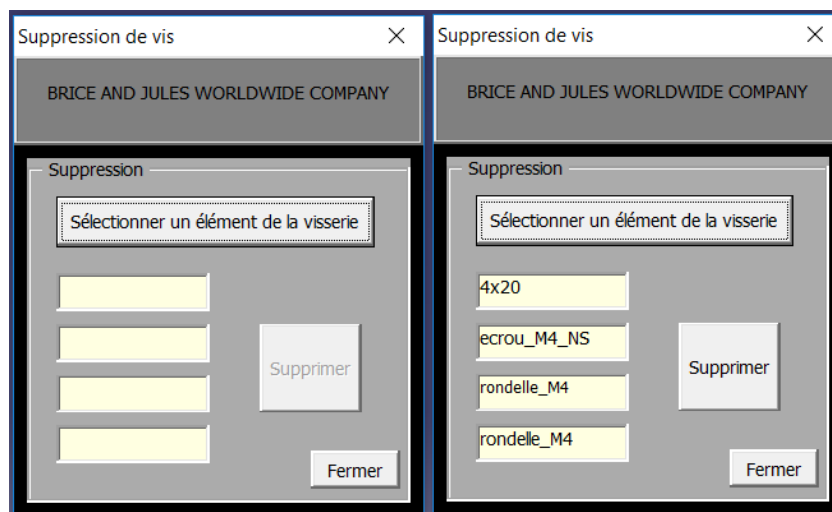


Figure 9 : Boîte de dialogue du menu “Supprimer” à l’ouverture (gauche), et après avoir sélectionné un boulon (droite).

### 1.3.4 - Le menu “Insertion des outils”

Le principe de ce menu est le même que pour les précédents, l'utilisateur sélectionne un élément de la visserie, les caractéristiques du boulon sont affichées.

Ensuite l'utilisateur peut choisir quel outil choisir :

- Pour une vis CHC : clé mâle (Allen) avec le choix du côté (court ou long)
- Pour les vis hexagonales et écrous : clé plate ou douille<sup>2</sup>

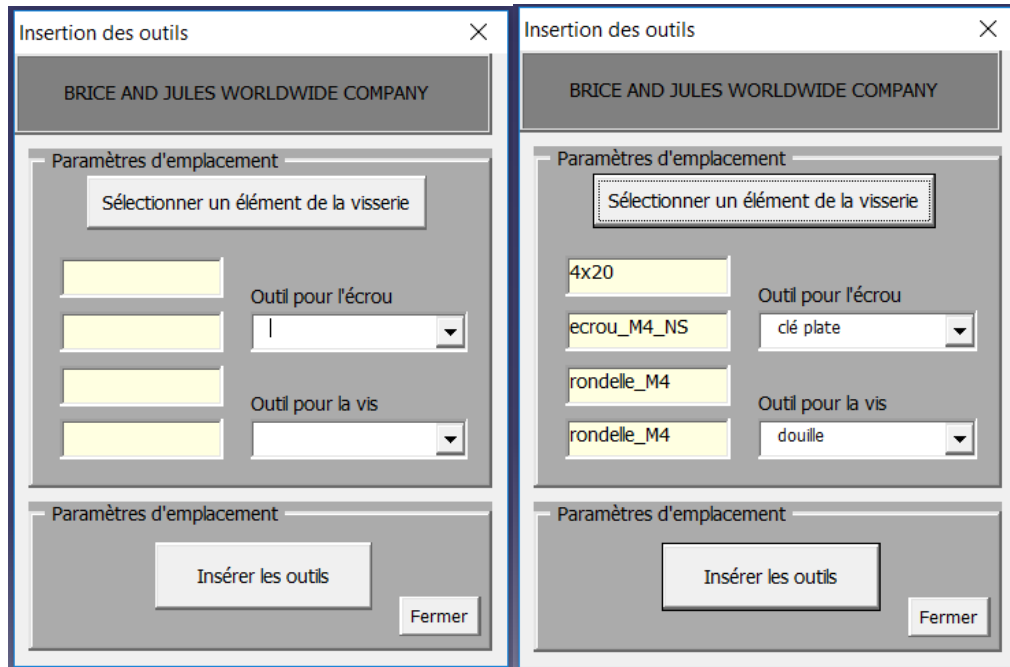


Figure 10 : Boîte de dialogue du menu “Insertion des outils” à l’ouverture (gauche), et après avoir sélectionné un boulon (droite).

Une fois avoir cliqué sur “*Insérer les outils*”, ces derniers seront contraints au boulon mais pourront toujours tourner autour de l’axe de la vis. Ainsi l’utilisateur pourra les faire tourner sous contrainte autour de l’axe de la vis.

### 1.3.5 - Le menu “Etude de résistance”

Le fonctionnement de ce module est identique aux autres, l'utilisateur sélectionne un boulon et choisit la classe de qualité de la vis. La fenêtre va alors afficher l'effort presseur maximal admissible par la vis ainsi que le couple de serrage correspondant.

<sup>2</sup> Les douilles pour les vis M2 et M3 ne sont pas disponibles.

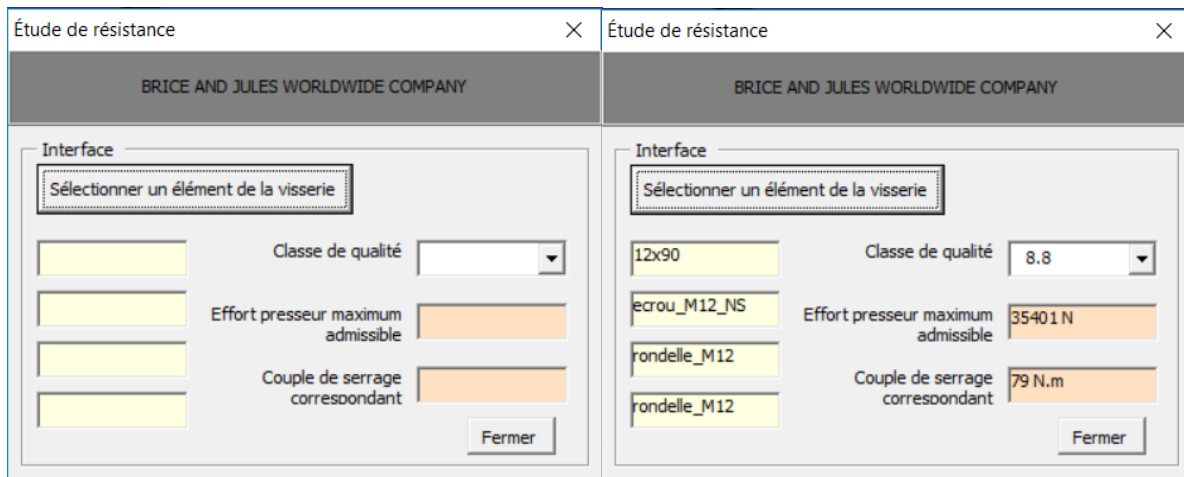


Figure 11 : Boîte de dialogue du menu “Etude de résistance” à l’ouverture (gauche), et après avoir sélectionné un boulon (droite).

## II - Fonctionnement - La face cachée des interfaces

Cette section vise à expliquer le fonctionnement global du module de visserie développé. Le code n’est donc pas mis en lumière, il s’agit simplement de définir les grands principes de fonctionnement.

### 2.1 - Structure de l’ensemble

Tout d’abord, le principe fondamental du module, est de permettre l’insertion de pièce dans un assemblage. Ces différentes pièces sont déjà conçues par nos soins et mises dans un catalogue CATIA.

Le fonctionnement de toute la partie d’insertion est donc d’aller chercher les pièces voulues par l’utilisateur dans le catalogue et de les mettre dans l’assemblage. Pour ce faire, un chemin d’accès est nécessaire pour pouvoir accéder au catalogue.

Lors de sa première utilisation du module dans un assemblage, l’utilisateur est contraint de donner l’emplacement du catalogue. Pendant cette étape, le programme va créer un nouveau composant dans l’assemblage. Ce composant va servir d’emplacement pour toutes les insertions de vis. De plus, sa description est modifiée pour contenir le chemin d’accès du catalogue.

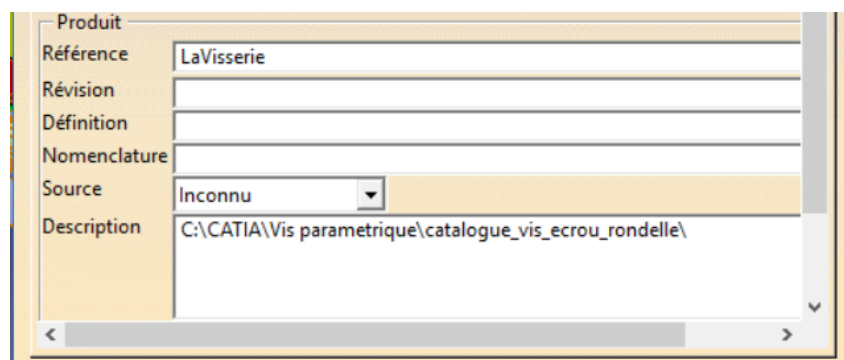


Figure 12 : Description du composant LaVisserie

Le catalogue est désormais accessible à n'importe quel instant depuis l'assemblage et l'utilisateur n'a eu besoin de spécifier le chemin qu'une seule fois.

## 2.2 - L'organisation de la visserie dans l'assemblage

Lors de l'utilisation du module, l'arbre de conception de CATIA est amené à être modifié.



Figure 13 - Arbre d'un assemblage avec les publications

L'assemblage initial avant utilisation du module présente des publications, qui peuvent être définies dans des sous-branches assez lointaines. Le programme récupère alors les références des éléments publiés et peut travailler avec.

Ces publications doivent être déjà créées avant de pouvoir utiliser le module de Visserie. La création des publications étant assez simple, nous n'avons pas jugé nécessaire d'ajouter cette fonctionnalité dans le module.

L'arbre de conception initial peut donc se présenter comme sur la Figure 13. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** ci-contre. On peut voir que sont publiés ici les axes des trous ainsi que les faces d'appui des vis et écrous.

Ces publications peuvent porter n'importe quel nom donné par l'utilisateur au moment de la création.

Pendant l'utilisation de la macro, l'arbre est fortement modifié, du fait de l'ajout de nouveaux composants et de nouvelles contraintes. Pour pouvoir garder un arbre bien organisé et lisible, nous avons fait le choix d'une organisation bien pensée de l'arbre.

Tout d'abord, toutes les nouvelles insertions se font dans le composant nommé LaVisserie<sup>3</sup>.

Ensuite, chaque boulon est inséré dans un set de vis, contenant la vis, l'écrou et les rondelles. Ce set fait lui-même parti du composant général LaVisserie. Le nom des sets de vis est *setVis.i* avec le paramètre *i* qui s'incrémente à chaque nouvelle insertion.

Puis, les contraintes liées au boulon se retrouvent dans l'arbre global mais sont regroupées pour pouvoir identifier chaque groupe de contraintes qui est lié à un set particulier.

<sup>3</sup> Il s'agit du composant créé lors de la première utilisation du module.

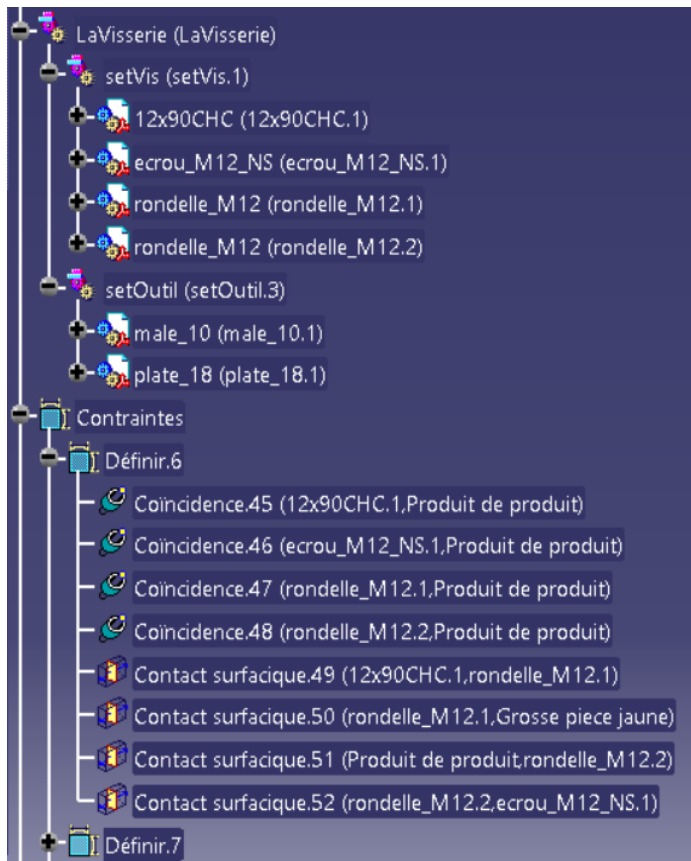


Figure 14 - Arbre de conception après utilisation du module de visserie

Enfin, l'ajout d'un outil se fait également dans le composant général, encore une fois sous la forme d'un set d'outil pour pouvoir regrouper les éléments correspondant dans un même ensemble.

On peut retrouver sur la Figure 14 ci-contre toute l'organisation de l'arbre de conception après avoir utilisé le module de visserie. On peut observer les différents sets qui composent le composant général *LaVisserie*. On peut en effet voir un set de vis appelé *setVis* ainsi qu'un set d'outils appelé *setOutil*. Enfin, dans les contraintes générales de l'assemblage, on observe un groupe de contraintes appelé *Définir*<sup>4</sup>. Ce groupe contient toutes les contraintes directement liées à un seul set de vis.

## 2.3 - Le principe de sélection derrière chaque interface

Dans chaque fenêtre du module, se trouve un bouton de sélection du set de vis (sauf interface d'insertion). Derrière se bouton se trouve un principe assez fréquent dans notre code. En effet, c'est à partir de cette sélection que se fondent toutes les fonctionnalités de notre module.

Le code de sélection se base sur un choix demandé à l'utilisateur. Il doit alors choisir un élément de l'assemblage général, mais il lui est demandé de choisir plus particulièrement un élément de la visserie. A partir de cette sélection, le code est capable de remonter à tous les éléments appartenant au même set de vis. Ainsi, les produits peuvent être modifiés, supprimés, ou encore d'autre éléments peuvent être ajoutés (comme les outils par exemple).

Les publications des éléments constituant le boulon sont définies et connues du programme. Ainsi, toutes les contraintes sont facilement modifiables

<sup>4</sup> Ce nom est ajouté automatiquement lors de la création d'un groupe de contrainte par CATIA. Comme il n'existe pas de fonction qui permette directement de créer un groupe de contrainte en VBA, notre programme fait appel à la fonction CALL, qui va chercher directement dans les fonctionnalités de CATIA en appelant les fonctions par le nom de la barre d'outils. Malheureusement, il n'existe pas de fonction qui permette de modifier le nom d'un groupe de contraintes en VBA, et la fonctionnalité directe sous CATIA n'est pas accessible par la fonction CALL

## 2.4 - Le contrôle des actions de l'utilisateur

Pour assurer le bon fonctionnement du programme, nous avons implémenté différents messages d'information ou d'erreur à destination de l'utilisateur pour éviter des erreurs.

### 2.4.1 – Problèmes liés au contenu du catalogue

Si le trou est trop petit ou trop long, il peut arriver qu'aucune vis ne corresponde au trou de l'assemblage. Dans ce cas, le message d'erreur de la Figure 15 s'affiche et le bouton « Go » de la fenêtre d'insertion de la vis n'est pas activé. Ainsi aucune vis n'est insérée.

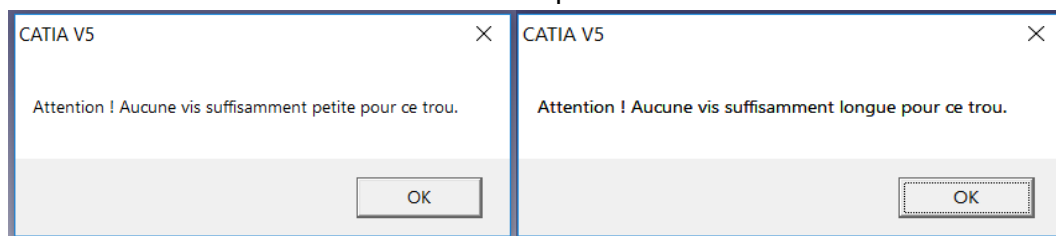


Figure 15 : Messages d'erreur pour un trou trop petit ou trop long.

Ensuite, si le diamètre du trou est plus grand que la taille de vis maximale, il risque d'y avoir un jeu assez important entre la vis et le trou, le programme renvoie le message d'avertissement de la Figure 16.

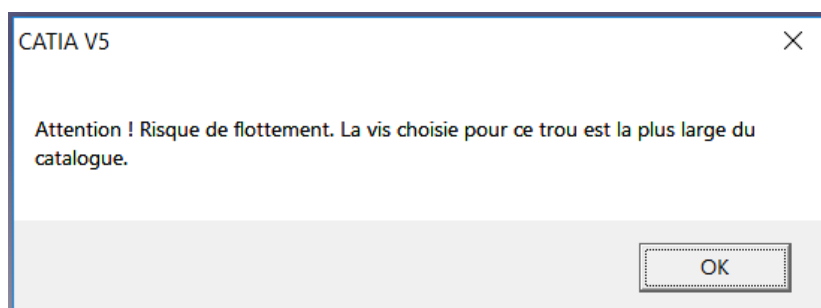


Figure 16 : Message d'avertissement de risque de flottement.

### 2.4.2 – Problèmes venants de l'assemblage

Pour prévenir l'utilisateur d'un risque de jeu nul entre la vis et le trou, le message d'avertissement de la Figure 17 est affiché si le diamètre du trou est égal au diamètre de la vis insérée.

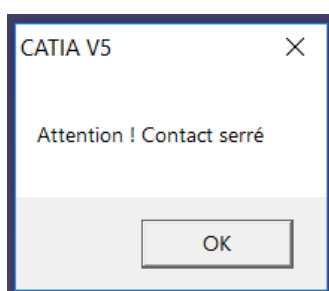


Figure 17 : Message d'avertissement sur l'absence de jeu entre la vis et le trou.

Ensuite, si le diamètre du trou de passage de la vis est différent pour la face de la tête de vis et pour la face de l'écrou, le message de la Figure 18 est affiché pour prévenir l'utilisateur. Cette erreur peut être causée par un mauvais choix dans les publications.

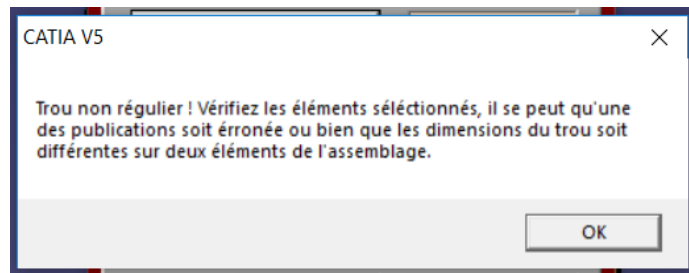


Figure 18 : Message d'information sur un trou non homogène.

Cependant ce message d'erreur n'empêche pas l'insertion des vis. Et le message de la Figure 19 apparaît lorsque l'utilisateur appuie sur le bouton « Go ».

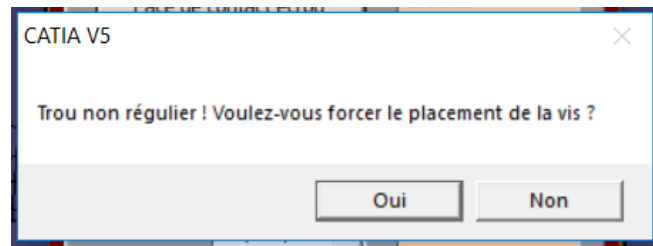


Figure 19 : Demande de confirmation de l'insertion de la vis.

En appuyant sur oui, la vis est insérée malgré l'avertissement. Au contraire le bouton non permet de retourner sur la fenêtre d'insertion de vis sans prendre le risque de placer une mauvaise vis.

### 2.4.3 – Problèmes de sélection

Régulièrement dans le programme, il est demandé à l'utilisateur de sélectionner un élément du composant *LaVisserie*. Cependant, il peut cliquer sur un autre élément, ou il se peut que le composant *LaVisserie* ait changé de nom et donc le programme ne peut pas trouver les vis. Pour éviter cela, le message d'erreur de la Figure 20 est affiché et il renvoie vers la fenêtre précédente.

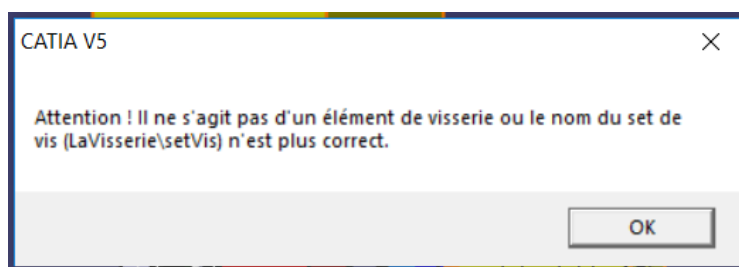


Figure 20 : Message d'erreur suite à une mauvaise sélection.

## III - Mise en perspective - Difficultés rencontrées et améliorations futures

Dans cette partie, nous allons décrire les différents problèmes rencontrés puis lister les améliorations possibles de notre module.

### 3.1 – Problèmes rencontrés pendant le projet

Quelques problèmes ont pu être rencontrés pendant le développement du projet.

#### 3.1.1 Problèmes liés au code VBA

Le premier problème a été rencontré au début du projet pendant le codage de certaines fonctionnalités. En effet certaines fonctions CATIA ne sont pas accessibles en VBA. Il est alors possible de contourner le problème en faisant appel à la fonction CALL qui va directement chercher la fonction désirée dans CATIA et peut l'exécuter. Cependant, toutes les fonctions ne sont pas accessibles même avec cette méthode, comme la définition du nom d'un groupe de contrainte par exemple.

#### 3.1.2 Problèmes de référencement

Notre projet s'appuie sur un catalogue assez conséquent. De plus il fait tout le temps appel à des références de pièces ou de produits, souvent par le biais de publications. De ce fait, un effort de normalisation a dû être fait. Nous avons clairement défini les noms d'appel, de référencement ou encore les noms des éléments constituant le catalogue pour éviter au mieux les erreurs de pointeur nul.

### 3.2 – Améliorations à venir

#### 3.2.1 Corrections de bugs

Malgré un effort permanent pour supprimer au mieux tous les bugs du code, il subsiste quelques problèmes qui peuvent survenir pendant l'utilisation du module.

Premièrement, pendant la toute première étape de sélection du chemin du catalogue, si l'utilisateur appuie sur la touche Echap, alors le programme ne revient pas en arrière en affiche un message d'erreur.

Ensuite, lors du positionnement des outils, un problème subvient si l'utilisateur demande de placer deux fois une clé plate (pour la tête de vis et l'écrou). Ce problème peut être facilement corrigé par la suite.

Enfin, de manière générale, les erreurs ne sont pas toujours bien gérées dans le code. Bien que des efforts soit faits pour empêcher l'utilisateur d'appuyer sur des boutons dans un mauvais ordre, des erreurs restent. Une utilisation plus en profondeur du programme pourrait mettre en avant tous les bugs existants et ainsi des correctifs pourraient être appliqués.



### 3.2.1 Nouvelles fonctionnalités

Plusieurs fonctionnalités ont été pensées mais ne sont pas encore implémentées dans le code.

Tout d'abord, lors de la suppression d'un set de vis, ses contraintes liées ne sont pas supprimées. Pour régler ce problème, il faudrait accéder et lister les contraintes liées aux éléments de la visserie afin de pouvoir les supprimer par la même occasion.

Ensuite, lors du choix d'insertion de la visserie, si l'utilisateur décide de mettre des rondelles, ce choix est définitif après insertion, même depuis le menu de modification. Cela pourrait être corrigé mais non sans peine. Les contraintes doivent être totalement redéfinies.

Après, une augmentation du nombre d'outil disponible serait souhaitable, par exemple rajouté les cliquets avec les rallonges, utiliser les yeux des clés plates, etc.

Enfin, la plus grande amélioration à apporter est de pouvoir détecter les collisions lors du placement des outils. Cela permettrait de bien visualiser la mise en place de la visserie et éviter certains problèmes sur un système réel.

## Conclusion

Nous pouvons voir que dans une vue d'ensemble, le projet a été entièrement mené et toutes les fonctionnalités désirées à la naissance du projet ont été développées. Ce module permet donc l'insertion, la modification, la suppression et la mise sous contraintes d'un set entier de vis contenant vis écrou et rondelles. De plus, l'utilisation du module est extrêmement rapide et permet donc à un utilisateur de gagner un temps considérable sur son projet.

Cependant, comme dans tout projet en temps imparti, de nombreuses améliorations restent envisageables. Se rajoutent en plus les diverses corrections de bugs, certains sont connus mais d'autres vont très certainement être découverts par la suite.

D'un point de vue plus reculé, ce projet a été l'occasion d'apprendre à développer en VBA et de découvrir certaines fonctionnalités de CATIA. Le codage a été la principale activité et le programme final compte aujourd'hui 1500 lignes de code.

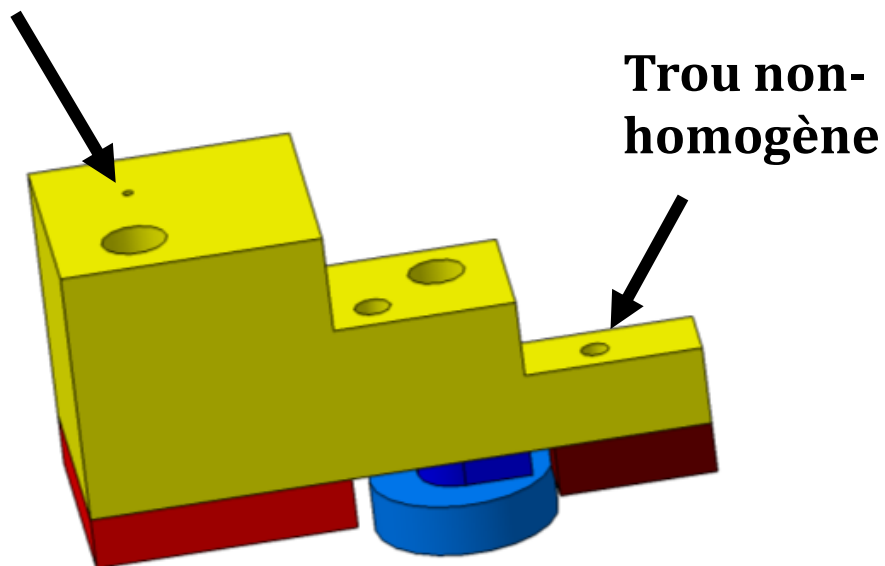
Dernièrement, un module de visserie tel-qu'il doit très certainement déjà exister dans le commerce. Nous avons fait totalement abstraction de cela pour tenter de développer notre module du début jusqu'à la fin avec nos propres idées et sans s'inspirer de choses déjà existantes.

## Annexe

### Comment tester notre programme

Pour tester le programme, deux produits sont disponibles dans le répertoire du projet, un simple composé d'une seule pièce et un seul trou et un plus complexe dont la Figure 21 est une illustration.

#### Trou trop long



*Figure 21 : Produit complexe pour tester le programme.*

Ce produit présente plusieurs fonctionnalités de notre programme et différents messages d'erreurs. Les publications concernant les axes et les faces inférieures sont définies dans les pièces rouge, marron et bleu claire et les faces supérieures dans la pièce jaune.