

MECA master

**calcul d'efforts 3D,
analyse, conception,
chaînes de cotes 3D,
tolérances fonctionnelles 3D,
d'ensembles de pièces tridimensionnels**

NOTICE D'UTILISATION

pour MECAmaster Version 7.3 - Juin 2014

**MECA master Sarl
64 chemin des mouilles, 69134 ECULLY CEDEX FRANCE
Tél: +33 (0)4 78 64 35 61. Fax: +33 (0)4 78 64 97 21
Email: mecamaster@mecamaster.com**

Avertissement

Bien que la plus grande attention ait été apportée à la réalisation de cette documentation, il se pourrait qu'il y ait des omissions ou erreurs. Merci de le signaler, le cas échéant.

En raison de la complexité des techniques mécaniques et informatiques, ce document est remis au lecteur dans le seul but de l'aider à utiliser, de façon générale, le produit dont il traite. MECA master décline toute responsabilité pour tout dommage pouvant résulter des informations contenues dans ce document. La compréhension par l'utilisateur des résultats de MECA master est essentielle. Elle permet de s'assurer que la modélisation et les fonctionnements des logiciels et matériels ont été corrects.

Les informations contenues dans ce document sont originales, et protégées par le droit d'auteur et le © Copyright. En conséquence, sauf accord préalable écrit de MECA master, il est interdit de les divulguer ou de faciliter leur divulgation, de les copier ou de les reproduire, en tout ou en partie, par n'importe quel moyen et sous n'importe quelle forme, de les traduire dans toute autre langue.

Les informations contenues dans ce document peuvent faire l'objet de modifications sans préavis.

Les noms de produits ou autres mentionnés dans ce document sont utilisés à des fins d'identification uniquement et peuvent correspondre à des marques détenues par leur propriétaire.

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION AUX FONCTIONNALITES	7
1.1 INTRODUCTION.....	7
1.2 CALCUL D'EFFORTS, HYPERSTATISMES	8
1.2.1 <i>Définition des données</i>	8
1.2.2 <i>Calcul d'efforts</i>	10
1.2.3 <i>Analyse des hyperstatismes</i>	11
1.3 "CHAINES DE COTES 3D"	14
1.3.1 <i>Introduction</i>	14
1.3.2 <i>Illustration du principe</i>	14
1.3.3 <i>Remarque</i>	18
1.3.4 <i>Tolérances 3D dès l'avant projet</i>	18
1.4 COMPLEMENT SUR L'ANALYSE.....	19
1.4.1 <i>Mobilités</i>	20
1.4.2 <i>Hyperstatismes</i>	20
1.4.3 <i>Conséquences sur les Tolérances 3D</i>	22
1.4.4 <i>Choix technologiques pour la résolution des efforts</i>	25
2. INSTALLATION / PROTECTION DU LOGICIEL	26
2.1 SYSTEME DE PROTECTION DU LOGICIEL	26
2.1.1 <i>Préambule</i>	26
2.1.2 <i>Description du système de protection du logiciel</i>	26
2.1.3 <i>Date de validité de la licence, update annuel</i>	28
2.1.4 <i>Procédure exceptionnelle de reprogrammation de la licence en cas de dysfonctionnement</i>	30
2.2 INSTALLATION DE MECAMASTER V7.3.0	31
2.2.1 <i>Installation du système de protection</i>	31
2.2.2 <i>Installation de MECAmaster V7.3 for CATIA V5</i>	31
2.2.3 <i>Settings CATIA V5 nécessaires au fonctionnement de MECAmaster</i>	33
2.3 PROBLEMES A L'INSTALLATION	34
3. GESTION DES DONNEES	35
3.1 GESTION DES DONNEES MECAMASTER DANS CATIA V5	35
3.2 FICHiers MM_LINGAGE_XXX_[YYY].CATSHAPE	35
3.3 FONCTIONNEMENT AVEC UN ENVIRONNEMENT PLM	36
3.4 FICHIER AUTONOME MECAMASTER : « M_M ».....	36
3.4.1 <i>Génération d'un fichier MECAmaster autonome m_m</i>	37
3.4.2 <i>Récupération d'un fichier MECAmaster autonome m_m</i>	38
3.5 DIVERS FICHiers RESULTATS DE MECAMASTER	39
4. INTERFACE DE MECAMASTER ASSEMBLY DANS CATIA V5	40
4.1 BARRE D'OUTIL MECAMASTER SOUS CATIA V5	40
4.1.1 <i>Fichiers et informations générales sur le modèle</i> :	40
4.1.2 <i>Création de données</i>	40
4.1.3 <i>Edition de données</i>	41
4.1.4 <i>Calculs</i>	41
4.1.5 <i>Outils</i>	42
4.1.6 <i>Affichage</i>	42
4.1.7 <i>Gestion des annotations FTA</i>	42
4.1.8 <i>Graphe des liaisons</i>	43
4.1.9 <i>Aide</i>	43
5. DONNEES MECAMASTER	44
5.1 DONNEES MECAMASTER	44
5.2 DONNEES LIAISONS ET CONTACTS	45
5.2.1 <i>Fenêtre de définition standard d'une liaison</i>	45
5.2.2 <i>Fenêtre de définition standard d'un contact</i>	46
5.2.3 <i>Définition de la liaison / du contact</i>	48
5.2.4 <i>Définition de la liaison / du contact</i>	52
5.2.5 <i>Quelques exemples de cas d'utilisation</i>	53

5.3	DONNEES GROUPES.....	56
5.3.1	<i>Pourquoi introduire cette fonction groupe ?</i>	56
5.3.2	<i>Fenêtre de définition standard d'un groupe</i>	56
5.3.3	<i>Définition d'un Groupe</i>	58
5.3.4	<i>Quelques exemples de cas d'utilisation</i>	58
5.4	DONNEES TOLERANCES.....	59
5.4.1	<i>Fenêtre de définition standard d'une tolérance</i>	59
5.4.2	<i>Définition de la Tolérance</i>	60
5.4.3	<i>Quelques exemples de cas d'utilisation</i>	61
5.5	DONNEES EFFORTS.....	62
5.5.1	<i>Fenêtre de définition standard d'un effort</i>	62
5.5.2	<i>Définition de l'effort</i>	63
5.5.3	<i>Quelques exemples de cas d'utilisation</i>	64
5.6	ORGANISATION DES DONNEES MECAMASTER DANS L'ARBRE CATIA V5.....	65
5.7	GESTION MULTI – PRODUIT MECAMASTER.....	66
5.8	EDITION / SUPPRESSION / COPIE DE DONNEE / ... (EDIT)	66
5.8.1	<i>Information sur une donnée</i>	66
5.8.2	<i>Edition de donnée</i>	68
5.8.3	<i>Suppression de donnée</i>	69
5.8.4	<i>Copie de donnée</i>	70
5.8.5	<i>Translation de donnée</i>	71
5.8.6	<i>Remplacement de Pièces dans un modèle MECAmaster</i>	71
5.8.7	<i>Contrôle des modifications de position sur un modèle</i>	72
5.9	OUTILS GENERAUX SUR LES DONNEES (TOOLS)	74
5.9.1	<i>Activation / Inactivation de données</i>	74
5.9.2	<i>Recherche de données</i>	74
5.10	GESTION GRAPHIQUE DES DONNEES (VIEW)	77
5.10.1	<i>Afficher / Masquer des données MECAmaster</i>	77
5.10.2	<i>Gestion des couleurs des données</i>	78
5.10.3	<i>Changer l'échelle d'affichage des données</i>	78
5.10.4	<i>Voir les Données en fonction de leur appartenance à un groupe (View Groups Data)</i>	79
5.11	GRAPHE DES DONNEES	80
5.12	ASSOCIATIVITE A LA MAQUETTE NUMERIQUE CATIA V5	82
5.12.1	<i>Lien par défaut à la maquette numérique</i>	82
5.12.2	<i>Définition de l'associativité</i> :	82
5.12.3	<i>Exemple</i>	83
6.	CALCUL D'EFFORTS.....	87
6.1	LE MODELE.....	87
6.1.1	<i>Définition des liaisons/contacts</i>	87
6.1.2	<i>Définition du chargement</i>	92
6.2	THEORIE & HYPOTHESES	93
6.3	LE CALCUL ET L'ANALYSE.....	94
6.4	VERIFICATION DE L'ISOSTATISME, CALCUL D'EFFORTS SUR SYSTEMES HYPERSTATIQUES.....	95
6.5	RESULTATS : LES POSSIBILITES DU CALCUL D'EFFORT.....	95
6.5.1	<i>Résultats Globaux Numériques</i>	95
6.5.2	<i>Résultats Globaux Graphiques</i>	96
6.5.3	<i>Efforts exercés sur une donnée du modèle</i>	97
6.5.4	<i>Efforts exercés sur chaque pièce</i>	98
6.5.5	<i>Edition d'une note de calculs</i>	99
6.5.6	<i>Reprise des résultats dans un tableur</i>	99
6.6	CALCULS D'EFFORT AVEC SIMULATION	99
6.6.1	<i>Principe</i>	99
6.6.2	<i>Calcul d'effort avec simulation</i>	100
6.6.3	<i>Résultat d'un calcul d'effort avec simulation</i>	100
6.6.4	<i>Simulation en mode « One Linkage »</i>	102
6.7	CALCUL D'EFFORT AVEC COEFFICIENT DE PROPORTIONNALITE.....	102
6.7.1	<i>Principe</i>	102
6.7.2	<i>Exemple d'un lien K-mode sur un système bielle/manivelle</i>	103
6.8	CALCUL D'EFFORTS AVEC EFFORTS VARIABLES.....	105
6.9	CALCUL D'EFFORT SUR PLUSIEURS PRODUITS MECAMASTER	106

6.10	LES QUESTIONS FREQUEMMENT POSEES	106
7.	HYPERSTATISMES ET MOBILITES.....	108
7.1	IDENTIFICATION DES MOBILITES / HYPERSTATISMES D'UN MODELE	108
7.2	CAS D'UN SYSTEME AVEC DES MOBILITES	108
7.2.1	<i>Définition du modèle de contact.....</i>	108
7.2.2	<i>Résultats de l'analyse de mobilité.....</i>	110
7.2.3	<i>Mobilités dans un calcul de tolérance.....</i>	111
7.2.4	<i>Mobilités dans un calcul d'effort</i>	111
7.3	CAS D'UN SYSTEME AVEC DES HYPERSTATISMES	112
7.3.1	<i>Définition du modèle de contact.....</i>	112
7.3.2	<i>Résultats de l'analyse d'hyperstatisme</i>	113
7.3.3	<i>Hyperstatismes dans un calcul de tolérance</i>	114
7.3.4	<i>Hyperstatismes dans un calcul d'effort</i>	115
8.	CHAINES DE COTES 3D	121
8.1	LE MODELE.....	121
8.1.1	<i>Définition des liaisons/contacts.....</i>	121
8.1.2	<i>Déf. des cotes conditions: Tolérance en Position/Orientation:</i>	123
8.1.3	<i>Définition des tolérances sur les pièces de l'assemblage:</i>	125
8.2	THEORIE & HYPOTHESES	125
8.3	LE CALCUL	126
8.4	VERIFICATION DE L'ISOSTATISME	127
8.5	POSSIBILITES DU CALCUL D'INFLUENCE.....	127
8.5.1	<i>Calcul d'Influence.....</i>	127
8.5.2	<i>Analyse d'influence</i>	136
8.6	DEFINITION DES TOLERANCES PIECES	139
8.6.1	<i>Principe de définition des tolérances dans MECAmaster.....</i>	139
8.6.2	<i>Définition des valeurs de tolérances centrées dans les données</i>	142
8.6.3	<i>Cas particulier des cotes angulaires</i>	151
8.6.4	<i>Informations sur les tolérances</i>	151
8.6.5	<i>Offset Signé et Non Signé</i>	151
8.6.6	<i>Distribution</i>	155
8.6.7	<i>Précisions Liées.....</i>	156
8.7	LE GROUPE	157
8.7.1	<i>Principe du groupe.....</i>	157
8.7.2	<i>Définition d'un groupe</i>	159
8.7.3	<i>Exploitations sur un groupe</i>	161
8.7.4	<i>Applications du groupe, exemples.....</i>	162
8.7.5	<i>FAQ.....</i>	172
8.8	DEFINITION DES TOLERANCES PIECES VIA UNE LISTE DE PARAMETRES.....	173
8.8.1	<i>Définition d'un lien avec un paramètre :</i>	173
8.8.2	<i>Libérer un champs d'un paramètre :</i>	175
8.8.3	<i>Mise à jour</i>	175
8.9	INTERACTIVITE AVEC L'ATELIER FTA DE CATIA V5.....	176
8.9.1	<i>Général.....</i>	176
8.9.2	<i>Définition/modification d'une donnée par sélection d'annotations FTA.....</i>	176
8.9.3	<i>Calcul de tolérances sur un modèle lié à des annotations FTA</i>	180
8.9.4	<i>Commandes générales sur un modèle lié à des annotations FTA</i>	180
8.10	LES POSSIBILITES DE CALCULS NUMERIQUES.....	184
8.10.1	<i>Différents types de calculs algébriques</i>	184
8.10.2	<i>Résultats pour un calcul sur une Tolérance en Position / Orientation</i>	185
8.10.3	<i>Résultats pour un calcul sur plusieurs Tolérance en Position / Orientation.....</i>	191
8.10.4	<i>Cas particulier des Tolérances en orientation</i>	200
8.10.5	<i>Calcul par tirage aléatoire de Monte Carlo.....</i>	201
8.10.6	<i>Calcul de tolérance pour exploitation graphique par visualisation 3D des déplacements de pièces</i>	211
8.10.7	<i>Calcul de tolérance (simple ou multiple) avec variation de paramètre</i>	216
8.11	CALCUL DE TOLERANCES SUR PLUSIEURS PRODUITS MECAMASTER.....	219
8.12	DEFINITION D'UNE DONNEE « POINT MILIEU » OU EQUILIBREUR	220
8.13	HYPERSTATISME, JEUX, ET MONTABILITE	224

8.14	FAQ	224
9.	UNITES, AFFICHAGES ET ECRITURES NUMERIQUES.....	225
10.	OPTIONS DE MECAMASTER.....	226
10.1	PARAMETRES GENERAUX	226
10.2	PARAMETRES FICHIERS	228
10.3	PARAMETRES TOLERANCES	229
10.4	PARAMETRES EFFORTS.....	230
10.5	PARAMETRES CRITERES	231
10.6	PARAMETRES GRAPHE DES CONTACTS	232
10.7	PARAMETRES MARQUEURS 3D	233
10.8	PARAMETRES PERFORMANCES	233
10.9	PARAMETRES MASQUES	234
10.9.1	<i>Gestion des noms de pièces à partir d'un modèle CATIA.....</i>	234
10.9.2	<i>Désactiver le filtre qui associe l'annotation FTA à une pièce</i>	235
10.9.3	<i>Désactiver le message d'alerte à la création d'une donnée au point (0,0,0).....</i>	236
10.9.4	<i>Définir un nombre de tirages Monte-Carlo par défaut.....</i>	236
10.10	MODIFICATION MANUELLE DU FICHIER DE SETTINGS	237
10.10.1	<i>Catégorie [General]</i>	238
10.10.2	<i>Catégorie [Files]</i>	239
10.10.3	<i>Catégorie [Tolerances].....</i>	239
10.10.4	<i>Catégorie [Loads].....</i>	240
10.10.5	<i>Catégorie [Criterias]</i>	241
10.10.6	<i>Catégorie [Graph].....</i>	241
10.10.7	<i>Catégorie [Markers]</i>	241
10.10.8	<i>Catégorie [Performances]</i>	242
11.	DEFINITION DES INFORMATIONS GENERALES DE L'ETUDE	243
12.	EXEMPLES DE SYNTHESE.....	244
12.1	EXEMPLE DU CLEAT	244
12.2	EXEMPLE DU CENTREUR.....	244
12.3	EXEMPLE DE LA COMMANDE	244
12.4	EXEMPLE DU FERRAGE DE PORTE :	244
12.5	EXEMPLE DE TURBO	244
13.	EN CAS DE DIFFICULTE.....	245
13.1	PROBLEMES DE MODELISATION	245
13.2	INTERPRETATION DES MOBILITES	246
13.3	AUTRES DIFFICULTES.....	246
13.4	PRINCIPALES ERREURS A L'UTILISATION/INSTALLATION	246
13.4.1	<i>Erreur à l'installation</i>	246
13.4.2	<i>Erreur au lancement de MECAmaster.....</i>	246
13.4.3	<i>Erreur à l'utilisation du logiciel</i>	247
13.4.4	<i>Déclaration d'incident au support MECAmaster.....</i>	248
14.	RECOMMANDATION IMPORTANTE	249
15.	ANNEXES	250
15.1	ANNEXE I : LIAISONS ET DONNEES MECAMASTER	251
15.2	ANNEXE II : LE MILIEU EXTERIEUR.....	253
15.2.1	<i>Principe</i>	253
15.2.2	<i>Exemples</i>	253
15.3	ANNEXE III : SENS ET SIGNES DES INFLUENCES:	256

ANNEXE SUPPLEMENTAIRE : MECAMASTER MODELE ANALYSER V1.2

258

1. INTRODUCTION AUX FONCTIONNALITES

Cette première partie a uniquement pour but de présenter très généralement les possibilités de calcul et d'application du logiciel MECAmaster Assembly sur des exemples simples.

Ce n'est pas une notice d'utilisation du logiciel.

1.1 Introduction

MECA master est un logiciel tridimensionnel de CONCEPTION MECANIQUE, d'ARCHITECTURE D'ENSEMBLES MECANIQUES, qui permet:

- le CALCUL D'EFFORTS dans les ensembles de pièces (détermination des efforts exercés au niveau des liaisons cinématiques de mécanisme, du chargement exercé sur chaque pièce).
- la détermination complète des HYPERSTATISMES (détermination de toutes les causes de chaque hyperstatisme, proposition de toutes les solutions envisageables, indication de celles qui sont préférables pour le constructeur), puis la prise en compte de choix technologiques permettant de les résoudre.
- la détermination des MOBILITES.
- la détermination des CHAINES DE COTES 3D (détermination des contacts et tolérances qui influent sur une cote condition, et chiffrage de chaque contribution) et des TOLERANCES FONCTIONNELLES 3D QUALITATIVES (parallélisme, perpendicularité, etc).

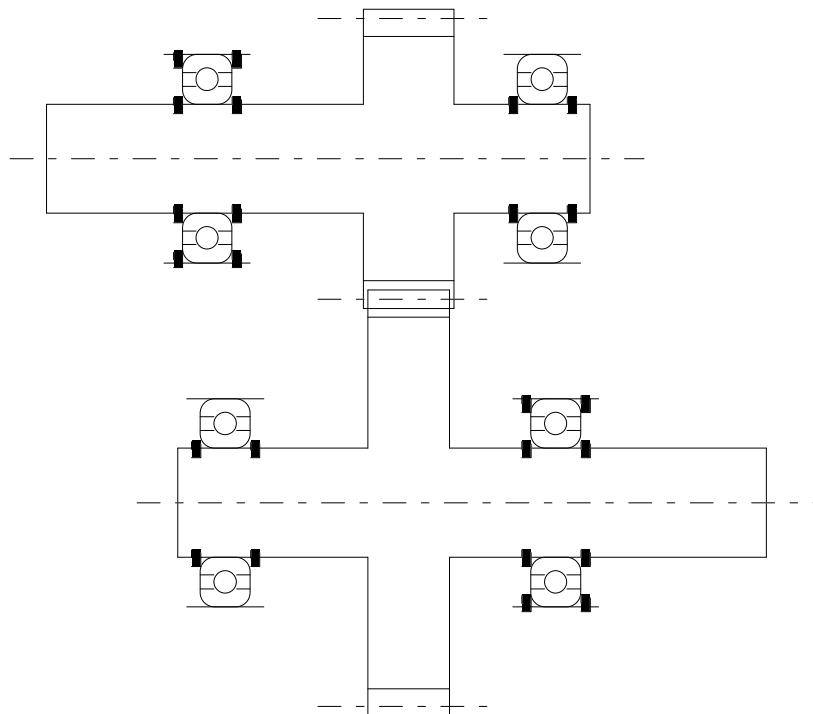
MECA master est un logiciel d'interactivité très simple, réalisé pour des mécaniciens, ingénieurs et techniciens. Dès les premières heures d'utilisation, les questions qui se posent sont relatives à la Mécanique et à la Conception Mécanique du produit(/process).

MECAmaster existe sous forme d'un produit intégré au logiciel CATIA V5.

1.2 Calcul d'efforts, hyperstatismes

1.2.1 Définition des données

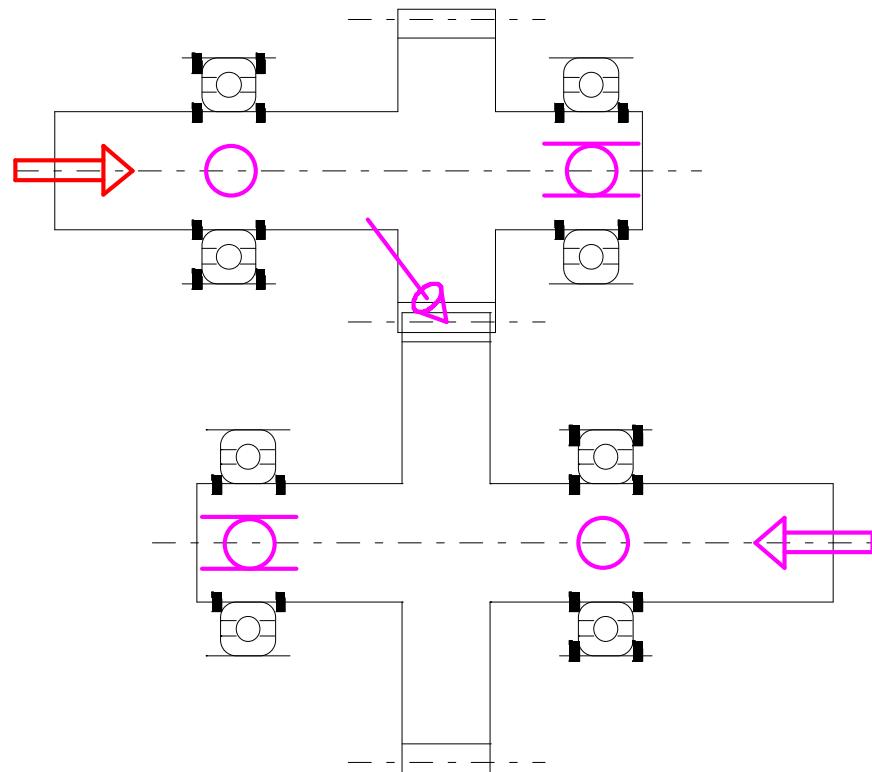
L'exemple suivant d'un réducteur de vitesse à engrenage hélicoïdal, de géométrie et couple d'entrée connus, illustre les possibilités de calcul d'efforts.



On veut pour ce système, déterminer les efforts exercés:

- dans l'engrenage
- sur chaque roulement
- sur l'*arbre de sortie* (couple)
- sur chaque pièce (*carter, arbre entrée, arbre sortie*)

Pour le problème précédent, il faudra définir les liaisons cinématiques entre pièces du mécanisme, donc :



ROTULE entre *carter* et *arbre entrée*

LINEAIRE ANNULAIRE entre *carter* et *arbre entrée*

ROTULE entre *carter* et *arbre sortie*

LINEAIRE ANNULAIRE entre *carter* et *arbre sortie*

Contact PONCTUEL entre *arbre entrée* et *arbre sortie*

COUPLE exercé par le *carter* sur *arbre entrée*

ARRET EN ROTATION de l'*arbre sortie* par le *carter*

1.2.2 Calcul d'efforts

Lorsque les données ont été définies, le lancement du calcul d'effort détermine les valeurs numériques des efforts

Effort dans la liaison.....	ROTULE
exercé par.....	carter
sur.....	arbre entrée
Nom de la rotule.....	roulement supérieur
Centre de la rotule.....	0.000 50.000 37.500
Effort dans la rotule.....	1.359 sur vecteur 0.883 0.394 0.254
Résultante sur x,y,z.....	1.200 0.536 0.345
Moment sur x,y,z.....	0.000 0.000 0.000 au point 0.000 50.000 37.500

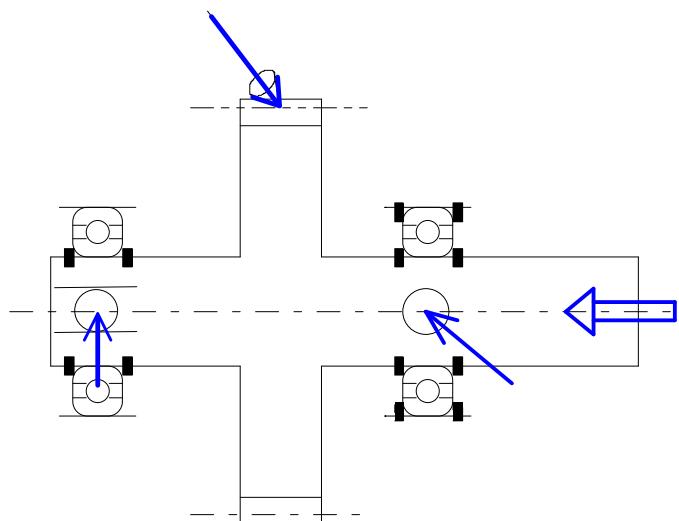
Les efforts sont exprimés dans les repères locaux des liaisons, pour les dimensionner par la suite:

- charges axiales et radiales sur les roulements
- efforts de contact dans l'engrenage hélicoïdal
- couple de sortie

ainsi que dans le repère général, de façon à pouvoir effectuer des calculs sur chaque pièce:

- calculs de résistance des matériaux de type Théorie des poutres ou Eléments finis.

Tous les résultats sont également affichés sous forme graphique:



efforts exercés sur l'arbre de sortie (flèches minces: forces, flèche épaisse: couple)

Cet exemple, qui nécessiterait vraisemblablement 1 heure de calcul manuel, avec tous les risques d'erreur que cela comporte, sera traité avec MECA master en 5 minutes d'entrée de données et résolu en quelques secondes de calcul sur un micro-ordinateur.

Et l'on n'hésitera plus à analyser l'évolution des efforts en fonction du déplacement d'un roulement, ou de l'angle d'hélice de l'engrenage, car cela demande moins d'une minute...

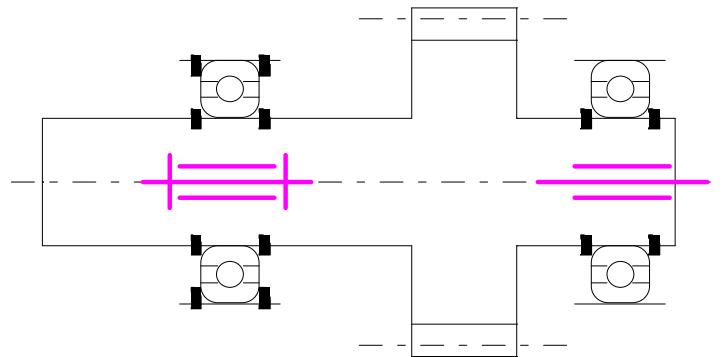
Le modèle pourra également être affiné localement en fonction des besoins: pour déterminer l'effort exercé sur une clavette, il suffit de différencier la *roue dentée* de l'*arbre de sortie* et de créer des liaisons Pivot et Ponctuelle entre ces pièces.

Les efforts intérieurs, pour un calcul de résistance des matériaux, pourront aussi être déterminés en un point choisi, en scindant l'*arbre de sortie* en *arbre de sortie gauche* et *arbre de sortie droit*, puis en reliant ces morceaux par un encastrement.

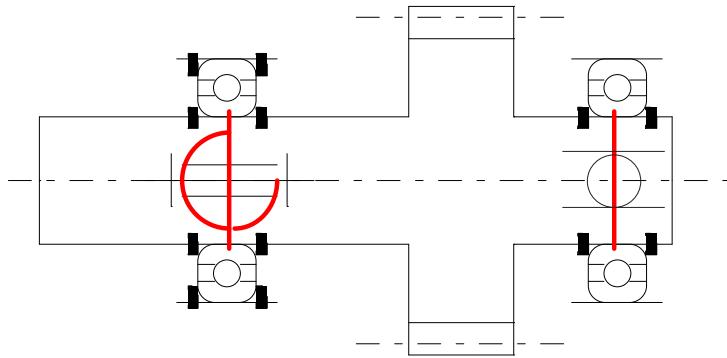
1.2.3 Analyse des hyperstatismes

La modélisation précédente, isostatique, suppose que chaque roulement fonctionne dans les limites de son angle de rotulage, et que le contact dans l'engrenage est modélisable par un appui ponctuel, permet de déterminer les efforts.

Si l'on choisit un autre modèle pour le positionnement de chaque arbre, où l'on remplace les Rotule et Linéaire Annulaire par des Pivot et Pivot Glissant, le système est hyperstatique d'ordre 4. Les différentes causes de chaque hyperstatisme sont déterminées, affichées, mais délicates à comprendre.



On se propose donc de choisir un modèle intermédiaire (pivot et linéaire annulaire) et de commenter les résultats fournis par le logiciel:



Le système est hyperstatique d'ordre 2. Un premier hyperstatisme est affiché. MECA master trace des segments (respectivement gras dans CATIA V5 sur l'axe de rotation [en quart de cercle ici sur ce document]) fin, ce qui signifie qu'il y a surpositionnement en position (respectivement orientation) au niveau de ces traits. Ici il y a 3 traits, donc 3 causes à l'hyperstatisme.

En construction mécanique les hyperstatismes sont préjudiciables car ils provoquent des difficultés de montage, et peuvent être sources d'efforts internes non contrôlés. Les traits indiquent les différents endroits où le concepteur doit intervenir de façon à ce que son système soit "bien conçu". Il peut alors supprimer une des causes de l'hyperstatisme, ou le maîtriser par des éléments déformables, des réglages (les traits indiquent les endroits où il faudra être attentif aux tolérances).

Le deuxième hyperstatisme est similaire au précédent, tourné de 90° par rapport à l'axe. Il est déterminé indépendamment du premier ce qui signifie que sur un plan théorique, la solution choisie pour cet hyperstatisme ne dépend pas de celle choisie pour le premier.

Dans l'hypothèse où l'on choisit de supprimer des surpositionnements, le concepteur dispose donc de 3 x 3 solutions. En pratique, le système étant de révolution, il est logique d'intervenir simultanément sur les causes similaires, et on examinera donc 3 solutions:

- suppression des surpositionnements en position "de droite". Le modèle devient équivalent à une liaison pivot. Il est satisfaisant cinématiquement, mais ne traduit pas la réalité technologique des efforts au niveau des roulements.

- suppression des surpositionnements en position "de gauche". Le roulement devrait supporter des moments. A priori pas d'intérêt technologique.

- suppression des surpositionnements en orientation (le modèle devient équivalent au cas rotule et linéaire annulaire, ce qui permet de déterminer les efforts dans les roulements). Il faut un jeu, c'est à dire être dans la limite de l'angle de rotulage du roulement. Celui-ci ne transmet pas de moment.

Les causes de l'hyperstatisme déterminées précédemment indiquent où il est nécessaire et suffisant d'introduire de la précision pour que ce jeu existe. En

étudiant les causes d'hyperstatismes pour chaque pièce, on détermine logiquement ce que doivent être les conditions de Tolérances 3D qualitatives pour celle-ci.

Le choix d'un modèle de type pivot permet d'avoir une analyse riche et rigoureuse du système. Les différentes causes de chaque hyperstatisme induisent d'autres solutions. Pour des ensembles importants, l'analyse d'hyperstatismes permet d'éviter à priori d'éventuelles erreurs.

Le troisième exemple complétera ce type de démarche, et présentera d'autres hypothèses technologiques.

1.3 "Chaînes de cotes 3D"

1.3.1 Introduction

La cotation d'un ensemble mécanique tridimensionnel a pour objet l'obtention de certaines caractéristiques fonctionnelles: précision d'un positionnement, obtention d'un jeu fonctionnel...

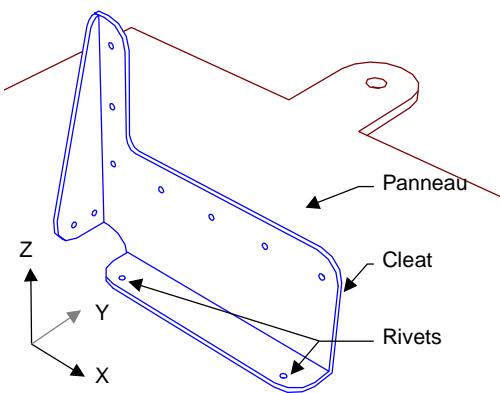
Celles-ci dépendent des pièces et des assemblages qui composent l'ensemble.

Les assemblages sont constitués de surfaces en contact et peuvent être décrits par des liaisons (c'est en effet l'analyse exhaustive des contacts possibles entre deux pièces qui a conduit à la définition des liaisons normalisées).

A partir de la définition de l'ensemble mécanique par des liaisons, une simulation cinématique permet pour un ensemble mécanique 3D isostatique quelconque, de connaître l'influence que les tolérances locales des pièces et assemblages ont au niveau de conditions fonctionnelles choisies, et réciproquement.

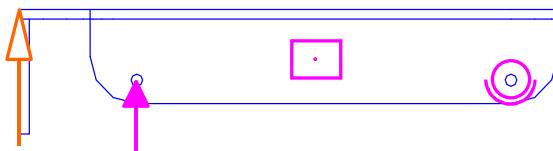
Puis, la définition, pour les différentes liaisons, de valeurs de tolérances (qui peuvent correspondre à des tolérances de position 3D, des jeux...) permet d'évaluer la condition fonctionnelle choisie. On obtient l'équivalent d'une chaîne de cotes 3D.

1.3.2 Illustration du principe



Le modèle suivant représente un cleat, système de liaison entre le panneau extérieur d'un avion, un cadre et une lisse, positionné par deux rivets et par l'appui de la face inférieure du cleat sur le panneau. Nous nous intéresserons ici à l'analyse du positionnement par les rivets.

Le problème est de déterminer ce qui a de l'importance pour le positionnement de l'extrémité du cleat.



Condition fonctionnelle

Trou de réglage

Trou principal

1.3.2.1 Définition des données:

L'endroit où l'on souhaite maîtriser la tolérance est défini:

Tolérance de type.....	TOLERANCE EN POSITION
entre.....	panneau
et.....	cleat
Nom de la tolérance.....	tolérance
Point de détermin.....	600,200,-200
Direct. de détermin.....	0,1,0

Les assemblages sont définis dans MECA master par des liaisons qui assurent un positionnement correspondant à la réalité. Par exemple pour le trou principal:

Liaison de type.....	LINEAIRE ANNULAIRE
entre.....	panneau
et.....	cleat
Nom linéaire annul.....	trou principal
Centre cercle cont.....	713,200,-200
Direction translation.....	0,0,1
Tolérance radiale.....	0.5

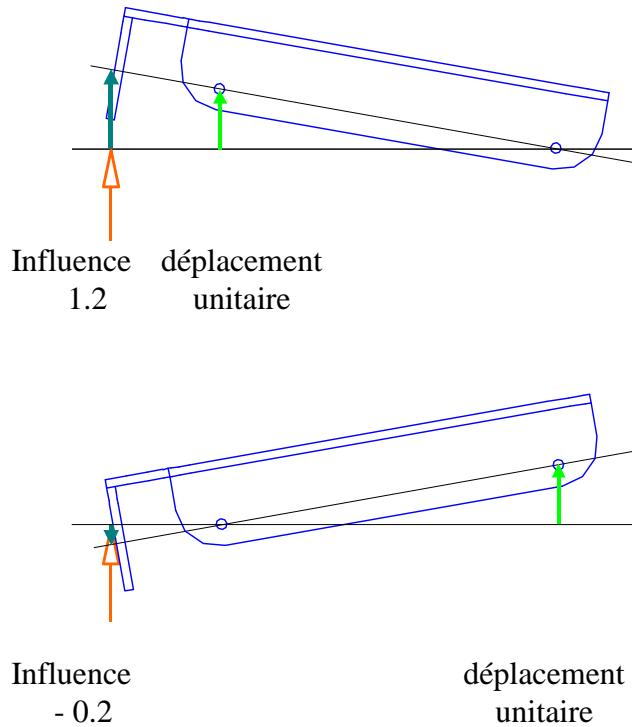
Et pour le trou de réglage:

Liaison de type.....	PONCTUELLE
entre.....	panneau
et.....	cleat
Nom ponctuelle.....	trou réglage
Point de contact.....	632,200,-200
Direct. normale plan.....	0,0,1
Tolérance.....	0.4

Ces informations sont les seules informations nécessaires.

1.3.2.2 Principe de calcul:

Le logiciel simule alors un petit déplacement pour chaque composante de chaque liaison, comme on sait le faire sur un cas simple:



Pour des petits déplacements au niveau de la composante horizontale de la liaison linéaire annulaire, le déplacement résultant au niveau de la condition fonctionnelle est nul.

1.3.2.3 Résultats: "chaînes de cotes 3D"

Les influences (ou sensibilités), c'est à dire les rapports déplacement induit / déplacement initial sont calculées et visualisées, à l'endroit d'où elles sont issues, avec des longueurs proportionnelles à leur intensité:



La vision simultanée de toutes les influences permet de voir immédiatement quelles sont les tolérances prépondérantes sur un ensemble mécanique. De même, l'absence d'influence pour certaines composantes est une information très intéressante...

La relation entre la précision de l'extrême du cleat et les tolérances des assemblages est:

$$\Sigma | \text{Tolérance} \times \text{Influence} | = \text{Précision Condition Fonctionnelle}$$

Si la tolérance du trou de réglage est de 0,4 mm et celle du trou principal de 0,5 mm, on obtient:

$$|0.4 \times (1.2)| + |0.5 \times (-0.2)| = 0.58 \text{ mm}$$

MECA master présente ces résultats sous la forme:

Noms	Piece-1	Piece-2	Tolerance	Influence	Contribut
PONCTUEL trou reglage	panneau	cleat	0.400	x 1.200	= .480
LIN ANNU trou princip	panneau	cleat	0.500	x .200	= .100
CALCUL ARITHMETIQUE: VALEUR DE LA TOLERANCE					= 0.580

La valeur finale dépend directement des valeurs des tolérances et des influences. On aura donc intérêt à agir d'abord sur les valeurs des influences, qui sont directement liées aux liaisons et à leurs positions, c'est à dire à agir sur l'architecture de l'ensemble mécanique, ce qui a priori ne "coûte" rien. Ensuite, on pourra se préoccuper des valeurs des tolérances.

Ces résultats se présentent comme la cotation fonctionnelle monodirectionnelle classique, à laquelle on ajoute des coefficients. On obtient l'équivalent 3D de la chaîne de cotations. De nombreuses notions (répartitions statistiques de tolérances, ...) sont directement applicables.

1.3.2.4 Tolérance / interface / tolérance

Au delà du principe de calcul expliqué précédemment, il est intéressant de pouvoir prendre en compte différentes tolérances pour une liaison.

La possibilité de définir pour chaque liaison trois tolérances,

- une tolérance (pour la 1^{ère} pièce),
- une tolérance d'interface (jeu, contact, foisonnement d'une soudure, ...),
- une tolérance (pour la 2^{ème} pièce)

permet de réaliser un lien aisément avec la cotation normalisée.

On peut soit définir un référentiel lié à la pièce et définir les tolérances des liaisons par rapport à ce référentiel, soit prendre une (ou plusieurs) liaison(s) comme référence(s). La tolérance correspondante sera nulle.

1.3.3 Remarque

Les limites de l'approche sont liées aux hypothèses, et très peu restrictives:

- liaisons parfaites (mais la prise en compte de jeux est possible, de même que la définition de l'assemblage au niveau de la réalité des contacts par combinaison de liaisons).
- solides indéformables (mais la prise en compte de déformations connues ou de souplesses locales est possible).
- petits déplacements, ce qui est généralement très bien vérifié en cotation.

1.3.4 Tolérances 3D dès l'avant projet

Ce type d'analyse de Tolérances 3D permet d'aborder plus efficacement les problèmes d'assemblage, de cotation, dès la phase d'avant-projet:

- choix d'architecture de l'ensemble mécanique, choix du process d'assemblage, même lorsque l'on ne connaît que la définition des liaisons (ou des surfaces fonctionnelles), pour réduire les valeurs des coefficients d'influence,
- choix des types de cotation, des références, de façon à réduire structurellement les contributions

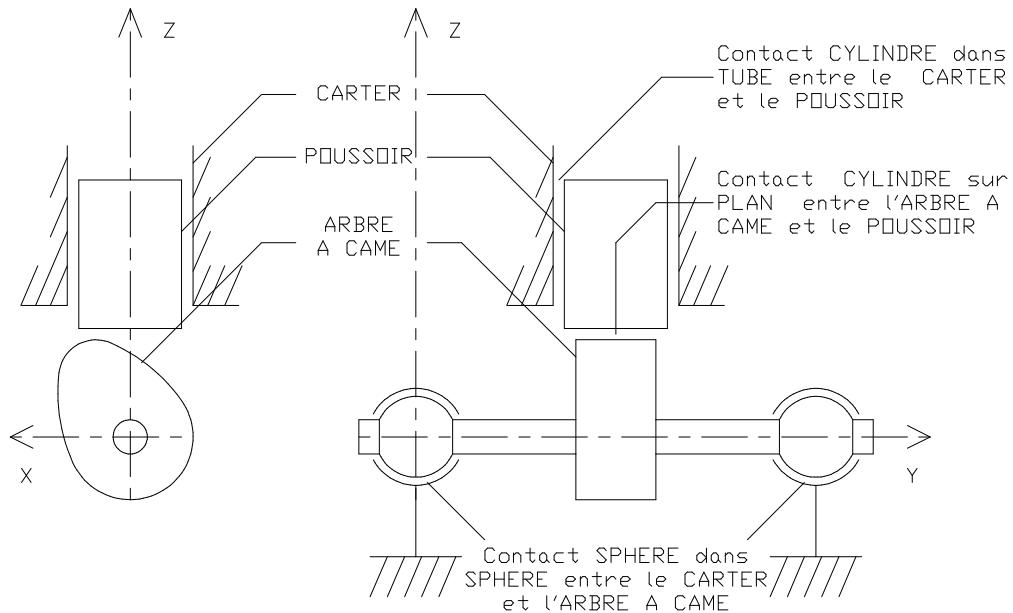
Ces quantifications et comparaisons des différentes solutions permettent des choix optimaux, sans surcoût, et sont donc génératrices d'économies importantes.

Puis, lorsque les choix précédents ont été réalisés, il est possible d'agir jusqu'à la phase finale de l'étude pour affecter les valeurs des tolérances des pièces, pour obtenir les conditions fonctionnelles souhaitées au moindre coût.

Les applications sont aujourd'hui faites sur le produit (automobile, aéronautique, électromécanique...), mais également sur le process (montages d'usinage, d'assemblage...).

1.4 Complément sur l'analyse

L'exemple suivant d'un système à came illustre les possibilités d'analyse et de détermination des tolérances 3D de MECA master.



L'ensemble se modélise de la façon suivante à l'aide de liaisons cinématiques classiques :

ROTURE entre *carter* et *arbre à came*

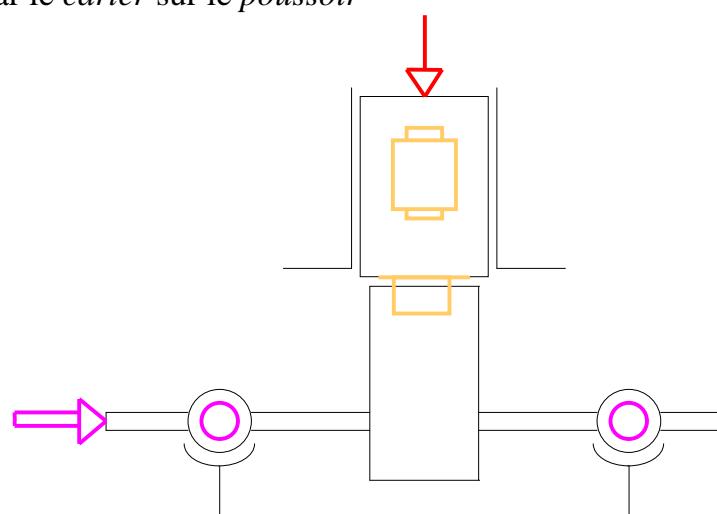
ROTURE entre *carter* et *arbre à came*

Contact Ligne entre *arbre à came* et *poussoir*

Contact Cylindrique du *poussoir* par le *carter*

ARRET EN ROTATION de l'*arbre* par le *carter*

FORCE exercée par le *carter* sur le *poussoir*



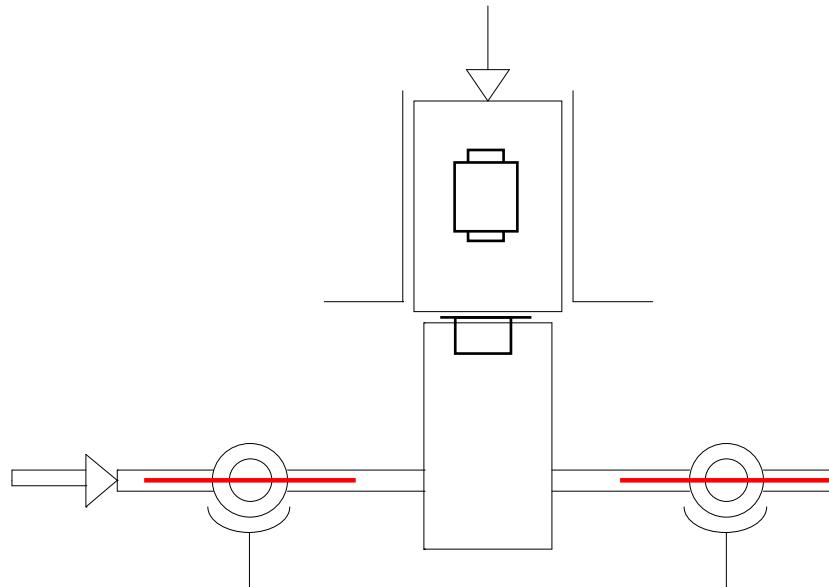
1.4.1 Mobilités

Le lancement du calcul d'effort déclenche la résolution. Comme le problème ne peut être résolu, MECA master l'identifie et indique l'existence d'une mobilité, et de deux hyperstatismes indépendants.

- Il y a une mobilité en rotation du *poussoir* autour de son axe (axe OZ).

1.4.2 Hyperstatismes

- Le système est hyperstatique. MECA master trace deux traits fins, ce qui signifie qu'il y a surpositionnement en position au niveau de ces traits. En effet, le positionnement axial de l'arbre est assuré deux fois suivant OY.



En construction mécanique les hyperstatismes sont préjudiciables car ils provoquent des difficultés de montage, et peuvent être sources d'efforts internes non contrôlés.

Les traits indiquent les différents endroits où le concepteur peut intervenir de façon à ce que son système soit "bien conçu".

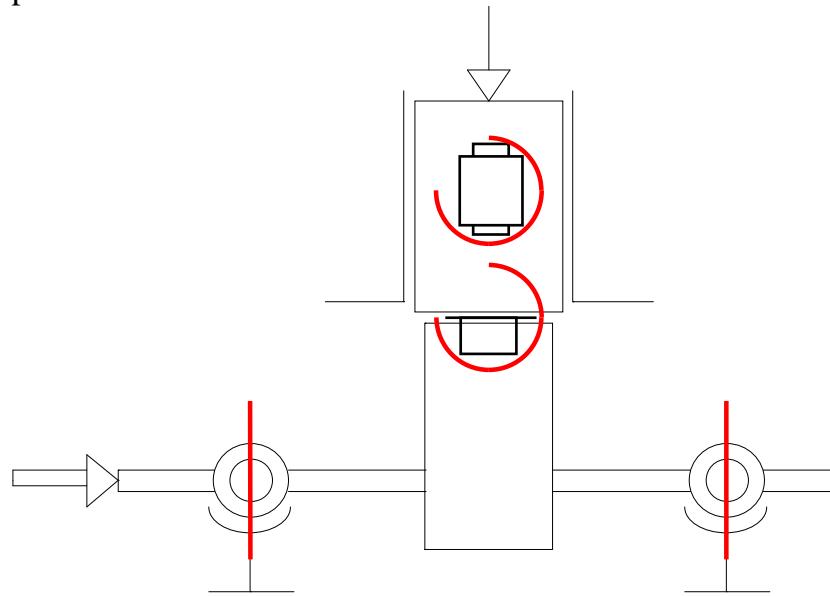
Le concepteur peut alors:

☞ supprimer une des causes de l'hyperstatisme, en libérant un blocage axial d'une des rotules. Si cela est possible, c'est une excellente solution car le système devient moins hyperstatique, plus facile à produire.

☞ maîtriser l'hyperstatisme (réglage, raideur contrôlée...), par exemple en précontraignant les rotules (ex: roulements à contacts obliques). Les traits gras indiquent les endroits où il faudra être attentif aux tolérances si on choisit le réglage.

Une hypothèse sera choisie plus loin pour continuer la résolution.

- Le système est hyperstatique une deuxième fois (en effet un contact ponctuel entre le *poussoir* et l'*arbre à came* serait cinématiquement suffisant). MECA master a identifié cet hyperstatisme d'une façon totalement indépendante du premier, ce qui signifie que les solutions technologiques applicables pour le premier hyperstatisme et pour celui-ci sont totalement indépendantes.

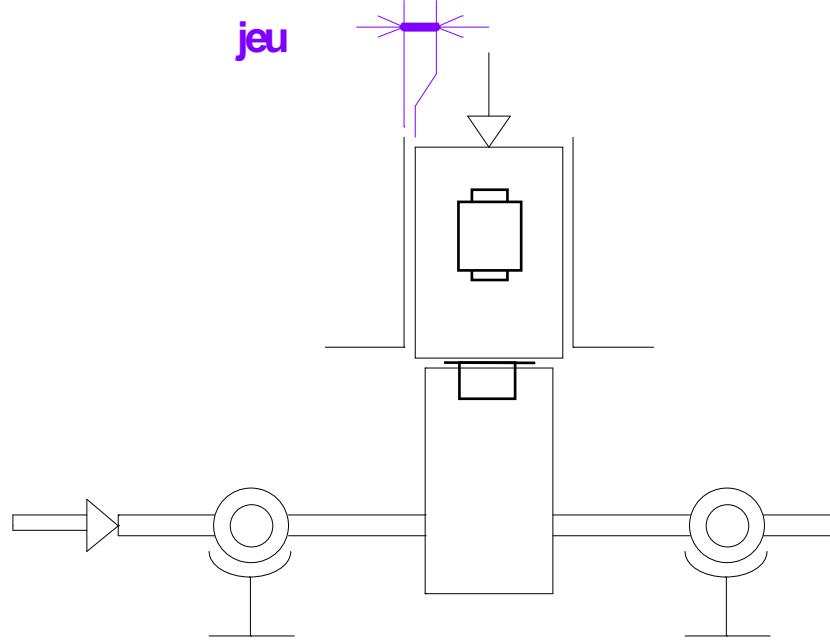


Hyperstatisme: 2 causes en position, 2 en orientation

Le logiciel indique là encore, par l'affichage des traits fins (superpositionnement en position), et de traits gras sur l'axe de rotation (ici d'arcs de cercle pour mieux illustrer en 2D sur ce document) (superpositionnement en orientation), toutes les solutions envisageables sur les liaisons, pour supprimer cet hyperstatisme.

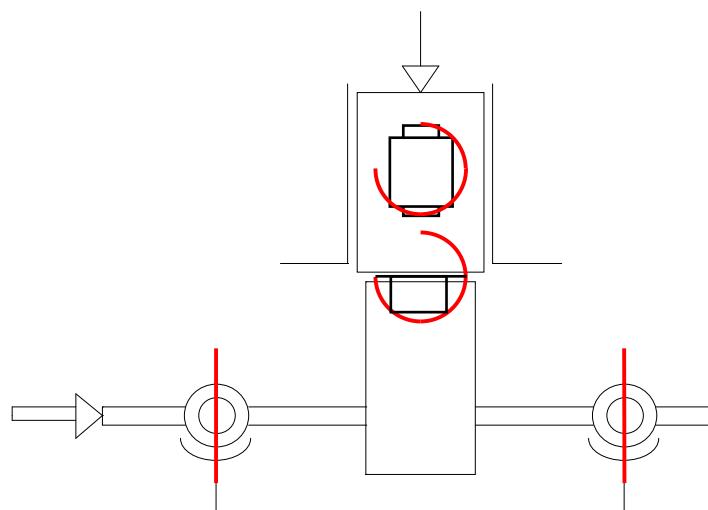
Ces différentes causes s'expliquent en considérant le positionnement en rotation suivant l'axe X des différentes pièces. Celui-ci est réalisé une fois de trop, et il suffit d'intervenir une fois dans cette "chaîne" de positionnement pour que cette partie du système soit bien conçue.

☞ La solution consistera ici à modifier le comportement d'une liaison en introduisant un jeu entre le *poussoir* et le *carter*. Le guidage en rotation suivant X du *poussoir* ne sera alors effectué que par l'*arbre à came*, et plus par la chemise. Il faut bien sûr que le jeu soit suffisant, et que certaines conditions géométriques soient vérifiées. L'analyse de tolérance 3D de MECAmaster permettra alors de déterminer la valeur numérique du jeu nécessaire ainsi que les nécessités de tolérances sur chaque pièce.



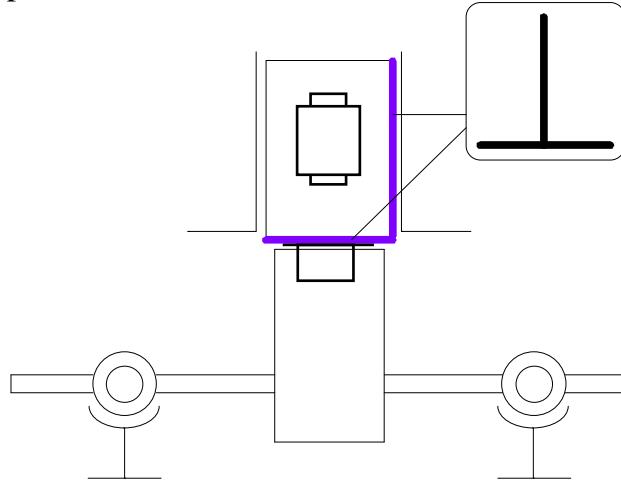
1.4.3 Conséquences sur les Tolérances 3D

On ne détaille ici que l'analyse relative au deuxième hyperstatisme. Les conséquences du premier hyperstatisme sur les tolérances ont été abordées à la fin de sa description.

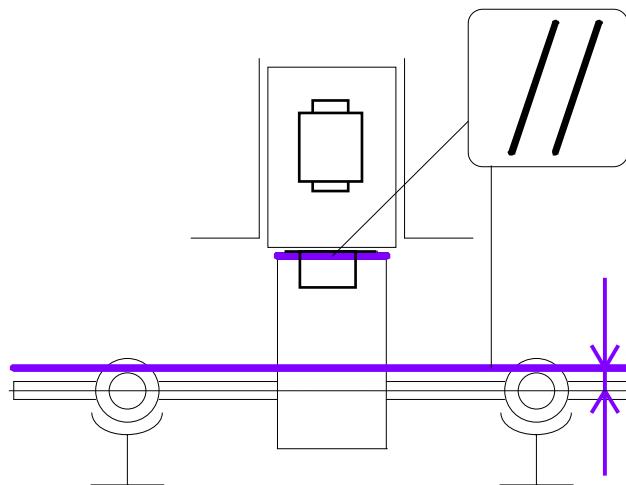


L'analyse de Tolérance 3D de MECAmaster permettra de déterminer logiquement ce que doivent être les conditions de Tolérances 3D qualitatives pour celle-ci.

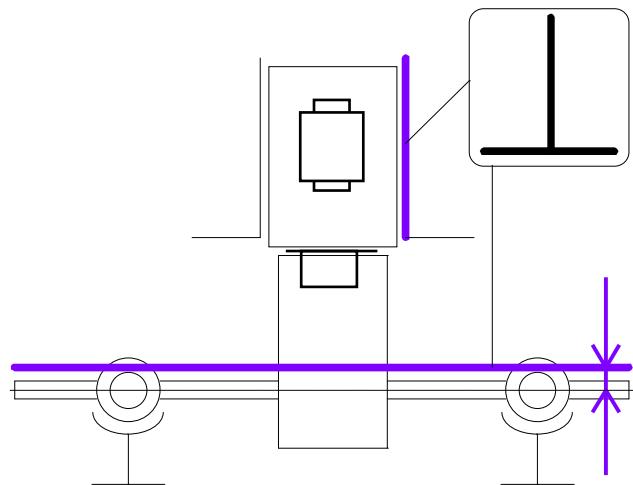
Pour le *poussoir*, il faut que l'orientation suivant X de sa face inférieure soit précise par rapport à l'orientation suivant X de sa surface cylindrique. Ce qui avec les conditions de mobilité aboutit à la perpendiculaire connue.



Pour l'*arbre à came*, il faut que les positionnements verticaux des rotules, et que l'orientation suivant X de la face supérieure de la came soient précis. La cotation quantitative vue par ailleurs permet de montrer que l'axe peut se translater verticalement. Il suffit alors de positionnements précis en rotation suivant X de l'axe et de la face supérieure de la came.



De même, on obtient pour le *carter* un positionnement précis en rotation suivant X de l'axe et des côtés de la chemise.



En fait, pour les trois pièces, on n'obtient pas de façon rigoureuse les parallélismes et perpendicularités, mais seulement des nécessités de positionnements précis. Des solutions technologiques correspondantes sont d'ailleurs imaginables.

Les tolérances 3D qualitatives nécessaires pour l'obtention du jeu sont ainsi déterminées. Toute précision de réalisation apportée ailleurs serait inutile. L'analyse de tolérance 3D de MECAmaster permettra de les quantifier ensuite rapidement.

1.4.4 Choix technologiques pour la résolution des efforts

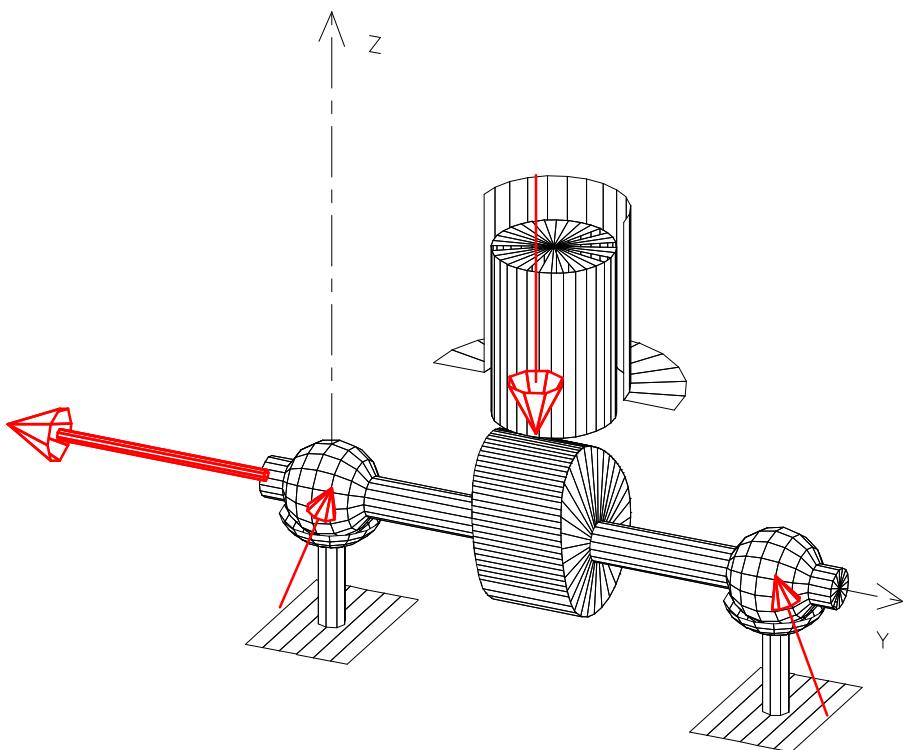
Le logiciel permet alors de prendre en compte des choix technologiques, en offrant à l'utilisateur la possibilité de choisir une hypothèse de résolution pour chaque hyperstatisme.

On peut alors choisir:

- l'introduction d'une précharge axiale au niveau des rotules, pour le premier hyperstatisme (utiliser la commande Spécifier pour une des composantes axiales, et donner une valeur numérique).
- l'introduction d'un jeu entre chemise et *poussoir*, pour le deuxième hyperstatisme (utiliser la commande Supprimer pour la composante suivant X du moment de la Pivot).

Ces hypothèses mécaniques, technologiques, introduites dans MECA master, permettront, pour le chargement donné (effort sur le *poussoir*), de déterminer les valeurs des efforts au niveau de chaque liaison, de chaque pièce.

L'analyse rigoureuse effectuée par le logiciel identifie les éventuelles erreurs de conception.



efforts exercés sur l'*arbre à came* (flèches minces: forces, flèche épaisse: moment)

2. INSTALLATION / PROTECTION DU LOGICIEL

2.1 Système de protection du logiciel

2.1.1 Préambule

L'utilisation du logiciel MECAmaster sans son système de protection, ou porter atteinte au fonctionnement du système de protection du logiciel est une violation des droits d'usage concédés à l'achat du logiciel.

2.1.2 Description du système de protection du logiciel

MECAmaster est protégé par un Dongle de Marque Sentinel HASP de la société Safenet inc.

ATTENTION :

**Le système de protection a évolué depuis la version 7.2 de MECAmaster SARL.
MECAmaster V7.2 n'est pas compatible avec la protection utilisée pour les versions précédentes.**

Si vous êtes déjà équipé de MECAmaster sur une version inférieure (7.1 et moins), il faut procéder au remplacement de votre clé autonome par une nouvelle et procéder à une nouvelle installation complète (système de protection + MECAmaster) après avoir désinstallé votre ancienne version de MECAmaster.

Le système de protection se compose d'une partie « Soft » à installer (driver et gestionnaire de licence qui fonctionne en service) et d'une partie « Hard » (Dongle à connecter).

2.1.2.1 Dongles autonomes compatibles avec MECAmaster V7.3

Le type de Dongle compatible avec MECAmaster V7.3 for CATIA V5 est :

→ format USB, couleur verte (Dongle Standard) 

En cas de possession de tout autre Dongle autonome (USB violet, PCMCIA, Parallèle Blanc), merci de prendre contact avec la société MECAmaster SARL.

2.1.2.2 Interface du gestionnaire de licence : Admin Control Center

Une fois le système de protection et le logiciel installé, vous avez accès au gestionnaire de licence via un navigateur web à l'adresse <http://localhost:1947/>.

Une page web s'ouvre alors sur l'interface du gestionnaire de licence MECAmaster :

Admin Control Center Help

Welcome to the Admin Control Center. This application enables you to manage access to software licenses and features, to control detachable licenses, to control sessions, and to diagnose problems.

Note: You can select the language in which Admin Control Center is displayed by clicking the country flag appropriate to the required language, which is displayed at the bottom of the Options pane. To view all available languages, or to download other language packs, click the [Blue Languages link](#).

The Admin Control Center enables you to monitor the following:

- All the Sentinel protection keys that are currently available on the network server, including their identity, type, and location
- The number of users currently logged in to a protection key, and the maximum number of users allowed to be simultaneously logged into that specific key
- The features to which each protection key allows access, and any restrictions that apply to the feature
- The users who are currently logged into a specific protection key, including detailed login information

You can perform actions such as:

- Unsharing a license from the network and attaching it to your machine or a different recipient machine
- Canceling a detachable license prematurely
- Installing an update to a license

Sélectionnez ensuite dans le menu à gauche « Sentinel Keys » pour identifier les différentes clés HASP connectées à votre machine :

#	Location	Vendor	Key ID	Key Type	Configuration	Version	Sessions	Actions
1	Local	49584	200655793	HASP HL Max	-	3.25	-	[Products] [Features] [Sessions] [Blink]

ID de l'éditeur
(MECAmaster :
49584)

↑

ID de la clé

Type de clé

↑

Session
MECAmaster en
cours sur la clé

↑

Version de
firmware

Si MECAmaster est en cours d'utilisation sur la machine, un nombre sera inscrit dans la cellule « Sessions », sinon il restera vierge.

2.1.2.3 Informations Annexes à propos de la protection

MECAmaster s'indexe sur l'heure affichée par le gestionnaire de licence. **Attention à ce que tous les PCs utilisant ou susceptibles d'utiliser la même clé MECAmaster soient bien synchrones.**

Tout recul de la date (ou connexion sur un PC affichant une date plus ancienne) bloquera l'utilisation de la licence.

Toute avancée de la date (ou connexion sur un PC affichant une date plus récente) diminuera d'autant de jours la durée de vie de la licence de manière définitive.

2.1.3 Date de validité de la licence, update annuel

2.1.3.1 Principe

La clé de licence MECAmaster (Dongle) stocke une date limite de fonctionnement, renouvelée annuellement (que la licence soit sous maintenance ou non).

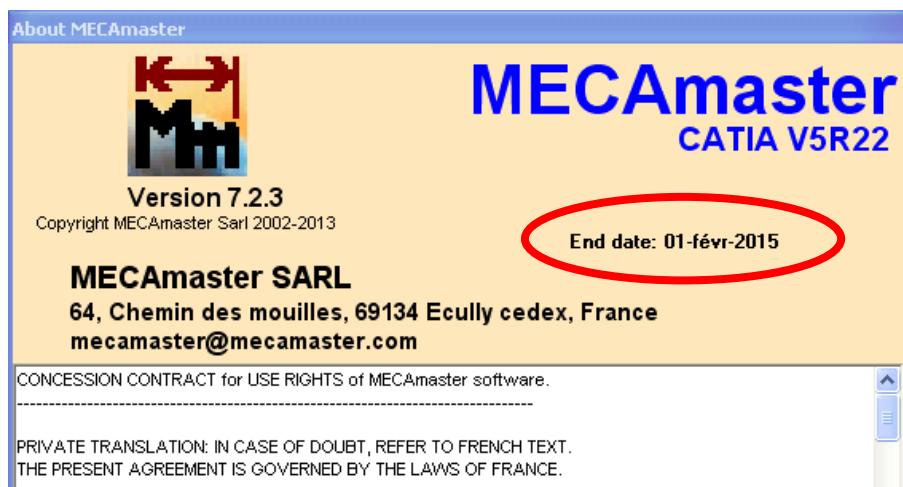
Un contrôle est effectué sur la date de validité lors du lancement de l'application pour autoriser, ou non, son utilisation.

2.1.3.2 Interrogation de la date limite d'utilisation des licences

2.1.3.2.1 Fonctionnement Général – via la barre d'outil MECAmaster

Le contrôle de la date limite de fonctionnement des licences se fait par l'application MECAmaster elle-même. La procédure est la suivante :

- lancer MECAmaster
(RAPPEL : pour pouvoir lancer l'application MECAmaster, il est nécessaire d'avoir au préalable lancé CATIA V5, de se placer dans l'atelier Assembly Design et d'avoir un produit (CATProduct qui peut être vide) ouvert en enregistré sur le disque)
- Accéder à la commande « About MECAmaster » via le menu « Help » de la barre d'outil MECAmaster. La date limite de fonctionnement (**End Date**) apparaîtra parmi d'autres informations dans la fenêtre pop-up.



2.1.3.2.2 Fonctionnement Général simplifié – via fichier log de lancement

L'accès à la date limite de fonctionnement des licences peut également se faire via le fichier « mm-catia.log » (fichier log de lancement de l'application MECAmaster) :

- lancer MECAmaster (même sans avoir lancé CATIA V5)

(le cas échéant MECAmaster retournera un message d'abandon du lancement si aucune étude n'est ouverte sur la machine ou en l'absence de CATIA V5)

- ouvrir le fichier « mm-catia.log » créé dans le répertoire de travail de l'application.
(Le répertoire de travail de l'application est défini par le champ « Démarrer dans » des propriétés Windows du raccourci de lancement, initialisé par défaut au répertoire d'installation de l'application)
- la date limite de fonctionnement des licences apparaîtra en 10^{ème} critère du fichier :
“Launching MECAmaster -- 02/10/2013 14:33:46
-[Work Directory] Writable Test
-[Work Directory] Writable Test OK
-Reading meca_m.ini
-meca_m.ini OK
-menu OK
-init_crieria OK
-1st Catia Test
-1st Catia Test OK
-End date: 01-févr-2015 Index: 02
-2nd Catia Test
- ”

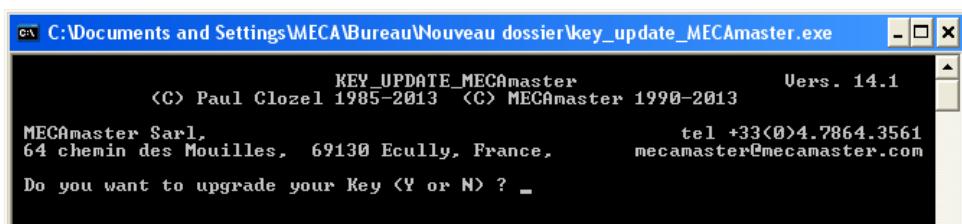
Remarque :

- ➔ Cette procédure fonctionnera même en l'absence de CATIA V5 installé sur la machine.

2.1.3.3 Renouvellement des clés de licences

MECAmaster fournira à ses clients au moins un mois en anticipation de l'expiration de la date limite un utilitaire de reprogrammation sous la forme d'un fichier exécutable (Le cas contraire, contacter la société via l'adresse support@mecamaster.com pour le demander). Procédure :

1. Connectez-vous sur une machine ayant accès à la licence MECAmaster (vous pouvez le vérifier via l'Admin Control Center, votre Dongle doit être visible)
2. Exécutez le fichier « key_update_MECAmaster.exe » fournit par MECAmaster SARL sur cette machine. Une fenêtre DOS va s'afficher.



3. Suivez alors les instructions (ie tapez « y » puis « entrée » pour lancer la procédure de renouvellement.

Une fois la procédure terminée, MECAmaster vous en affichera le résultat dans la fenêtre. Vous devriez, notamment, y voir la nouvelle date limite de fonctionnement des licences.

License_End:20150201

2.1.4 Procédure exceptionnelle de reprogrammation de la licence en cas de dysfonctionnement

En cas d'incident sur votre clé de licence, le support MECAmaster (support@mecamaster.com) peut vous demander de procéder à une reprogrammation de votre licence. La procédure, qui vous sera rappelée en cas de besoin est la suivante :

1. Récupération du fichier d'identification de la clé
 - a. Téléchargez l'exécutable « MECAmaster_RUS_Key_Update » :
http://www.mecamaster.com/new/DOWNLOAD/indus/files/MECAmaster_RUS_KEY_update.zip
 - b. Assurez-vous que votre Dongle est connecté ET visible par l'Admin Control Center
 - c. Executez le « MECAmaster_RUS_Key_Update »
 - d. Dans l'onglet « Collect Key Status Information » cliquez sur « Collect Informations » pour générer un fichier c2v
 - e. Envoyez ce fichier (préalablement zippé) au support MECAmaster
2. Reprogrammation de la clé
 - a. En retour, le support vous expédiera après traitement un email contenant un fichier v2c
 - b. Connectez-vous à l'Admin Control Center et assurez vous que votre Dongle est bien visible
 - c. Dans le menu de gauche, cliquez sur « Update / Attach »
 - d. Importez le fichier v2c fourni

ATTENTION : Cette procédure tout à fait exceptionnelle n'est à exécuter que sur demande du support MECAmaster. Elle n'est jamais nécessaire dans le cadre d'un fonctionnement normal de l'application.

2.2 Installation de MECAmaster V7.3.0

2.2.1 Installation du système de protection

1. Assurez-vous tout d'abord de ne pas connecter le Dongle au PC
2. Vérifier via le Panneau de Configuration Windows (Ajout/Suppression de Programmes) qu'aucun ancien drivers HASP n'est installé. Si c'est le cas, désinstallez le avant de poursuivre.
3. A partir du CD d'installation, lancez HASPUserSetup.exe à partir d'un compte administrateur et suivre les instructions.
ATTENTION : cette étape peut prendre quelques minutes, **notamment quand la barre de progression est en fin de course !**
4. Redémarrez le PC si demandé
5. Connectez le Dongle USB (vert) au PC. Il doit être reconnu par windows, puis installé. Une fois terminé, une diode va s'allumer sur le Dongle USB
6. l'installation du système de protection est terminée, vous pouvez contrôler dans l'Admin Control Center que votre Dongle est reconnu et disponible.

2.2.2 Installation de MECAmaster V7.3 for CATIA V5

Une fois l'installation du système de protection terminée, vous pouvez installer le logiciel MECAmaster.

1. Installation de l'application :
A partir du CD d'installation, lancez MECAmaster_7-3-X_for_Catia_V5.exe à partir d'un compte administrateur et suivre les instructions. L'utilisateur doit avoir les droits de lecture dans le répertoire d'installation.
2. Configurer Modele Analyser pour votre Environnement
Modele Analyser V1.2 (MMA.exe, installé par défaut à l'étape 1) est compatible avec Microsoft Excel 2010 et Microsoft Excel 2013 seulement.
Pour toute release d'Excel allant de 2002 à 2007, il faudra utiliser Modele Analyser V1.1. Dans ce cas :
 - Renommez dans le répertoire d'installation le fichier MMA_V1.1.exe en MMA.exe en remplacement de l'existant*Remarque : MMA V1.1 est également compatible avec Excel 2010 si vous souhaitez conserver l'utilisation de cette version de l'application sur Excel 2010.*

3. Langue des messages de la fenêtre information

Pour définir la langue des messages dans la fenêtre information, renommer meca_m70_EN.dll (pour l'anglais) ou meca_m70_FR.dll (pour le français) en meca_m70.dll. **Le langage par défaut est l'anglais.**

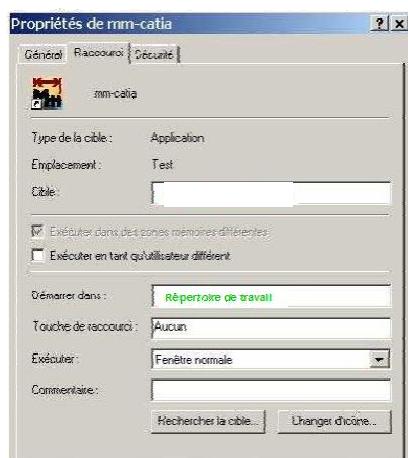
4. Assurer les échanges avec CATIA V5 sur les installations multiples

Dans les environnements où plusieurs versions de CATIA V5 peuvent être installées sur les machines :

- Trouver sur le disque le chemin d'accès au fichier exécutable de lancement **de la version utilisée** de CATIA V5 (CNEXT.EXE)
- Lancer la commande: "**CNEXT -regserver**" dans ce répertoire à partir d'un compte administrateur via les commandes MS-DOS

5. Créer/Modifier le raccourci de lancement MECAmaster

- éditer la fenêtre propriétés du raccourci de lancement MECAmaster :



Définir en **répertoire de travail** (champ démarrer dans du raccourci) un répertoire dans lequel **l'utilisateur de MECAmaster a les droits complets** (lecture/écriture/...)

A défaut de répertoire de travail défini ici, ou en n'utilisant aucun raccourci de lancement, le répertoire de travail sera le répertoire de l'application.

6. Créer/Modifier le raccourci de lancement de Modele Analyser (uniquement pour V1.2)

Même procédure que le point 5, avec le même répertoire de travail.

7. Configurer le fichier de standards

Copier le fichier de standards de tolérance « meca_m.par » (soit du répertoire d'installation pour un fichier vierge, soit celui déjà utilisé par l'entreprise) vers le **répertoire de travail** de MECAmaster.

8. Fonctionnement dans un PLM VPM / ENOVIA

Pour un fonctionnement avec un environnement PLM, l'exécutable MECAmaster doit être lancé avec les arguments suivants :

- « **-ENOVIA** » pour un fonctionnement avec ENOVIA V5
- « **-VPM** » pour un fonctionnement avec VPM V4.
- Nous contacter pour tout autre environnement, ou définir l'argument par défaut « **-ENOVIA** »

Cet argument peut directement ajouter à la cible dans le raccourci de lancement. Par exemple, pour un fonctionnement avec CATIA V5 R20 dans un environnement ENOVIA V5, la cible du raccourci de lancement sera :

"Répertoire d'installation\mm-cat20.exe" -ENOVIA

NB : Un message dans la fenêtre de lancement de l'application (Enovia Enabled / VPM Enabled) apparaîtra suivant le mode en cours.

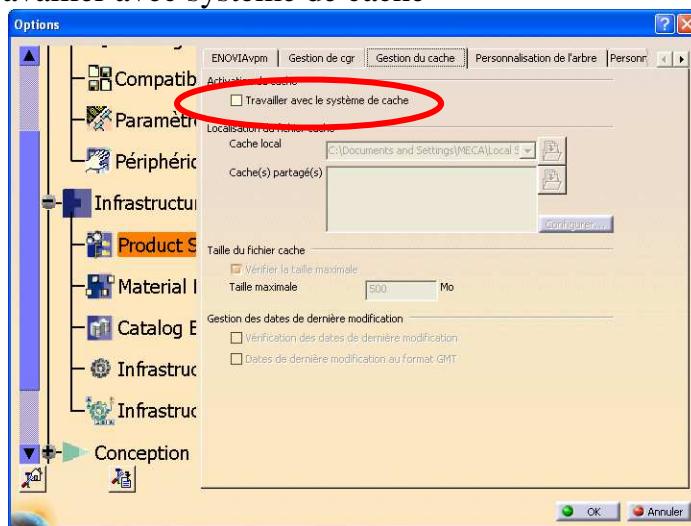
Si vous souhaitez paramétriser les options de l'application dès son premier lancement, vous pouvez manuellement écrire les fichiers de configurations mm-catia.ini et/ou mma.ini (voir paragraphes 10 et Annexe MMA). Sinon ils seront écrits par l'application en fonction des settings MECAmaster choisis par l'utilisateur.

2.2.3 Settings CATIA V5 nécessaires au fonctionnement de MECAmaster

MECAmaster nécessite le paramétrage de certains settings de CATIA V5 pour son fonctionnement. (Les settings de CATIA par défaut sont suffisants) :

- **gestion du modèle par cache inactivée**

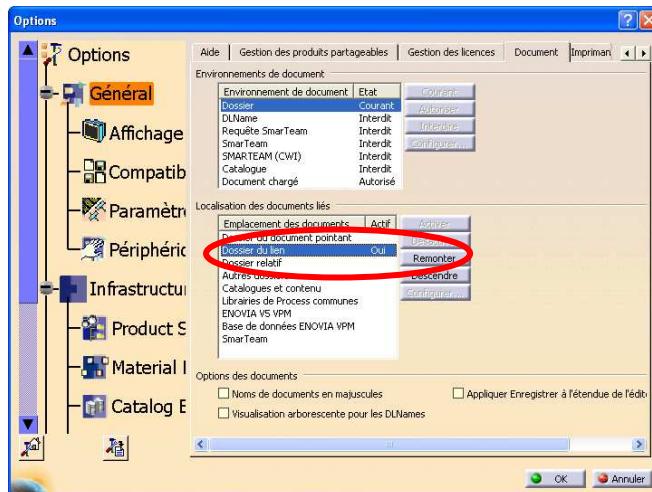
Outils/Options/Infrastructure/Product Structure/Gestion du cache :
Décocher « Travailler avec système de cache »



- **gestion des documents liés : « Dossier du lien » doit au moins être autorisé**

Outils/Options/General/Document :

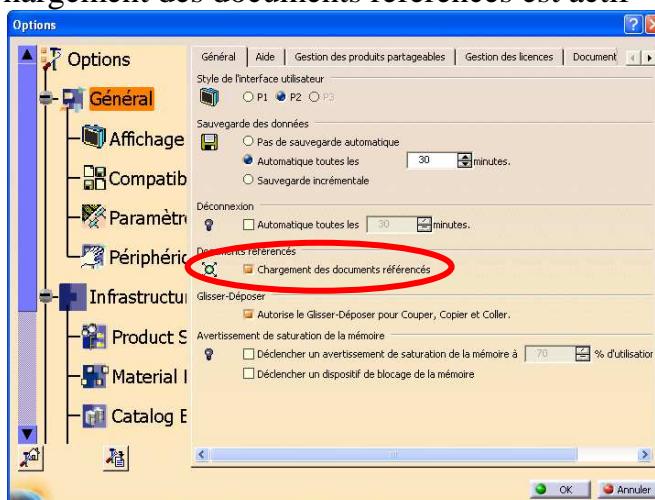
Vérifier que Dossier du Lien (au moins) soit actif



- charger les documents référencés doit être activé

Outils/Options/General/General/

Vérifier que chargement des documents référencés est actif



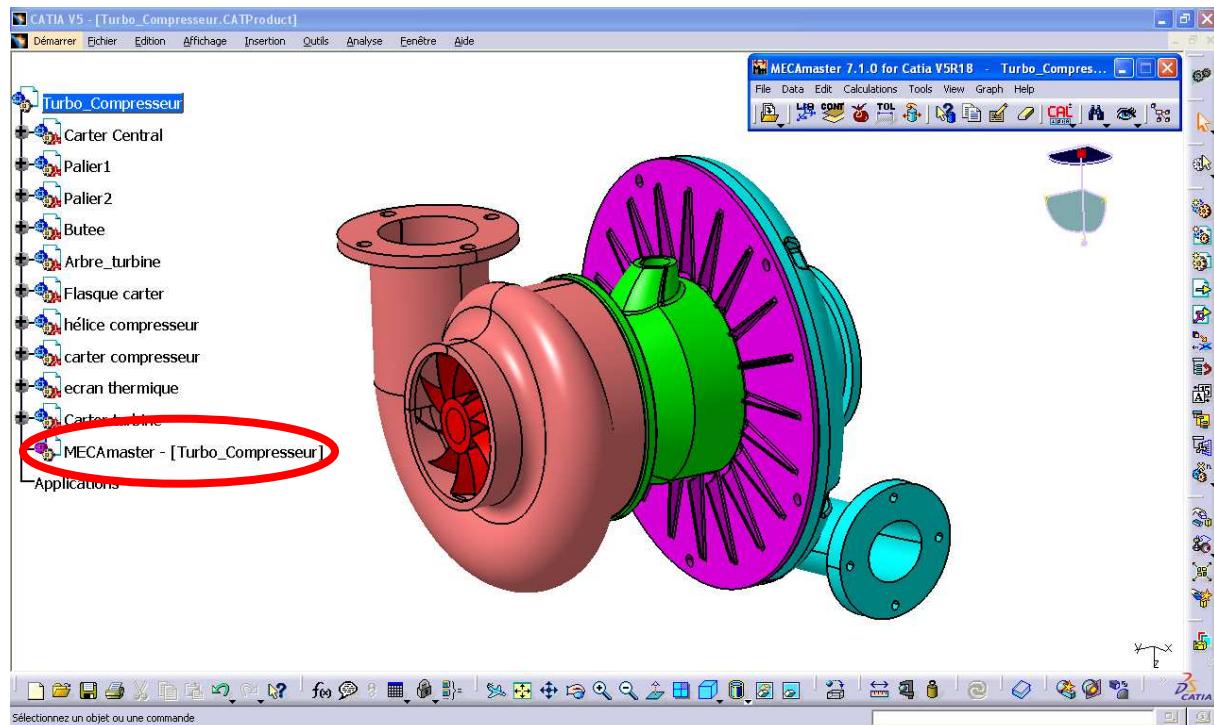
2.3 Problèmes à l'installation

Voir Paragraphe « En cas de difficultés » pour les problèmes les plus fréquents rencontrés à l'utilisation de MECAmaster.

En cas de problème à l'installation ou de fonctionnement non conforme du logiciel, contacter le support MECAmaster à l'adresse suivante support@mecamaster.com. ou contactez directement la société MECAmaster SARL.

3. GESTION DES DONNEES

3.1 Gestion des Données MECAmaster dans CATIA V5



MECAmster crée automatiquement lors du premier lancement de l'application dans un produit CATIA V5 un sous produit nommé "MECAmster – [nom du produit Global]". Toutes les données, c'est à dire liaisons, efforts, cotes conditions, ... , seront stockées dans cet élément.

A la réouverture d'une étude existante (donc avec un CATProduct MECAmster), MECAmster se reconnectera uniquement au produit existant pour poursuivre la définition du modèle.

Ainsi, dès lors que ce fichier CATProduct est créé, toutes les informations MECAmster sont contenues ET sauvegardées avec le produit CATIA global sous forme d'un fichier.

Ce fichier peut être enregistré, ou bien en local, ou bien dans un environnement PLM dès l'instant où cet environnement permet la sauvegarde et la récupération du CATProduct des données MECAmster associée à la sauvegarde et la récupération du CATProduct global de l'assemblage.

3.2 Fichiers mm lingage XXX [YYY].CATShape

A chaque produit MECAmaster est associé un certain nombre de fichiers « mm_linkage » (au maximum 20). Ces fichiers sont les formes de référence de chaque type de donnée utilisée dans le modèle MECAmaster et sont des fichiers temporaires.

Au chargement de l'application, MECAmaster les recréera dans le répertoire défini s'ils n'y sont pas.

Il n'est donc pas nécessaire de les sauvegarder systématiquement. Néanmoins, il est possible de spécifier via les options du logiciel dans quel répertoire stocker ces éléments (voir Options).

Remarque : Si l'utilisateur ouvre une étude MECAmaster dans laquelle les fichiers « mm_linkage » ont été supprimés ou sont inaccessibles, il ne verra apparaître graphiquement aucune donnée à l'écran. **Les données seront par contre bien présentes dans l'arbre avec toutes leurs caractéristiques.**

Le lancement de l'application MECAmaster régénérera ces CATShapes et donc la visualisation graphique des données par leur forme représentative.

3.3 Fonctionnement avec un environnement PLM

MECAmaster est aujourd'hui compatible avec certains environnements PLM, dès l'instant où ces environnements permettent la sauvegarde et la récupération du CATProduct des données MECAmaster associée à la sauvegarde et la récupération du CATProduct global de l'assemblage.

Pour assurer la détection de données issue d'environnement PLM (et donc non sauvegardées sur un disque local ou réseau), MECAmaster devra être exécuté dans un mode particulier.

Pour utiliser MECAmaster dans ce mode, il sera nécessaire de lancer l'exécutable MECAmaster avec les arguments suivants (par exemple pour CATIA V5 R20)

- mm-cat20.exe **-VPM** pour une compatibilité avec VPM
- mm-cat20.exe **-ENOVIA** pour une compatibilité avec ENOVIA V5

Pour tout autre environnement, utiliser également l'argument **-ENOVIA** ou contacter la société MECAmaster SARL.

3.4 Fichier autonome MECAmaster : « m_m »

La sauvegarde du modèle MECAmaster sous forme d'un fichier texte autonome est toujours disponible. Ce fichier contient l'ensemble des informations relatives au modèle MECAmaster, mais par contre aucune des informations apportées par l'intégration CATIA V5 :

- géométries CATIA V5
- lien à la géométrie via contraintes d'assemblage

- lien aux annotations FTA
- lien vers paramètres numériques CATIA V5
- lien vers base de tolérances
- ...

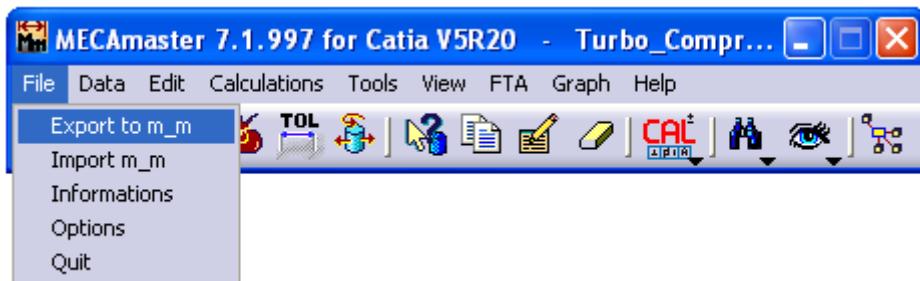
Il est donc une « image » ponctuelle complète et morte du modèle MECAmaster. Les positions des données et toutes les valeurs numériques seront figées au moment de l'export. Il permettra à tout moment de restituer l'intégralité des résultats qui étaient accessibles en effort et en tolérance au moment de l'export.

Ce fichier, très léger, peut donc constituer un archivage mort d'une étude MECAmaster à un jalon particulier.

Toutes les versions de MECAmaster assurent une compatibilité ascendante de relecture d'un fichier autonome m_m.

3.4.1 Génération d'un fichier MECAmaster autonome m_m

A tout moment, à partir d'une étude courante, l'utilisateur à la possibilité d'exporter les données actives de son modèle MECAmaster sous forme d'un fichier texte m_m par la commande « Export to m_m » de la barre d'outil :



OU



Le fichier ainsi exporté est un listing texte des liaisons cinématiques et autres données MECAmaster avec leur information de définition :

```

*****
**** DATA number      10 |-----.-.-----|-----.-.-----|-----.-.-----|
Tolerance type ..... POSITIONAL TOLERANCE
    between ..... Arbre_turbine
    and ..... Flasque carter
Positional Toler. name Df
Point for determination          0.000000      -22.227608      0.000000
Direct. of tolerance ..          1.000000      0.000000      0.000000
Precis. of Tolerance ..        0.00000000      0.00000000
!complements !.....
! ls tol inf !..... coax déjà intégrée au groupe
! 2n tol inf !..... coax déjà intégrée au groupe
!   criteria !.....
!     targets !.....          0.0000000      0.3000000      0.0000000
!       path !..... Conditions Fonctionnelles
!     more data !..... groupnam:concentricité arbre_turbine
!     more data !..... groupnam:coax flasque

**** DATA number      11 |-----.-.-----|-----.-.-----|-----.-.-----|
Cylindrical contact ... CYLINDRICAL CONTACT
    between ..... Palier1
    and ..... Carter Central
Contact name ..... C0 Palier 1 / Carter central
Center of contact .....          0.000000      40.000000      0.000000
Direct. of contact ....          0.000000      -1.000000      0.000000
Limit1 .....          0.000000      25.000000      0.000000
Limit2 .....          0.000000      55.000000      0.000000
Precis. of contact ....        0.00000000      0.0122000      0.00000000
Precis. (orient.) ....        -1.00000000      -1.00000000      ~0.0273
!complements !.....
! ls tol inf !..... Simple Datum.1
! 2n tol inf !..... Linear Size.2 (60H7) + Liner Size.2 (60f6)
! 3r tol inf !..... Simple Datum.1
!   criteria !.....
!     path !..... Palier 1$mm$---- CY-Y_C0 Palier 1 _ Carter central

*****
*****

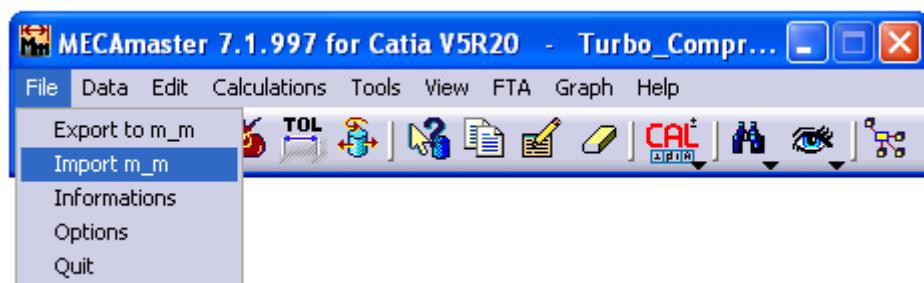
```

ATTENTION : Le filtre Actif/Inactif des données MECAmaster est actif également pour l'import : seules les données actives seront donc exportées. Afin d'éviter les erreurs, il est conseillé de réactiver toutes les données de l'étude avant un export si l'on souhaite enregistrer la totalité du modèle MECAmaster en cours.

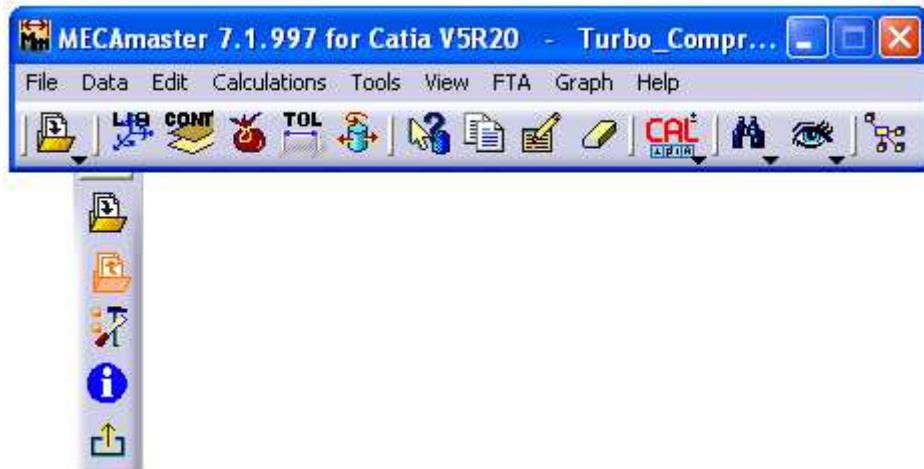
Remarque : il est également possible d'exporter un modèle MECAmaster à partir du menu recherche de MECAmaster. Seules les données respectant alors le/les critères de recherche seront exportées.

3.4.2 Récupération d'un fichier MECAmaster autonome m_m

A tout moment dans une étude vide ou une étude en cours l'utilisateur peut ajouter les données d'un fichier autonome m_m aux données existantes dans CATIA par la commande « Import m_m ».



OU



La concaténation de deux ou plusieurs études MECAmaster en une seule se ferait de la même façon.

3.5 Divers Fichiers résultats de MECAmaster

Il est généralement possible dans les différentes exploitations proposées par le logiciel MECAmaster de sauvegarder des résultats ou bien directement, ou bien sous forme de rapport HTML.

Ces fichiers (ainsi que le graphe VISIO), sont tous déconnectés de MECAmaster et ne nécessitent pas de sauvegarde spécifique outre l'utilisation que pourrait en avoir l'usager dans le cadre de son projet.

Tous ses fichiers pourront être régénérés à tout moment à partir de l'étude CATIA ou du fichier m_m compte tenu des temps de calculs très réduits de l'application MECAmaster. Il n'y a donc aucune préconisation spécifique quant à leur sauvegarde.

4. INTERFACE DE MECAMASTER ASSEMBLY DANS CATIA V5

Pour une description complète de chaque commande, se référer à la documentation HTML de l'interface de MECAmaster Assembly dans CATIA V5 accessible via le menu « help » de la barre d'outil.

4.1 Barre d'outil MECAmaster sous CATIA V5



Les commandes de MECAmaster sont accessibles grâce aux différents menu de la barre d'outil. Néanmoins, les principales et plus utilisées sont également directement accessibles par des icônes.

4.1.1 Fichiers et informations générales sur le modèle :

File

- | | |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Export to m_m | Exporte le modèle au format autonome m_m |
| Import m_m | Importe un fichier autonome m_m dans CATIA V5 |
| Options | Ouvre un panneau de définition des options du logiciel |
| Reload params file | Synchronise la session MECAmaster ouvert avec le fichier de paramètres |
| Partnames list | Importe une liste de nom de pièces (fichier ASCII, une pièce par ligne) |
| Information | Définit les informations générales de l'étude en cours |
| Quit | Quitter l'application MECAmaster |

4.1.2 Crédit de données

Data

- | | |
|------------|-----------------------------------------|
| Linkages | Ajoute une nouvelle liaison au modèle |
| Contacts | Ajoute un nouveau contact au modèle |
| Groups | Ajoute un nouveau groupe au modèle |
| Tolerances | Ajoute une nouvelle tolérance au modèle |

Loads  Ajoute un nouvel effort au modèle

4.1.3 Edition de données

Edit

Data Info	 Affiche les informations d'une donnée
Clone data	 Copie une donnée (par copie des informations de définition)
Edit data	 Modifie une/plusieurs informations d'une donnée
Delete Data	 Supprime une donnée du modèle
Data displacement	Déplace/Duplique une ou plusieurs données selon un vecteur
Rename Part	Renomme dans un groupe de donnée une pièce MECAmaster
Check Current/Backuped positions	Contrôle/Restaure la position des données actuelle par rapport à la dernière position de référence établie / Sauvegarde la position des données actuelle comme nouvelle position de référence
Manage MECAmaster Product	Permute le Produit MECAmaster actif

4.1.4 Calculs

Calculations

Tolerance Calculation	 Lance un calcul de tolérances 3D simple
All Tolerances in All Mm Models	Lance un calcul en concaténant les données de tous les produits MECAmaster trouvés dans l'arbre
Tolerance Simulation	 Lance un calcul de tolérances 3D avec simulation
Loads / Hyperstaticity	 Lance un calcul d'Efforts 3D / Hyperstatismes / Mobilités simple
Loads / Hyperstaticity in All Mm Models	Lance un calcul en concaténant les données de tous les produits MECAmaster trouvés dans l'arbre
Loads Simulation	 Lance un calcul d'Efforts 3D / Hyperstatismes / Mobilités avec simulation

4.1.5 Outils

Tools

Search	 Recherche des données en fonction de leurs informations
Data Inactivate	 Désactive une/plusieurs données
Data Activate	 Active une/plusieurs données
Activate all data	 Active toutes les données présente dans l'étude

4.1.6 Affichage

View

View/hide data	 Affiche / Masque des données
Data colors	 Change la couleurs des données
Restore default colors	 Restaure les couleurs des données par défaut
View/hide data axis	 Affiche / Masque le repère local de chaque donnée
Change data symbols scale	 Change l'échelle d'affichage des données
Hide/show surf symbols	Affiche / Masque la représentation des points limites des contacts
View Groups Data	Liste les données en fonction de leur appartenance à un groupe

4.1.7 Gestion des annotations FTA

FTA

Infos_FTA	Décode une annotation FTA dans une fenêtre
Show FTA Surf	Affiche via couleur rouge les surfaces / annotations FTA liées au modèle
Reset FTA color	Restaure les couleurs par défauts des surfaces / annotations FTA
In which data ?	Affiche dans une fenêtre les données liées à une annotation FTA
List Modif of Lost Fta Links	Contrôle le lien entre le modèle et les annotations FTA pour identifier les modifications et les annotations perdues

4.1.8 Graphe des liaisons

Graph

- Draw graph  Trace un graphe des liaisons dans Microsoft VISIO
- Visio Report Génère un rapport des résultats dans Microsoft VISIO (inactif)

4.1.9 Aide

Help

- MECAmaster help Affiche l'aide HTML détaillée de l'interface
- About MECAmaster

5. DONNEES MECAMASTER

5.1 Données MECAmaster

MECAmaster propose la création de différents types de données dans un modèle (voir synthèse avec représentation normalisée et contribution à l'isostatisme en ANNEXE I du présent document):

- des interfaces entre deux pièces par les menu :
 - o Liaison :
 - Ponctuelle (PO)
 - Linéaire Annulaire (LA)
 - Rotule (BJ)
 - Pivot Glissant (PG)
 - Pivot (PI)
 - Glissière (GL)
 - Linéaire Rectiligne (LR)
 - Appui Plan (AP)
 - Hélicoïdale (HE)
 - Ponctuelle avec Frottement (PF)
 - Encastrement (EN)
 - Arrêt en Rotation (AR)
 - o Contact :
 - Contact Plan (PC)
 - Contact Cylindrique (CY)
 - Contact Disque (DI)
 - Contact Ligne (LI)
- des groupes de données pour appliquer une même tolérance à un paquet de données (uniquement pour le calcul de tolérances 3D) :
 - o Groupes
 - a 1 point (GR)
 - a 2 points (GR)
 - a 4 points (GR)
- des points de mesure (uniquement pour le calcul de tolérances 3D)
 - o Tolérances
 - Tolérance en Position (TP)
 - Tolérance en orientation (TO)
- des efforts (uniquement pour le calcul d'efforts)
 - o Efforts
 - Force (FO)
 - Couple (CO)

Remarque : La liaison Sphérique à Doigt (normalisée) sera disponible dans une prochaine version. Elle peut se définir très simplement par une Rotule et un Arrêt en Rotation.

5.2 Données Liaisons et Contacts

Les données de type Liaison et Contact sont les données de base d'une étude MECAmaster. Elles permettent de constituer l'assemblage dans MECAmaster par la définition cinématique des interfaces entre les pièces de l'étude. En effet, la réalisation des calculs d'effort, de mobilités et d'hyperstatisme mais aussi du calcul de tolérances nécessitent la définition d'un modèle de contacts cinématiques représentatifs des interfaces réelles entre les pièces (voir paragraphes spécifiques à chacune des fonctionnalités).

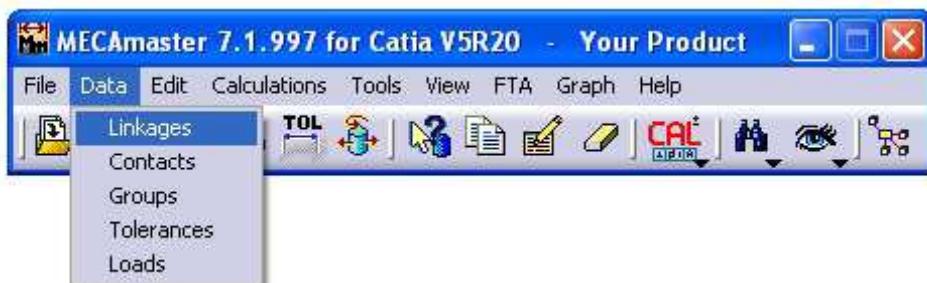
Lorsque l'on hésite sur la nature de la liaison à choisir, la connaissance des efforts qu'encaisse la liaison (comme lorsque l'on traite un problème "à la main") permet de faire le bon choix de liaison (ex: un roulement bloqué axialement supporte des forces axiale et radiale, mais pas de moment: la liaison à choisir est donc une rotule ou une combinaison cinématiquement équivalente type : Linéaire Annulaire + Ponctuelle).

La liaison "normalisée" choisie doit correspondre à la liaison "physique" dans son environnement (ex: un roulement bloqué axialement, que l'on peut modéliser par une Pivot en tant que composant, est modélisable par une Rotule dans un réducteur bien conçu).

Lorsque l'on modélise un problème, il convient de réaliser une modélisation qui soit la plus proche possible de la réalité matérielle 3D. Si le système est hyperstatique ou mobile, MECA master le détectera.

5.2.1 Fenêtre de définition standard d'une liaison

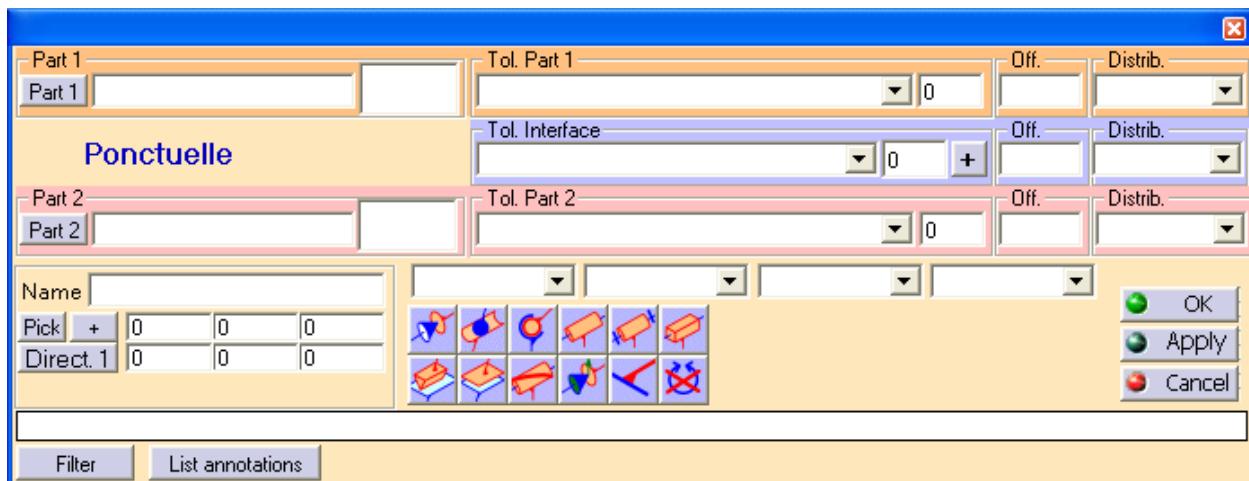
Une nouvelle liaison se crée à l'aide du menu standard de définition d'une liaison accessible par la commande « Data/Linkages » :



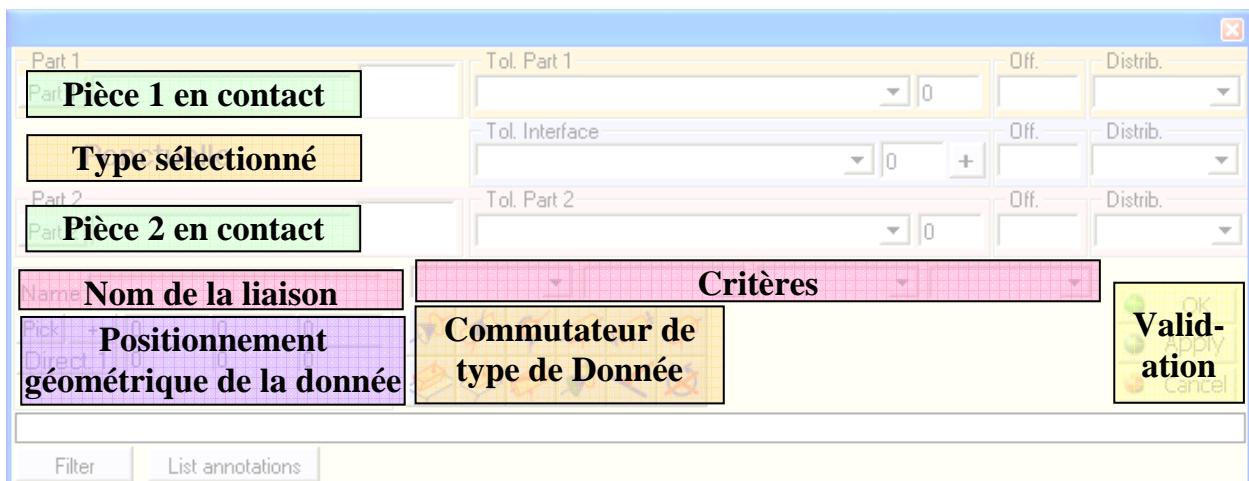
OU



Un panneau général de définition de liaison s'ouvre alors :

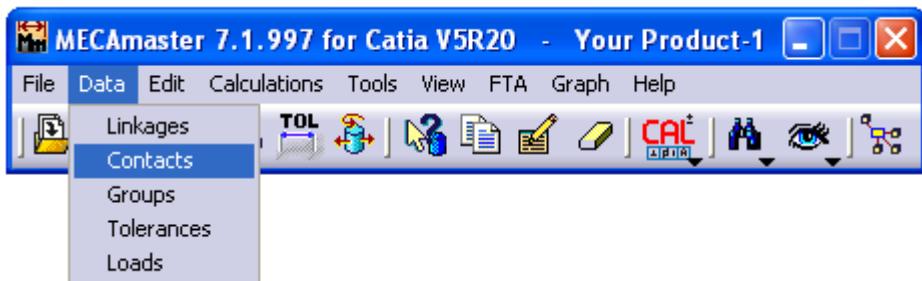


Cette fenêtre permet de créer tous les types de liaison disponibles dans MECAmaster (voir 5.1). Elle regroupe différentes zones dont certaines sont spécifiques au calcul de tolérance. Nous nous intéresserons ici uniquement aux zones de définition générale de la liaison, les spécificités à chaque type de calcul seront abordées dans les paragraphes dédiés.



5.2.2 Fenêtre de définition standard d'un contact

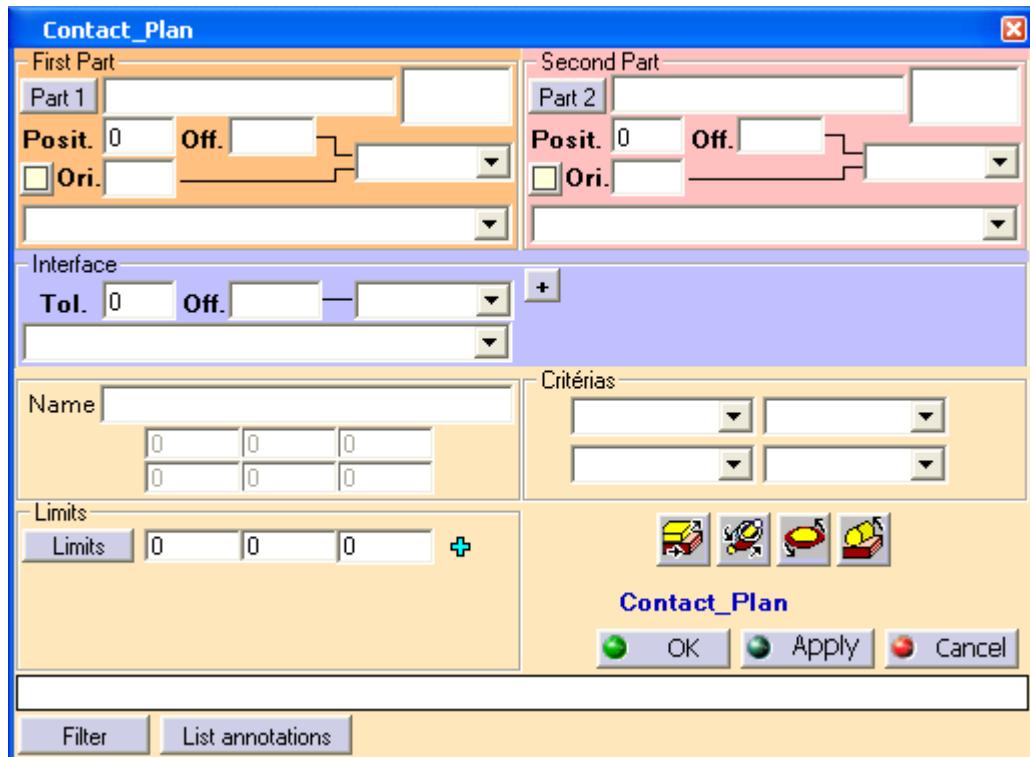
Un nouveau contact se crée à l'aide du menu standard de définition d'un contact accessible par la commande « Data/Contacts » :



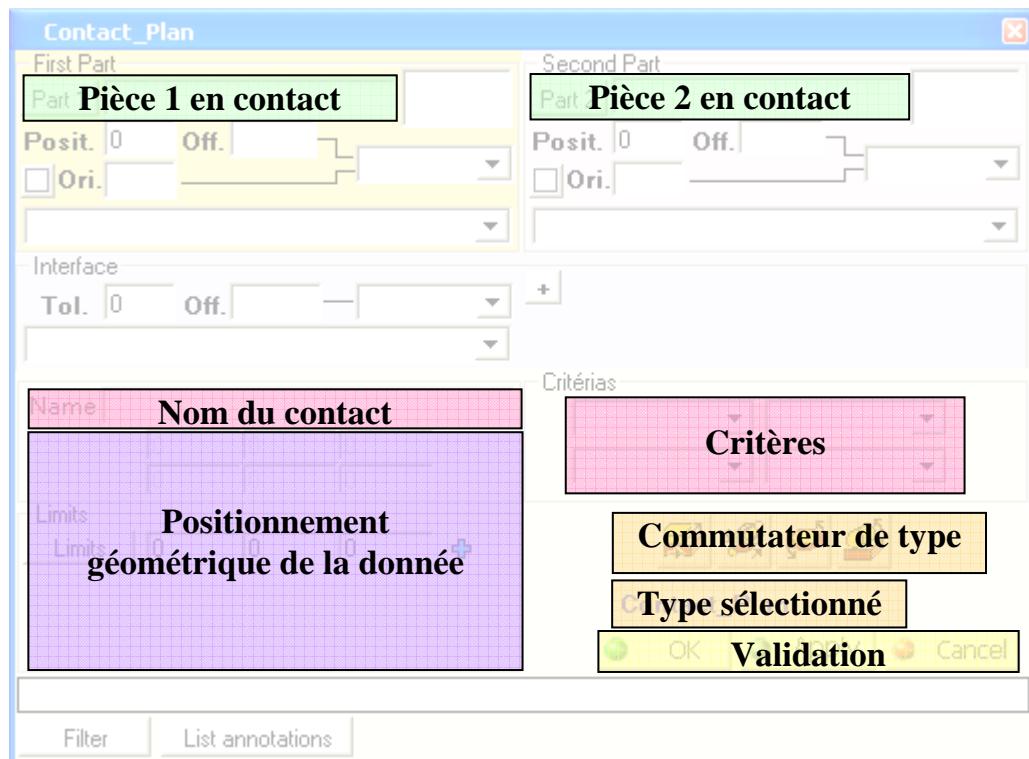
OU



Un panneau général de définition de contact s'ouvre alors :



Cette fenêtre permet de créer tous les types de contact disponibles dans MECAmaster (voir 5.1). Elle regroupe différentes zones dont certaines sont spécifiques au calcul de tolérance. Nous nous intéresserons ici uniquement aux zones de définition générale du contact, les spécificités à chaque type de calcul seront abordées dans les paragraphes dédiés.



5.2.3 Définition de la liaison / du contact

5.2.3.1 Pièces en contact

Une liaison/Contact dans MECAmaster définit une interface cinématique entre deux pièces de l'assemblage. Ces deux pièces apparaissent dans la donnée MECAmaster par leur nom.

Leur définition dans la donnée peut se faire indifféremment :

- en complétant le champ texte Part1 (pour la pièce 1) et/ou Part2 (pour la pièce 2) manuellement
- en sélectionnant une pièce dans le menu déroulant associé au champ texte Part1 (pour la pièce 1) et/ou Part2 (pour la pièce 2)
- par sélection dans CATIA V5 (graphique ou dans l'arbre) via les boutons « Part1 » et « Part2 » (pour sélectionner respectivement la Pièce 1 et la Pièce 2)

Remarques :

- la définition de la Pièce 1 et de la Pièce 2 est nécessaire à la création de la donnée.
- si aucune des deux pièces n'est définie dans la donnée, la sélection du bouton « Part1 » demande successivement la sélection de la Pièce 1 ET de la Pièce 2 de la donnée.
- l'ordre Pièce 1 / Pièce 2 n'a aucune conséquence pour le calcul. Il définit juste un sens positif pour l'exploitation des efforts et la définition de tolérances non centrées.

5.2.3.2 Nom de la liaison

Chaque donnée MECAmaster comporte un champ nom. Ce champ texte, facultatif, se complète manuellement. Il est fortement conseillé de bien dénommer chacune de ses données pour faciliter l'exploitation des modèles, notamment des modèles complexes.

5.2.3.3 Positionnement géométrique de la donnée

Chaque donnée MECAmaster doit être positionnée géométriquement sur l'assemblage par la définition de ces éléments de référence (Point(s), Direction(s)). Ils dépendent du type de donnée en cours de création :

Liaisons (définition normalisée) :

Rotule, Encastrement → un point de centre

Ponctuelle, Linéaire Annulaire, Pivot Glissant, Pivot, Glissière, Appui Plan, Hélicoïdale, arrêt en rotation → un point de centre et une direction

Linéaire rectiligne → un point de centre et deux directions (respectivement direction normale à la ligne de contact et direction de la ligne de contact)

Contacts :

Plan → 3 à 8 points limites définissant au mieux le contour du plan d'appui

Cylindre → 2 centres des extrémités du cylindre de contact

Disque → Centre du disque, Direction normale au disque, Rayon du disque

Ligne → 2 extrémités de la ligne de contact, Direction normale à la ligne de contact

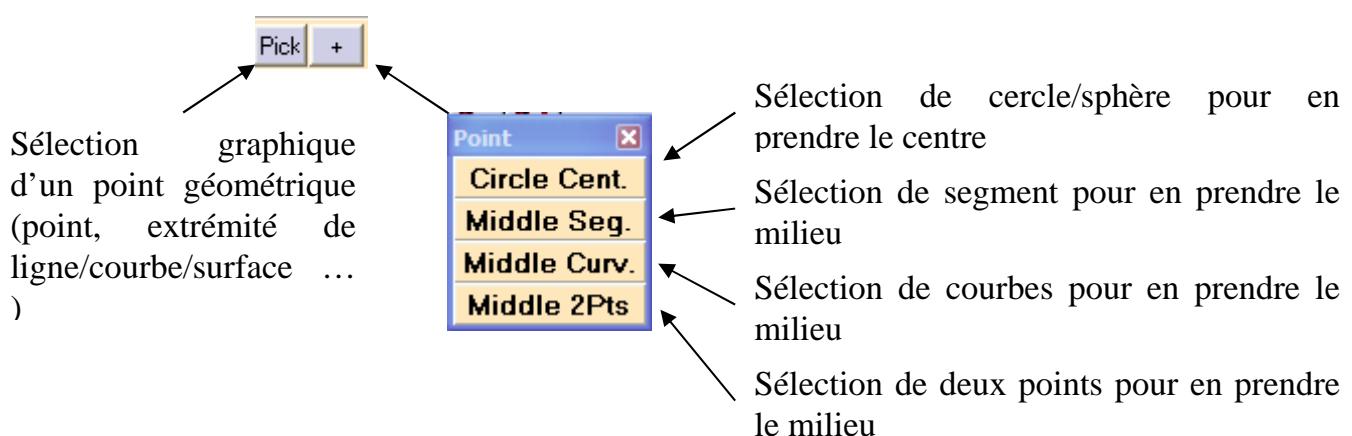
Remarques sur la sélection des éléments de références dans MECAmaster :

Sélection de point dans MECAmaster

Il existe deux modes de sélection de point pour une donnée MECAmaster :

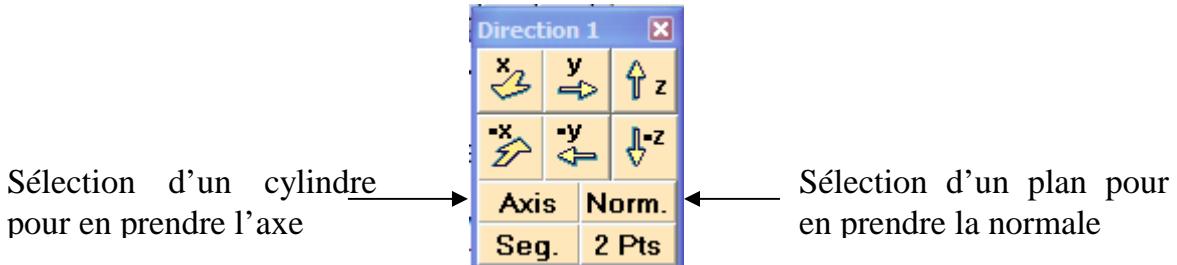
- un mode par sélection graphique d'un point géométrique existant
- un mode par construction élémentaire (point milieu ...)

accessibles respectivement par les boutons « Pick » et « + » :



Sélection de direction dans MECAmaster

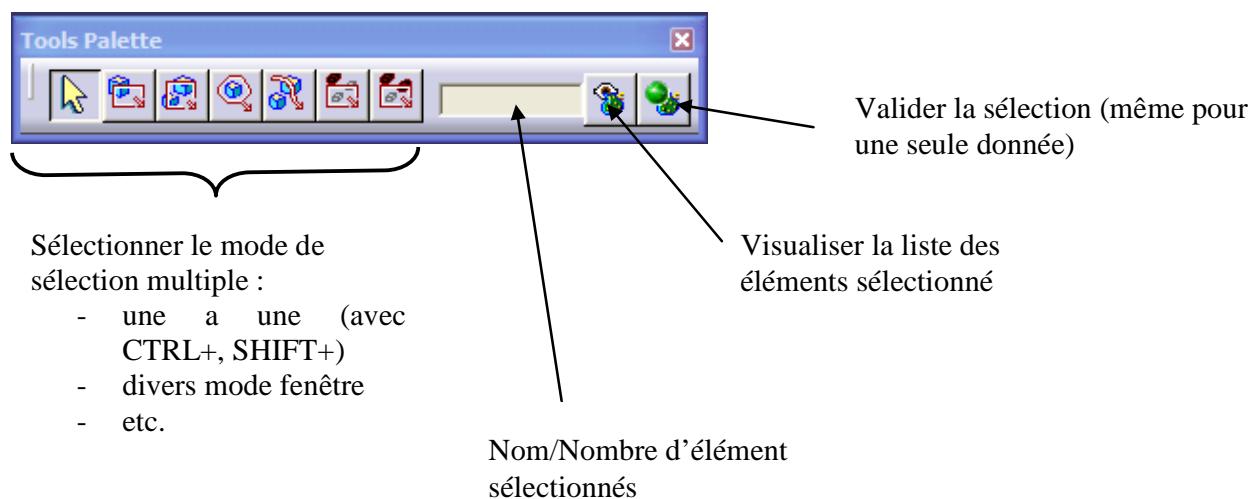
La sélection d'une direction dans MECAmaster (par click sur le bouton « Direct. ») est possible, soit par sélection d'un des axes du repère de l'assemblage, soit par construction géométrique simple :



Le sens de la direction n'a pas d'importance, il définit juste un sens positif pour l'exploitation des efforts et la définition de tolérances non centrées.

Sélection multiple de points (pour les contacts plans) :

Toute commande de sélection où il y a possibilité de sélection multiple (ie pas sur modification, suppression de donnée, ...) fait apparaître un menu de sélection multiple :



Une fois ces éléments de référence sélectionnés, MECAmaster affiche leur coordonnées dans les fenêtres de données. **A noter que MECAmaster ne fait qu'extraire les coordonnées de ces éléments et ne crée en aucun cas un lien vers l'élément géométrique sélectionné sur la maquette CATIA V5.**

Des possibilités d'associativité sont néanmoins possible, voir paragraphe dédié.

5.2.3.4 Critères

Les critères sont des champs de qualification facultatif des données MECAmaster. Ils permettent d'ajouter des informations à ces données pour accéder ensuite à des macros-sélection / exploitation / ... en fonction de leur valeur.

Ces champs textes sont complètement libres. Ils sont définis ou bien manuellement par l'utilisateur, ou bien par la sélection d'un des critères prédéfinis dans la liste déroulante. Cette liste est initialisée dans les options de MECAmaster (voir paragraphe dédié).

5.2.3.5 Commutateur de type de donnée

Le type de la donnée créée est défini par le choix du commutateur correspondant. Le type en cours est rappelé dans la zone « Type sélectionné ».

L'utilisateur peut à tout moment le modifier, la fenêtre se mettra automatiquement à jour.

5.2.3.6 Validation

Pour valider la création :

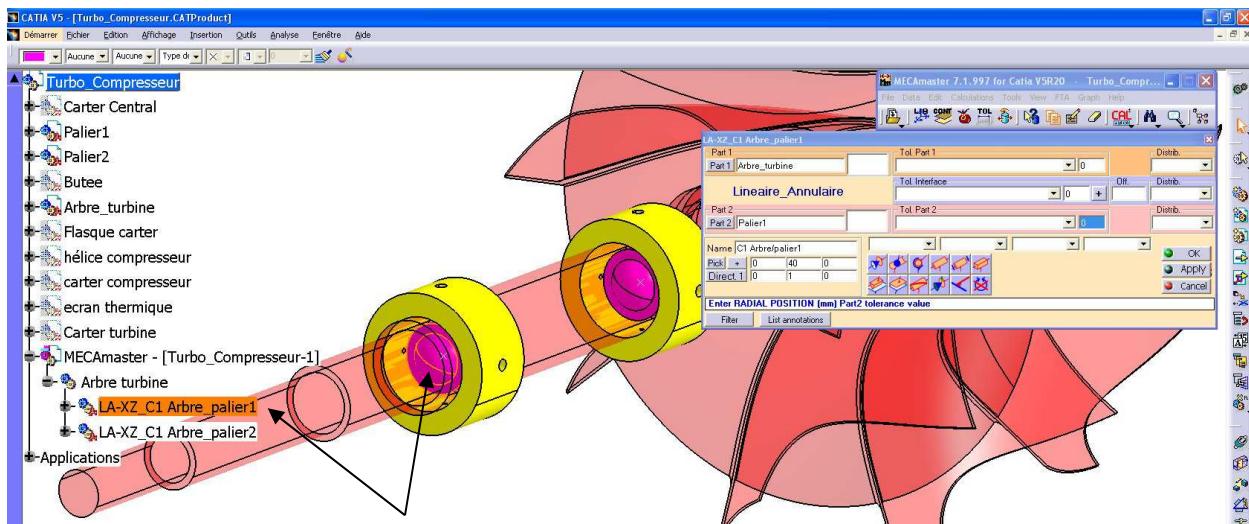
- OK : la donnée est créée
- APPLY : la donnée est créée mais la fenêtre reste ouverte, appliquée à une nouvelle donnée
- CANCEL : Annule la création de la donnée.

Remarque :

Le bouton APPLY permet de créer « en cascade » un grand nombre de Liaisons/Contacts qui ont des similitudes de définition (même Pièce, même centre, ...).

Attention cependant, un clique sur le bouton APPLY puis un autre tout de suite après sur le bouton OK va créer la donnée deux fois de suite. Un message d'avertissement MECAmaster est prévu à cet effet.

Après validation de la donnée, elle est visualisée dans CATIA à l'aide d'un symbole graphique (voir ANNEXE I) et d'un composant dans l'arbre sous le produit MECAmaster.



Linéaire Annulaire d'un arbre de turbine dans un palier

Remarque :

Un contact est représenté par un symbole au centre de la surface, et par plusieurs petits symboles sur son contour pour bien visualiser la surface modélisée.

5.2.4 Différence entre liaisons et contacts

Les contacts sont des cas particuliers de liaisons. Chacun à en effet un équivalent cinématique parmi les liaisons normalisées (c'est à dire bloque les mêmes degrés de libertés / encaissent les mêmes efforts):

Contact Cylindrique	↔	Liaison Pivot Glissant
Contact Plan	↔	Liaison Appui Plan
Contact Disque	↔	Liaison Appui Plan
Contact Ligne	↔	Liaison Linéaire rectiligne

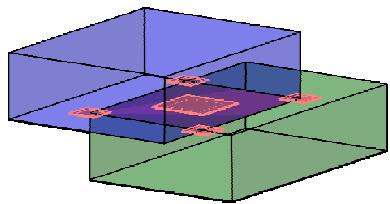
L'apparition des contacts à partir de la version V7.0 de MECAmaster marque une évolution importante dans la modélisation MECAmaster pour l'analyse de tolérances 3D. Ils permettent une représentation de l'interface plus orientée « surface » que les liaisons.

Par exemple, une liaison Appui Plan est définie classiquement par son point de centre, et la direction normale au plan d'appui ce qui est cinématiquement suffisant. Cette définition ne donne par contre aucune indication sur la forme et la dimension du plan d'appui qui interviennent pourtant fortement dans une chaîne de cote, notamment concernant l'influence d'un défaut d'orientation de la surface (Parallélisme, Perpendicularité, ...). La définition d'un contact Plan intègre ces paramètres par la sélection des points limites sur le contour du plan d'appui.

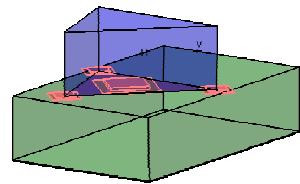
La définition surfacique des interfaces dans MECAmaster via le menu contact permet une définition beaucoup plus fine du tolérancement. **Ils sont donc à prioriser aux liaisons cinématiques équivalentes pour le calcul de tolérance.**

5.2.5 Quelques exemples de cas d'utilisation

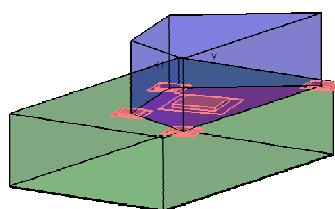
Contact plan



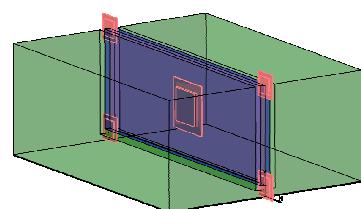
Zone de contact partielle rectangulaire



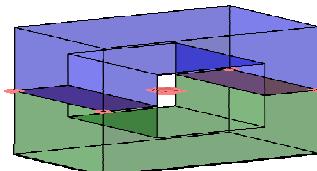
Zone de contact triangulaire



Zone de contact de forme libre

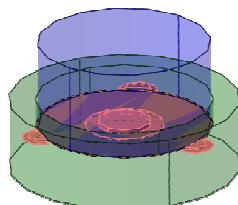


Zone de contact bidirectionnel avec jeu (ex : rainure , ...)

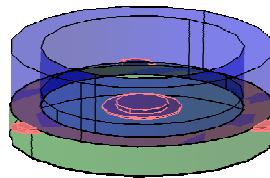


Zone de contact composée de plusieurs plans coplanaires

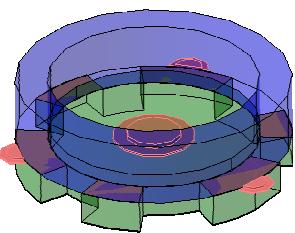
Contact Disque



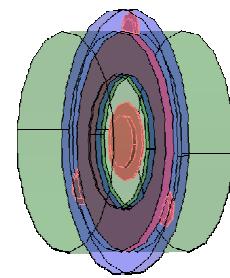
Zone de contact plane circulaire



Zone de contact partielle (couronne)

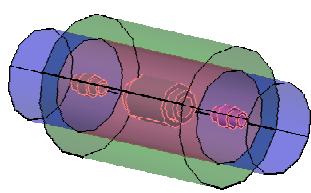


Zone de contact de forme circulaire composée de plusieurs plans coplanaires

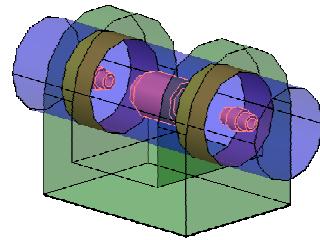


Zone de contact bidirectionnel avec jeu (ex : rainure , ...)

Contact Cylindrique

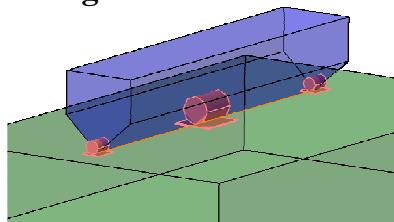


Zone de contact cylindrique

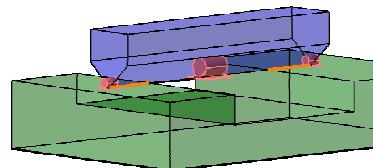


Zone de contact composée de deux cylindres coaxiaux de même diamètre
(exemple : vilebrequin dans Carter)

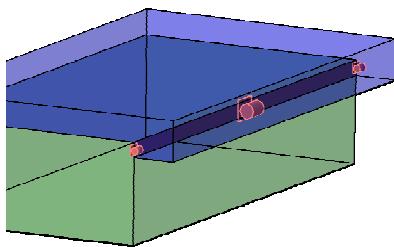
Contact Ligne



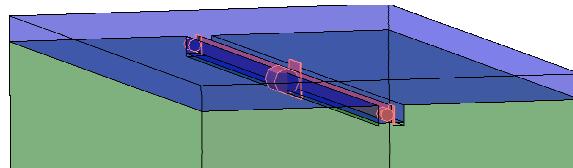
Zone de contact linéaire rectiligne



Ligne de contact composée de plusieurs segments colinéaires

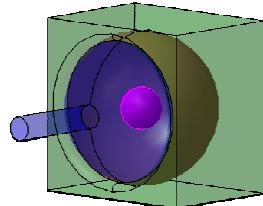


Plan d'appui « secondaire »

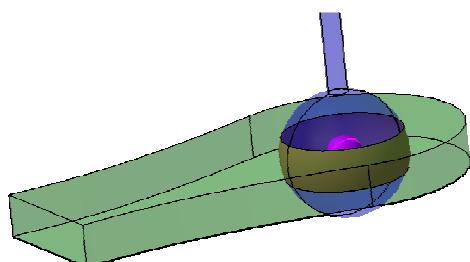


Ligne de contact bidirectionnel avec jeu
(rainure, ...)

Liaison Rotule

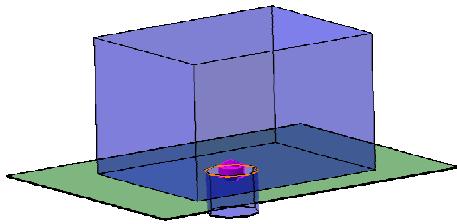


Zone de contact sphérique

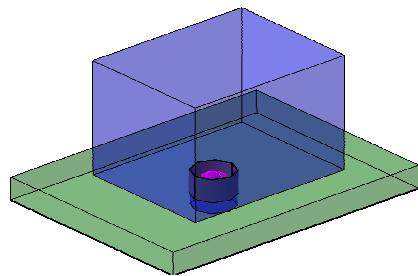


Sphère partielle de contact sphérique

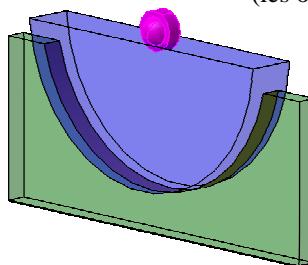
Liaison Linéaire Annulaire



Centrage Circulaire

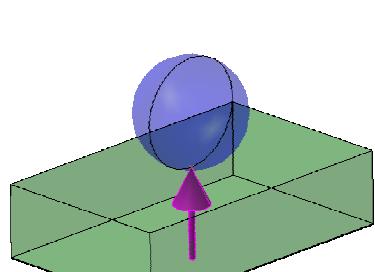


Centrage Cylindrique Court
(les orientations ou rotations de la pièce sont définies par le plan d'appui)

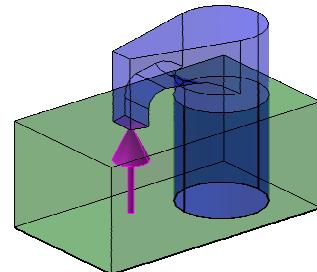


Zone de contact circulaire (ou centrage court) partielle

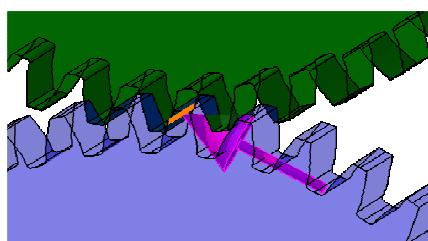
Liaison Ponctuelle



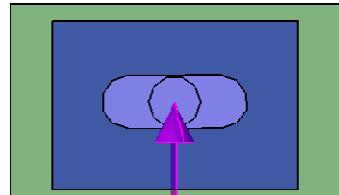
Appui Ponctuel



Contact Plan « local »
qui ne bloque pas de degrés de libertés en orientation
(ici les rotations sont bloquées par le cylindre, pas par le plan)



Contact Ligne « local » qui ne définit pas l'orientation entre les deux pièces (ici les orientations des pignon/roue sont bloquées par leur axe, pas par la denture)



Contact Ponctuel Bidirectionnel
(par exemple dans un trou oblong, une rainure ...)

Et plus généralement tout contact sur une surface gauche sera généralement modélisé par une combinaison de liaisons ponctuelles.

5.3 Données Groupes

Le groupe est entité de MECAmaster différente des liaisons et contacts et utile uniquement au calcul de tolérances 3D. Elle ne crée pas d'isostatisme mais permet de définir une tolérance sur une pièce et de l'appliquer à un groupe de données complètement indépendantes (types, directions, points, ...) dont le seul point commun sera de faire apparaître en Pièce 1 ou en Pièce 2 la pièce tolérancée.

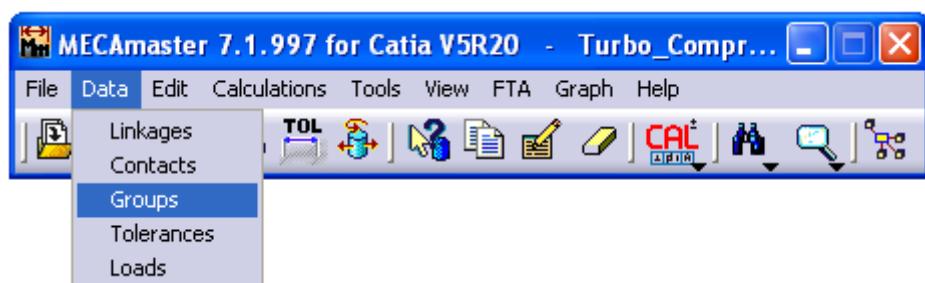
La définition d'un ou plusieurs groupes est donc complémentaire à la modélisation cinématique.

5.3.1 Pourquoi introduire cette fonction groupe ?

Voir paragraphe dédié dans la partie Calcul et Analyse de Tolérances.

5.3.2 Fenêtre de définition standard d'un groupe

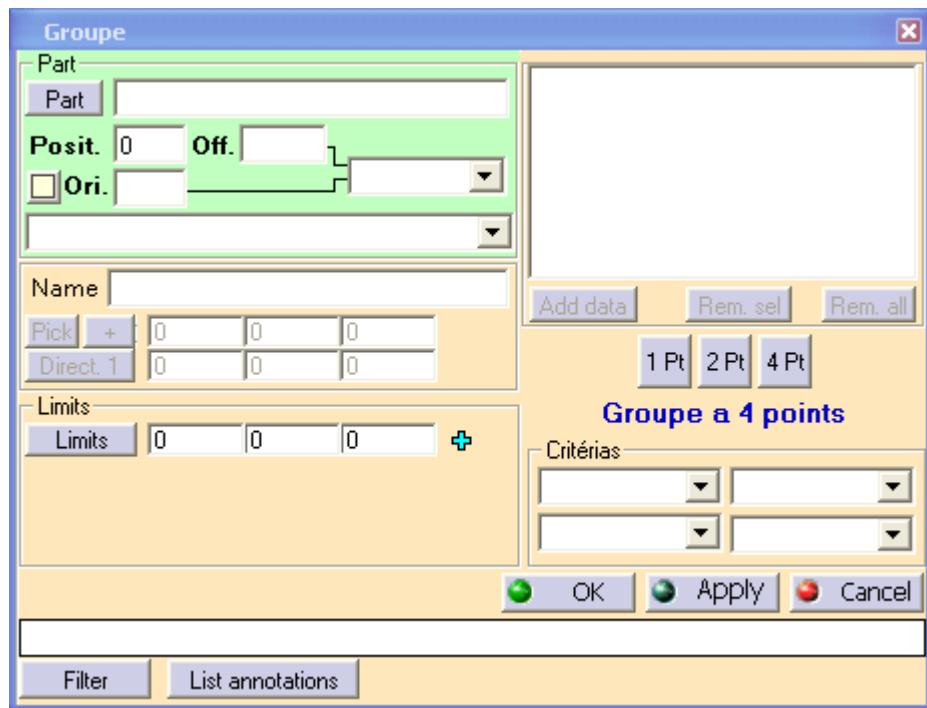
Un nouveau Groupe se crée à l'aide du menu standard de définition d'un groupe accessible par la commande « Data/Groups » :



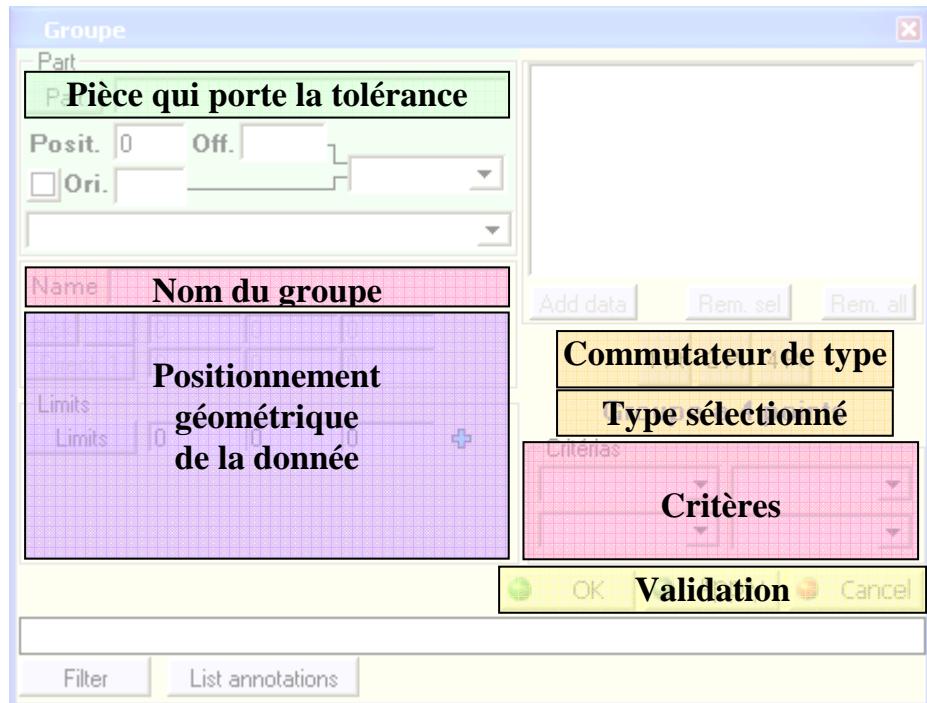
OU



Un panneau général de définition de groupe s'ouvre alors :



Cette fenêtre permet de créer tous les types de groupe disponibles dans MECAmaster (voir 5.1). Elle regroupe différentes zones dont certaines sont spécifiques à la définition des tolérances. Nous nous intéresserons ici uniquement aux zones de définition générale du groupe, les spécificités de la donnée seront abordées ensuite dans les paragraphes dédiés.



5.3.3 Définition d'un Groupe

5.3.3.1 Pièce qui porte la tolérance

Un groupe est une donnée qui permettra d'appliquer une tolérance définie sur une pièce à un « groupe » d'autres données.

Ce champ permet la définition de la pièce sur laquelle est définie la tolérance à grouper. Sa définition peut se faire indifféremment :

- en complétant le champ texte Part manuellement
- en sélectionnant une pièce dans le menu déroulant associé au champ texte Part
- par sélection dans CATIA V5 (graphique ou dans l'arbre) via le bouton « Part »
-

Remarques :

- la définition de la Pièce est nécessaire à la création de la donnée.

5.3.3.2 Nom du Groupe

Chaque donnée MECAmaster comporte un champ nom. Contrairement aux autres données de MECAmaster, **la définition du nom d'un groupe est obligatoire**.

Ce champ texte se complète manuellement.

5.3.3.3 Positionnement géométrique de la donnée

Comportement identique à celui des liaisons/contacts.

5.3.3.4 Critères

Comportement identique à celui des liaisons/contacts.

5.3.3.5 Commutateur de type de donnée

Comportement identique à celui des liaisons/contacts.

5.3.3.6 Validation

Comportement identique à celui des liaisons/contacts.

5.3.4 Quelques exemples de cas d'utilisation

Voir paragraphe dédié dans la partie Calcul et Analyse de Tolérances.

5.4 Données Tolérances

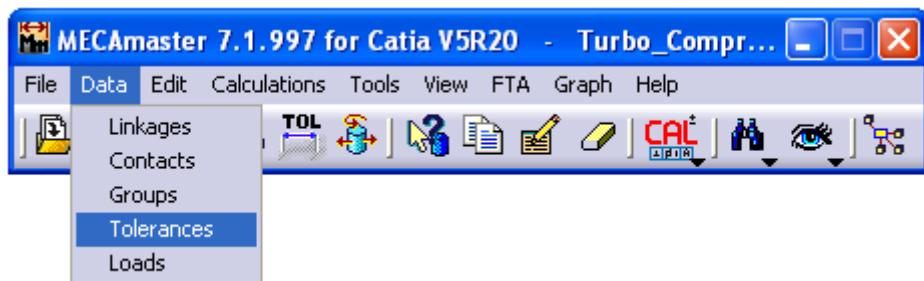
Les données de type Tolérances représentent les points de mesure associés aux exigences fonctionnelles pour une étude de calcul et d'analyse de tolérances 3D. Elles définissent la mesure du déplacement (en position ou en orientation) d'une pièce par rapport à une autre en un point et selon une direction.

A une exigence fonctionnelle peut être associée plusieurs Tolérances, afin de vérifier en plusieurs points sa faisabilité.

L'utilisation de combinaison de contraintes et de calcul avec simulation permettront d'étendre les possibilités de calcul au seul calcul vectoriel (voir paragraphes spécifiques).

5.4.1 Fenêtre de définition standard d'une tolérance

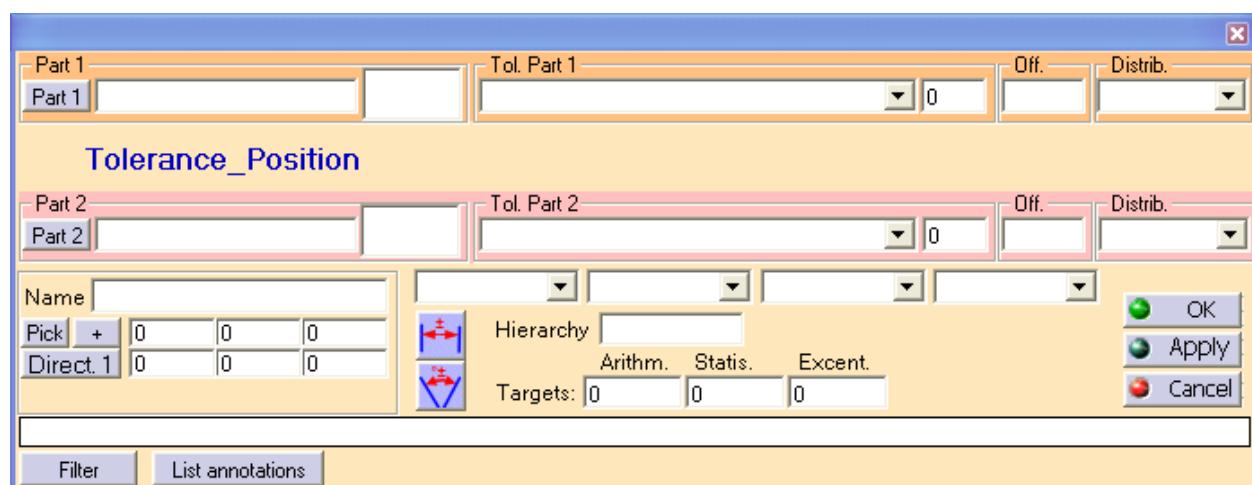
Une nouvelle tolérance se crée à l'aide du menu standard de définition d'une tolérance accessible par la commande « Data/Tolerances » :



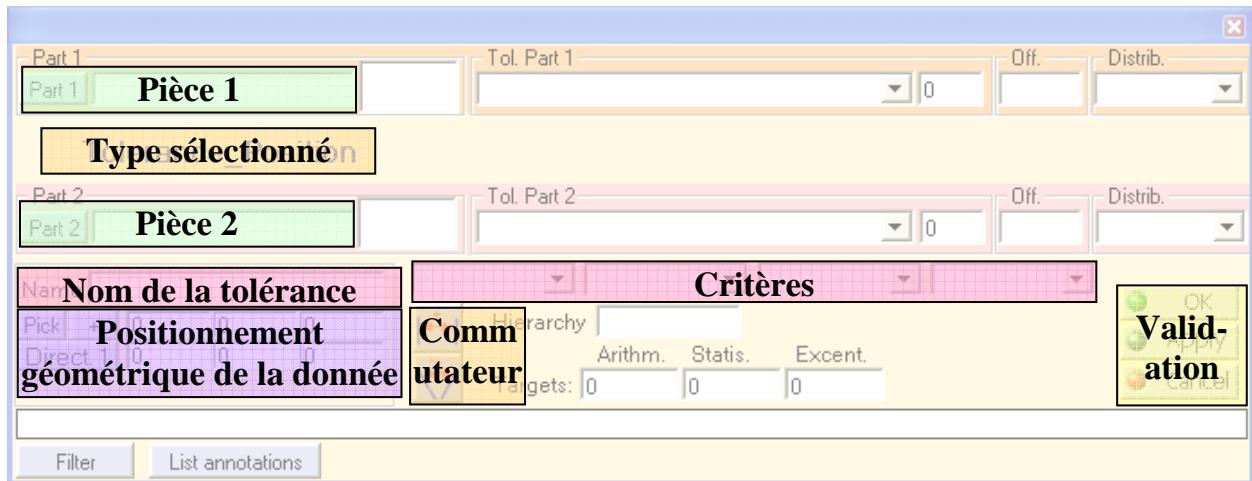
OU



Un panneau général de définition de tolérance s'ouvre alors :



Cette fenêtre permet de créer tous les types de tolérance disponibles dans MECAmaster (voir 5.1). Elle regroupe différentes zones dont certaines sont spécifiques au calcul de tolérance. Nous nous intéresserons ici uniquement aux zones de définition générale de la tolérance, les spécificités seront abordées dans les paragraphes dédiés.



5.4.2 Définition de la Tolérance

5.4.2.1 Pièces

Les pièces définies dans une donnée tolérance représentent les deux pièces entre lesquelles faire le calcul de tolérance 3D. Elles apparaissent dans la donnée MECAmaster par leur nom.

Leur définition est identique à celle des liaisons/contacts.

5.4.2.2 Nom de la Tolérance

Comportement identique à celui des liaisons/contacts.

5.4.2.3 Positionnement géométrique de la donnée

Chaque tolérance MECAmaster doit être positionnée géométriquement sur l'assemblage par la définition de ces éléments de référence (un Point et une Direction). La sélection du point et de la direction est identique à celle décrite pour les liaisons/contacts.

Dans une donnée tolérance en position :

- le point défini le point où faire la mesure de déplacement entre les deux pièces
- la direction représente la direction du calcul

Dans une donnée tolérance en orientation :

- le point n'a pas d'importance, il définit le point où faire le calcul
- la direction représente l'axe du mouvement de rotation dont on souhaite calculer le défaut résultant.

5.4.2.4 Critères

Comportement identique à celui des liaisons/contacts.

5.4.2.5 Commutateur de type de donnée

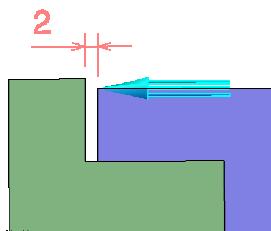
Comportement identique à celui des liaisons/contacts.

5.4.2.6 Validation

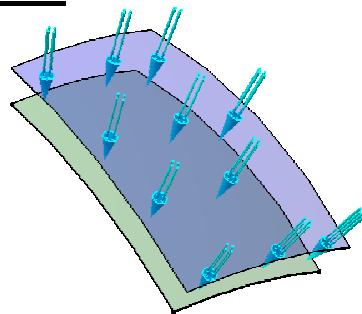
Comportement identique à celui des liaisons/contacts.

5.4.3 Quelques exemples de cas d'utilisation

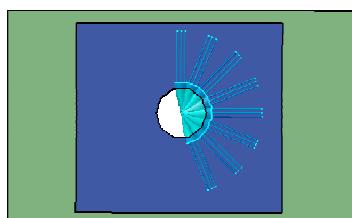
Tolérance en Position



Calcul en Position entre deux pièces

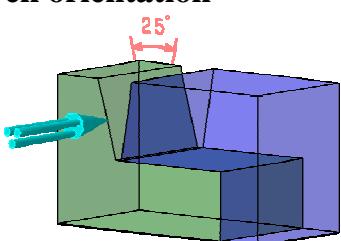


Calcul d'une tolérance entre deux surfaces quelconques

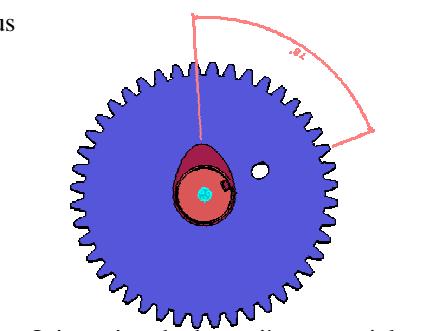


Désaxage entre deux trous

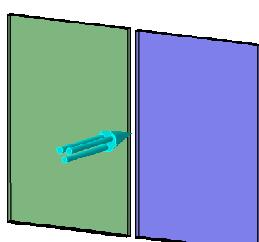
Tolérance en orientation



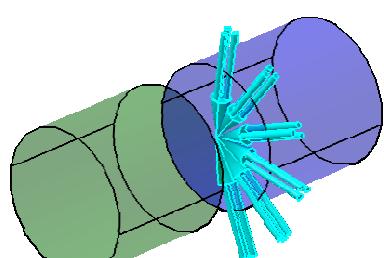
Calcul en Orientation entre deux pièces



Orientation de deux pièces coaxiales
Orientation d'une denture de pignon par



Défaut de parallélisme d'un jeu entre deux pièces
(queue de billard entre deux pièces ...)



Coaxialité entre deux cylindres

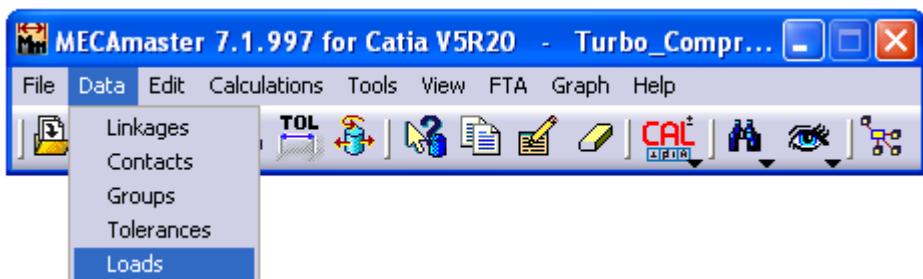
5.5 Données Efforts

Les données de type Efforts représentent le chargement appliqué au modèle MECAmaster pour la détermination des efforts internes aux liaisons. Il en existe deux types : Force et Couple.

Un chargement est un effort entre 2 pièces du système (par exemple pour un ressort, un vérin). Il peut aussi être un poids (dans ce cas il est exercé par le milieu extérieur ; voir paragraphes spécifiques aux efforts pour la modélisation du « milieu extérieur »), ou un frottement (effort entre deux pièces tendant à s'opposer au mouvement).

5.5.1 Fenêtre de définition standard d'un effort

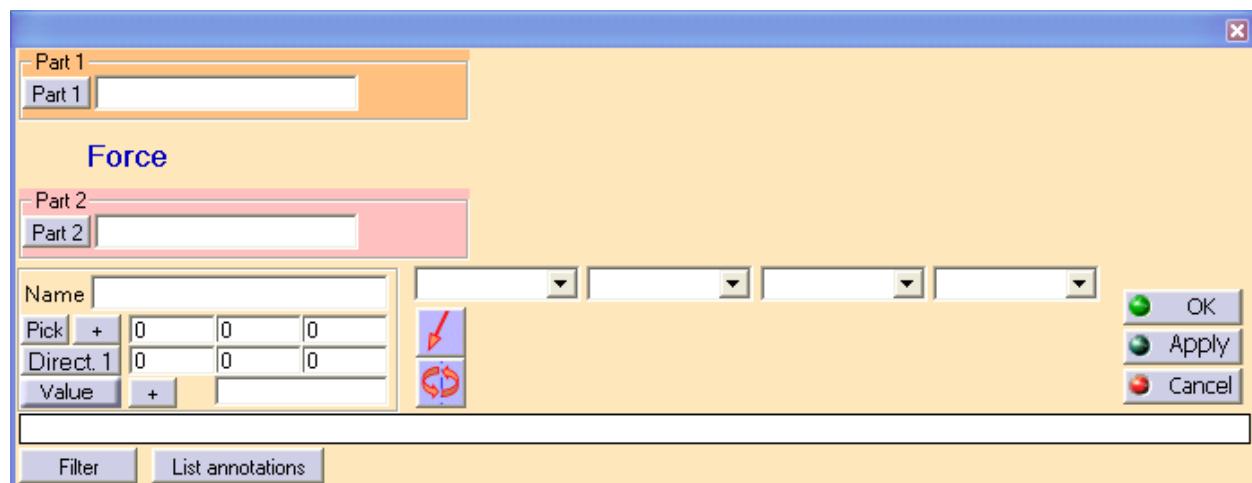
Un nouvel effort se crée à l'aide du menu standard de définition d'un effort accessible par la commande « Data/Loads » :



OU

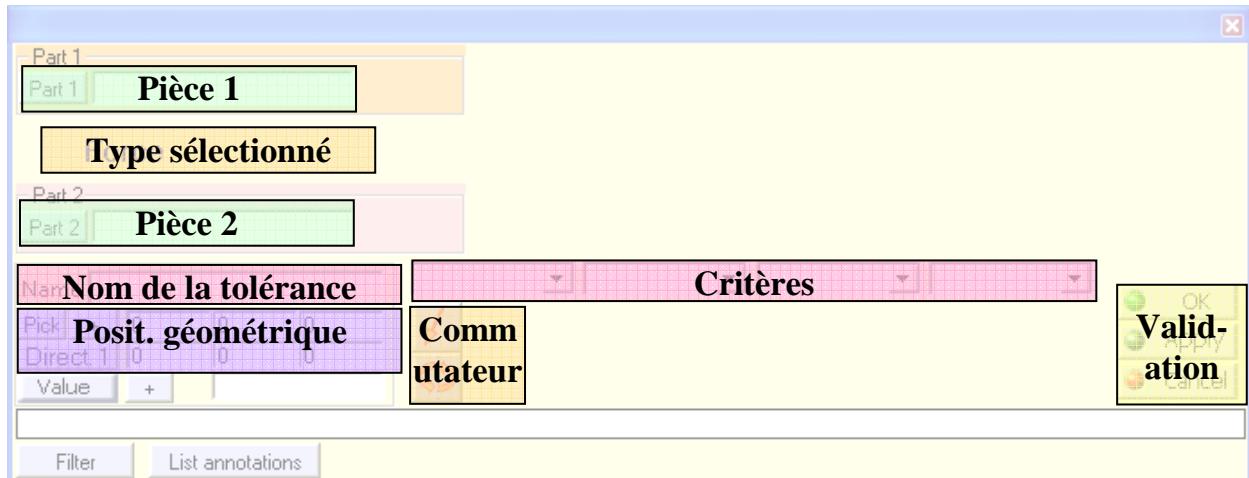


Un panneau général de définition d'Effort s'ouvre alors :



Cette fenêtre permet de créer tous les types d'effort disponibles dans MECAmaster (voir 5.1). Elle regroupe différentes zones dont certaines sont spécifiques à la définition des

efforts. Nous nous intéresserons ici uniquement aux zones de définition générale de la donnée, les spécificités de définition d'effort seront abordées dans les paragraphes dédiés.



5.5.2 Définition de l'effort

5.5.2.1 Pièces

Les pièces définies dans une donnée effort représentent les deux pièces entre lesquelles est appliqué l'effort. Il est exercé de la pièce 1 vers la pièce 2.

5.5.2.2 Nom de l'effort

Comportement identique à celui des liaisons/contacts.

5.5.2.3 Positionnement géométrique de la donnée

Chaque effort MECAmaster doit être positionné géométriquement sur l'assemblage par la définition de ces éléments de référence :

- le point défini le point où est appliqué l'effort
- la direction représente la direction de l'effort appliqué

La sélection du point et de la direction est identique à celle décrite pour les liaisons/contacts.

Remarque :

- Le poids d'une pièce sera modélisé par une force appliquée au centre de gravité de la pièce et dans la direction -Z.
- Un effort réparti sera discrétisé en plusieurs forces / couples.

5.5.2.4 Critères

Comportement identique à celui des liaisons/contacts.

5.5.2.5 Commutateur de type de donnée

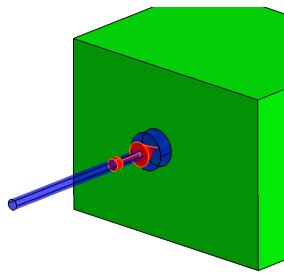
Comportement identique à celui des liaisons/contacts.

5.5.2.6 Validation

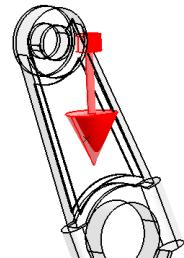
Comportement identique à celui des liaisons/contacts.

5.5.3 Quelques exemples de cas d'utilisation

Force

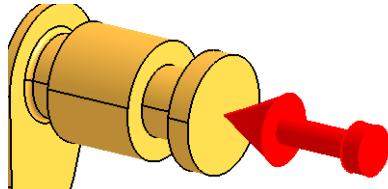


Force entre deux pièces (par exemple exercé par un verin / ressort / ...)

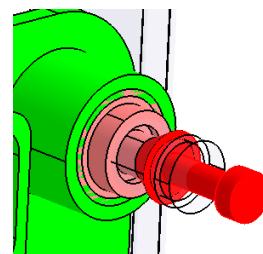


Poids d'une pièce

Couple



Couple exercé sur un arbre



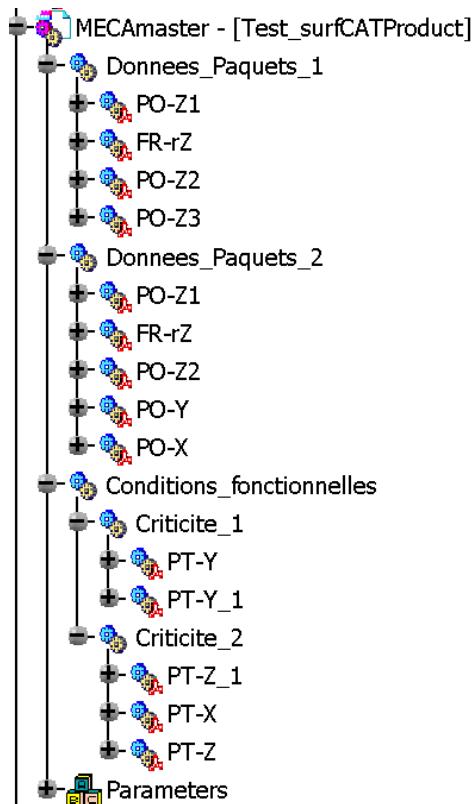
Couple de frottement dans un contact cylindrique

5.6 Organisation des données MECAmaster dans l'arbre CATIA V5

Les données MECAmaster sont au moment de leur création rangées immédiatement au niveau inférieur au CATProduct MECAmaster et en dernière position.

L'utilisateur peut à tout moment déplacer ses données, les ordonner dans des « paquets » (des composants CATIA V5) par un simple couper/coller ou glisser/déposer dans CATIA V5. La création des Nœuds se fait manuellement par insertion et renommage de composant CATIA V5.

Il est ainsi possible de créer autant de niveau d'arborescence que l'on souhaite dans le CATProduct MECAmaster.



Les macro-commandes telles la sélection, le déplacement, l'activation, les attributs graphiques, etc. appliquées sur le paquet le seront automatiquement sur toutes les données au niveau inférieur.

Ces paquets peuvent être utilisés pour rassembler des données définies sur la même pièce, pour illustrer une gamme d'assemblage (avec une arborescence), pour séparer des hypothèses, pour définir un groupe de conditions fonctionnelles de même attribut ...

Remarque :

cette arborescence est conservée lors d'un export du modèle au format autonome m_m.

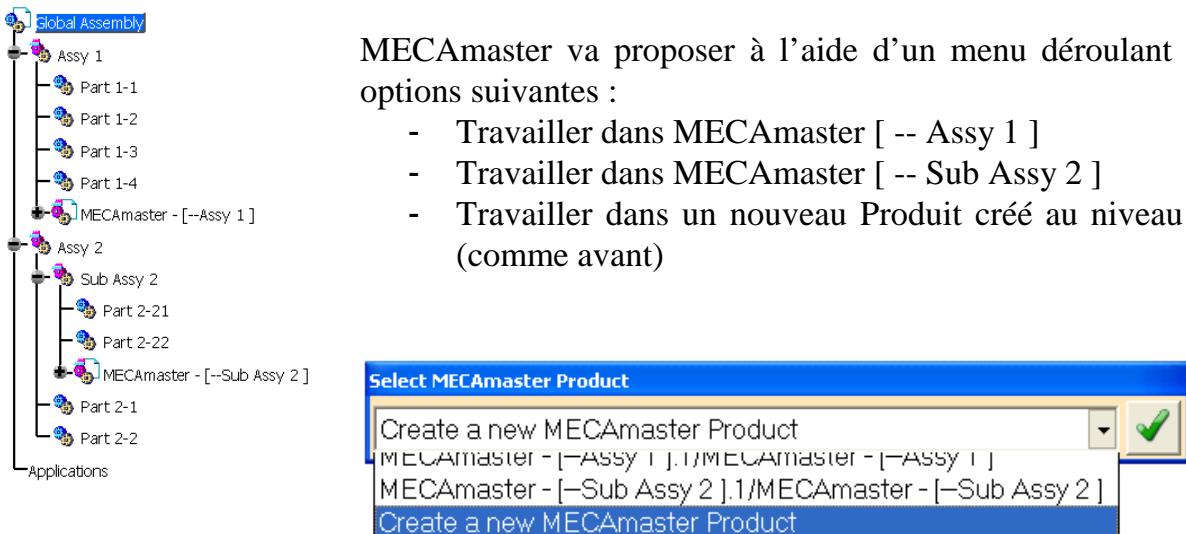
5.7 Gestion Multi – Produit MECAmaster

A partir de MECAmaster V7.3, MECAmaster autorisera le travail avec plusieurs Produits MECAmaster dans l'arbre (produits qui peuvent par exemple venir d'études de sous-ensembles).

Sur le principe, MECAmaster travaillera toujours sur un seul produit, produit dans lequel viendront se créer les données en cours de définition. Par contre, à tout moment, en session, l'utilisateur aura la possibilité de « changer le produit actif », ou d'en créer un nouveau via la fenêtre de sélection ci-dessous par la commande « Edit / Manage MECAmaster Product » de la barre d'outil :



Exemple :

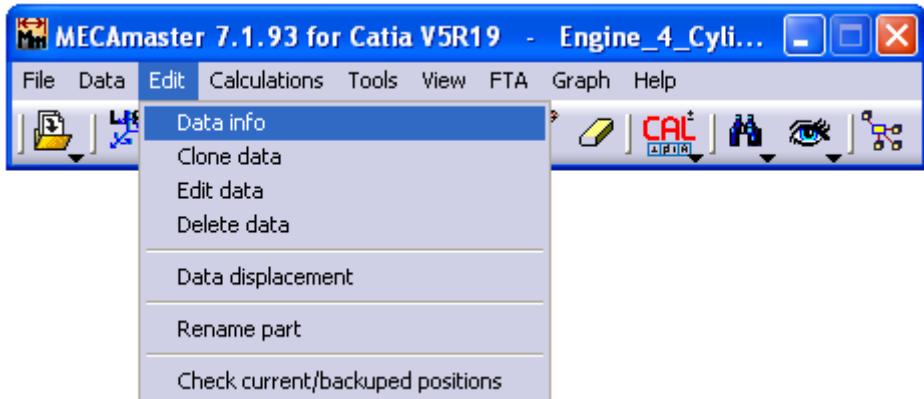


5.8 Edition / Suppression / Copie de donnée / ... (Edit)

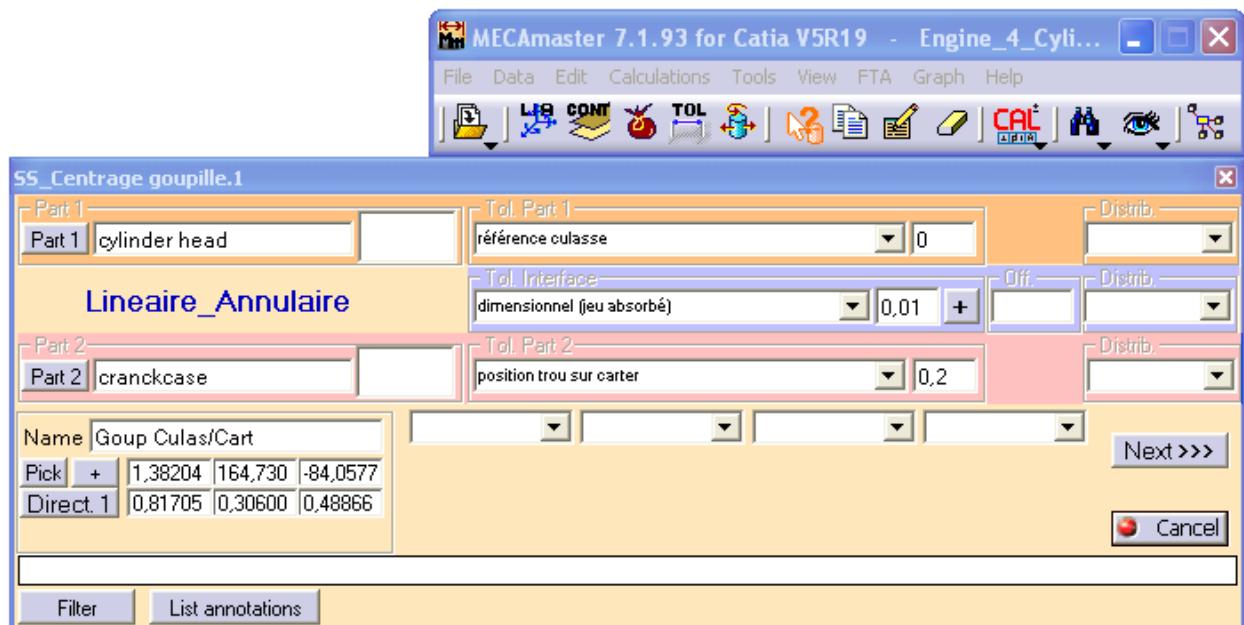
Chacune des données MECAmaster peut à tout moment dans CATIA V5 être éditée pour changer un ou plusieurs de ses paramètres de définition (même son type), supprimée ou copiée.

5.8.1 Information sur une donnée

La commande Edit/Data Info affiche en lecture seule la fenêtre de définition d'une donnée MECAmaster après l'avoir sélectionnée à l'écran ou dans l'arbre :



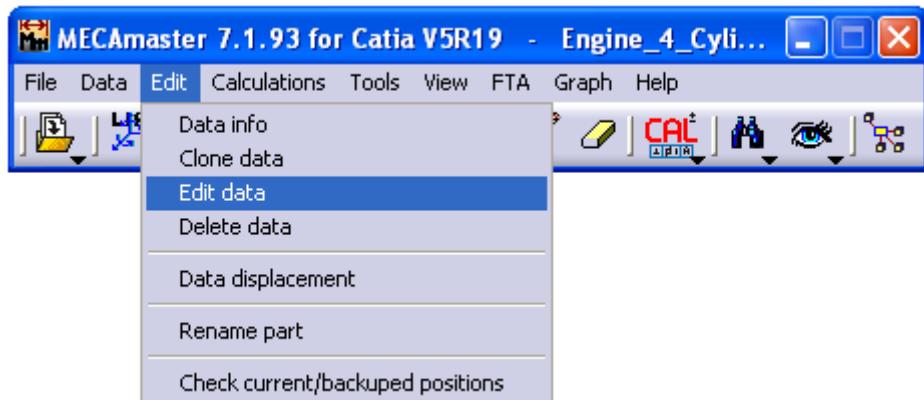
OU



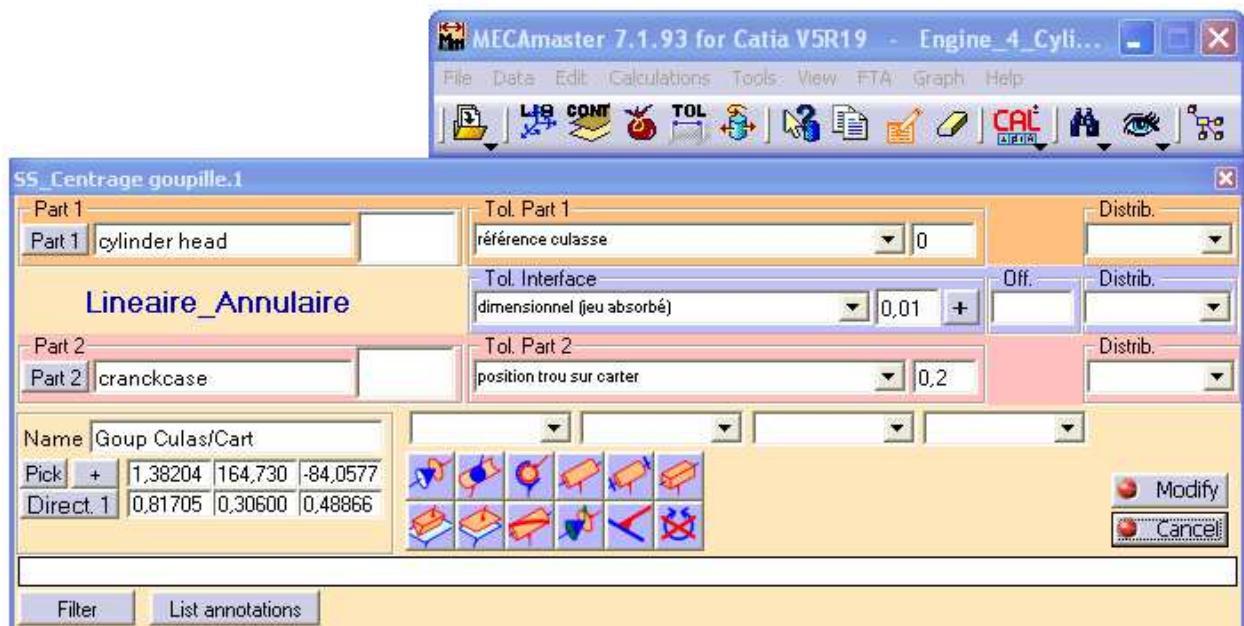
Le bouton « Next >>> » permet de sélectionner une autre donnée, le bouton « Cancel » de sortir du menu.

5.8.2 Edition de donnée

Chacun des paramètres d'une donnée MECAmaster (même son type) peut être modifié à tout moment par la commande d'édition de donnée, accessible par la commande Edit/Edit Data ou directement par la barre d'outil, et sélection de la donnée à modifier :



OU

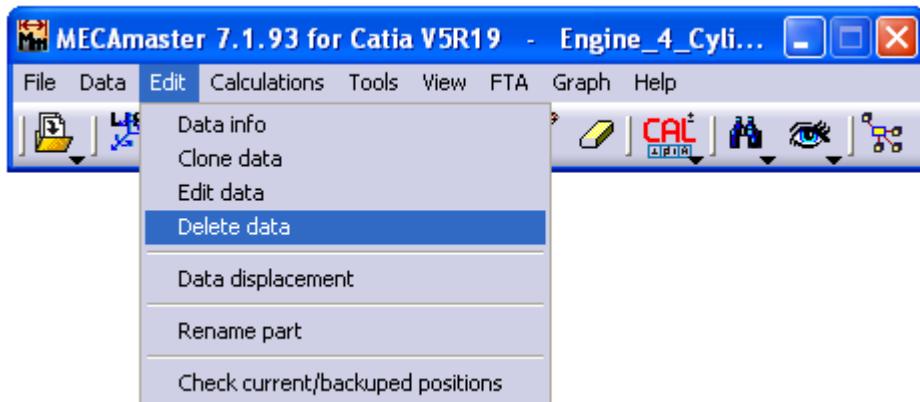


Le bouton « Modify » validera les modifications apportées à la fenêtre, le bouton « Cancel » les annulera.

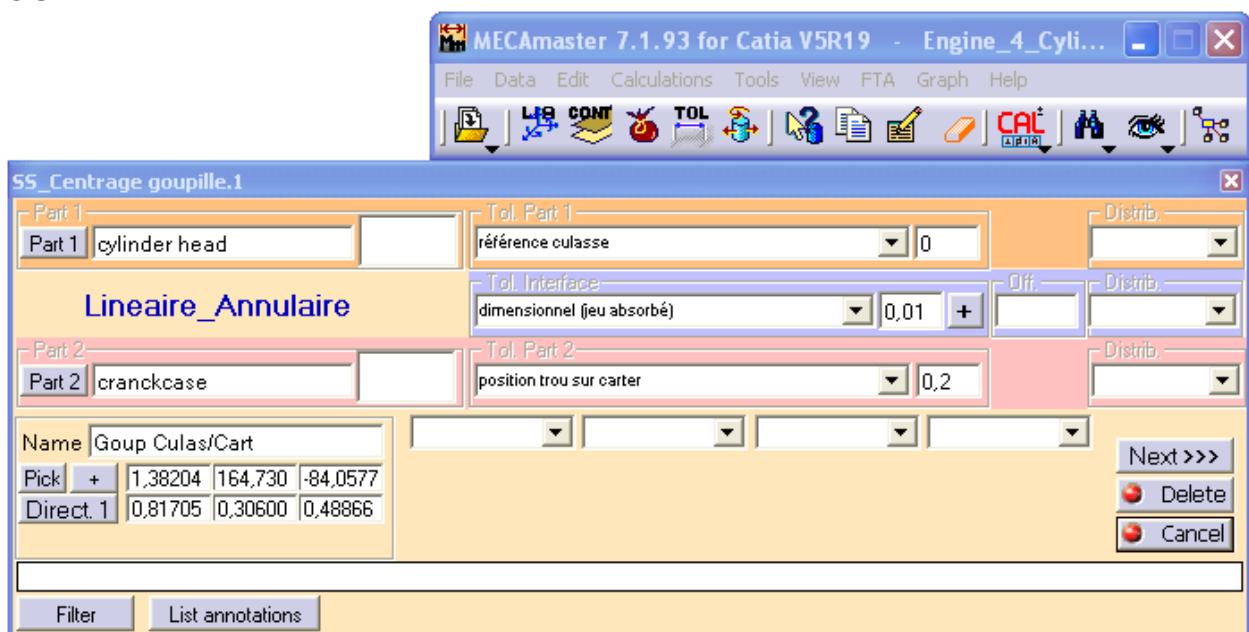
5.8.3 Suppression de donnée

La suppression d'une donnée MECAmaster est possible :

- soit directement par un clique droit sur la donnée dans l'arbre
- soit par la commande Edit / Delete Data ou le bouton de la barre d'outil MECAmaster et sélection de la donnée à supprimer :



OU

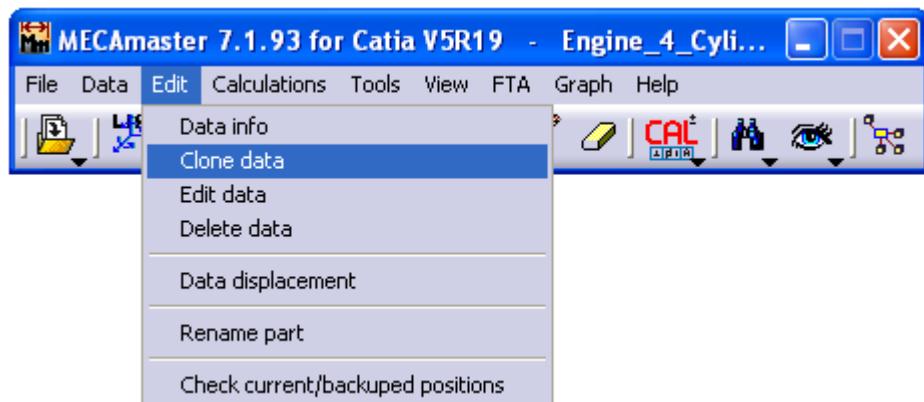


Le bouton « Next >>> » permet de sélectionner une autre donnée, le bouton « Delete » valide la suppression de la donnée affichée et le bouton « Cancel » annule la demande de suppression de données.

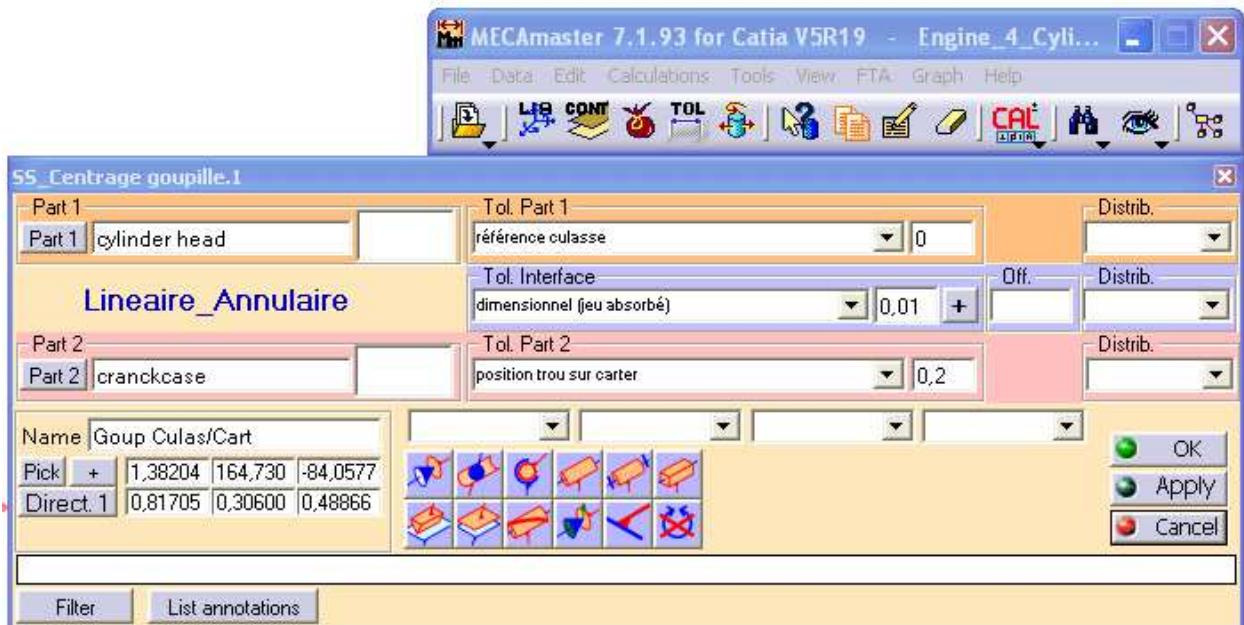
5.8.4 Copie de donnée

Une donnée MECAmaster peut être « Clonée », c'est à dire copiée. Le principe est de récupérer sa fenêtre de définition mais de l'appliquer à la création d'une nouvelle donnée. La commande de clone de donnée a donc exactement les mêmes conséquences que la validation par « Apply » de la création d'une donnée.

La copie de donnée est accessible par la commande Edit / Clone Data, ou directement par le clique sur le bouton de la barre d'outil, et sélection de la donnée à copier :



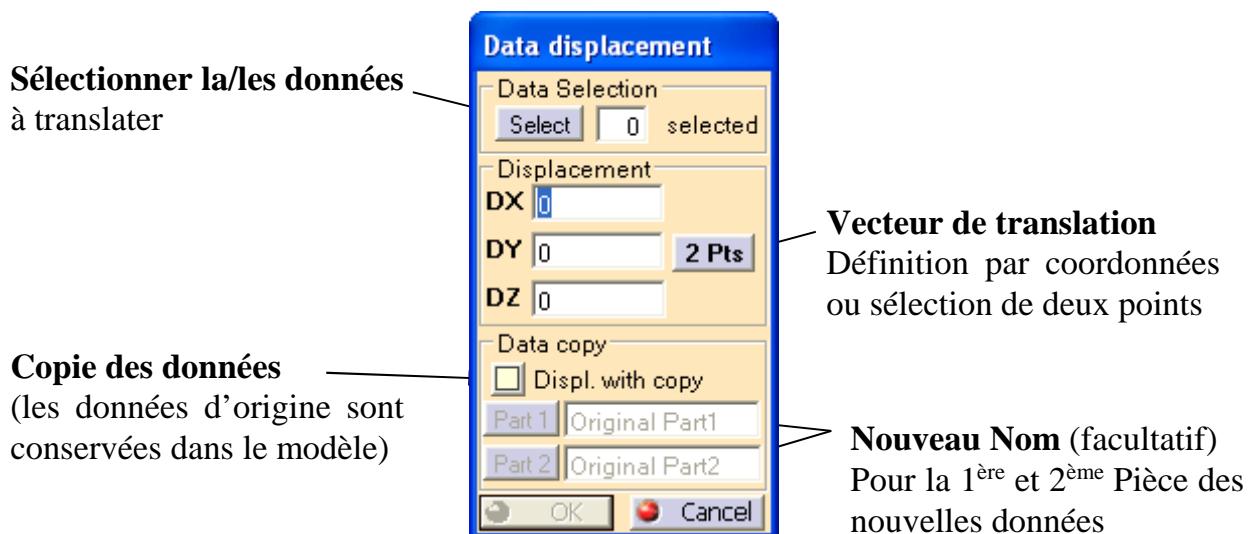
OU



Le processus est alors identique à celui de création d'une donnée.

5.8.5 Translation de donnée

La commande Edit / Data displacement translate un groupe de données sélectionnées selon un vecteur. La conservation des données d'origine est proposée ainsi que le renommage automatique des Pièces 1 et Pièces 2 dans les nouvelles données.



5.8.6 Remplacement de Pièces dans un modèle MECAmaster

A tout moment, l'utilisateur peut remplacer une pièce par une autre pièce dans un paquet de données MECAmaster en renommant la pièce dans ce groupe de donnée.

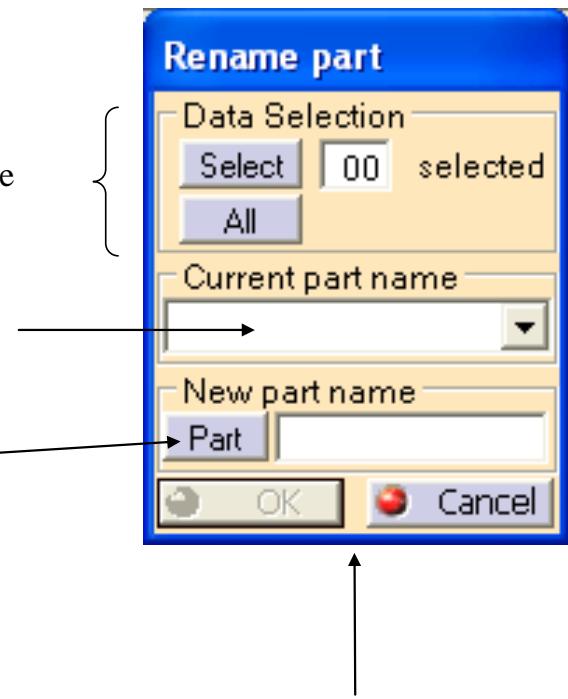
Si un groupe de donnée fait intervenir la pièce « Souape Admission », et que l'on utilise ce menu pour remplacer dans ce groupe de donnée « Souape Admission » par « Souape Echappement », tout se passera comme si les données MECAmaster avaient été définies sur la pièce « Souape Echappement ».

Cette commande est accessible via le menu Edit / Data Rename :

Sélectionner les données dans lesquelles faire le remplacement

Sélectionner dans la liste la pièce à modifier

Sélectionner par le bouton Part ou écrire directement la nouvelle pièce à appliquer dans les données



Valider / Annuler

Remarque :

- Les liens FTA sont conservés par cette commande (Si une donnée pointait vers l'annotation : « Localisation Pied de Soupape » de la Pièce « Soupape Admission », après remplacement de la pièce la donnée MECAmaster pointerà vers l'annotation « Localisation Pied de Soupape » de la Pièce « Soupape Echappement » si elle existe).
- Si l'on sélectionne toutes les données du modèle, cette commande aura pour effet de remplacer globalement une pièce par une autre. Ceci est très utile lors de l'utilisation de modèles génériques.
- Changer le nom d'une pièce dans une donnée peut logiquement faire perdre la référence à un groupe !

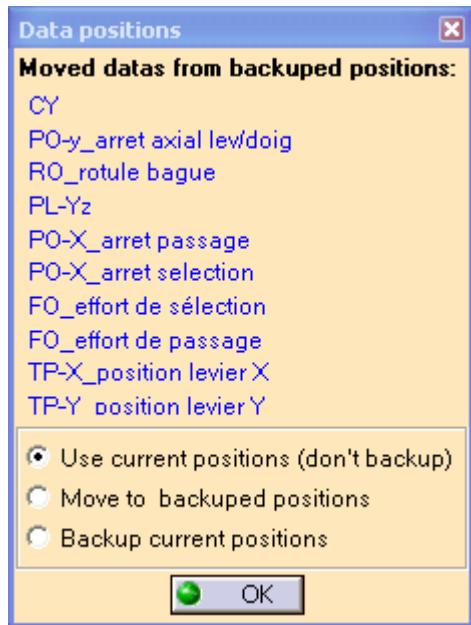
5.8.7 Contrôle des modifications de position sur un modèle

A chaque lancement de MECAmaster, ou directement par la commande Edit>Check current/backupsd positions, le logiciel va analyser et comparer la position actuelle des données dans CATIA V5 à la position sauvegardée dans MECAmaster (par défaut : position lors de la définition des données ou dernière position sauvegardée).

Cette action permettra de détecter si des données ont été déplacées depuis la dernière utilisation de MECAmaster (par exemple par le biais des contraintes ...).

Une fenêtre listera alors toutes les données qui auront été modifiées, et proposera soit :

- de travailler avec les positions CATIA actuelles mais sans les sauvegarder dans MECAmaster
- de restaurer les positions sauvegardées par MECAmaster
- de sauvegarder dans MECAmaster les positions CATIA actuelles



ATTENTION : si les données sont liées aux pièces avec des contraintes d'assemblages (hors fixité relative), la commande de restauration des données ne fonctionnera pas puisque la contrainte repositionnera la donnée dans CATIA V5. Il est donc conseillé de supprimer les contraintes sur les données si l'on veut restaurer convenablement la position des données.

5.9 Outils généraux sur les données (Tools)

5.9.1 Activation / Inactivation de données

Les données MECAmaster peuvent être activées / inactivées seules ou par paquet.

Une donnée désactivée sera toujours présente et sauvegardée dans l'arbre CATIA, mais elle ne sera plus « vue » par MECAmaster lors des commandes de calcul, sélection, export ...

Cette fonction est particulièrement utile pour la comparaison d'hypothèses. Toutes les données de toutes les hypothèses sont créées dans une seule et même étude MECAmaster, puis l'utilisateur activera ensuite seulement celles liées à l'hypothèse de travail. Il passera ainsi très vite d'une hypothèse à l'autre par l'activation / inactivation de données ou paquet de données.

La fonction activation / désactivation est identique à la fonction activation / désactivation de CATIA V5. L'utilisateur peut utiliser l'une ou l'autre sans problème.

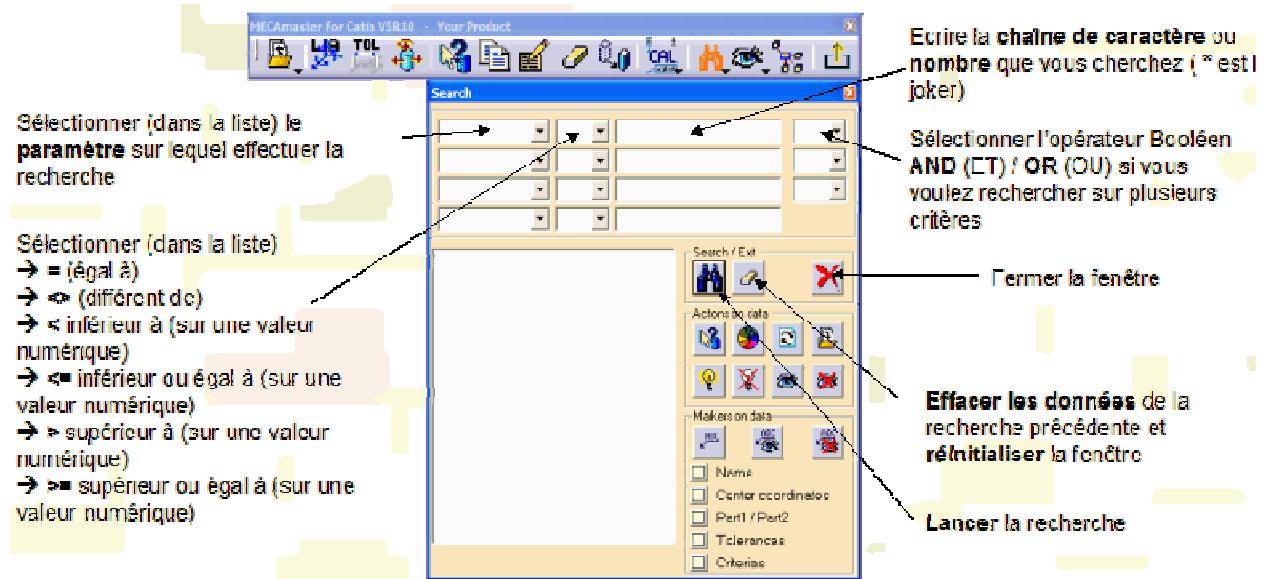
5.9.2 Recherche de données

La commande Tools / Search (ou bouton de la barre d'outil associé) ouvre une fenêtre générale de recherche de donnée(s) MECAmaster.

L'utilisateur pourra rechercher une donnée (ou un groupe de donnée) sur tous les critères de définition (la recherche peut faire intervenir 4 critères différents) :

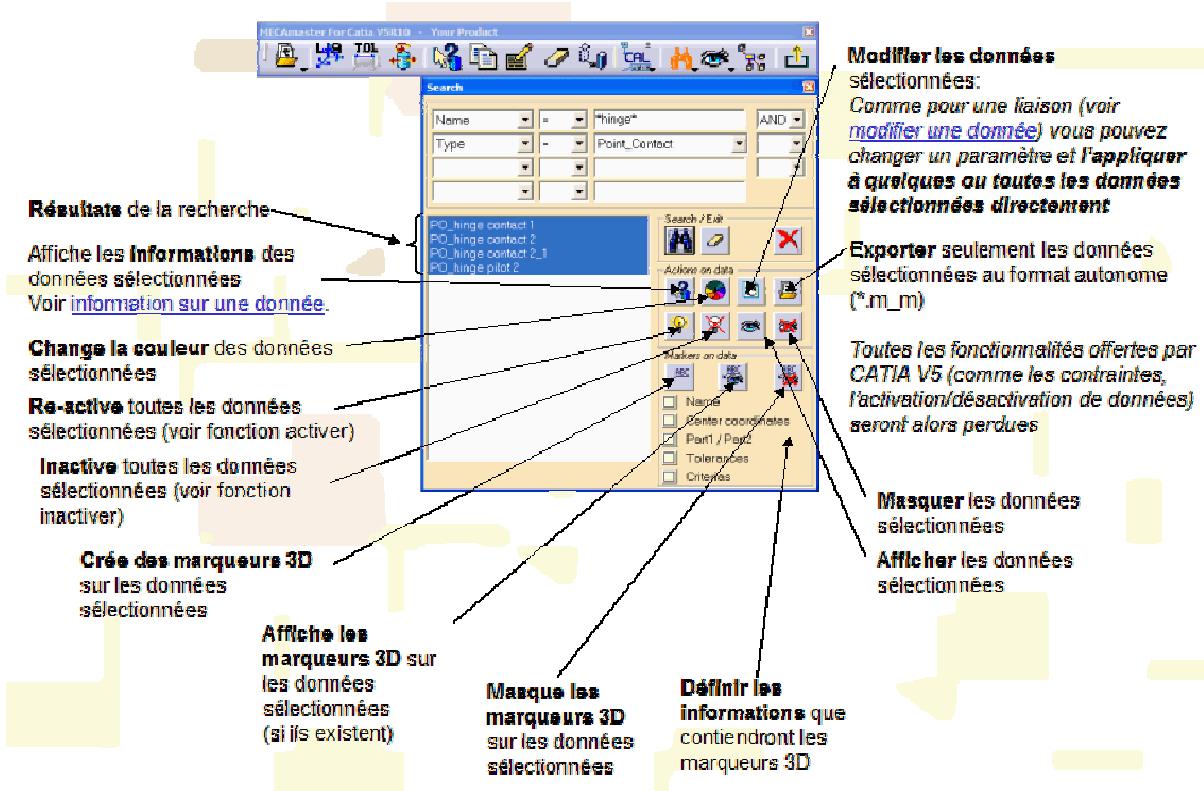
- nom de la première pièce intervenant
- nom de la deuxième pièce intervenant
- nom de l'une des deux pièces intervenant
- nom de la donnée
- type de donnée (liaisons ponctuelle, linéaire annulaire; couple; tolérance en position ...)
- tolérance sur la première pièce
- tolérance sur l'interface
- tolérance sur la deuxième pièce
- tolérance sur la première ou deuxième pièce ou interface
- descriptif de la tolérance sur la première pièce (informations tolérance pièce 1)
- descriptif de la tolérance sur l'interface
- descriptif de la tolérance sur la deuxième pièce
- un des trois (ou deux dans certains cas) descriptifs de tolérance
- Critère 1
- Critère 2
- Critère 3
- Critère 4
- Critère 5

- Un des cinq critères
- Compléments (liens de précisions, décentrages)
- Criticité pour les conditions fonctionnelles (tolérance en position ou orientation)
- Objectif statistique sur la condition fonctionnelle
- Objectif arithmétique sur la condition fonctionnelle
- Objectif de décentrage sur la condition fonctionnelle
- Objectif arithmétique ou statistique



Une fois la/les donnée(s) correspondante(s) aux critères de recherche trouvée(s), MECAmaster proposera un certain nombre d'action à leur appliquer :

- obtenir leurs infos de définition
- changer leur couleur
- remplacer un paramètre dans toutes les données
- les exporter dans un fichier autonome m_m
- les activer
- les inactiver
- les afficher graphiquement
- les masquer
- leur afficher des marqueurs



Remarque :

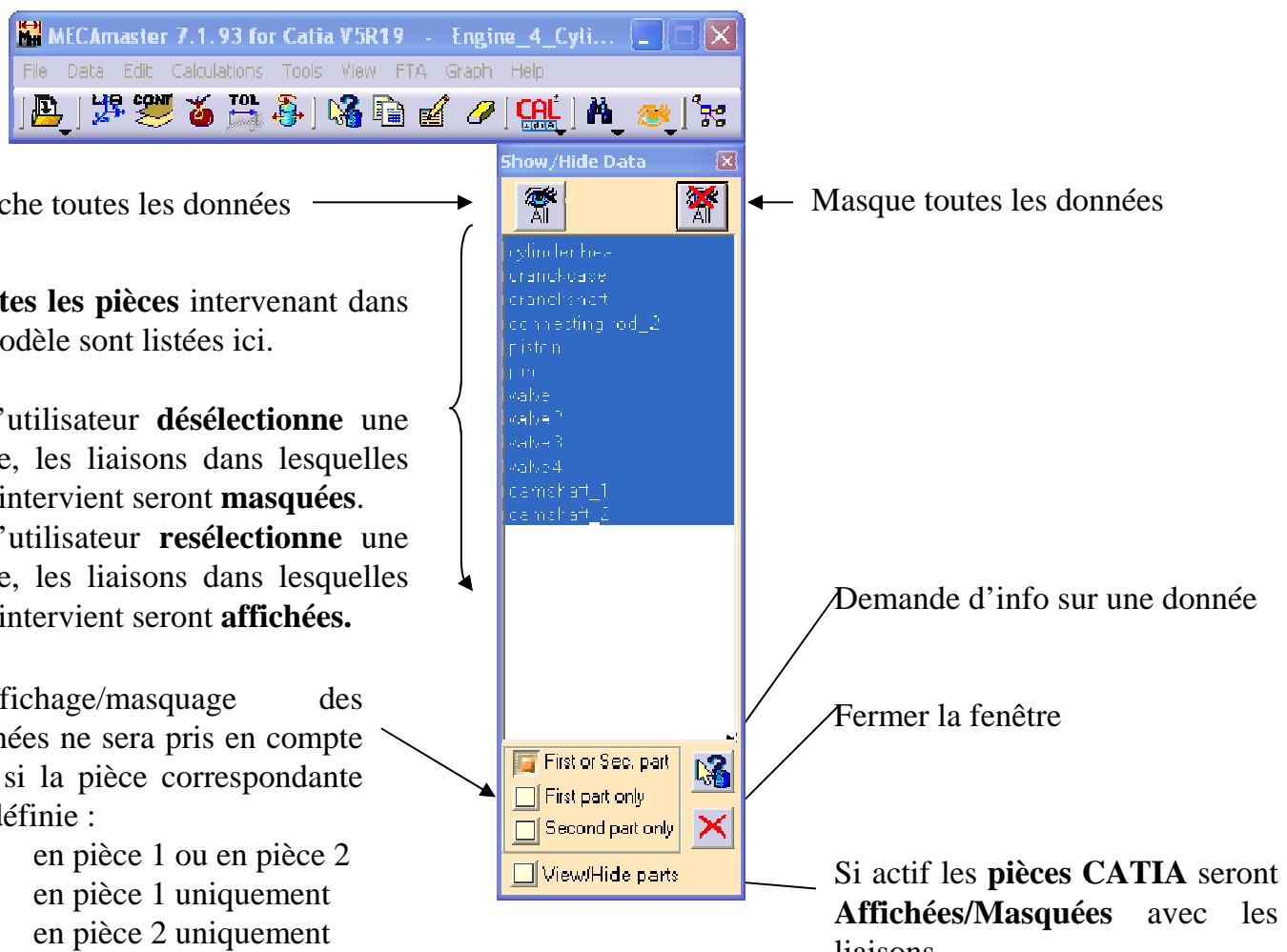
La fonction de remplacement automatique est aujourd'hui inactive sur les surfaces et sur les groupes.

5.10 Gestion graphique des données (View)

5.10.1 Afficher / Masquer des données MECAmaster

Dans les gros problèmes (plusieurs centaines de liaisons), il est nécessaire de pouvoir limiter l'affichage des données. MECAmaster propose un menu complet pour filtrer l'affichage en fonction des pièces.

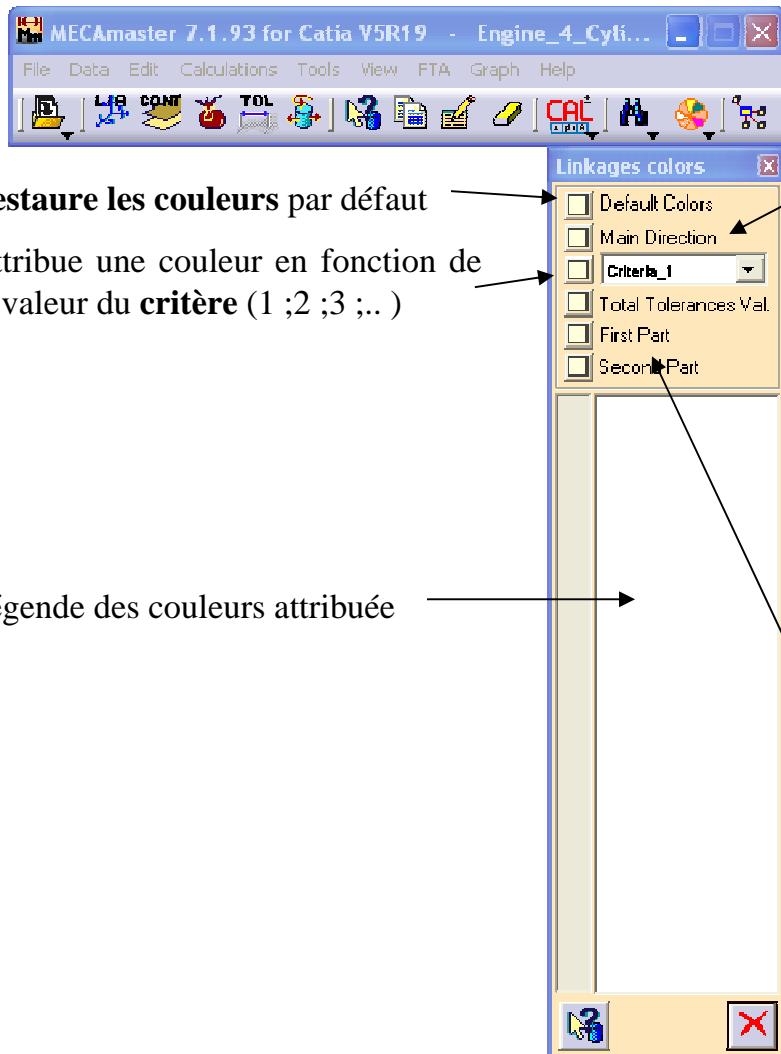
Ce menu est accessible par la commande View / View/Hide Data ou le bouton de la barre d'outil.



5.10.2 Gestion des couleurs des données

La commande View / Data colors ou bouton de la barre d'outil associé ouvre un menu de gestion globale des couleurs des données MECAmaster.

Il permet d'attribuer aux données une couleur spécifique en fonction d'un certain nombre de critères, pour mieux pourvoir comprendre son modèle :



Attribue une couleur en fonction de la direction de l'élément

La couleur sera une composée des trois (avec pondération suivant le vecteur de direction) si la direction n'est pas X, Y ou Z.

Exemple : 50% bleu, 50% vert pour une liaison orientée sur le vecteur (1,1,0)

Attribue une couleur en fonction de la première pièce ou de la deuxième pièce intervenant dans le modèle.

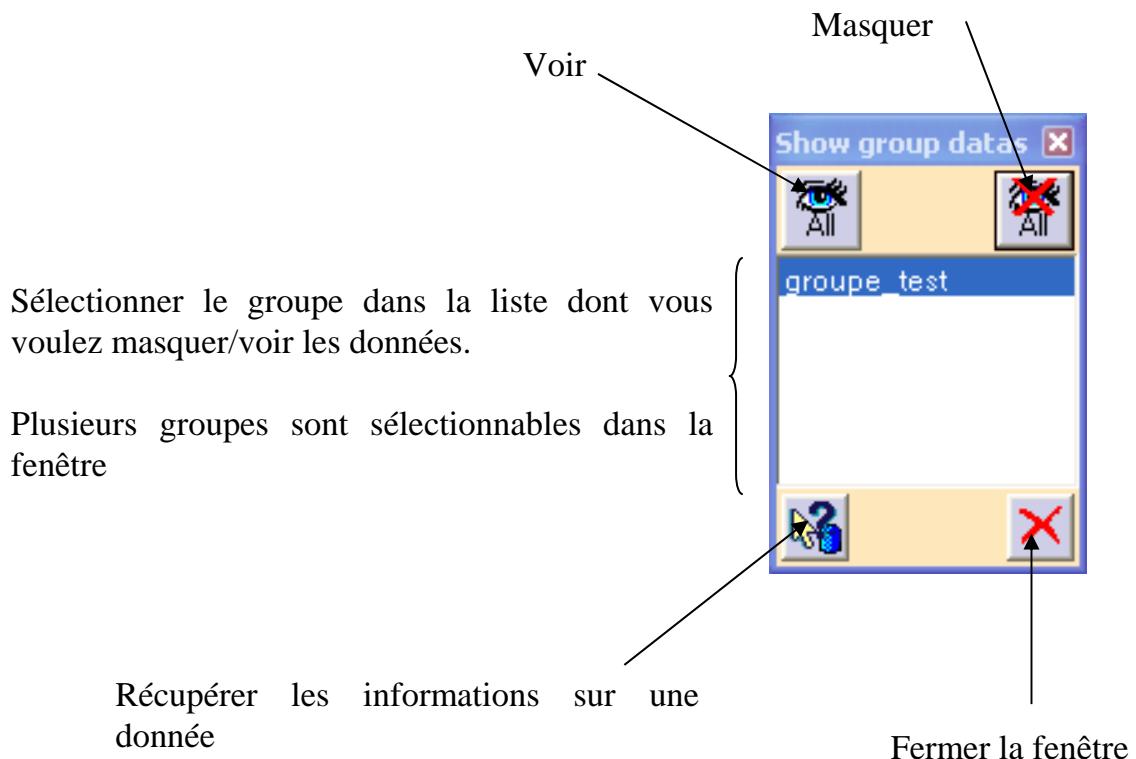
Si deux liaisons ont la même pièce définie en pièce 1, alors leur couleur sera identique

5.10.3 Changer l'échelle d'affichage des données

La commande View / Change data symbol scale ou le bouton associée de la barre d'outil permet de définir un coefficient d'échelle pour l'affichage de toutes les données MECAmaster.

5.10.4 Voir les Données en fonction de leur appartenance à un groupe (View Groups Data)

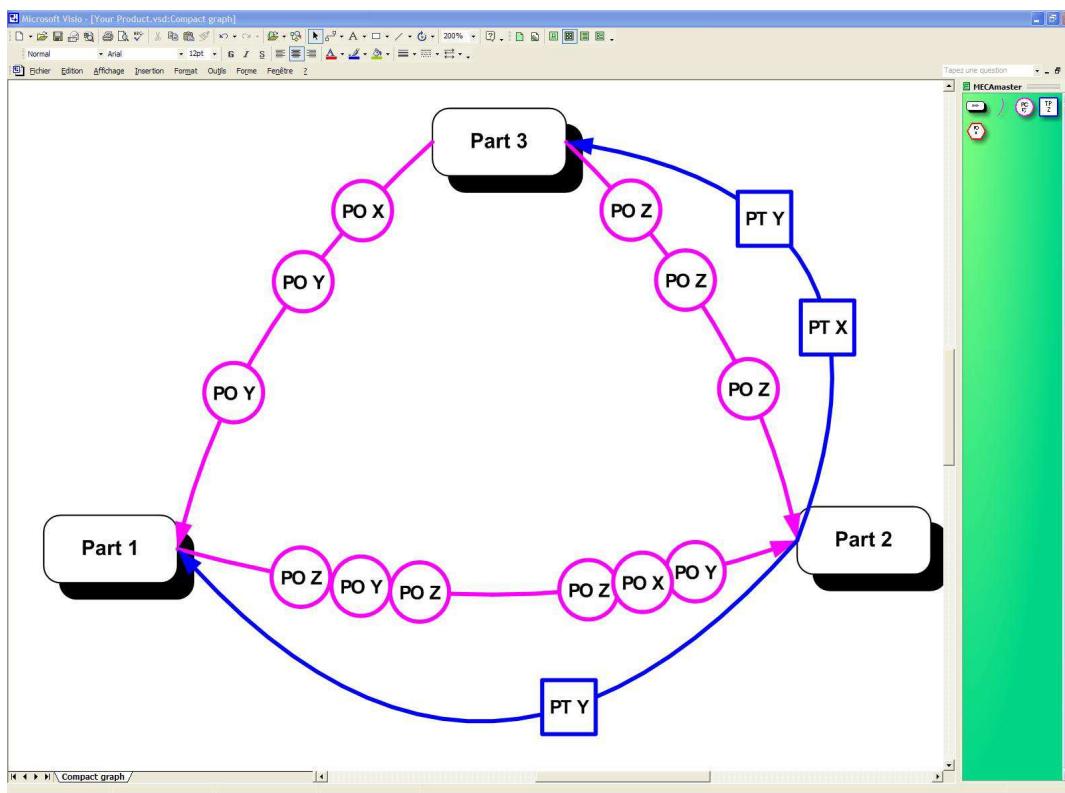
Cette fonction permet de visualiser graphiquement les données qui sont rattachées à un même groupe dans MECAmaster, son fonctionnement est le même que le menu Effacer/Voir par pièce de MECAmaster.



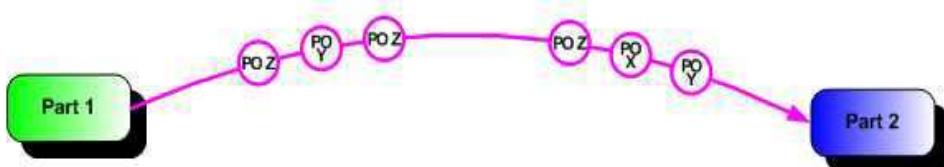
5.11 Graphe des données

MECAmaster propose la création des graphes des données dans le logiciel Microsoft Visio. Ce graphe rassemble l'ensemble des informations du modèle MECAmaster sous un format de « graphe des liaisons » pour une meilleure compréhension de son modèle.

Un click sur le bouton de tracé de graphe va lancer le logiciel Microsoft VISIO (si disponible sur l'ordinateur) et créera le graphe de la manière suivante :



Les pièces du modèle sont représentées par des bulles (ici Part 1, Part 2, Part 3). MECAmaster tracera entre deux pièces du modèle un arc sur lequel seront positionnées les données définies entre ces deux pièces.



Ici, 6 liaisons Ponctuelles (PO) sont définies entre les pièces Part 1 et Part 2.

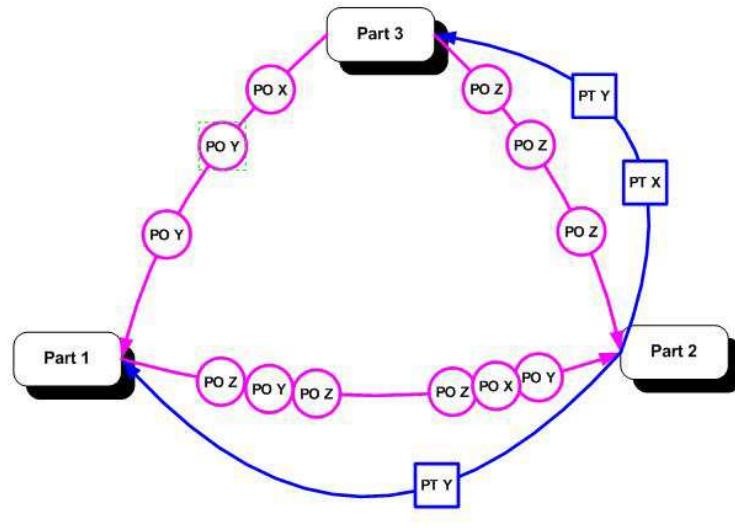
Chaque type de donnée aura une représentation différente :

- liaison : bulle
- contact : losange
- groupe : losange
- tolérance : carré
- effort : hexagone

La couleur de chaque type de donnée est la couleur par défaut de ces données dans MECAmaster.

Chacune des données est enregistrée dans VISIO avec l'ensemble de ses informations de définition, accessibles via l'affichage de la fenêtre des propriétés personnalisées et la sélection d'une donnée :

Linkage type	Point_Contact
Linkage Name	Y1 Part 3
Part_1	Part 3
Part_2	Part 1
Center coordinates	1; 0; 10
Direction	0; 1; 0
Criteria 1	
Criteria 2	
Criteria 3	
Criteria 4	
Tolerance Part 1	0
Info tol. P1	Reference Part 3
Interface Tolerance	0,05
Info tol. interface	functional Gap
Tolerance Part 2	0,3
Info tol. P2	Hole locating



Enfin, il est possible d'extraire un format HTML de ce graphe et de toutes les propriétés associées par la commande VISIO d'enregistrement en tant que page web.

Ce graphe sera beaucoup utilisé pour aider à l'interprétation des résultats d'une analyse de tolérance. Voir les paragraphes dédiés.

Remarques :

- si le graphe existe déjà sur le disque (crée lors d'une précédente session), MECAmaster l'ouvrira et le mettra à jour sans changer la mise en forme.
- Les versions antérieures à VISIO 2003 ne gèrent pas les noms de pièces avec plus de 21 caractères.
- Toutes les copies d'écran sont réalisées en mode compact (voir options MECAmaster).

5.12 Associativité à la maquette numérique CATIA V5

5.12.1 Lien par défaut à la maquette numérique

Les données MECAmaster sont par défaut créées sans aucune associativité à la maquette numérique CATIA V5. Les éléments géométriques sélectionnés lors de la définition des données sont juste utilisés pour extraire les coordonnées des éléments de référence des données MECAmaster.

Ce choix a été fait pour laisser un maximum de liberté à l'utilisateur dans les phases préliminaires du projet. A cette étape, il pourra très facilement manipuler ses données sans avoir à intervenir sur un élément de maquette numérique, et ainsi simuler très rapidement des évolutions du principe d'architecture à l'étude.

Néanmoins, pour les phases plus avancées, il peut être intéressant de créer cette associativité entre les données MECAmaster et les éléments de maquette numérique. Les deux principales raisons sont :

- la mise à jour automatique sur les évolutions de la maquette
- le calcul d'effort (ou de tolérance) avec simulation (voir paragraphes dédiés).

5.12.2 Définition de l'associativité :

Le lien entre les données MECAmaster et les éléments géométriques CATIA s'effectue grâce aux contraintes d'assembly design de CATIA V5.

Il suffira de contraindre une liaison/contact/groupe/tolérance/... sur une pièce CATIA (avec la combinaison de contrainte désirée) pour définir cette associativité.

Il existe en pratique deux méthodologies générales de contrainte sur ces données :

- l'utilisation de la fixité relative de la liaison sur une des deux pièces en contact (méthode la plus courante et la plus rapide dès lors que la donnée se déplace rigidelement par rapport à la pièce)
- l'utilisation de contraintes dissociées sur chacun des éléments de référence (point, directions, ...) pour des combinaisons plus spécifiques.

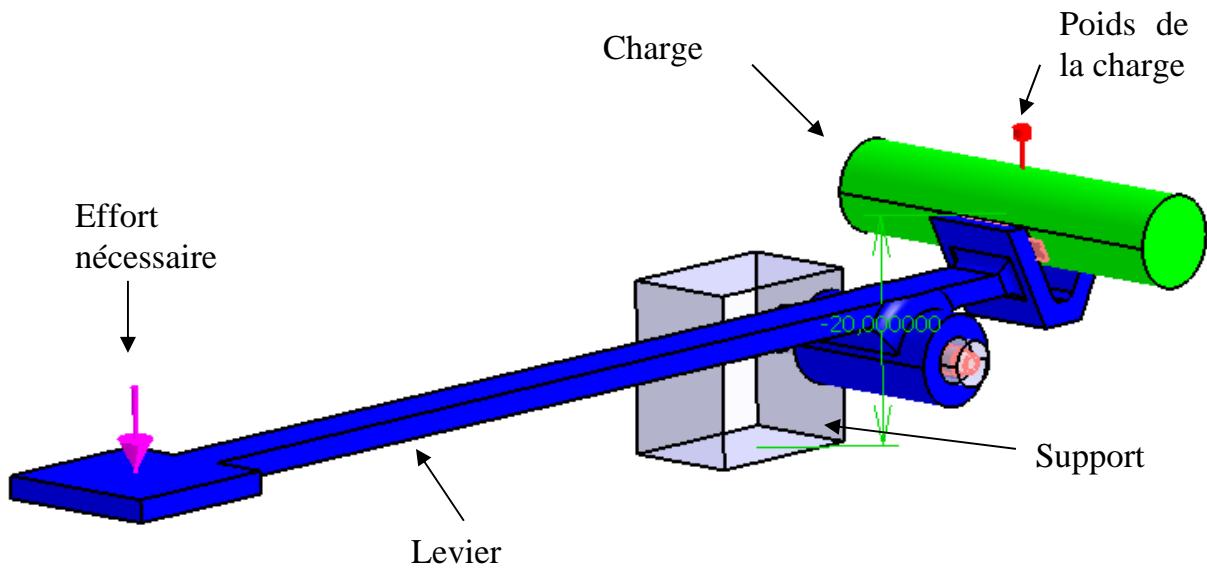
Remarques :

- attention à l'utilisation des « paquets » dans l'arbre CATIA, ils doivent être rendu flexibles pour pouvoir contraindre indépendamment des données qui y sont rangées. Le paquet rigide peut également être contraint si suffisant.
- il est nécessaire d'afficher les repères locaux associés à chaque donnée pour rendre ses point d'application et direction « cliquables » pour la définition de contraintes. Cette affichage se fait par la commande View / View/Hide Data Axis ou bouton dédié de la barre d'outil.

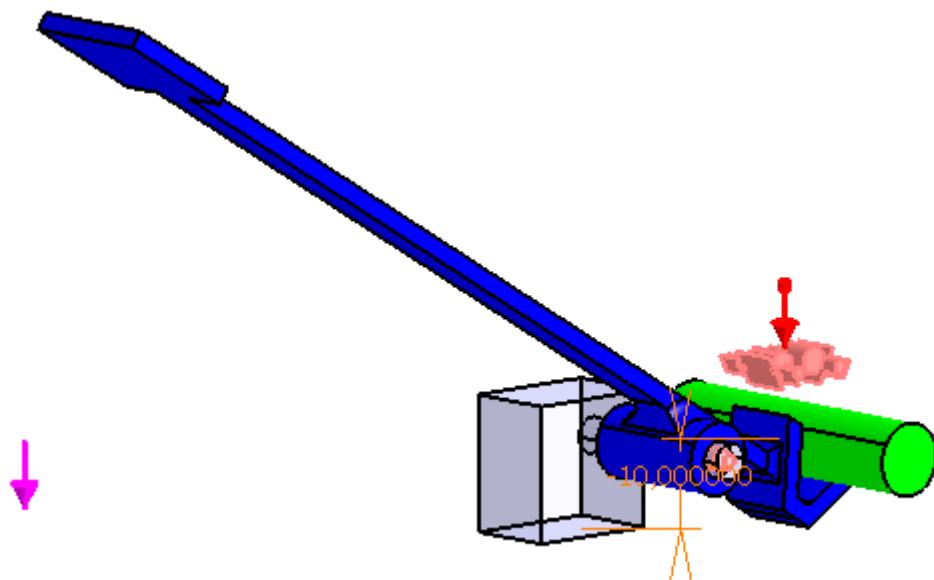
5.12.3 Exemple

Sur l'exemple « Levier_Charge », on souhaite mesurer l'effort nécessaire pour lever la charge dans les différentes positions du levier.

(voir modèle CATIA associé)



Après avoir construit le modèle MECAmaster, si on change la position verticale de la charge :

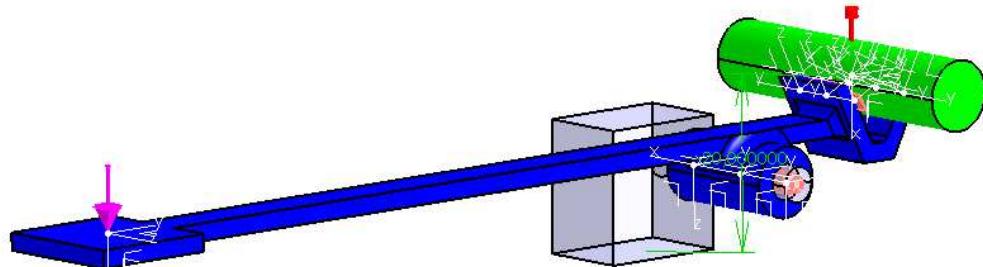


On constate que les données MECAmaster n'ont pas été impactées par le changement de position de la pièce CATIA.

Il faut créer l'associativité :

1. Affichage des repères locaux sur les données :

Part1.2)



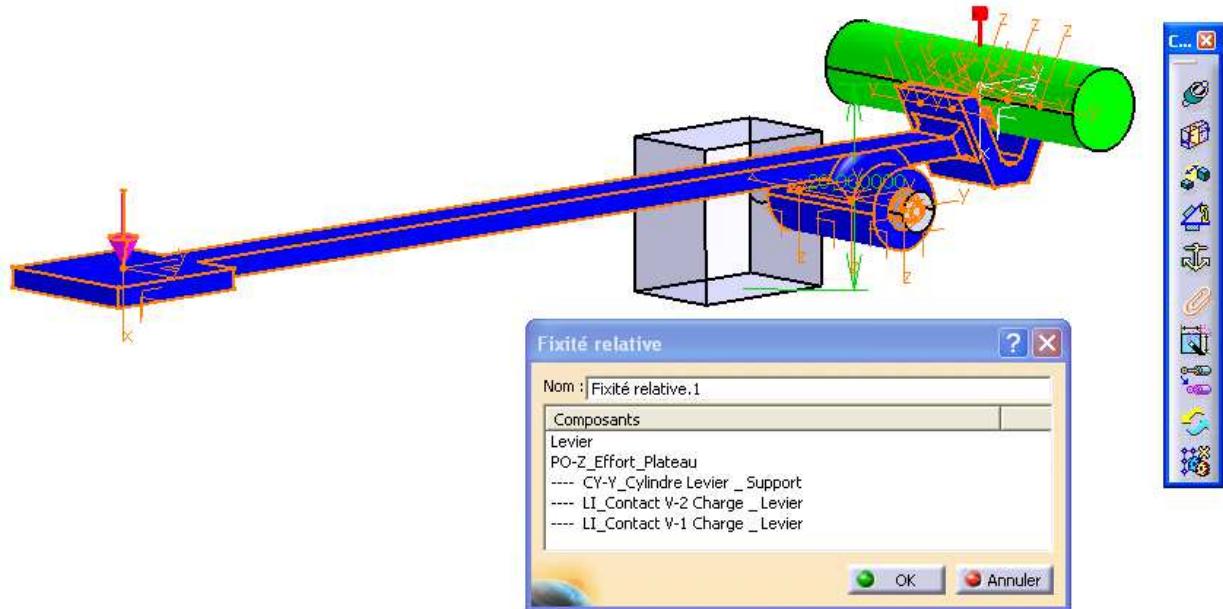
2. Définition des fixités relatives sur les données qui n'ont pas de mouvement par rapport aux pièces :

(On va considérer ici que l'effort nécessaire à actionner la charge est toujours effectué dans la direction normale au plateau)

On fixe au levier les données :

- Ponctuelle
- Cylindre
- Et les deux lignes

Qui sont toujours liées au levier et dans une direction inchangée par rapport au levier :

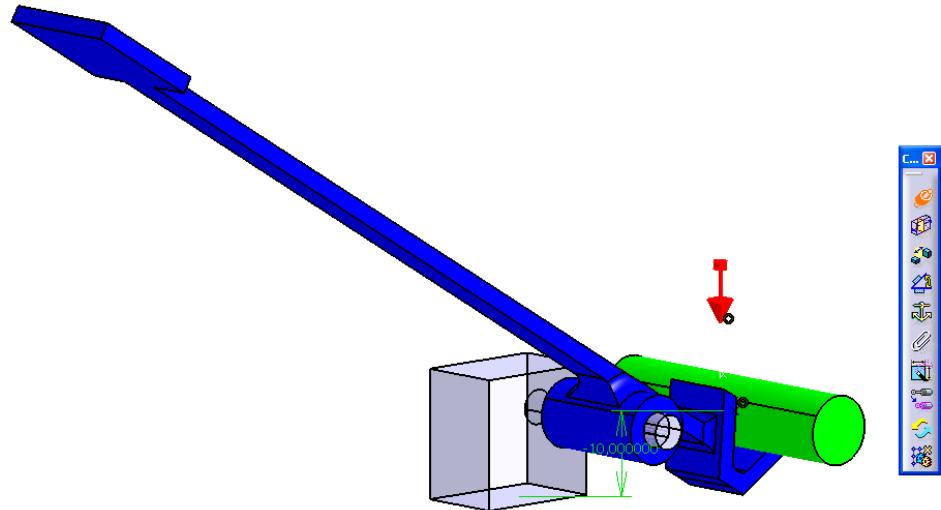


Il reste à contraindre la donnée « Poids de la charge » (on peut le vérifier en rechargeant la valeur du paramètre).

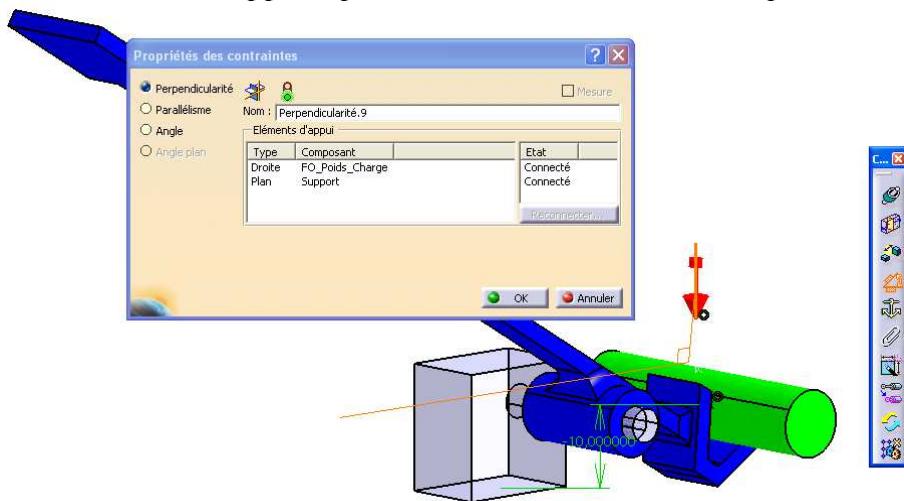
Cet effort ne peut pas être fixé à la pièce charge, en effet celle-ci décrit un mouvement circulaire et le Poids doit toujours être appliqué verticalement. Il faut donc le contraindre différemment sur chacun de ses éléments de référence.

3. Définition des contraintes avancées (pour chaque élément de référence) sur les données non fixées

Le Poids doit toujours être appliquée au centre de gravité de la Charge, donc on va définir une contrainte de coïncidence entre le point géométrique CATIA représentant le centre de gravité, et le centre de la donnée MECAmaster :

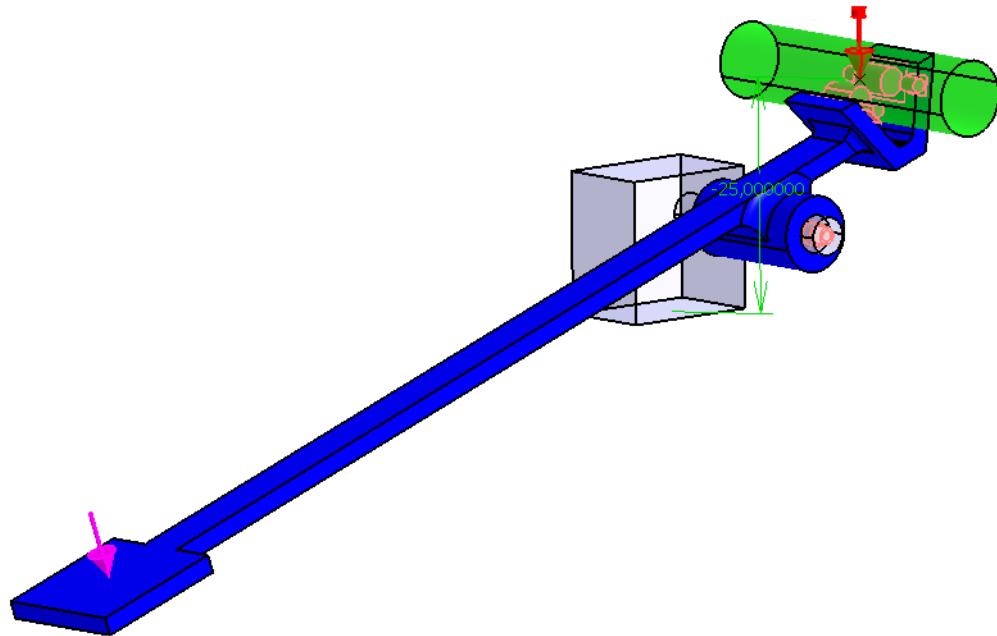


Le Poids est toujours vertical donc on va définir une contrainte de perpendicularité entre le Plan XY du support (pièce de référence) et l'axe du poids :



4. Vérification du bon fonctionnement des contraintes

Il est toujours nécessaire de vérifier le bon fonctionnement de ses contraintes en changeant manuellement la valeur du paramètre numérique CATIA:



Toutes les données sont toujours appliquées au bon point, le Poids reste vertical, l'effort sur le plateau toujours dans la direction normale au plateau ...

6. CALCUL D'EFFORTS

Il est fortement recommandé d'avoir lu les chapitres précédents, notamment "FONCTIONNALITES » relatif aux calcul d'efforts, mobilités et hyperstatismes, et Données MECAmaster.

6.1 Le modèle

Le calcul des efforts dans un ensemble mécanique nécessite d'en réaliser un modèle, composé de liaisons et du chargement.

6.1.1 Définition des liaisons/contacts

La réalisation du calcul d'effort, de mobilités et d'hyperstatisme nécessite la définition d'un modèle de contacts cinématiques représentatifs des interfaces réelles entre les pièces. La liste des données MECAmaster disponible est définie en ANNEXE I du présent document.

Lorsque l'on hésite sur la nature de la liaison à choisir, la connaissance des efforts qu'encaisse la liaison (comme lorsque l'on traite un problème "à la main") permet de faire le bon choix de liaison (ex: un roulement bloqué axialement supporte des forces axiale et radiale, mais pas de moment: la liaison à choisir est donc une rotule (ou un assemblage cinématiquement équivalent [Linéaire Annulaire + Ponctuelle, ...]).

La liaison "normalisée" choisie doit correspondre à la liaison "physique" dans son environnement (ex: un roulement bloqué axialement, que l'on peut modéliser par une Pivot en tant que composant, est modélisable par une Rotule dans un réducteur bien conçu).

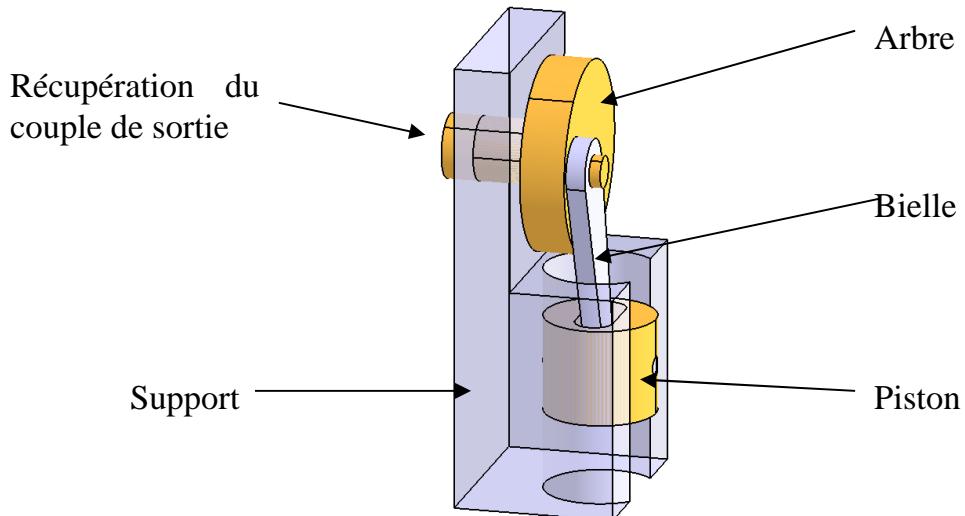
Lorsque l'on modélise un problème, il convient de réaliser une modélisation qui soit la plus proche possible de la réalité matérielle 3D. Si le système est hyperstatique ou mobile, MECA master le détectera.

(Voir paragraphe Données MECAmaster pour la définition des liaisons.)

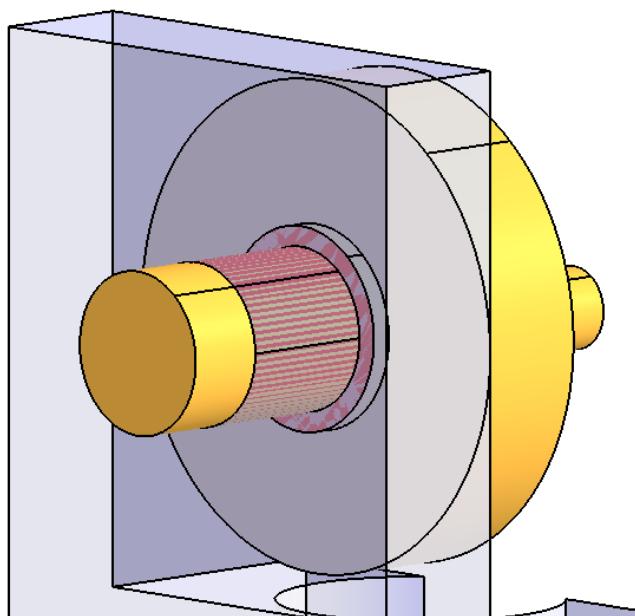
Ne pas hésiter à réaliser des calculs d'efforts successifs pour être guidé par l'analyse de mobilités et d'hyperstatismes.

Exemple : Définition des contacts relatifs à un assemblage bielle manivelle

Voici un assemblage classique « bielle manivelle » sur lequel nous souhaitons réaliser une analyse d'effort. (connaître le couple exercé sur l'arbre de sortie compte tenu d'un effort de 100 N sur le piston).



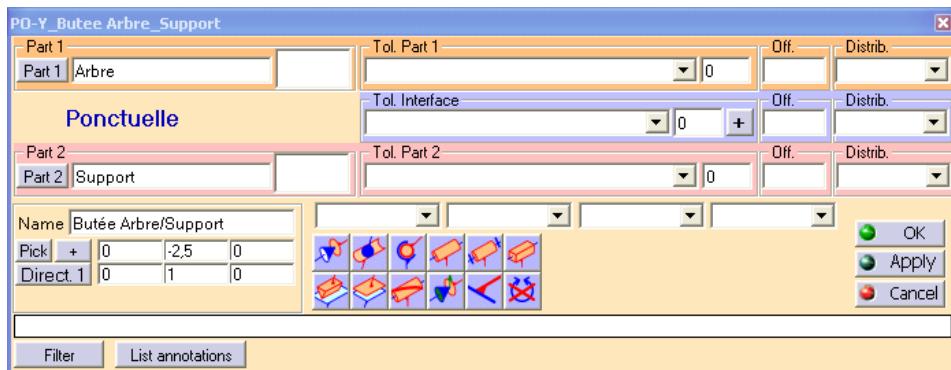
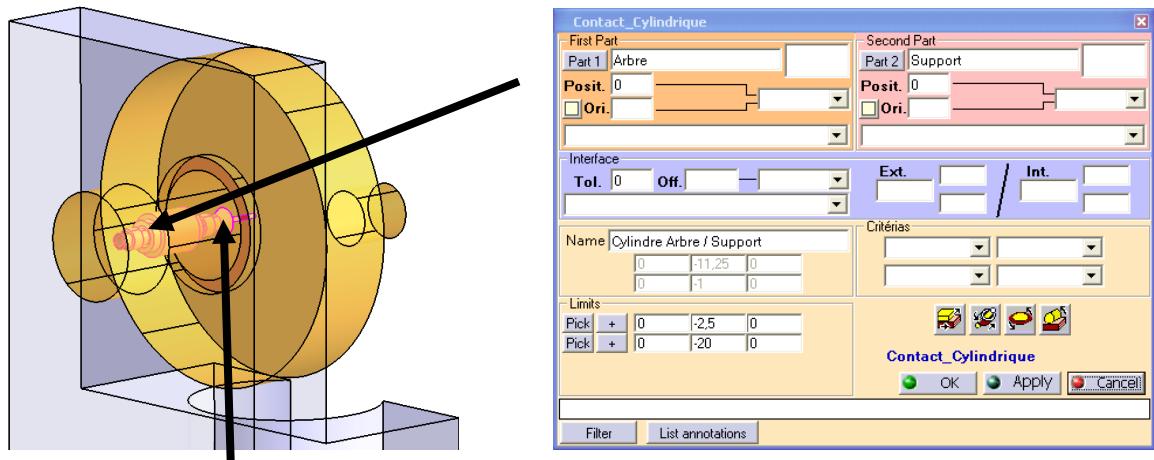
Contacts Arbre / Support :



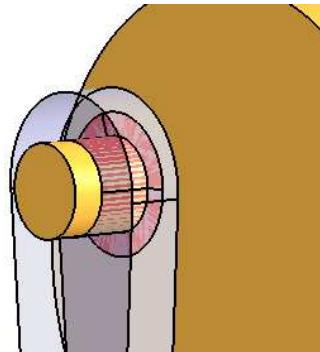
L'arbre est en contact cylindrique et en butée sur le support. La modélisation isostatique représentative de cette assemblage est celle utilisant :

- un contact cylindrique (centrage long)
- une liaison ponctuelle (butée)

le cylindre étant la surface primaire qui définit l'orientation de l'arbre.



Contacts Bielle / Arbre

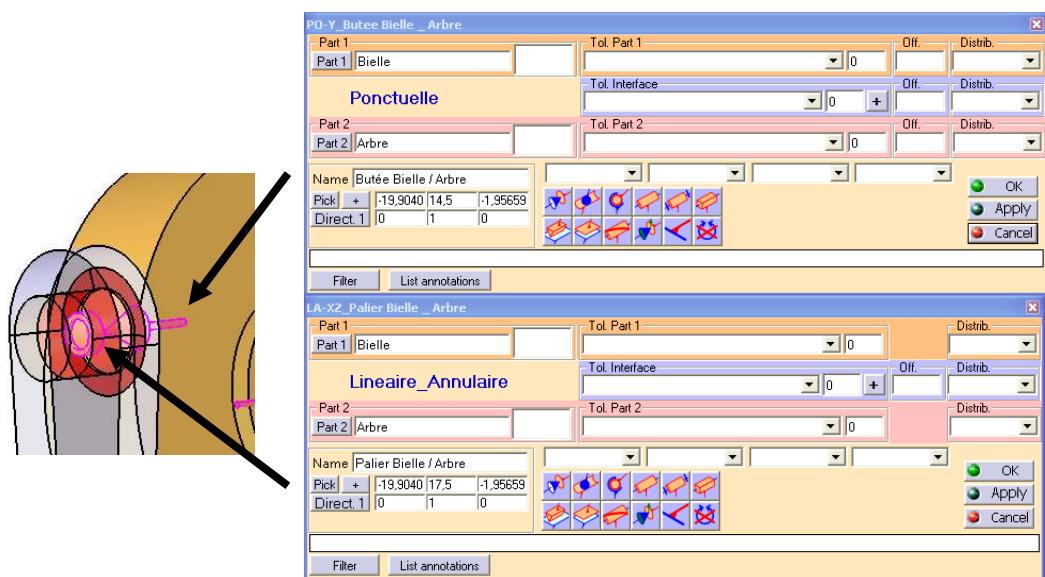


La bielle est positionnée sur l'arbre par un centrage court. En effet, son orientation est donnée par l'interface sur le piston.

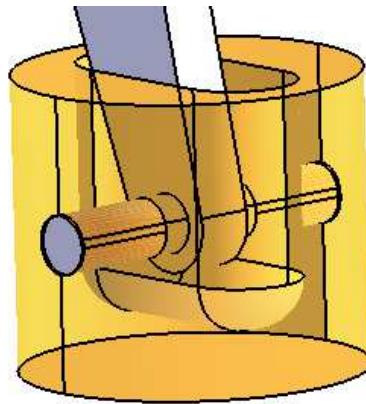
Elle doit donc pouvoir légèrement rotuler par rapport à l'arbre grâce à un jeu de fonctionnement (dans la limite des petits déplacements dus aux tolérances).

La modélisation isostatique représentative de cette assemblage est donc :

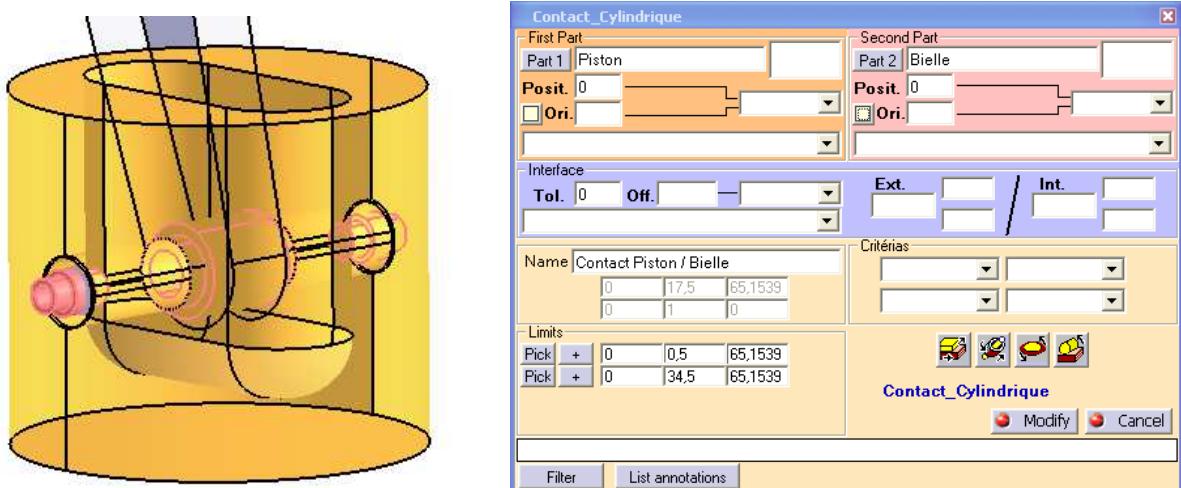
- une liaison linéaire annulaire (centrage court)
- une liaison ponctuelle (butée)



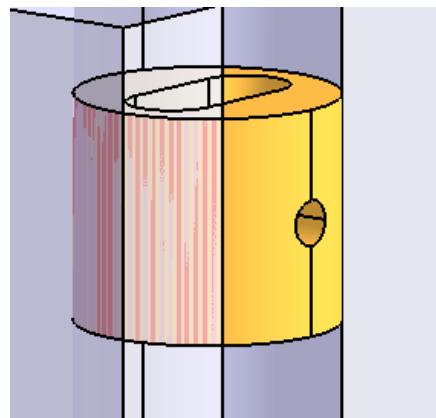
Contacts Piston / Bielle



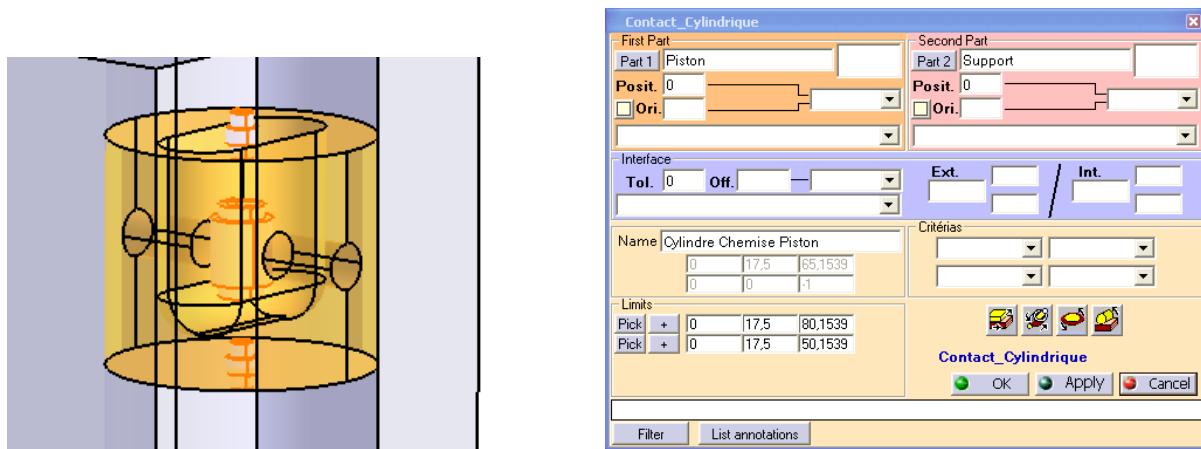
La Bielle et le Piston sont en contact sur un cylindre. Cette interface sera donc modélisée dans MECAmaster par un contact cylindrique (même si la surface fonctionnelle est composée de deux cylindres coaxiaux de même diamètre).



Contact Piston / Chemise sur support

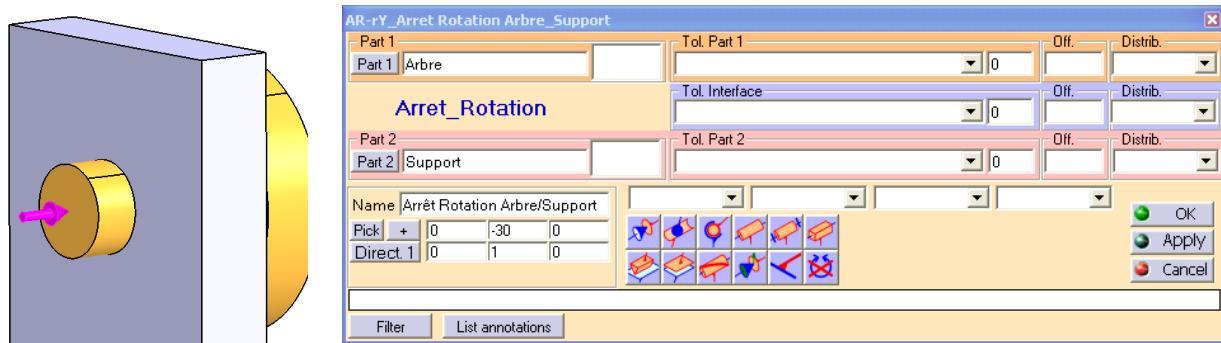


Le Piston glisse dans un cylindre du support, la modélisation correspondante est donc tout naturellement un contact cylindrique.



Bloquer la mobilité fonctionnelle du système

Afin de bloquer la mobilité du mécanisme Bielle / Manivelle et pour pouvoir mesurer le couple en arbre de sortie, il faut placer une liaison arrêt en rotation de l'arbre par rapport au milieu extérieur, ie le support (Voir ANNEXE II : « le milieu Extérieur ») :



6.1.2 Définition du chargement

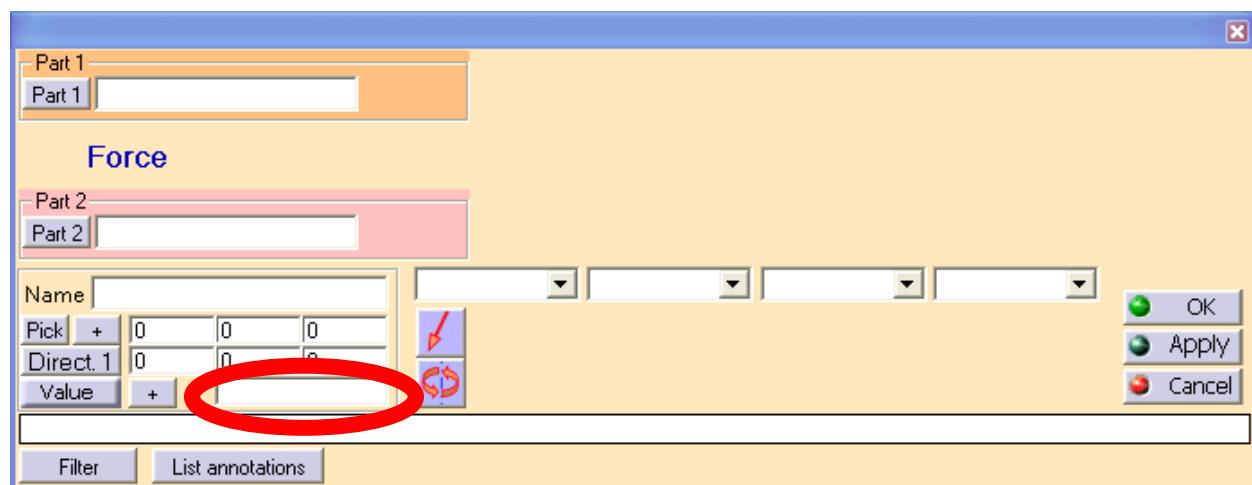
Un chargement peut être un effort entre 2 pièces du système (par exemple pour un ressort, un vérin). Il peut aussi être un poids (dans ce cas il est exercé par le milieu extérieur), des frottements, ...

Dans MECAmaster il existe deux types de données pour définir un chargement :

- force
- couple

(Voir Paragraphe Données MECAmaster pour la définition de ces éléments).

L'intensité de l'effort appliqué se définit dans le champ « Value » de la donnée :

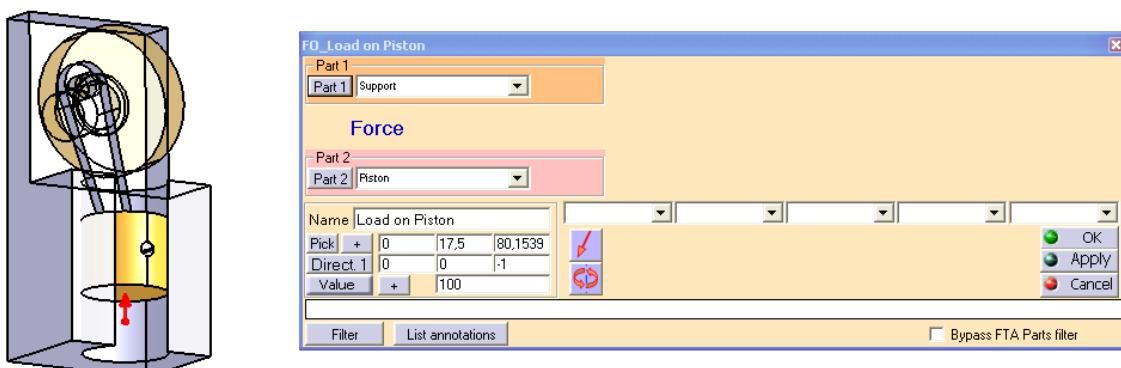


Les unités sont :

- Force : l'unité choisie en effort (Si N en entrée → résultat exprimé en N, si daN en entrée → résultat exprimé en daN, ...)
- Couple : dépend de l'unité choisie en effort et de la dimension de l'espace de définition dans CATIA V5 (généralement le mm). Si l'unité d'effort choisie est le N, les valeurs de couple s'exprimeront alors en Nmm ...

Le chargement peut être composé de plusieurs données MECAmaster.

Exemple : définition d'un effort de 100 N exercé sur le piston d'un assemblage bielle-manivelle



Remarque :

Par l'utilisation du Bouton « + » situé à côté du champ numérique de valeur, l'utilisateur accède à la sélection d'un paramètre numérique CATIA V5 (quel qu'il soit). Une fois le paramètre sélectionné, le champ valeur se complète automatiquement de la valeur du paramètre et se verrouille en lecture seule.

A chaque calcul le modèle se synchronisera sur la valeur courante du paramètre.

Ce peut être utile pour définir des efforts variables, liés à des formules, dimensions ...

6.2 Théorie & hypothèses

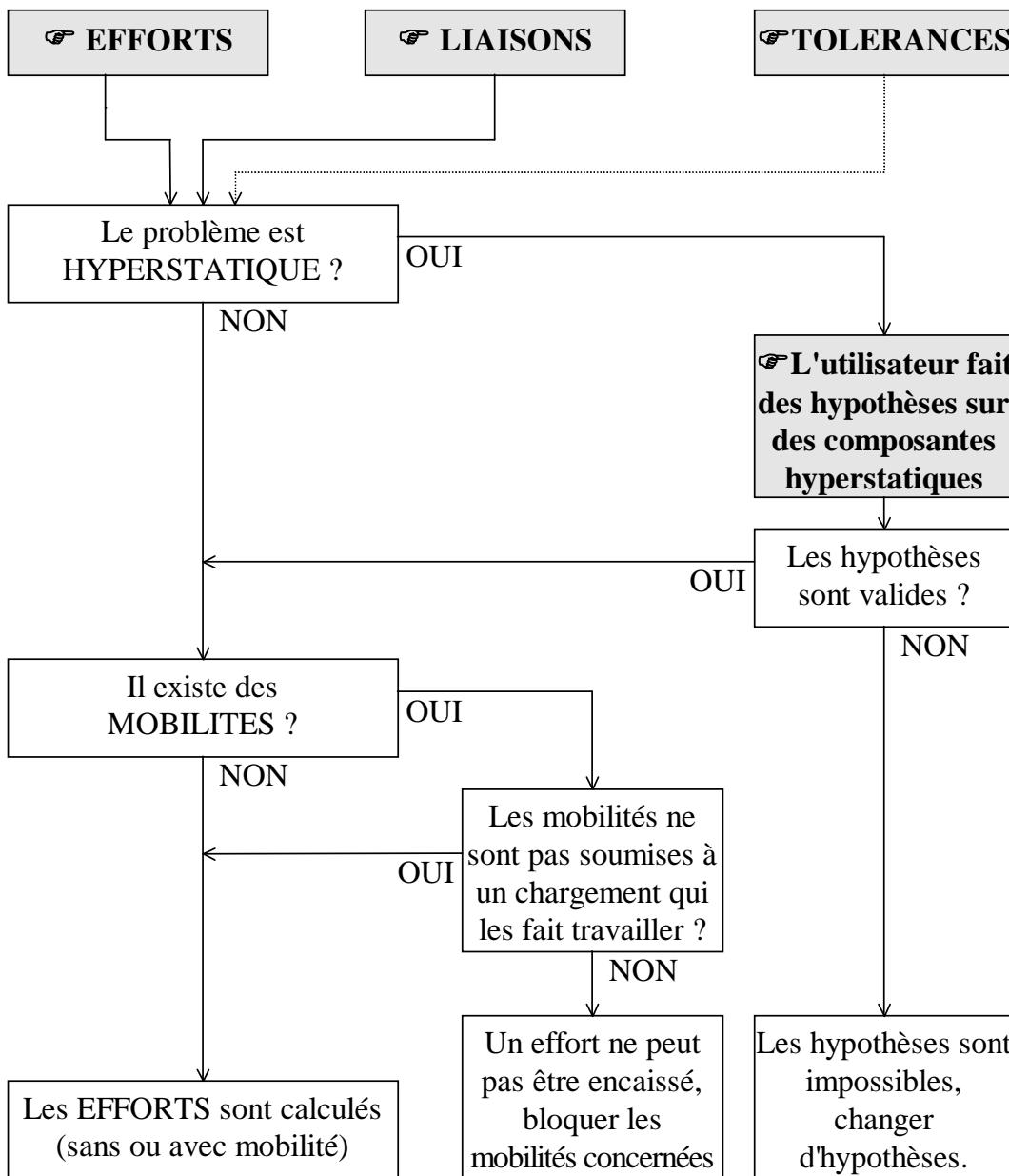
La partie calcul d'efforts, analyse de mobilités et détermination des hyperstatismes est basée en partie sur la Théorie des Mécanismes.

La mise en équations est effectuée sous forme de système d'équations linéaires. La résolution utilise des méthodes classiques de résolution de système linéaire, d'analyse de rang, et d'autres méthodes originales, qui permettent notamment d'identifier les mobilités et les hyperstatismes indépendants/dépendants, de trouver toutes les causes d'un hyperstatisme, et de déterminer le poids de chaque cause (pour un hyperstatisme indépendant).

Les hypothèses sont:

- liaisons parfaites (sans jeu, mais la prise en compte de jeux, de comportements différents suivant des composantes de liaisons est possible par la définition de combinaison de liaisons qui assurent le positionnement).
- liaisons parfaites (sans frottement, mais la prise en compte de frottement est possible).
- solides indéformables (ou peu déformables, de plus la prise en compte de souplesse locale est possible).

6.3 Le calcul et l'analyse



Organigramme du calcul d'efforts et de l'analyse de mobilités et d'hyperstatismes

- L'utilisateur n'intervient qu'au niveau des parties grisées, le reste est automatique.
- Les données de type EFFORTS, LIAISONS, TOLERANCES peuvent toujours être définies. Les données adéquates sont choisies en fonction du contexte. Les TOLERANCES ne perturbent pas.
- S'il n'y a pas d'EFFORT, l'analyse d'HYPERSTATISME et de MOBILITE est cependant réalisée.

6.4 Vérification de l'isostatisme, calcul d'efforts sur systèmes hyperstatiques

Voir paragraphe Dédié.

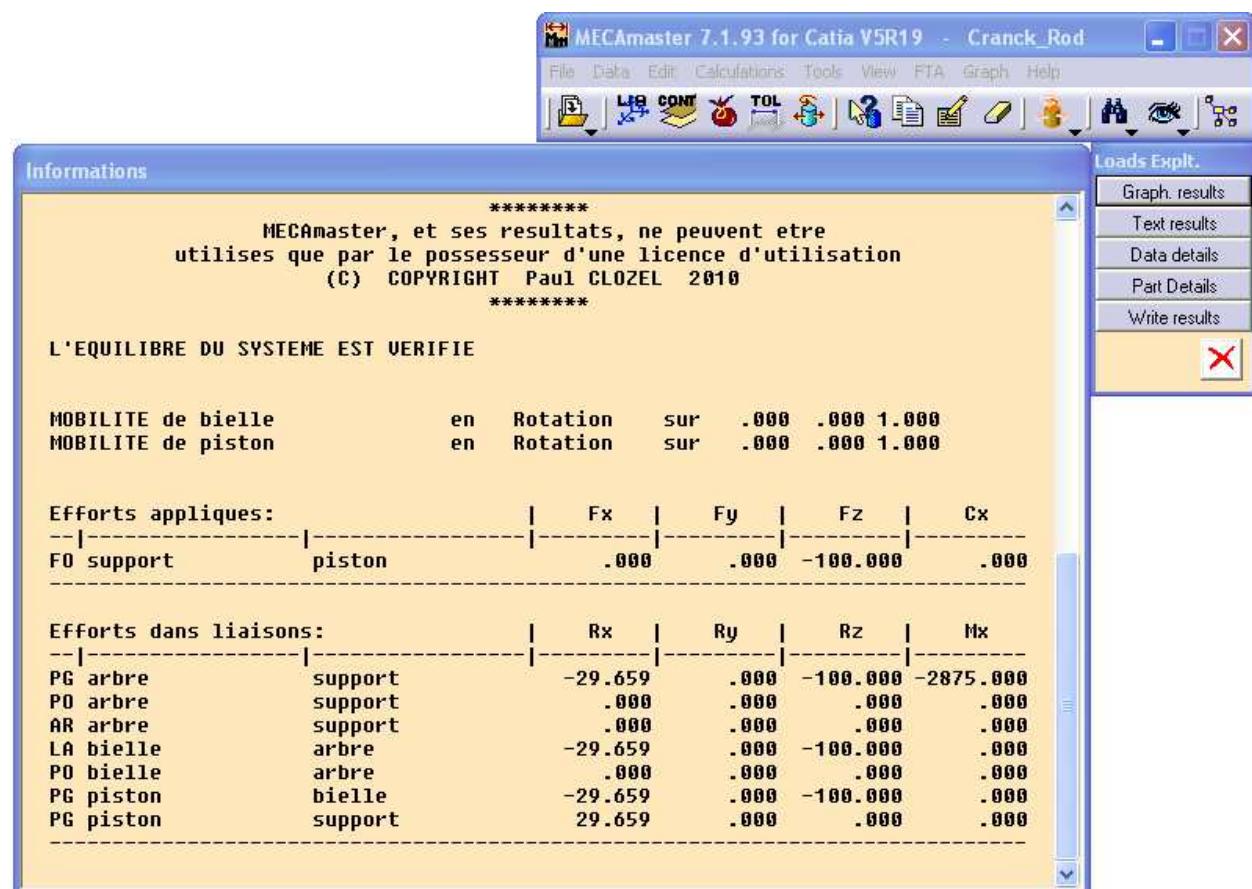
6.5 Résultats : Les possibilités du calcul d'effort

Après le lancement d'un calcul d'effort (Commande « Calculations / Loads/Hyperst. Calculations » ou bouton dédié de la barre d'outil) MECAmaster propose un certain nombre de résultats et d'analyses graphiques et numériques.

(les illustrations de ce paragraphe seront prises à partir du modèle « Bielle / Manivelle » précédent)

6.5.1 Résultats Globaux Numériques

Le logiciel affiche par défaut dans la fenêtre Texte d'information numérique les résultats globaux du calcul d'effort :

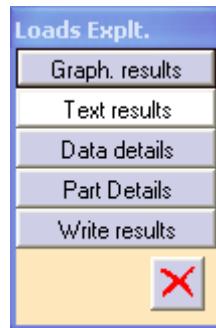


L'utilisateur trouvera dans cette fenêtre par ordre d'apparence :

- L'état d'équilibre du système (vérifié ou non)

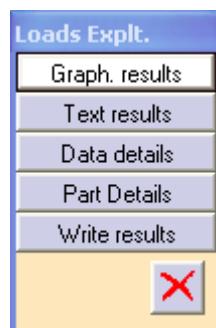
- Le bilan des mobilités résiduelles (ne perturbent pas le déroulement du calcul d'effort si elles ne « travaillent » pas dans la/les boucles de résolution d'efforts) (voir paragraphe dédié pour l'analyse des mobilités)
- Le rappel du chargement (ici une force seulement)
- Le bilan des efforts encaissés dans chacune des liaisons/contacts.

Ce résultat peut à tout moment être réaffiché par la commande « Text results » du menu d'exploitation du calcul d'effort :



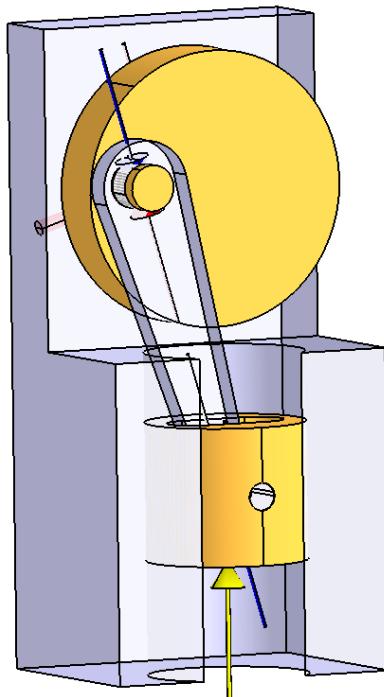
6.5.2 Résultats Globaux Graphiques

La commande « Graph results » du menu d'exploitation affiche sur toutes les pièces de l'assemblage le bilan des efforts exercés sur cette pièce.



Une couleur différente est choisie pour les efforts de chaque pièce.

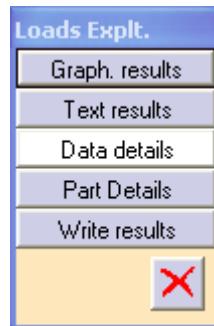
Les valeurs des efforts sont proportionnelles aux longueurs des flèches qui les représentent. (par défaut l'échelle d'affichage des vecteurs est recalibrée à chaque calcul, elle peut être bloquée via les settings de l'application, voir paragraphe dédié).



NB : Les efforts étant visualisés sur toutes les pièces, chaque effort résultant sera affiché « deux fois » avec néanmoins un sens opposé par le principe d'action/réaction sur chaque interface.

6.5.3 Efforts exercés sur une donnée du modèle

Les efforts dans chaque donnée peuvent être affichés par sélection de la commande « Data Details », puis sélection de la donnée à afficher.



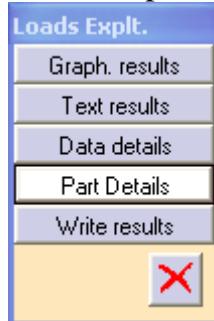
Soit, par exemple en cliquant sur la liaison arrêt en rotation de l'arbre de sortie du mécanisme bielle manivelle :



Les efforts dans chaque donnée seront toujours exprimés dans le repère de l'assemblage (X, Y, Z) et dans un repère local à la liaison.

6.5.4 Efforts exercés sur chaque pièce

La synthèse des efforts exercés globalement sur chaque pièce est affichée par la commande « Part Details » puis sélection de la pièce à exploiter, dans l'arbre ou à l'écran:



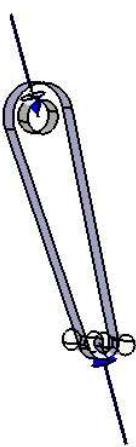
MECAmaster affiche :

- les valeurs numériques des efforts **exercés sur** cette pièce.
- les efforts graphiques **exercés sur** cette pièce

Une couleur différente est choisie pour les efforts de chaque pièce.

Les valeurs des efforts sont proportionnelles aux longueurs des flèches qui les représentent.

Soit pour la Pièce « bielle » de l'exemple bielle/manivelle



6.5.5 Edition d'une note de calculs

Les tableaux de calculs peuvent être édités dans un fichier.

6.5.6 Reprise des résultats dans un tableur

Les résultats de calculs peuvent être écrits dans un fichier de format compatible avec les tableurs standards du marché.

6.6 Calculs d'effort avec simulation

6.6.1 Principe

Tous les calculs d'efforts de MECAmaster peuvent être réalisés en « quasi-statique » c'est à dire en pilotant l'évolution d'un paramètre numérique CATIA V5.

Le principe consiste à indiquer une plage de variation d'un paramètre CATIA V5 (qui peut être tout paramètre numérique, cote de sketcher, contrainte d'assemblage, ...). Ensuite, pour chaque pas de la simulation, MECAmaster :

- modifie la valeur du paramètre
- lance une mise à jour CATIA
- effectue un calcul d'effort dans cette nouvelle configuration.

Il y aura donc autant de calculs MECAmaster que de pas dans la simulation. Les résultats seront ensuite exprimés globalement en fonction du paramètre de la simulation.

Cette fonctionnalité offre un grand nombre de possibilités, notamment :

- le calcul sur une cinématique de mécanisme en pilotant un paramètre d'entrée d'une cinématique (par exemple définie via des contraintes d'assemblage)

- l'optimisation de position/orientation d'une interface (en paramétrant la position/orientation d'une donnée MECAmaster à l'aide d'un paramètre CATIA V5)
- ...

ATTENTION :

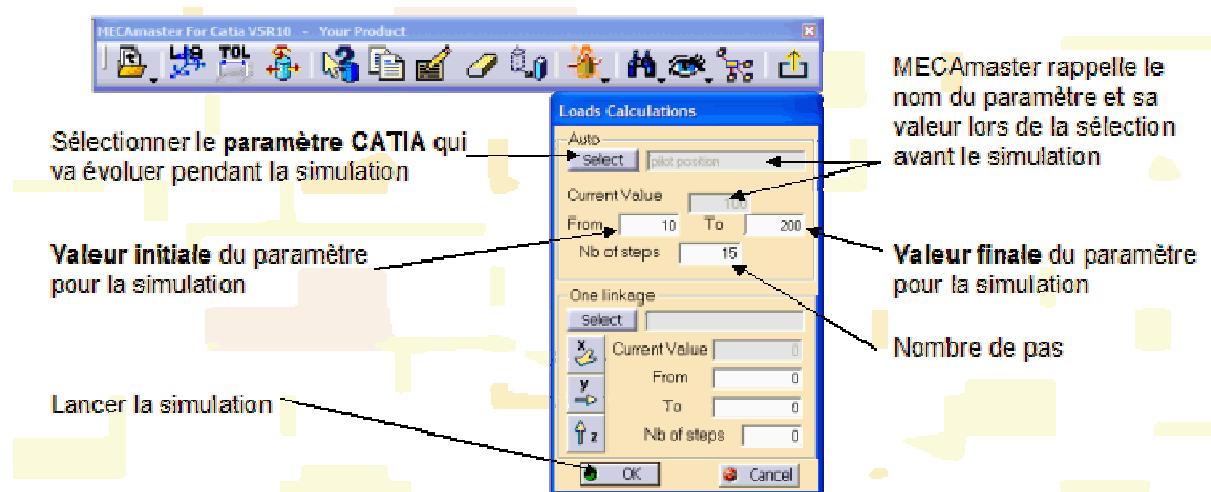
Les données MECAmaster sont par défaut complètement dissociées de la maquette numérique. Ne pas oublier de définir l'associativité entre ces données et les éléments géométriques CATIA si une simulation doit changer leur position ou orientation.

Voir paragraphe Données MECAmaster / Associativité à la maquette numérique

6.6.2 Calcul d'effort avec simulation

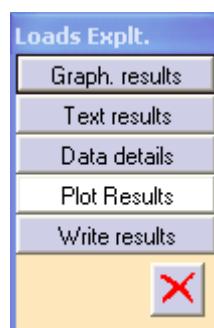
Pour faire un calcul d'effort avec simulation, il faut lancer la commande « Calculations / Multi Positions Loads Calculations » ou le bouton dédié de la barre d'outil.

Une fenêtre de définition s'ouvre dont la partie supérieure est à compléter avec les informations sur le paramètre à piloter (Sélection du paramètre, bornes, nombre de pas) :



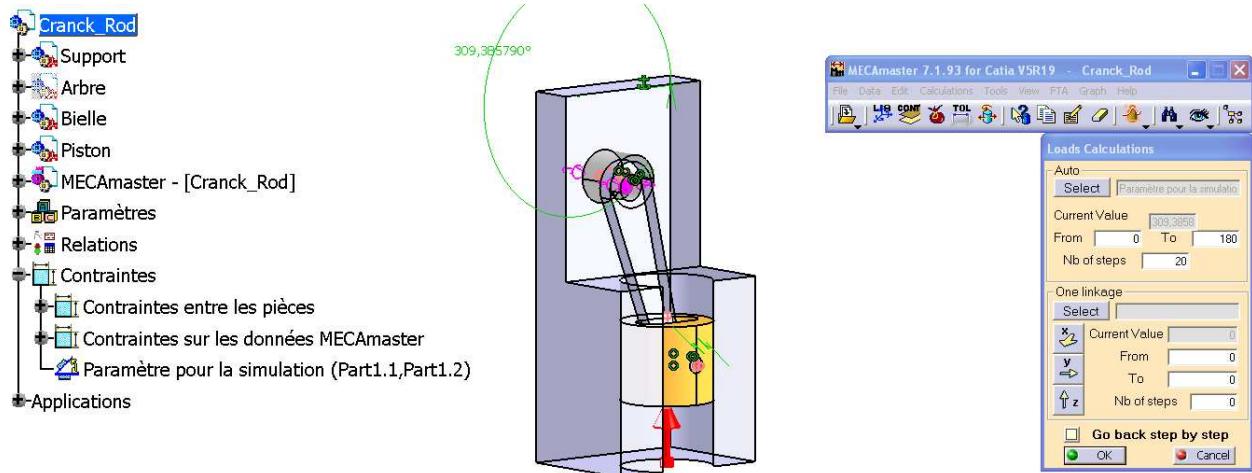
6.6.3 Résultat d'un calcul d'effort avec simulation

Après la simulation, le logiciel ouvre comme précédemment le menu d'exploitation avec cette fois un bouton « Plot Results ».

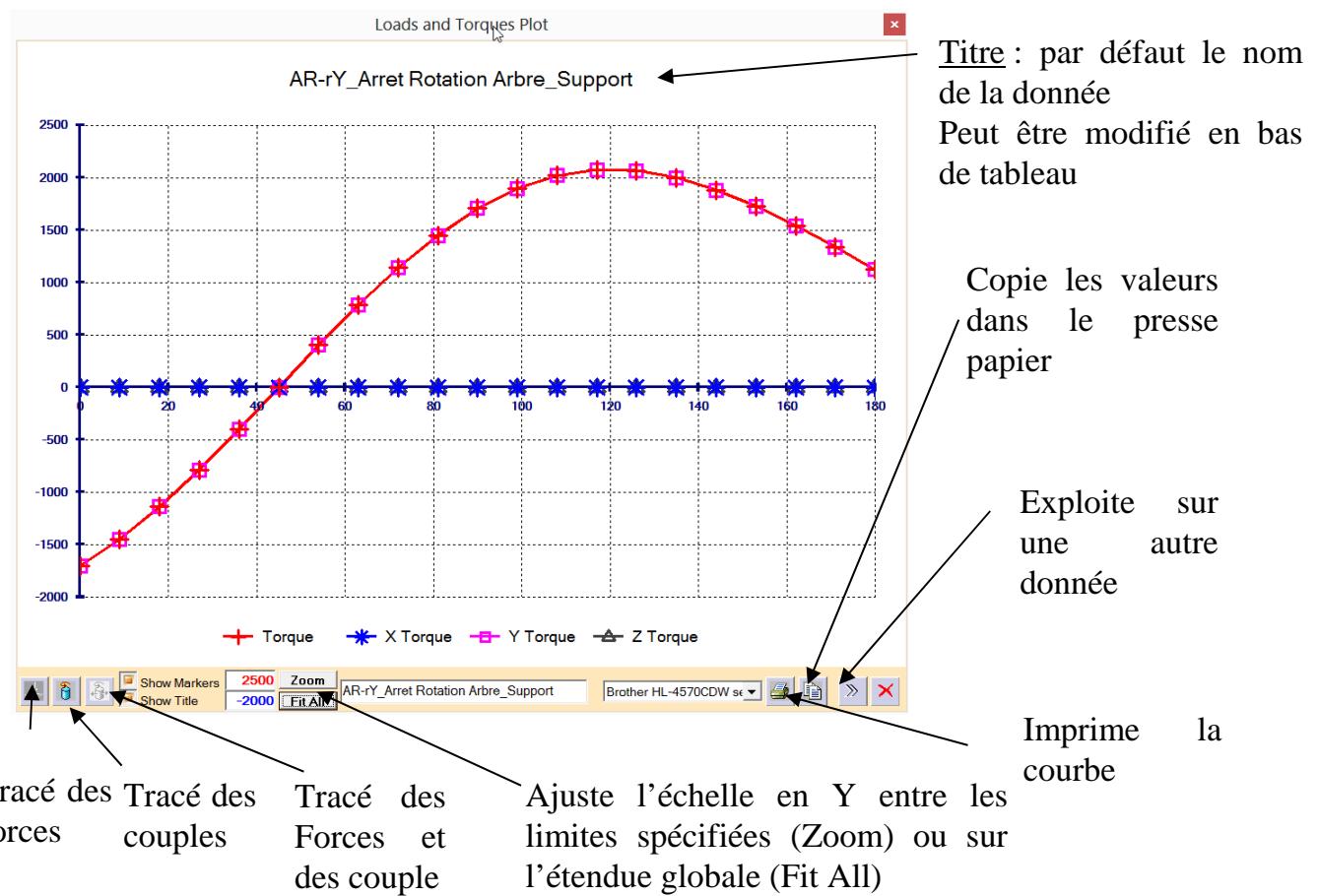


Ce bouton + la sélection d'une donnée affiche le tracé des efforts exercés sur la donnée sélectionnée.

Comme sur l'assemblage bielle / Manivelle de notre exemple, pour une simulation sur la contrainte d'angle « paramètre pour la simulation », de 0° à 180° en 20 pas :



On demande le tracé des efforts exercés sur la donnée « Arrêt Rotation Arbre Support » pour récupérer le couple de sortie : (La courbe montre l'effort en ordonnée, et la valeur du paramètre en abscisse).



Un double-click sur une des légendes fait apparaître ou masque la courbe en question.

6.6.4 Simulation en mode « One Linkage »

Il existe en fait deux modes de simulation, le plus courant est le mode « Auto » que l'on a vue précédemment qui pilote la variation d'un paramètre numérique.

Un autre mode, dit « One linkage » permet une simulation très simple en déplaçant une donnée MECAmaster sur l'axe X, Y ou Z. Il est accessible via le même menu de calcul d'effort avec simulation, mais cette fois-ci en complétant la partie inférieure de la fenêtre de lancement avec :

- la donnée à déplacer
- la direction du déplacement (X ou Y ou Z)
- les bornes
- le nombre de pas

Remarque :

- si la donnée est contrainte en son centre, l'effet de cette simulation sera nul puisque chaque déplacement de la donnée sera annulé par la mise à jour CATIA qui la repositionnera suivant sa résolution de contraintes ...

6.7 Calcul d'effort avec coefficient de proportionnalité

6.7.1 Principe

Par défaut, toutes les valeurs d'effort dans MECAmaster sont définies sous la forme de constantes numériques indépendantes les unes des autres. MECAmaster propose de définir un lien de proportionnalité entre les efforts appliqués (Force et Couple) et les résultantes d'effort dans les liaisons (Ponctuelle, Linéaire Annulaire, Rotule, Arrêt en Rotation).

Cette fonction sera en particulier utile à la définition d'un coefficient de frottement proportionnel. Les seules possibilités aujourd'hui étaient de définir un effort résistant constant.

Deux modes de proportionnalité sont disponibles :

- **K-Mode** : pour des Forces (FO) ou couples (CO) proportionnels à la norme de l'effort dans une liaison (PO LA RO AR)
- **S-Mode** : pour des FO ou CO proportionnels (avec signe) à l'effort dans une liaison (PO AR)

ATTENTION :

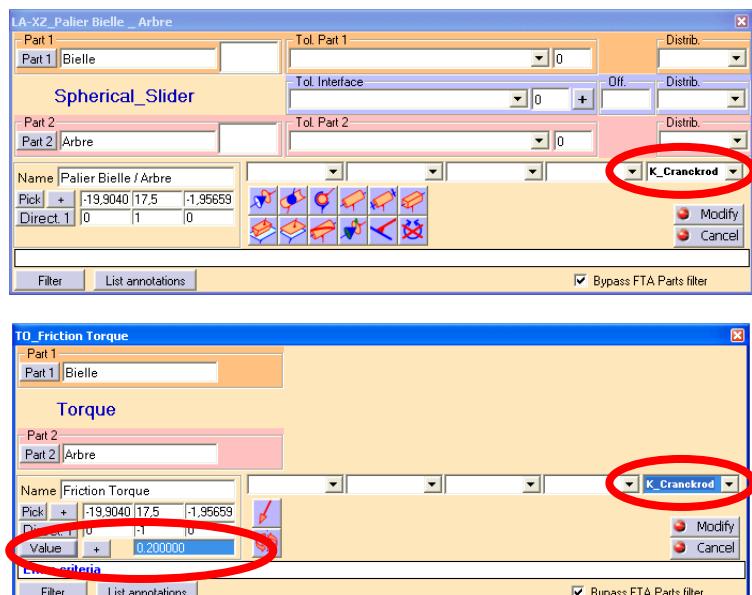
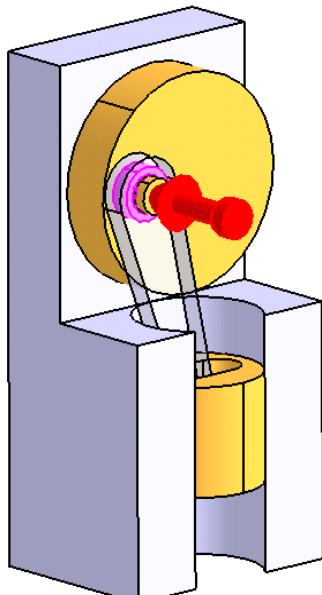
Il faut être extrêmement vigilant au signe et à la direction de la donnée !!!! Des erreurs peuvent facilement être commises !!!! Il est fortement conseillé de vérifier la cohérence des résultats sur chaque donnée après chaque calcul. (Par exemple, un couple de frottement doit faire baisser le rendement cinématique d'un mécanisme et ne pas l'augmenter ...)

Pour définir ce lien proportionnel entre deux données :

- définir en critère 5 de la liaison : K_Name ou (S_Name pour un lien S-mode)
- définir en critère 5 de l'effort appliqué : K_Name ou (S_Name pour un lien S-mode)
- définir dans le champ valeur de l'effort appliqué le coefficient de proportionnalité entre la valeur de l'effort résultant dans la liaison et la valeur de l'effort appliquée. (Donc dans le cas d'une combinaison LA et CO, la valeur à définir sera Coeff x Rayon, ...)

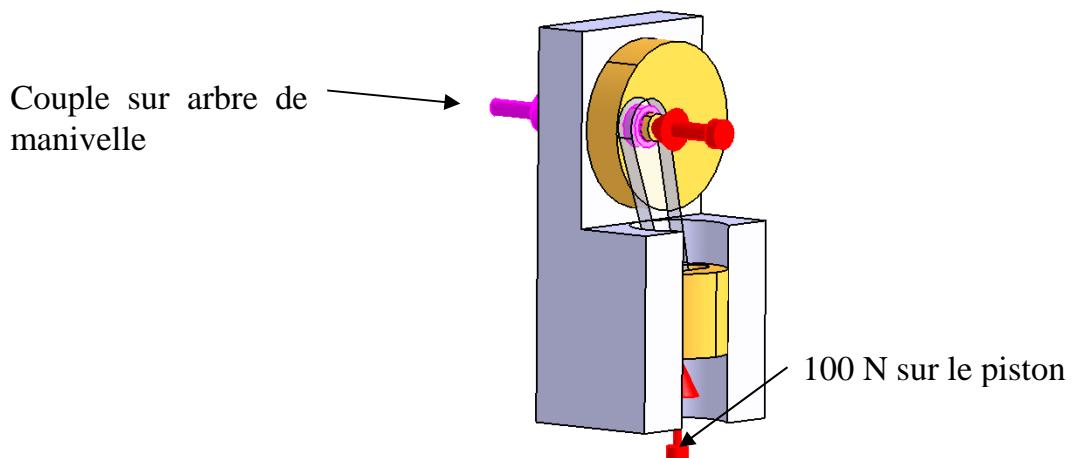
où « Name » est le nom du lien de proportionnalité. Chaque différent lien aura un nom différent.

6.7.2 Exemple d'un lien K-mode sur un système bielle/manivelle



$$\text{Value} = 0,2 \text{ (Coeff frott)} \times 2,5 \text{ (Rayon)}$$

Pour 100 N exercé sur le Piston, le couple en sortie de l'arbre de manivelle sera :



Efforts appliqués:	F_x	F_y	F_z	C_x	C_y	C_z
FO support piston	.000	.000	-100.000	.000	.000	.000
CO bielle arbre	.000	.000	.000	.000	52.044	.000

Efforts dans liaisons: RX	R_y	R_z	M_x	M_y	M_z
PG arbre support	-28.883	.000	-100.000	-2875.000	.000
PO arbre support	.000	.000	.000	.000	.000
AR arbre support	.000	.000	.000	-1881.850	.000
LA bielle arbre	-28.883	.000	-100.000	.000	.000
PO bielle arbre	.000	.000	.000	.000	.000
PG piston bielle	-28.883	.000	-100.000	.000	.000
PG piston support	28.883	.000	.000	.000	.000

Le couple de frottement est calculé à 52.044 Nmm et le couple de sortie sur l'arbre à 1881.850 Nmm.

Et si l'on désactive le couple de frottement :

Efforts appliqués:	F_x	F_y	F_z	C_x	C_y	C_z
FO support piston	.000	.000	-100.000	.000	.000	.000

Efforts dans liaisons: RX	R_y	R_z	M_x	M_y	M_z
PG arbre support	-29.659	.000	-100.000	-2875.000	.000
PO arbre support	.000	.000	.000	.000	.000
AR arbre support	.000	.000	.000	-1932.376	.000
LA bielle arbre	-29.659	.000	-100.000	.000	.000
PO bielle arbre	.000	.000	.000	.000	.000
PG piston bielle	-29.659	.000	-100.000	.000	.000
PG piston support	29.659	.000	.000	.000	.000

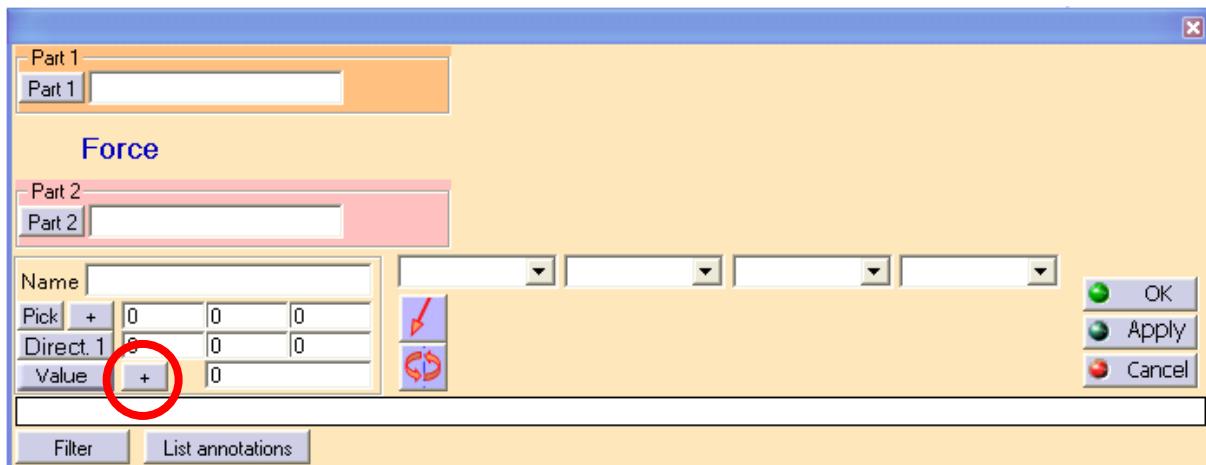
le couple de sortie sur l'arbre passe à 1932.376 Nmm.

Dans l'hypothèse d'une erreur de syntaxe où d'une divergence de la simulation (impossibilité de résoudre le système) MECAmaster indiquera un message d'alerte.

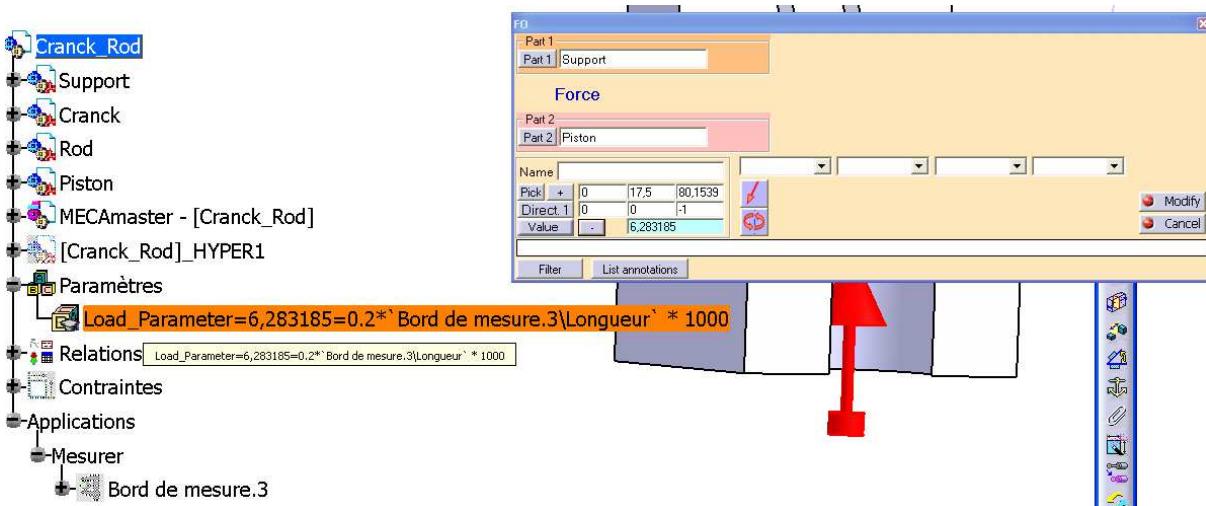
6.8 Calcul d'efforts avec efforts variables

Les valeurs d'efforts dans les forces et couples de MECAmaster peuvent être liés à des paramètres numériques CATIA V5. Il est alors possible de définir des efforts variables en définissant une formule dans le paramètre CATIA V5.

Pour sélectionner un paramètre en guise de valeur d'effort, il suffira de sélectionner le bouton « + » situé à côté du champ valeur.



la valeur du paramètre à l'instant t sera reportée dans le champ valeur de la donnée MECAmaster en mode lecture seule symbolisé par un fond bleuté de la cellule :



Pour libérer la valeur de l'effort et récupérer les droits de modification manuelle de la valeur, sélectionnez le bouton « - » à côté du champ valeur.

MECAmaster mettra à jour sa valeur en fonction de la valeur du paramètre pour chaque calcul. Le modèle de l'utilisateur sera toujours à jour sur la valeur du paramètre (même si le paramètre évolue par exemple dans une simulation cinématique).

Cette fonctionnalité pourra être utile pour la définition de ressorts, de barre de torsion ...

ATTENTION :

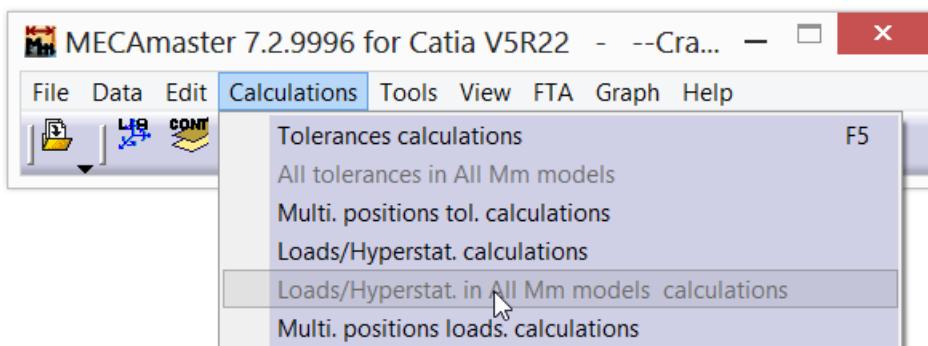
En version MECAmaster V7.2.0, les seuls paramètres que l'on peut sélectionner dans la simulation sont les paramètres définis au niveau du produit global de l'assemblage.
Pour utiliser un autre paramètre (pièce, ...), il suffira d'en créer un dans le produit global en le liant par une formule au paramètre désiré ...

6.9 Calcul d'effort sur plusieurs produits MECAmaster

Si l'utilisateur dispose d'un assemblage intégrant plusieurs sous-produits MECAmaster, il peut demander d'exécuter un calcul d'efforts concaténant les données provenant de tous les modèles (non désactivés) présents dans l'arbre CATIA V5.

Le comportement sera identique à un calcul simple.

La commande du menu déroulant de la barre d'outil **Loads/Hyperstat. In All Mm models calculations** doit alors être utilisée.



6.10 Les questions fréquemment posées

Comment les formes des pièces interviennent-elles ?

elles n'interviennent pas du tout, car seules les liaisons ont de l'importance. Il est ainsi possible d'intervenir très tôt, dès la phase d'avant-projet, et jusqu'à la validation finale.

Comment définir un poids ?

voir annexe: Le milieu extérieur.

Comment définir un ressort, un vérin ?

par une force entre les 2 pièces, variable ou non.

Comment calculer les efforts intérieurs (pour calcul de Résistance des Matériaux) en un point ?

en scindant le solide en deux solides (au sens MECAmaster, il n'est pas nécessaire de scinder la pièce dans CATIA V5), et en définissant une liaison encastrement entre ces deux solides virtuels.

Comment définir un effort réparti sur un solide ?

par un effort ponctuel au centre de gravité du chargement, ce qui est rigoureux pour le calcul des efforts de liaisons (pour calculer les efforts intérieurs, il faudrait séparer en 2 "sous zones").

Que signifie:

"Une partie d'un effort ne peut pas être encaissée. Le système n'est pas en équilibre."

Une des mobilités est soumise à un chargement qui la fait bouger. Il faut bloquer la mobilité concernée, ou enlever la composante de chargement qui la fait bouger. Noter que le message intervient juste après cette mobilité.

Une erreur courante consisterait, pour l'exemple du réducteur, à ne pas mettre un Couple (là où la valeur est connue) et un Arrêt en Rotation (là où la valeur est inconnue), mais 2 Couples. L'équilibre serait alors difficile à trouver (pour que l'équilibre soit possible, il faudrait calculer précisément les valeurs, et ne pas se tromper dans les sens et signes), et on obtiendrait souvent le message ci-dessus.

Voir Exemple avec des mobilités.

Que signifie:

"Les hypothèses Supprimer, Spécifier, Symétrie, Similaire avancées lors de la résolution ne sont pas possibles."

Cela signifie ce qui est écrit. Mécaniquement, certain(s) hypothèse(s) est (sont) incohérente(s). Par exemple, pour l'hyperstatisme axial de l'exemple de l'arbre à came, il n'est pas possible de dire que les composantes axiales sont liées par un rapport -1, car cela n'apporte pas d'information supplémentaire (en effet, les efforts pourraient aussi bien être 10 et -10, que 0 et 0... ou A et -A).

Voir paragraphe dédié hyperstatismes, hypothèses impossibles.

7. HYPERSTATISMES ET MOBILITES

Il est fortement recommandé d'avoir lu les chapitres précédents, notamment ceux concernant les FONCTIONNALITES et les Données MECAmaster.

7.1 Identification des mobilités / hyperstatismes d'un modèle

A partir d'un modèle de contact défini pour une analyse d'effort, ou pour une analyse de tolérance, MECAmaster peut à tout moment vérifier l'isostatisme du système et afficher le cas échéant :

- les mobilités résiduelles
- les hyperstatismes indépendants

(Voir paragraphes dédiés au calcul d'effort et à l'analyse d'hyperstatisme pour la construction du modèle)

L'identification des mobilités/hyperstatismes se fait par la même commande que le calcul d'effort : « Calculations / Loads/Hyperstat. Calculations » ou via le bouton de la barre d'outil.

Remarque :

Pour une analyse réunissant des données de plusieurs produits MECAmaster, il faudra utiliser la commande « Loads/Hyperstat. In All Mm models calculations » du menu déroulant de la barre d'outil.

7.2 Cas d'un système avec des mobilités

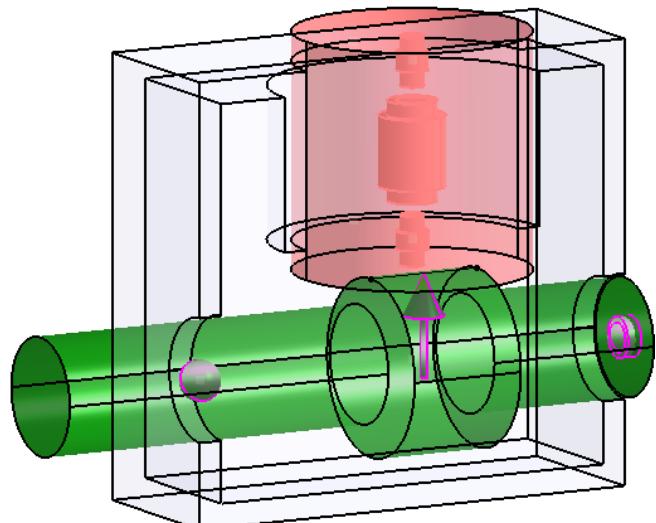
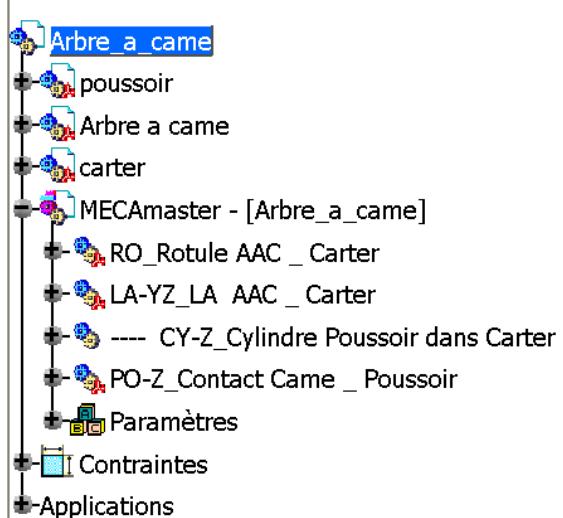
7.2.1 Définition du modèle de contact

L'analyse de mobilité s'effectue à partir de tout modèle de contact défini dans MECAmaster. Elle ne prend en compte QUE les données MECAmaster, et en aucune façon d'éventuelles liaisons cinématiques définies dans CATIA V5.

Le cas des mobilités sera illustré par l'exemple d'un ARBRE A CAME et d'un POUSSOIR, les pièces étant situées dans un CARTER, avec les liaisons suivantes:

*** DONNEE numéro 1 ***	
Liaison de type	ROTULE
entre	CARTER
et	ARBRE A CAME
Nom de la rotule	
Centre de la rotule	40.00 0.000 0.000

*** DONNEE numéro 2 ***	
Liaison de type	LINEAIRE ANNULAIRE
entre	CARTER
et	ARBRE A CAME
Nom de linéaire annulaire	
Centre du cercle de contact	0.000 0.000 -40.00
Direction de translation	1.000 0.000 0.000
*** DONNEE numéro 3 ***	
Contact de type	Contact Cylindrique
entre	CARTER
et	POUSSOIR
Nom du pivot glissant	
Limite 1	0.000 0.000 20.00
Limite 2	0.000 0.000 50.00
*** DONNEE numéro 4 ***	
Liaison de type	PONCTUELLE
entre	POUSSOIR
et	ARBRE A CAME
Nom de la ponctuelle	
Point de direct. de contact	0.000 4.000 15.000
Direct normale plan contact	0.000 0.000 1.000



(Voir le Modèle Arbre A Came dans les fichiers CATIA V5 associés)

7.2.2 Résultats de l'analyse de mobilité

MECAmaster liste dans la fenêtre Texte d'information toutes les mobilités détectées sur le système avec le formalisme suivant :

MOBILITE de « Nom de la pièce » en « Rotation OU Translation » sur « Vecteur »

Les Mobilités sont exprimées par rapport à la pièce fixe qui est la première pièce qui intervient dans le modèle MECAmaster, c'est à dire la pièce définie en « Pièce 1 » de la première donnée.

Ici la première donnée est la ROTULE : toutes les mobilités seront exprimées par rapport à la pièce CARTER.

Les mobilités indépendantes sont séparées par une ligne vide. Celles listées les unes à la suite des autres (sans cette ligne vide) correspondent à une seule mobilité fonctionnelle mais qui impacte plusieurs pièces.

Sur l'exemple de l'arbre à came, les résultats sont les suivants :

Informations						
MOBILITE de arbre a came	en	Rotation	sur	1.000	.000	.000
MOBILITE de poussoir	en	Translation	sur	.000	.000	1.000
MOBILITE de poussoir	en	Rotation	sur	.000	.000	1.000

On constate qu'il y a deux mobilités différentes (exprimées par rapport au CARTER) :

- La mobilité de l'ARBRE A CAME en rotation autour de son axe, qui est liée à la mobilité en translation du POUSSOIR sur une direction perpendiculaire à l'axe de l'ARBRE A CAME.
- La mobilité du POUSSOIR en rotation autour de lui-même.

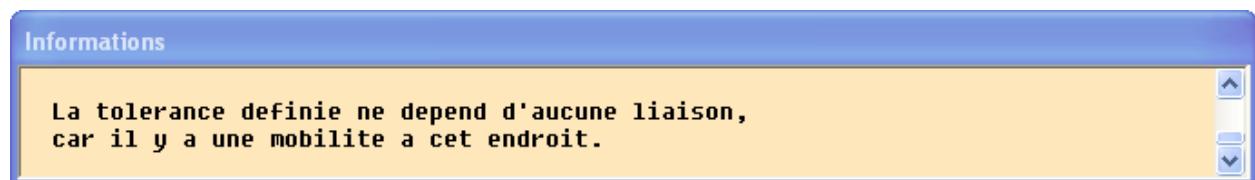
Remarque :

Dans le cas de mobilités multiples, l'algorithme de détermination des mobilités détermine des mobilités qui ne sont pas obligatoirement celles auxquelles l'utilisateur pense (en effet, elles peuvent être des combinaisons linéaires lorsque plusieurs mobilités concernent la(les) même(s) composante(s) pour la(les) même(s) pièce(s)). Cet algorithme convient donc bien lorsque les mobilités sont indépendantes. Les mobilités peuvent sembler moins évidentes lorsque le problème est très mobile (par exemple une modélisation complètement erronée avec des pièces très peu fixées).

7.2.3 Mobilités dans un calcul de tolérance

Les mobilités résiduelles ne perturbent pas le calcul de tolérance, il n'est pas nécessaire d'être isostatique pour la résolution et l'analyse.

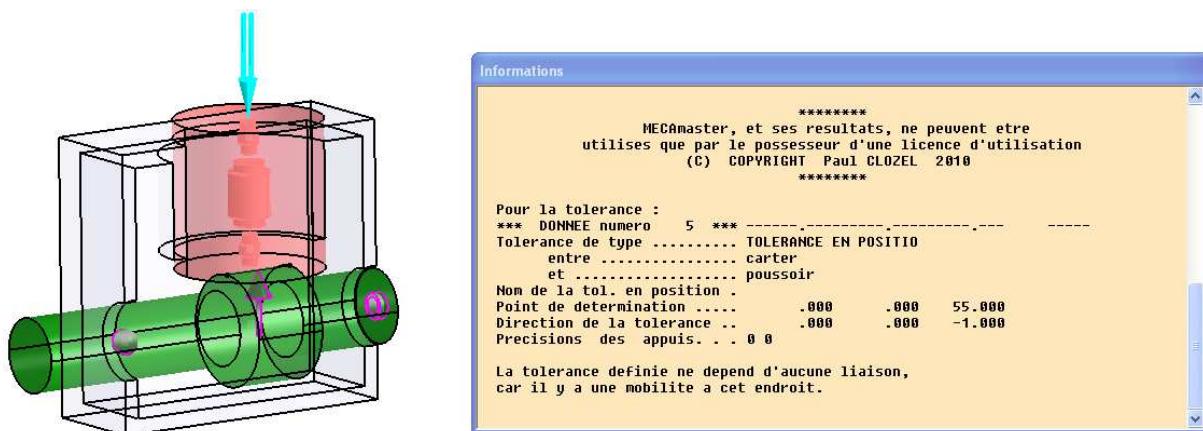
Si une mobilité travaille dans la chaîne de cote et ne permet pas le calcul, MECAmaster indiquera le message suivant :



mais poursuivra le calcul pour les autres Tolérances calculables.

L'analyse de mobilité permet alors d'identifier les mobilités qu'il est nécessaire de bloquer pour pouvoir résoudre tous les calculs.

Exemple sur le modèle de l'arbre à Came avec une tolérance en position qui mesure le dépassement du poussoir par rapport au carter :



7.2.4 Mobilités dans un calcul d'effort

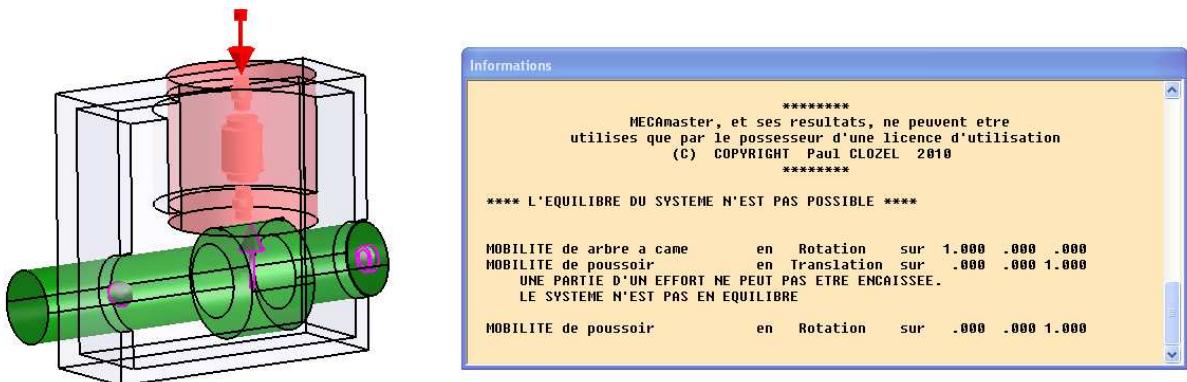
Si un effort exercé agit sur une mobilité du système (« fait bouger les pièces »), le système n'est plus en équilibre. MECAmaster indiquera alors :

« une partie d'un effort ne peut pas être encaissée.
Le système n'est pas en équilibre »

au niveau de la mobilité qui travaille.

Il suffira de bloquer cette mobilité pour poursuivre la résolution et l'analyse.

Exemple sur le modèle de l'arbre à came avec un effort exercé sur le poussoir :

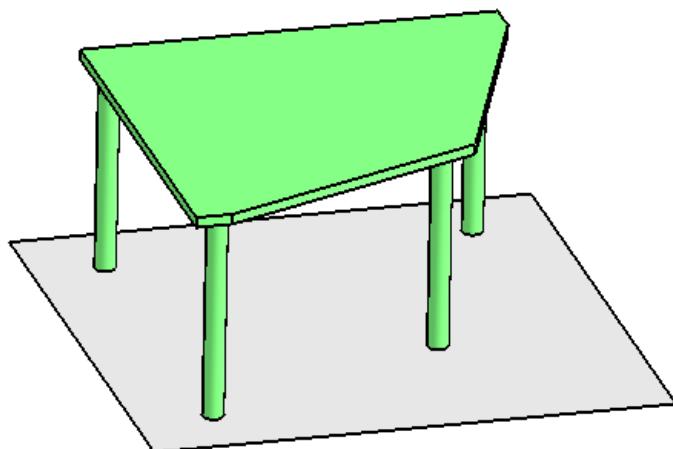


7.3 Cas d'un système avec des hyperstatismes

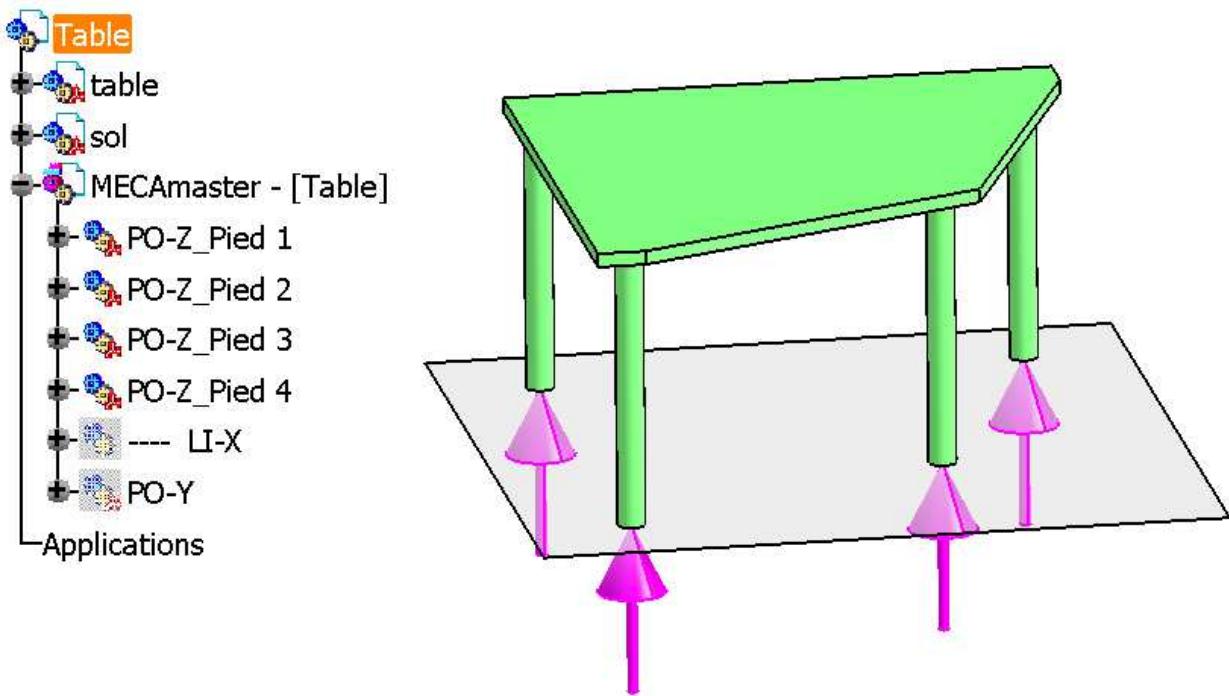
7.3.1 Définition du modèle de contact

L'analyse d'hyperstatismes s'effectue à partir de tout modèle de contact défini dans MECAmaster. Elle ne prend en compte QUE les données MECAmaster, et en aucune façon d'éventuelles liaisons cinématiques définies dans CATIA V5.

Le cas des hyperstatismes sera traité par un exemple des plus simples, celui d'une TABLE sur 4 pieds :

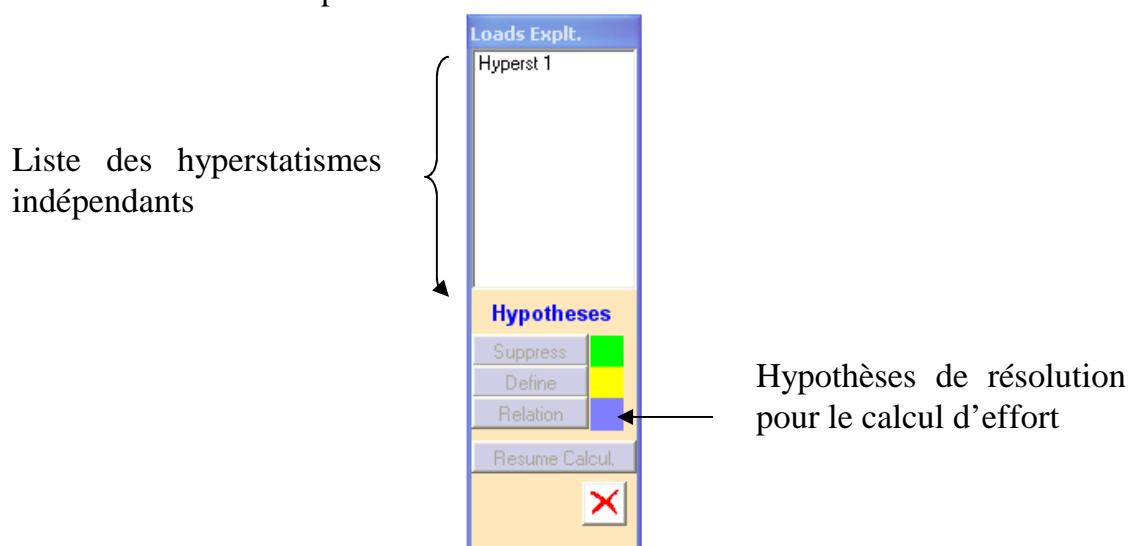


La modélisation de cet assemblage fait intervenir une liaison Ponctuelle sur chaque pied. On notera la présence dans l'assemblage d'un contact ligne et d'une liaison ponctuelle de façon à immobiliser la TABLE (ces deux dernières liaisons ne sont pas nécessaires à l'illustration de l'hyperstatisme, mais elles permettent de supprimer tous les messages relatifs aux mobilités). Ces deux dernières données seront masquées pour la suite de l'exemple.



7.3.2 Résultats de l'analyse d'hyperstatisme

Le calcul d'hyperstatisme met en évidence le nombre d'hyperstatisme indépendant en les listant dans une fenêtre d'exploitation :



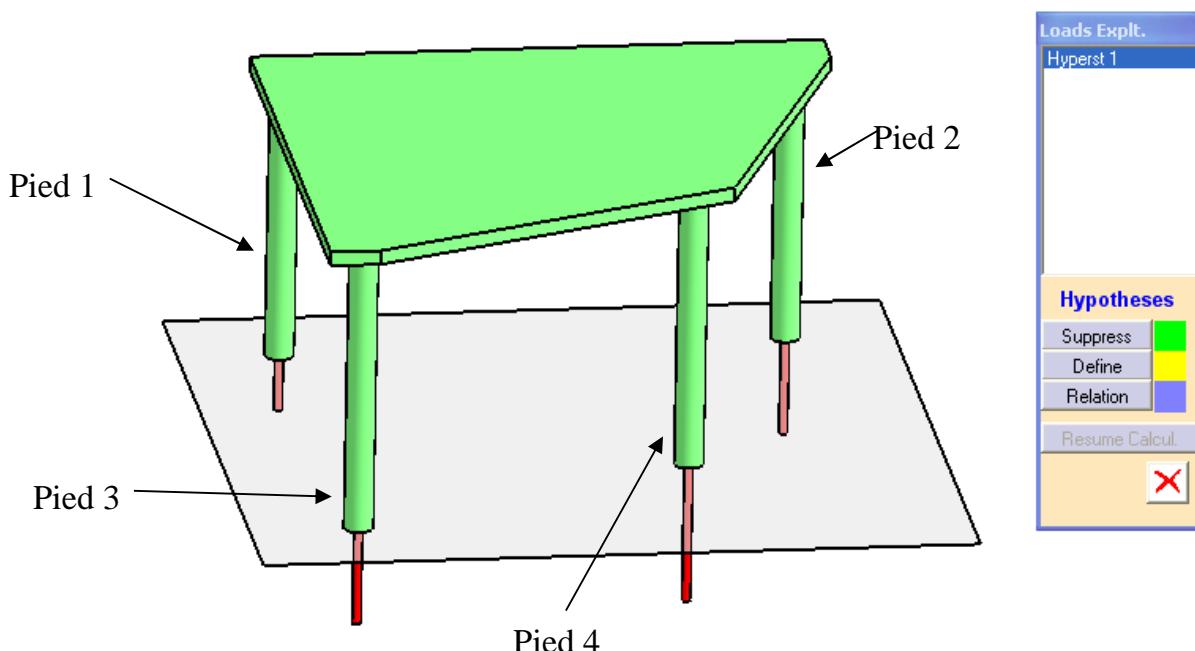
et en rajoutant à l'écran des vecteurs rouges au droit des composantes des données qui interviennent dans au moins un hyperstatisme. Le formalisme est :

- un trait fin pour une composante en translation
- un trait épais pour une composante en orientation

Ces vecteurs sont tracés avec une notion de poids (voir paramètres MECAmaster). Plus il est long, plus la composante est importante dans l'hyperstatisme. Cela peut orienter l'utilisateur à la modification de son modèle pour le rendre isostatique.

La sélection dans le menu d'exploitation d'un hyperstatisme filtre l'affichage à l'écran des composantes qui interviennent dans cet hyperstatisme.

Sur l'exemple de la table, on obtient un degré d'hyperstatisme :



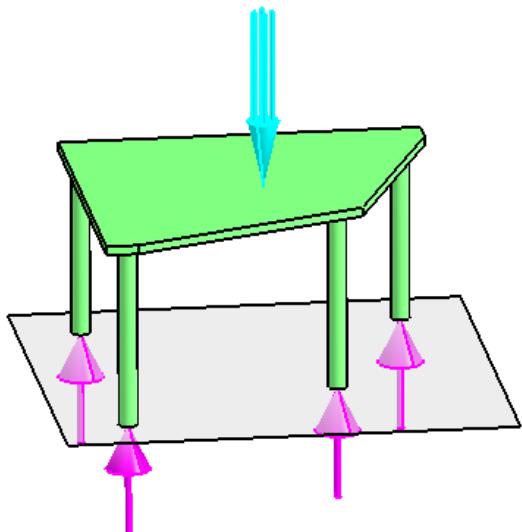
Le logiciel met en évidence un surpositionnement dû aux 4 pieds de la table. Les autres données n'interviennent pas dans l'hyperstatisme.

Le Pied qui a le moins de poids est le Pied 1, celui qui en a le plus le Pied 4. Il serait alors plus judicieux de supprimer le Pied 4 que le Pied 1 pour rendre le système isostatique.

7.3.3 Hyperstatismes dans un calcul de tolérance

MECAmaster V7.2 ne gère pour le moment pas les calculs de tolérance sur un modèle qui présente au moins un degré d'hyperstatisme.

Lors d'un calcul de tolérance en présence d'un modèle hyperstatique, MECAmaster informera l'utilisateur que le problème ne peut être résolu :



L'utilisateur doit modifier son modèle pour supprimer le/les hyperstatisme(s) avant de relancer le calcul d'effort. L'identification et l'affichage des composantes intervenant dans le/les hyperstatisme(s) pourra l'aider dans cette démarche.

7.3.4 Hyperstatismes dans un calcul d'effort

Lors d'un calcul d'effort sur un modèle qui présente des hyperstatismes, il est possible de prendre en compte des hypothèses technologiques supplémentaires pour les résoudre et poursuivre la résolution numérique.

Pour chaque hyperstatisme, il est possible de :

- Supprimer une composante qui y contribue
- Spécifier la valeur sur une composante qui y contribue
- Définir une relation de proportionnalité entre deux composantes qui y contribuent
-

La définition de ces hypothèses est accessible à partir du menu d'exploitation, après avoir



Hypothèses de résolution
pour le calcul d'effort

sélectionné un des hyperstatismes de la liste :

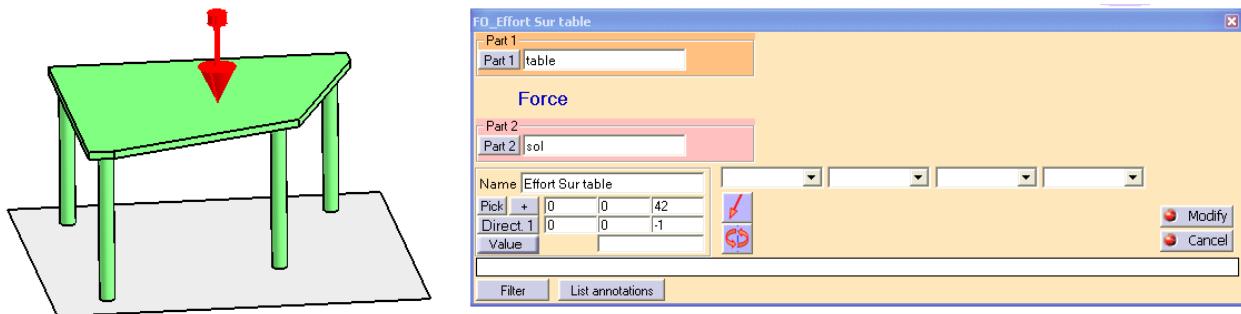
La suppression consiste à supprimer une composante d'une donnée en sélectionnant le vecteur d'hyperstatisme correspondant. La libération totale d'un degré de liberté libère la

surcontrainte. Cette hypothèse modélise par exemple la définition d'un jeu suffisamment dimensionné dans la liaison pour ne pas perturber la mise en position.

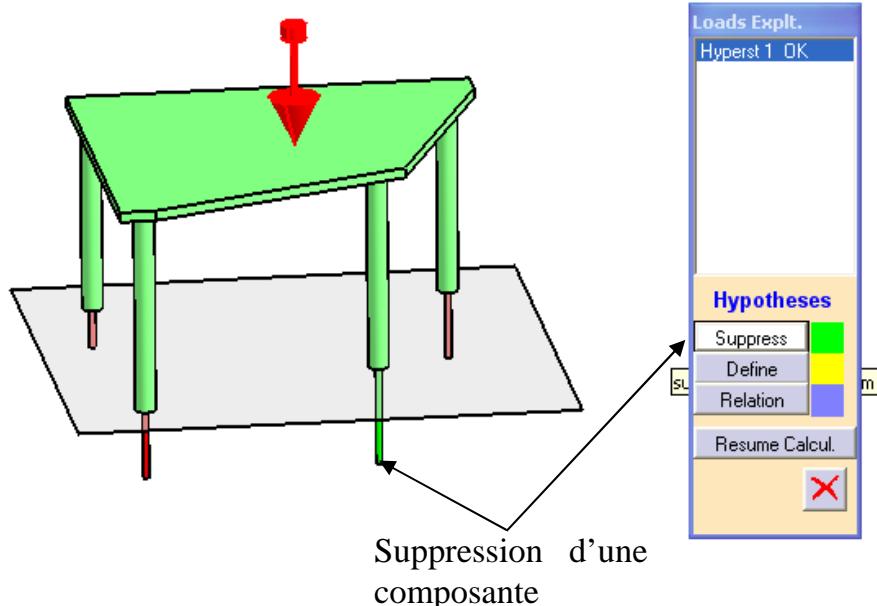
La spécification d'une valeur permet de définir la valeur en N ou Nmm d'une composante d'une donnée en cliquant sur le vecteur d'hyperstatisme correspondant. Elle est intéressante pour la prise en compte de précontraintes par exemple ... (dans un roulement, ...)

La relation définit un critère de proportionnalité entre deux composantes de deux données en sélectionnant les vecteurs d'hyperstatisme correspondants.

Pour illustrer ces trois hypothèses, définissons une force de 100N exercée au milieu de la table :



7.3.4.1 Exemple : Cas de la suppression

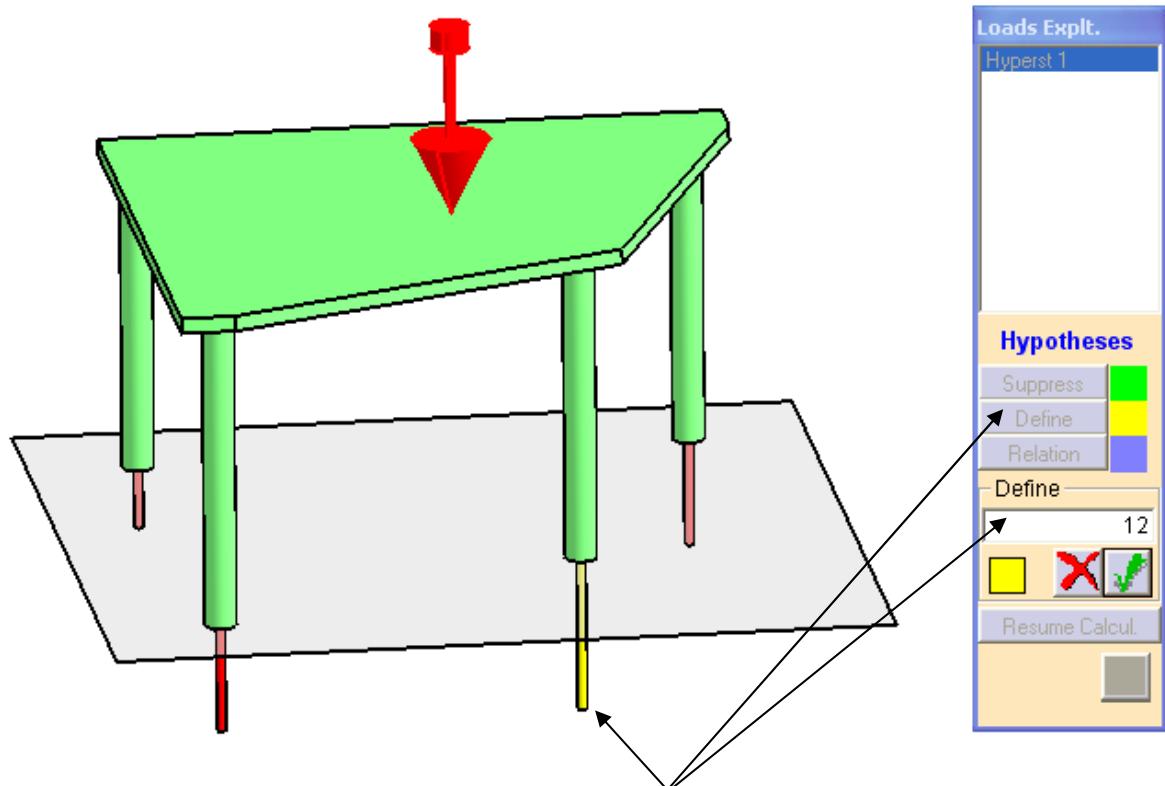


Le bouton « Resume Calcul. » poursuit la résolution une fois les hyperstatismes résolus les résultats sont alors:

Informations		Fx	Fy	Fz	Cx
Efforts appliqués:		.000	.000	-100.000	.000
Efforts dans liaisons:		Rx	Ry	Rz	Mx
P0 table	sol	.000	.000	50.000	.000
P0 table	sol	.000	.000	.000	.000
P0 table	sol	.000	.000	50.000	.000
P0 table	sol	.000	.000	.000	.000
LR table	sol	.000	.000	.000	.000
P0 table	sol	.000	.000	.000	.000

On constate que lorsque l'on supprime un pied de la TABLE, avec un effort appliqué au milieu de celle-ci, l'effort n'est supporté que par deux des trois pieds restants, ceux qui sont disposés diagonalement (cas d'une table bancale).

7.3.4.2 Exemple : Cas de la valeur spécifiée



Spécification d'une
composante à -12N

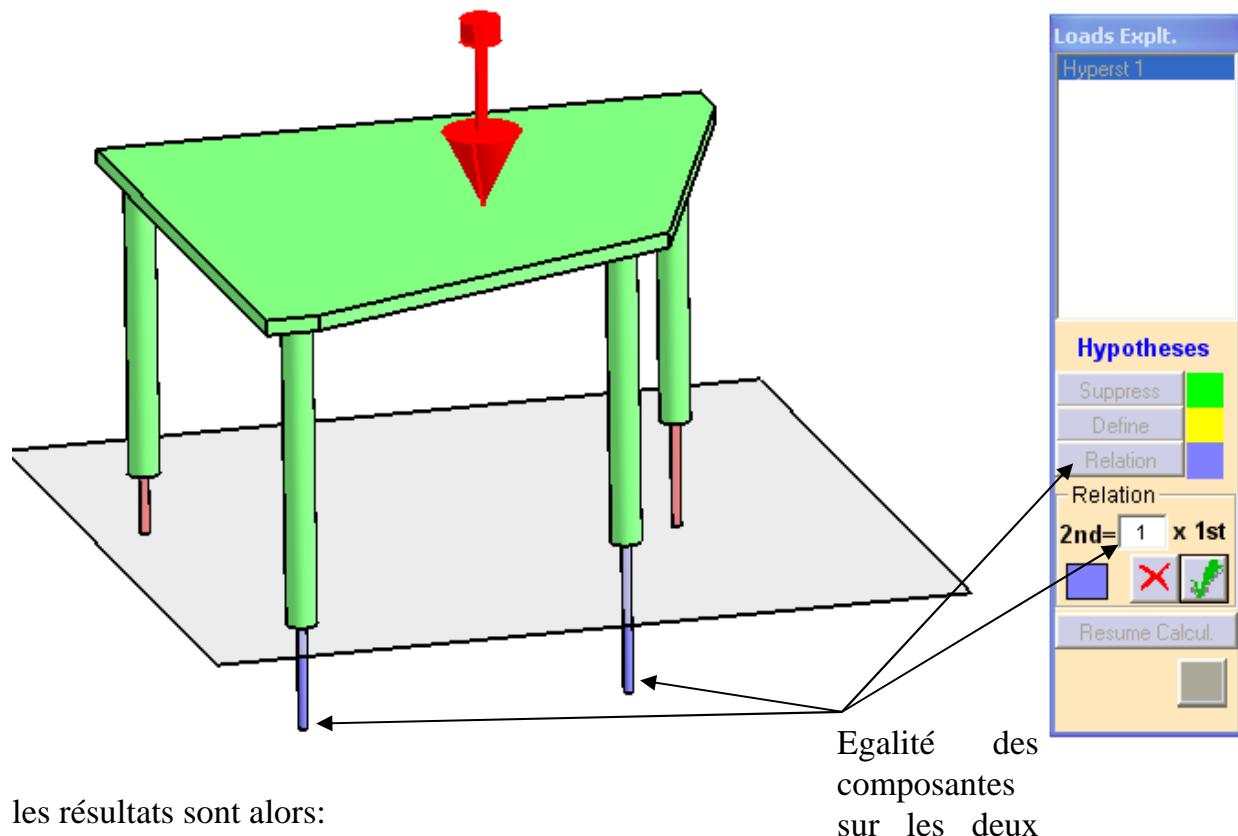
les résultats sont alors:

Informations					
Efforts appliqués:		Fx	Fy	Fz	Cx
FO table	sol	.000	.000	-100.000	.000
Efforts dans liaisons:					
PO table	sol	.000	.000	41.600	.000
PO table	sol	.000	.000	4.800	.000
PO table	sol	.000	.000	41.600	.000
PO table	sol	.000	.000	12.000	.000
LR table	sol	.000	.000	.000	.000
PO table	sol	.000	.000	.000	.000

On constate que lorsque l'on impose l'effort dans un pied, le pied opposé compense l'effort .

7.3.4.3 Exemple : Cas de la relation

Noter qu'ici les possibilités dépassent le cas simple de la symétrie (rapport de relation = 1) puisque l'on peut lier des composantes d'une façon beaucoup plus générale.



les résultats sont alors:

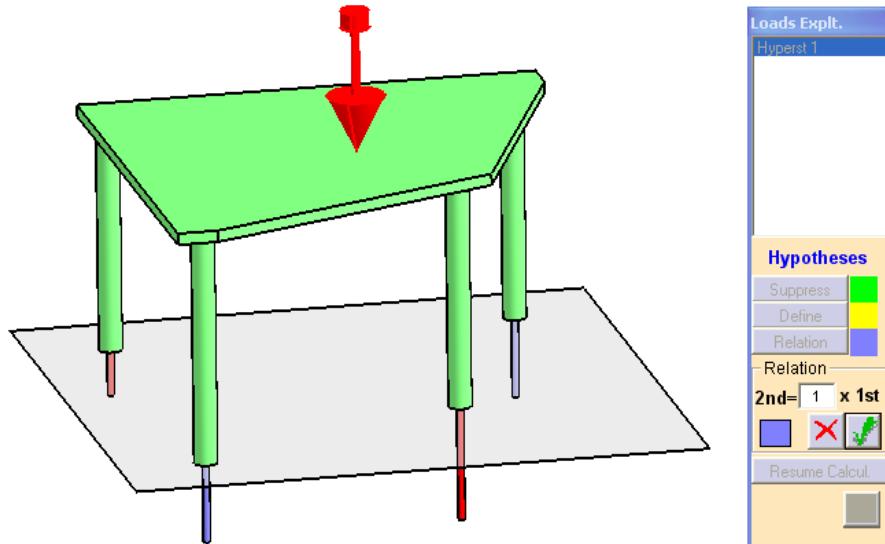
Efforts appliqués:		Fx	Fy	Fz	Cx
F0 table	sol	.000	.000	-100.000	.000
<hr/>					
Efforts dans liaisons:		Rx	Ry	Rz	Mx
P0 table	sol	.000	.000	29.412	.000
P0 table	sol	.000	.000	11.765	.000
P0 table	sol	.000	.000	29.412	.000
P0 table	sol	.000	.000	29.412	.000
LR table	sol	.000	.000	.000	.000
P0 table	sol	.000	.000	.000	.000
<hr/>					

On constate que les efforts se répartissent sur les 4 pieds lorsqu'il y a symétrie. Ceci signifie, en théorie, une réalisation "parfaite" de la table sur un sol "parfait", ou en pratique, que la table a suffisamment de jeu dans les es des pieds, ou(et) que la table est suffisamment déformable, ou(et) que le sol n'est pas trop irrégulier, ou(et) que le sol est suffisamment déformable.

Ce type de résolution trouve de nombreuses applications pour des problèmes où il y a une vraie symétrie plane, ou pour des problèmes hyperstatiques comprenant des éléments déformables.

7.3.4.4 Hypothèses impossibles :

Si on reprend les hypothèses précédentes de la symétrie, mais en les appliquant entre les pieds 2 et 3,



on obtient le message:

* * * * Les hypothèses Supprimer, Spécifier, Symétrie, Similaire * * * *
* * * * avancées lors de la résolution ne sont pas possibles. * * * *

En effet, mécaniquement, l'hypothèse ne résout pas le problème.

On indique qu'il y a égalité entre les valeurs, mais on n'apporte pas d'information supplémentaire pour connaître cette valeur (les efforts sur ces pieds pourraient aussi bien être 10, que 0... ou A, et ceux sur les autres 40, 50... ou 50-A).

7.3.4.5 Les problèmes hyperstatiques en analyse d'effort.

Pour des problèmes qui restent hyperstatiques, l'approche macroscopique de résolution permet, à partir d'hypothèses maîtrisées, d'avoir des ordres de grandeur des solutions, de voir comment un système évolue en fonction de paramètres...

Les hypothèses, réalisées avec les commandes Supprimer, Spécifier, Relation doivent correspondre à des réalités mécaniques, technologiques.

Des hypothèses différentes conduiront à des résultats différents. Les hypothèses sur les hyperstatismes ne sont pas stockées, afin d'éviter l'oubli de ce qu'elles signifient lors de la reprise d'un problème.

Les possibilités de résolution de problèmes hyperstatiques avec les commandes Supprimer, Spécifier, Relation permettent de tester rapidement différentes hypothèses de résolution pour un problème donné. Lorsque le problème est bien analysé, il peut être opportun d'en réaliser un modèle isostatique, ou moins hyperstatique afin de ne pas avoir à continuellement reproduire trop d'hypothèses.

Certaines hypothèses peuvent ne pas être possibles (ex: SY_métrie pour 2 pieds diagonalement opposés avec un rapport de 1, c'est à dire supposer que les efforts dans les 2 pieds sont identiques, ne détermine pas le problème).

Lorsqu'il y a des hyperstatismes indépendants, MECA master donne des résultats de façon indépendante, pour chaque hyperstatisme.

Si les hyperstatismes ne sont pas indépendants, on obtient des hyperstatismes d'ordre n, (ex: une table sur 5 pieds) et MECA master donne n fois le même hyperstatisme.

Les poids qui sont annoncés indiquent les causes de l'hyperstatisme sur lesquelles il est le plus important d'agir. Les poids des causes de l'hyperstatisme en résultante sont indépendants des poids des causes de l'hyperstatisme en moment.

8. CHAINES DE COTES 3D

Il est fortement recommandé d'avoir lu les chapitres précédents, notamment "FONCTIONNALITES" relatif aux chaînes de cote 3D et Données MECAmaster.

8.1 Le modèle

Le calcul des tolérances dans un ensemble mécanique nécessite d'en réaliser un modèle, composé de liaisons et des cotes conditions.

Les modèles d'un système isostatique, pour un calcul d'effort ou pour un calcul de chaînes de cotes 3D, sont souvent identiques lorsqu'il s'agit d'un produit constitué de pièces et modélisé exclusivement par ses pièces. Par contre, dès qu'il y a montage d'assemblage (par exemple) qui définit des précisions, les modèles pour le "calcul des efforts dans le produit" et pour le "calcul des tolérances dans le produit et le montage" sont vraisemblablement différents (par exemple, une précision d'assemblage qui résulte d'une visée optique).

8.1.1 Définition des liaisons/contacts

La réalisation du calcul de tolérance nécessite la définition d'un modèle de contacts cinématiques représentatifs des interfaces réelles entre les pièces et moyens d'assemblage. La liste des données MECAmaster disponible est définie en ANNEXE I du présent document.

MECAmaster impose pour la résolution des chaînes de cotes 3D de n'avoir aucun hyperstatisme.

Ne pas hésiter à réaliser des calculs d'efforts successifs pour être guidé par l'analyse de mobilités et d'hyperstatismes.

La liaison "normalisée" choisie doit correspondre à la liaison "physique" dans son environnement (ex: un roulement bloqué axialement, que l'on peut modéliser par une Pivot en tant que composant, est modélisable par une Rotule dans un réducteur bien conçu).

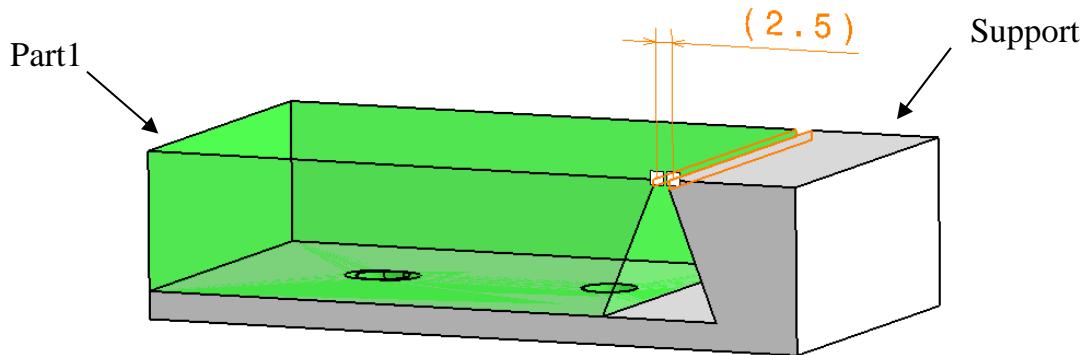
Lorsque l'on modélise un problème, il convient de réaliser une modélisation qui soit la plus proche possible de la réalité matérielle 3D. Si le système est hyperstatique ou mobile, MECA master le détectera.

Les liaisons (contrairement aux contacts) type Pivot / Pivot Glissant / Glissière / Linéaire Rectiligne / Appui Plan / Helicoïdale / Encastrement sont à éviter pour le calcul de tolérance et à remplacer par leur équivalent cinématique en Contact, ou par une combinaison de liaisons/contacts. Ces données ne prennent en effet pas en compte les « dimensions » des appuis et complexifient fortement la définition des valeurs tolérances (utilisation d'angles pour les tolérances angulaires ...).

(Voir paragraphe Données MECAmaster pour la définition des liaisons.)

Exemple : Définition des contacts relatifs à un assemblage élémentaire

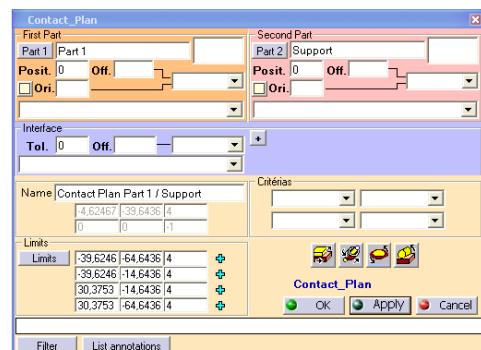
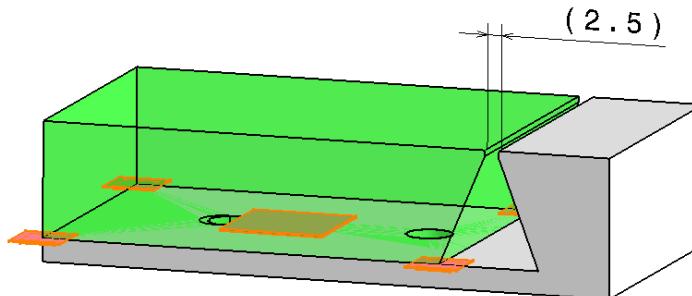
Voici un assemblage élémentaire pour illustrer tout au long de ce chapitre les possibilités de calcul de tolérances 3D. On s'intéresse à la maîtrise du jeu de 2,5mm entre les pièces « part1 » et « support » ci-dessous. (Se référer aux exemples rédigés pour des applications du calcul de tolérance sur des exemples plus importants).



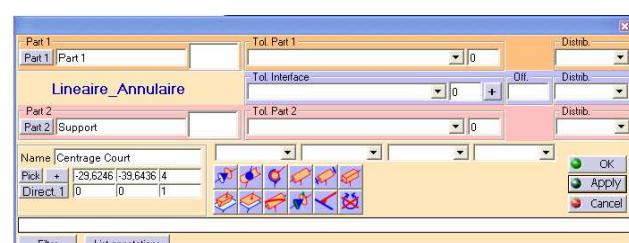
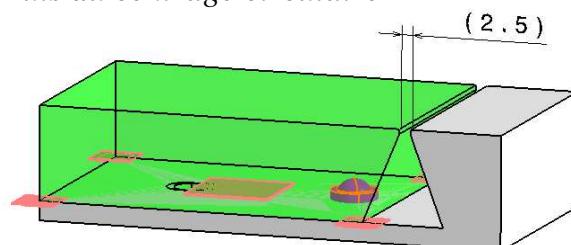
La pièce « Part1 » est positionnée sur le support par l'intermédiaire d'un plan d'appui, d'un centrage court, et d'un contact pion / trou oblong. Les données suivantes seront donc utilisées pour la modélisation dans MECAmaster :

- Contact Plan
- Liaison Linéaire Annulaire
- Liaison Ponctuelle

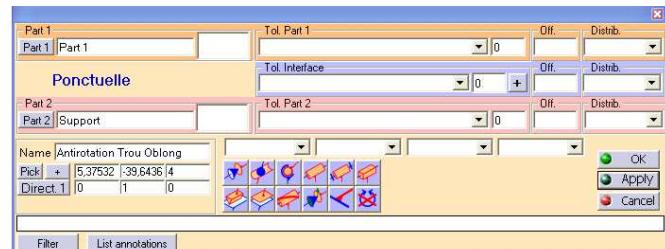
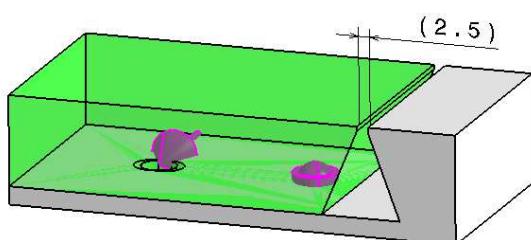
Définition du contact Plan entre les deux pièces



Puis du centrage circulaire



et enfin de la liaison ponctuelle



Remarque:

Dans l'hypothèse d'une mise en position des pièces utilisant un gabarit de montage, l'utilisateur définira des liaisons MECAmaster entre les pièces de l'assemblage et le gabarit (comme entre deux pièces) même s'il n'est pas représenté numériquement à l'écran.

Dans ce cas, n'ayant pas d'élément sur lequel cliquer, l'utilisateur pourra : ou bien écrire directement dans la fenêtre de définition de la donnée MECAmaster le nom de la pièce, ou bien créer un composant vide dans l'assemblage CATIA sur lequel cliquer.

8.1.2 Déf. des cotes conditions: Tolérance en Position/Orientation:

Noter que les cotes se définissent entre deux pièces, suivant une direction.

Elles peuvent être de deux types dans MECAmaster V7.2 :

- la tolérance en position (pour mesurer un défaut en position entre deux pièces)
- la tolérance en orientation (pour mesurer un défaut angulaire entre deux pièces)

L'unité de longueur est celle choisie, l'unité d'angle est celui défini en settings (Radian ou Degré, voir paragraphe dédié aux settings de l'application).

(Voir Paragraphe Données MECAmaster pour la définition de ces éléments).

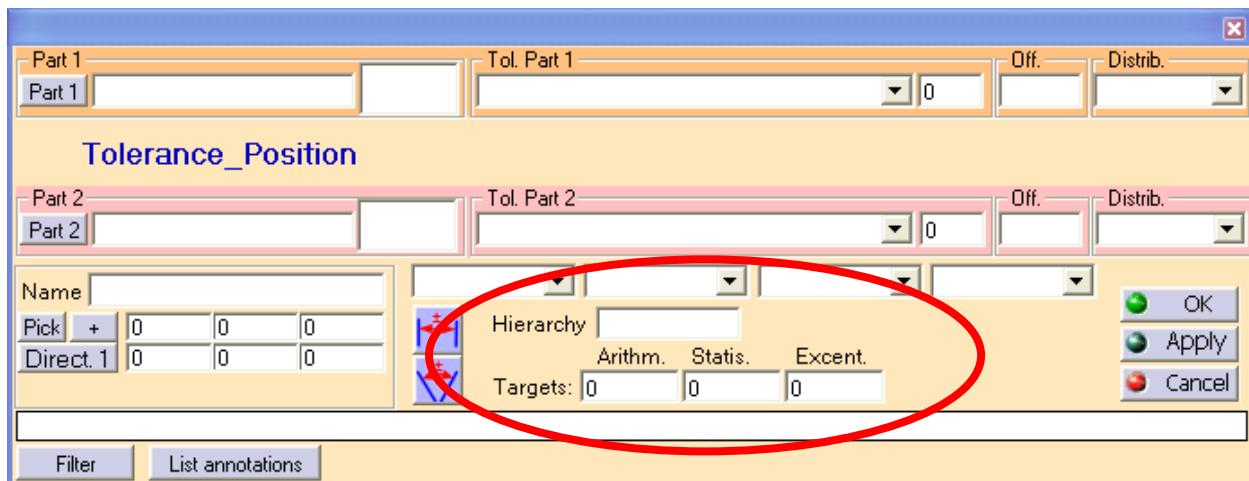
Ces données correspondent donc à des « Points de Mesure » en Position et en Orientation entre deux pièces de l'assemblage.

Un modèle peut comporter plusieurs cotes conditions, qui pourront être calculées de manière isolée, en groupe, ou toutes en même temps.

Il sera parfois nécessaire de modéliser plusieurs Tolérances en Position/Orientation pour une seule et même Exigence Fonctionnelle à respecter ...

Les fenêtres de définition présentent deux champs spécifiques aux données Tolérances :

- Hierarchy
- Targets (Arithm., Statis., Excent.)



Les Champs Targets définissent les objectifs que l'on se fixent sur le résultat de la chaîne de cotes. Ces valeurs sont facultatives, à définir par l'utilisateur, et seront utilisées lors des différentes exploitations du calcul. MECAmaster propose la définition de trois objectifs : un pour un calcul arithmétique (au pire cas), un pour un calcul statistique, un pour le calcul du décentrage résultat.

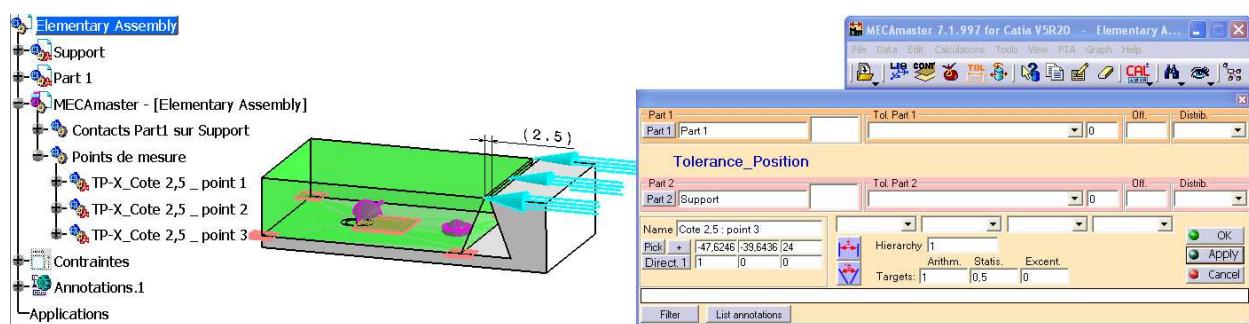
Attention, comme le seront les résultats de MECAmaster, les objectifs sont à définir **en dispersion (demi IT)** et pas en valeur nominale.

Le champ Hierarchy est un champ texte numérique qui permet de prendre en compte une information de hiérarchisation / criticité de l'exigence calculée. La valeur par défaut est 1, plus le coefficient est grand, plus l'écart entre le résultat calculé de la chaîne de cote et l'objectif fixé sera amplifié dans les exploitations (pour accentuer les effets visuels).

Exemple du calcul de la dispersion sur le jeu de 2,5mm de notre exemple :

La dispersion que l'on cherche à calculer s'applique à une longueur (ici 2,5mm), on utilisera donc des données Tolérances en Position.

Compte tenu de la largeur des pièces, et puisque les effets 3D de pivotement vont varier en fonction du point de mesure, nous utiliserons plusieurs Tolérances en Position (par exemple 3, mais un nombre plus important est tout à fait possible).



Pour ces Tolérances en Position, nous avons choisi un objectif arithmétique de +/-1mm, statistique de +/-0,5mm et de 0 en décentrage. Le jeu nominal de 2,5 doit donc au pire des

cas se situer systématiquement entre 1,5 et 3,5mm, et statistiquement entre 2 et 3 mm pour que l'ensemble soit conforme.

8.1.3 Définition des tolérances sur les pièces de l'assemblage:

Peut être réalisée avant ou après le calcul.

L'unité de longueur est celle choisie, l'unité d'angle est celui défini en settings (Radian ou Degré, voir paragraphe dédié aux settings de l'application 10.).

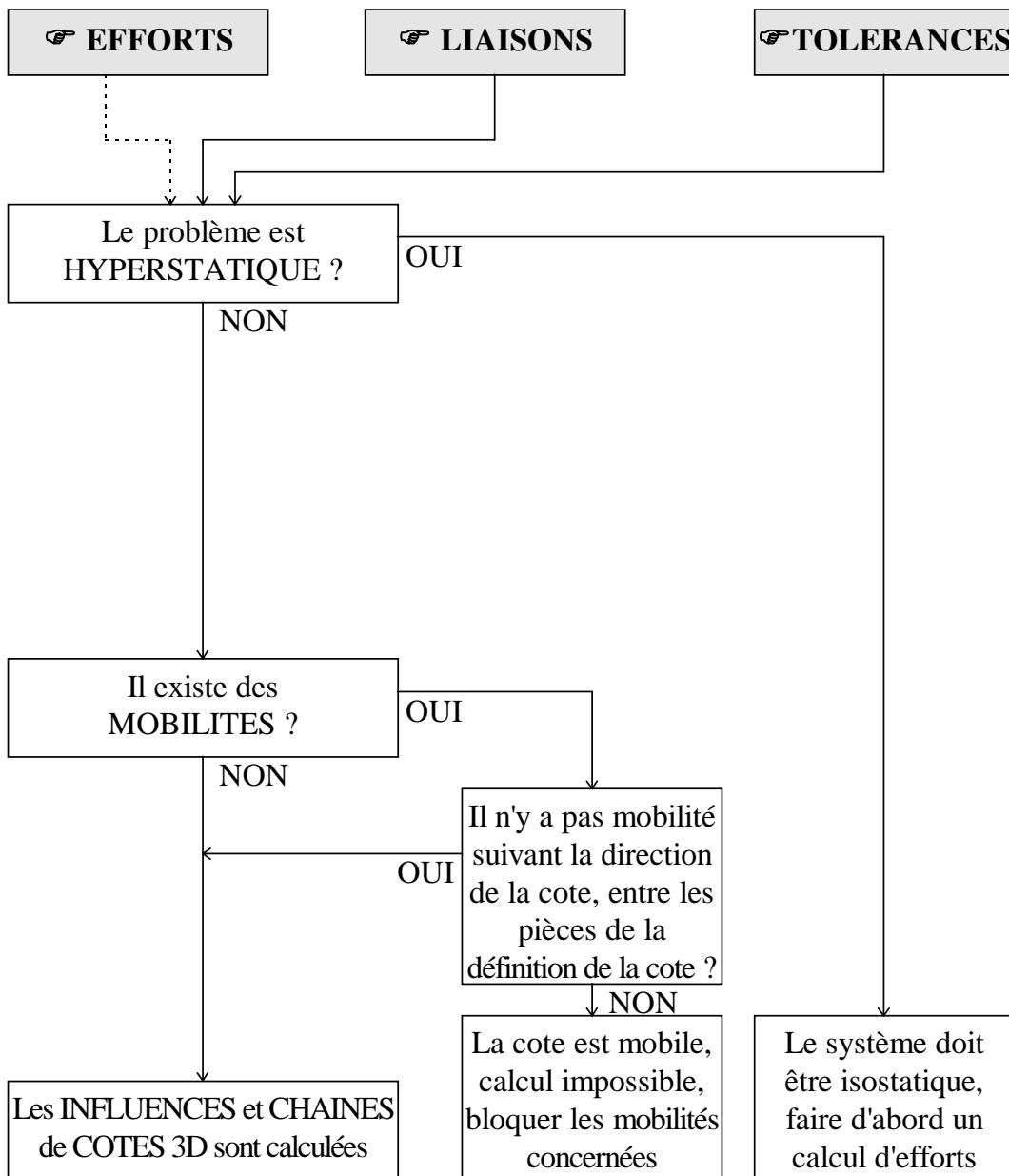
8.2 Théorie & hypothèses

La partie chaînes de cotes est intimement liée à tout ce qui concerne les hyperstatismes pour la détermination des influences, et utilise des méthodes classiques en ce qui concerne les calculs qui en découlent (principe de superposition, arithmétique, statistique...).

Les hypothèses sont très peu restrictives:

- liaisons parfaites (mais la prise en compte de jeux est possible, de même que la définition de l'assemblage au niveau de la réalité des contacts par combinaison de liaisons).
- solides indéformables (mais la prise en compte de déformations connues ou de souplesses locales est possible).
- petits déplacements, ce qui est généralement très bien vérifié en cotation.

8.3 Le calcul



Organigramme du calcul des influences et chaînes de cotes 3D

- L'utilisateur n'intervient qu'au niveau des parties grisées, le reste est automatique.
- Les données de type EFFORTS, LIAISONS, TOLERANCES peuvent toujours être définies. Les données adéquates sont choisies en fonction du contexte. Les EFFORTS ne perturbent pas.

8.4 Vérification de l'isostatisme

Voir paragraphe Dédié à l'analyse d'hyperstatisme et de mobilités. MECAmaster bloquera le calcul de tolérance dès qu'un hyperstatisme est détecté.

8.5 Possibilités du calcul d'influence

La définition des liaisons/contacts et de cotes conditions permet de réaliser le calcul d'influences, et ainsi d'évaluer l'architecture de l'ensemble mécanique sans valeur de tolérances. La définition des valeurs des tolérances permet ensuite de réaliser les autres calculs.

(les illustrations de ce paragraphe seront prises à partir du modèle « Elementary Assembly » précédent)

8.5.1 Calcul d'Influence

Les influences permettent de comprendre immédiatement quelles sont les liaisons/contacts (et les composantes de liaisons/contacts) qui ont le plus d'importance sur le résultat calculé. Les influences ne dépendent que de la géométrie.

Elles sont exprimées par caractéristique géométrique de la liaison. Par exemple, pour un Contact Plan, on a 2 influences (une pour le mouvement de translation du plan, et une pour le mouvement d'orientation du plan [dans toutes les directions]).

Notez que, par exemple, pour une Linéaire Annulaire, un déplacement suivant une direction perpendiculaire à celle de l'influence ne produit pas de déplacement au niveau de la cote condition ...

Les influences dépendant du point de mesure calculé, leur exploitation graphique n'est proposée que pour un calcul de tolérance effectué sur une seule Tolérance en Position/Orientation.

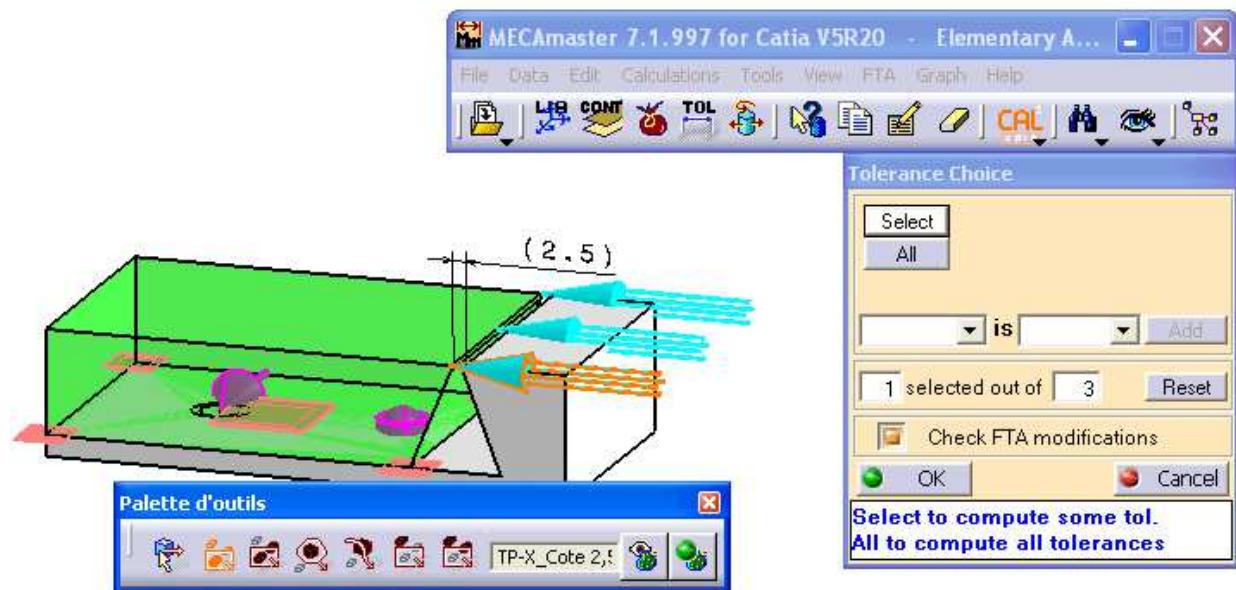
Pour Accéder aux influences des liaisons/contacts sur un Point de mesure, lancer un calcul de tolérance (Menu « Calculations / Tolerance Calculations » ou bouton dédié de la barre d'outil) puis sélectionner une Tolérance en Position/Orientation à partir de la fenêtre de sélection.

Un menu d'exploitation pour un calcul de tolérance simple s'ouvrira une fois le calcul terminé :



dont certaines des commandes s'appliquent à l'exploitation des influences uniquement.

Exemple : lancement du calcul des influences sur le point 1

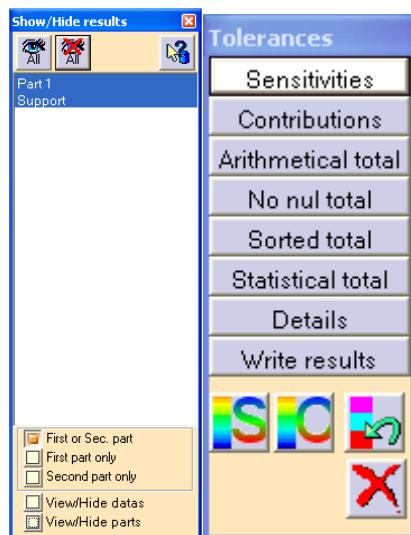


8.5.1.1 Visualisation des influences des données sous forme vectorielle

Une première possibilité d'exploitation graphique des influences consiste à associer à chaque Liaisons/Contact un (ou des pour les contacts) vecteur de représentation de l'influence de la donnée.

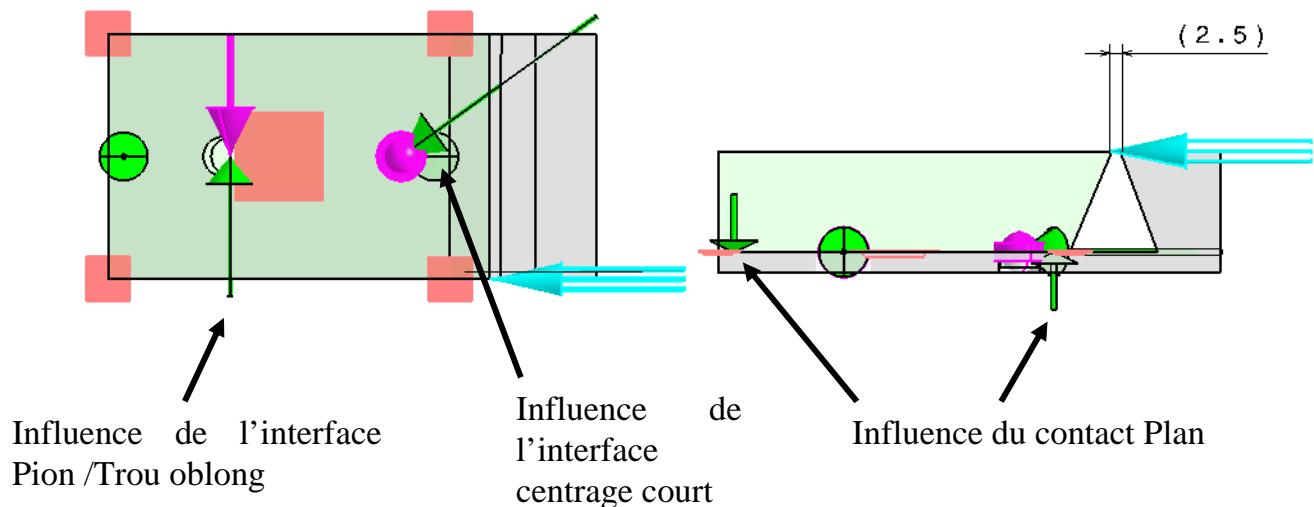
Il est défini dans la direction de l'influence la plus importante, et d'une longueur proportionnelle à la valeur du coefficient d'influence.

Cette exploitation est accessible par le bouton « Sensitivities » du menu d'exploitation :



Il donne une première vue des données qui auront le plus de poids dans la chaîne de côte : celles dont les vecteurs d'influence sont les plus longs. Un filtre des sensibilités par pièces est disponible via la liste des pièces qui apparaît.

Exemple pour un calcul des influences au point 1 de l'assemblage « Elementary Assembly » :



Complément sur la représentation des influences :

Une donnée Ponctuelle ou Linéaire Annulaire ne fait intervenir qu'une influence, représentée par un vecteur unique.

Un contact fait intervenir deux influences :

- une influence en translation de la surface par un vecteur appliquée au centre de la surface de contact et normal au contact
- une influence en orientation de la surface par deux vecteurs opposés appliqués en bordure de la surface indiquant la direction du mouvement de pivotement le plus défavorable.

On constate donc ici que les interfaces au niveau des trous ont une influence significative sur le résultat, notamment sur le centrage court dans une orientation particulière représentée par le vecteur.

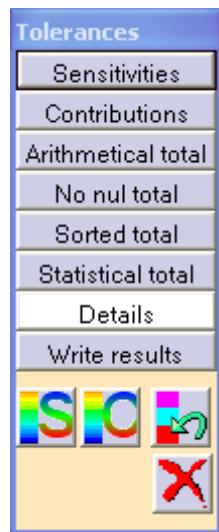
Le contact plan a une influence moindre, et uniquement sur un mouvement d'orientation (pas de vecteur au centre de la surface, uniquement deux vecteurs opposés en bordure) autour de l'axe Y.

Remarque :

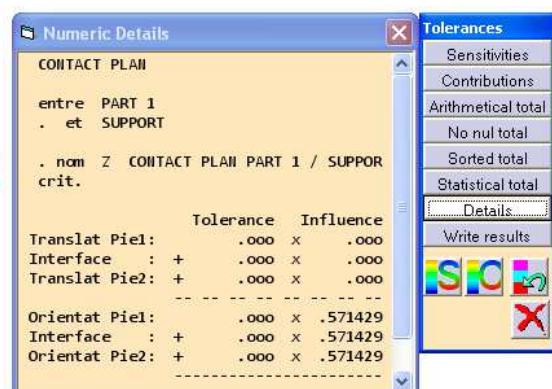
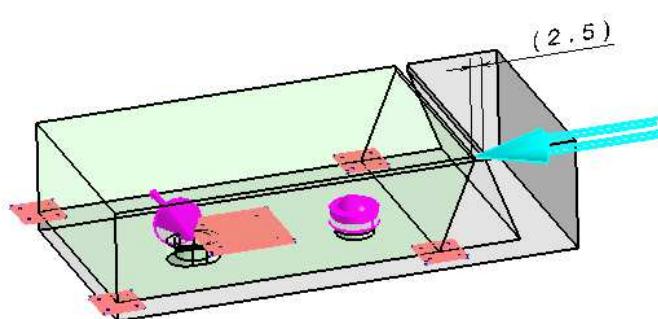
Comme pour toutes les exploitations vectorielles dans MECAmaster, l'échelle des vecteurs est automatiquement calibrée à chaque calcul en fonction de la dimension d'espace et des résultats. Néanmoins, cette échelle peut être figée en vue de faire des comparaisons entre deux calculs. Voir le paragraphe sur les settings MECAmaster pour le configurer.

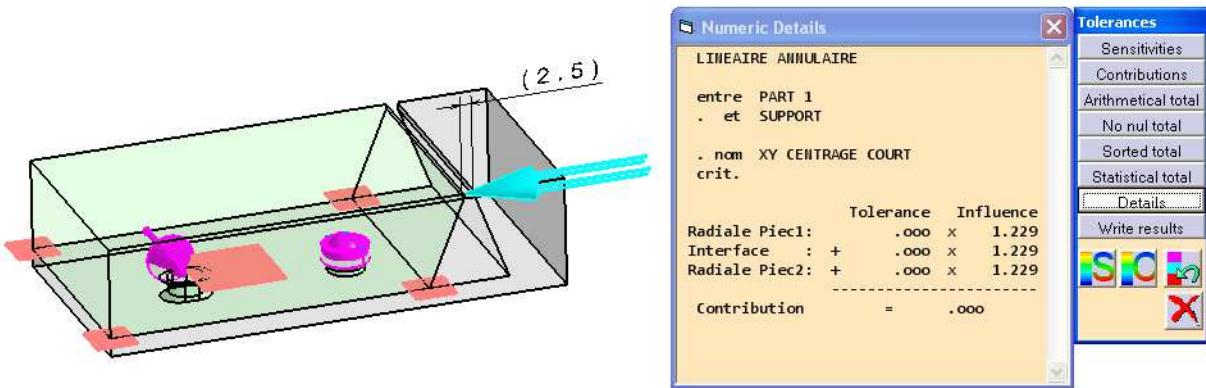
8.5.1.2 Détail numérique des influences des données

Plusieurs possibilités sont proposées pour récupérer les valeurs des coefficients d'influence, notamment la commande « Détail » du menu d'exploitation qui après un clique sur une donnée affichera une fenêtre avec les infos numériques demandées.



Exemple : Affichage du détail de l'influence du contact Plan, et de la linéaire annulaire





Le défaut de translation du plan a une influence nulle, mais le défaut d'orientation a lui une influence de 0,571429. Ceci s'interprète de la manière suivante :

un défaut d'orientation du plan d'appui (ou bien celui la Pièce Part1 ou bien celui de la Pièce Support) dans la direction visualisée par les vecteurs du paragraphe précédent engendrera un décalage en position de 0,571429mm sur le jeu au point 1 par rapport au nominal.

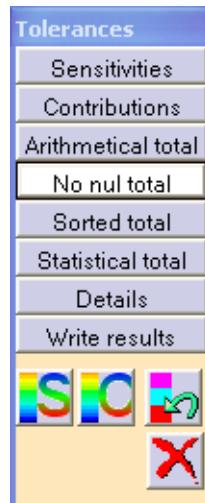
La linéaire annulaire a quant à elle une influence de 1,229 ce qui est beaucoup plus important. Ceci s'interprète de la manière suivante :

un décalage de position de l'axe du centrage court (ou bien le trou du support, ou bien le pion de la pièce Part1) de 1mm par rapport au nominal dans la direction visualisée dans le paragraphe précédent engendrera un décalage en position de 1,229mm sur le jeu au point 1 par rapport au nominal.

Les autres informations apportées par cette fenêtre seront explicitées plus loin dans le document, après intégration des valeurs de tolérances sur les pièces.

8.5.1.3 Listing numérique des données ayant une influence non nulle

La sélection dans le menu d'exploitation du bouton « No Nul Total » va lister dans la fenêtre texte information toutes les données qui ont une influence non nulle sur le résultat avec leur coefficient d'influence.



Les autres informations apportées par cette fenêtre seront explicitées plus loin dans le document, après intégration des valeurs de tolérances sur les pièces.

Remarque :

Si le graphe des liaisons dans VISIO est ouvert et connecté au modèle MECAmaster, chacune des données qui a une influence sur le résultat sera mise en évidence par une couleur verte.

Cette exploitation unicolore permet sur les gros modèles de visualiser la/les boucles de chaînes de cote influentes sur le résultat et donc une représentation du cheminement de l'empilage de cote.

Exemple :

Informations					
	Noms	Pieces	Tolerance	Influence	Contribu
PL Z	Contact Plan Part 1 / Support	part 1 support	.000 \ .000 x .000 /	.000 = .571429 = ori	.000 .000 trn
LA XY	Centrage Court	part 1 support	.000 \ .000 x .000 /	.000 = 1.229 =	.000
PO Y	Antirotation Trou Oblong	part 1 support	.000 \ .000 x .000 /	.000 = .714286 =	.000
TP X	Côte 2,5 : point 1	part 1 support	.000 \ .000 x .000 /	.000 = 1.000 =	.000

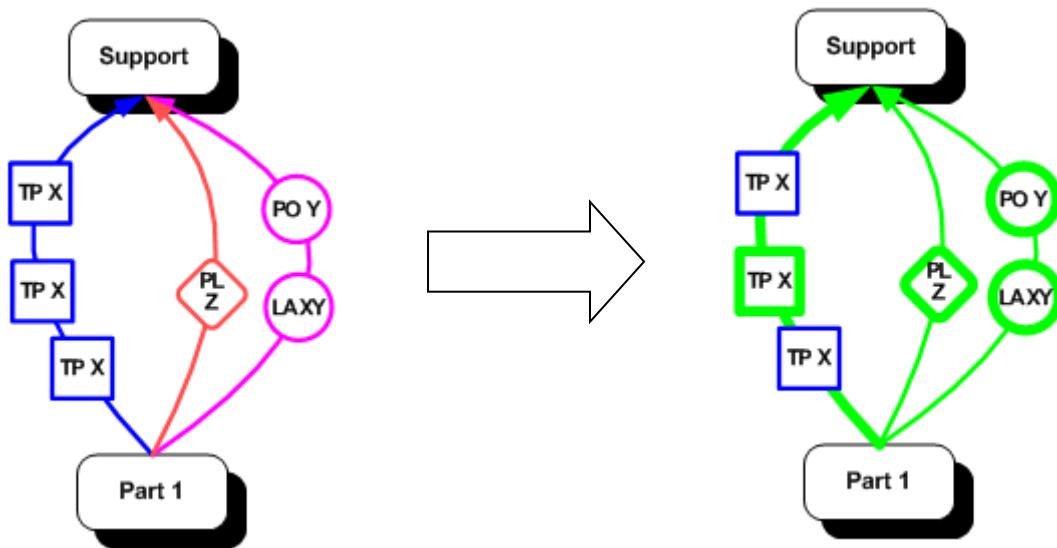
Le tableau de la fenêtre information liste les données dans leur ordre d'apparence dans l'arbre CATIA si toutefois elles ont une influence sur le résultat.

Chaque donnée est séparée de la suivante par un séparateur de ligne.

Pour chaque donnée est rappelée :

- en première colonne le type de donnée (par 2 lettres)
- en deuxième le nom donné à la liaison/contact lors de sa définition
- en troisième les deux pièces qui interviennent sur cette interface
- en quatrième les tolérances définies sur les pièces (voir plus loin dans le doc)
- en cinquième l'influence calculée par MECAmaster (Pour un contact, deux influences sont affichées : la première pour la translation (TRN) la seconde pour l'orientation (ORI))
- en sixième la contribution de la donnée (voir plus loin dans le doc)

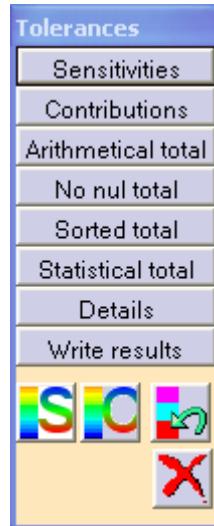
Si l'on connecte le graphe avant le lancement du calcul (par la commande Graph / Draw Graph) ou bouton dédié de la barre d'outil, les données influentes se colorent en vert :



Ce qui n'est pas significatif sur un modèle élémentaire comme celui là puisqu'il n'y a qu'une boucle de deux pièces ...

8.5.1.4 Affichage graphique des influences par une échelle de couleur

Une dernière possibilité d'exploitation graphique uniquement axée sur les influences existe dans MECAmaster, elle est accessible par le bouton « S » en couleur du bas du menu d'exploitation :

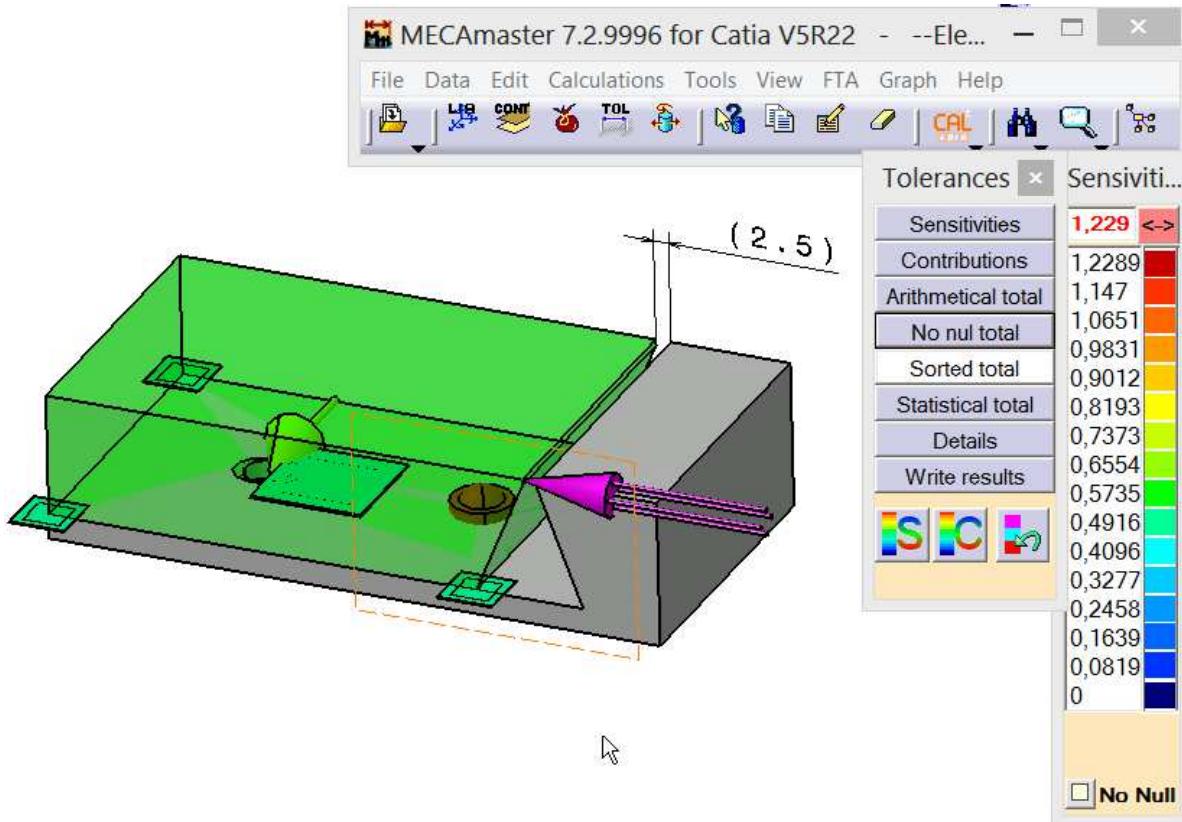


Cette commande va associer une couleur à chaque donnée MECAmaster en fonction de son influence maximale sur le résultat. Un échelle de couleur affichera un gradient entre le bleu foncé (influence quasi nulle) et le rouge (influence la plus élevée).

Si le graphe Visio est ouvert et connecté au modèle au moment du lancement de cette exploitation, les bulles représentatives des liaisons dans Visio prendront la même couleur que dans CATIA.

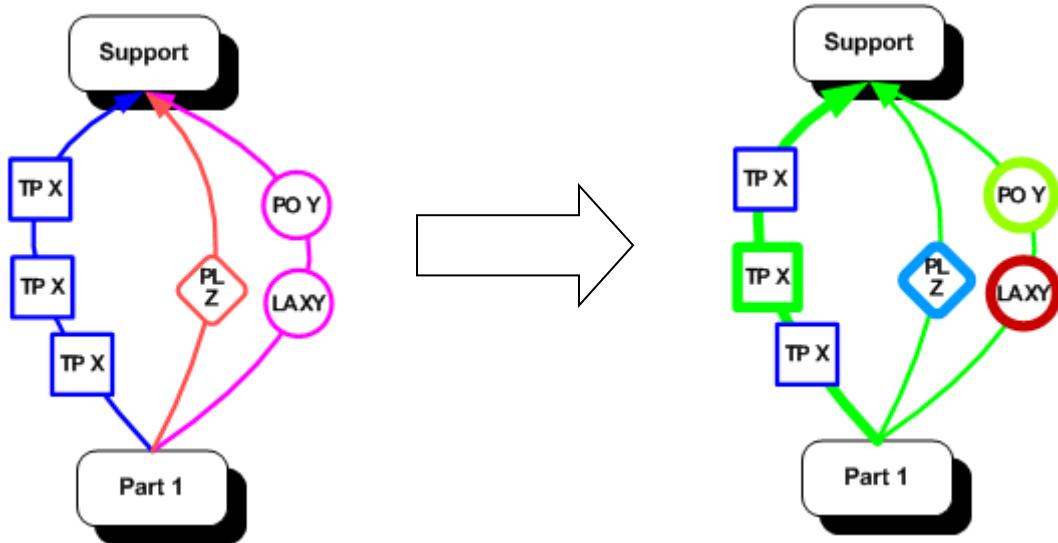
Encore une fois, cette exploitation très visuelle permet très rapidement (soit dans CATIA, soit dans Visio) de cibler les données les plus influentes dans son assemblage :

Exemple sur le point 1 de l'« Elementary Assembly »



(le bouton No Null sert à masquer les données qui n'ont pas d'influence sur le résultat)

La linéaire annulaire ressort bien comme étant la donnée la plus influente, dans CATIA comme dans Visio ...

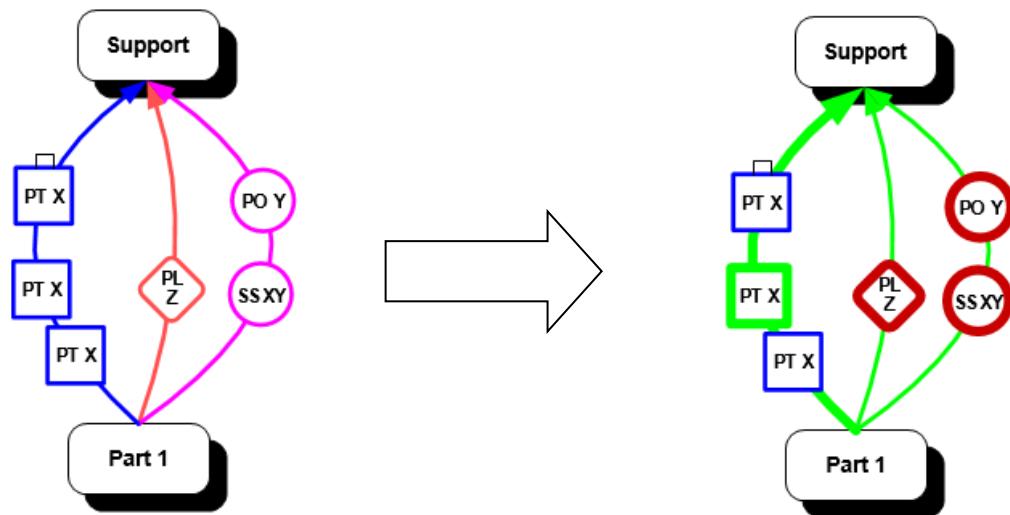
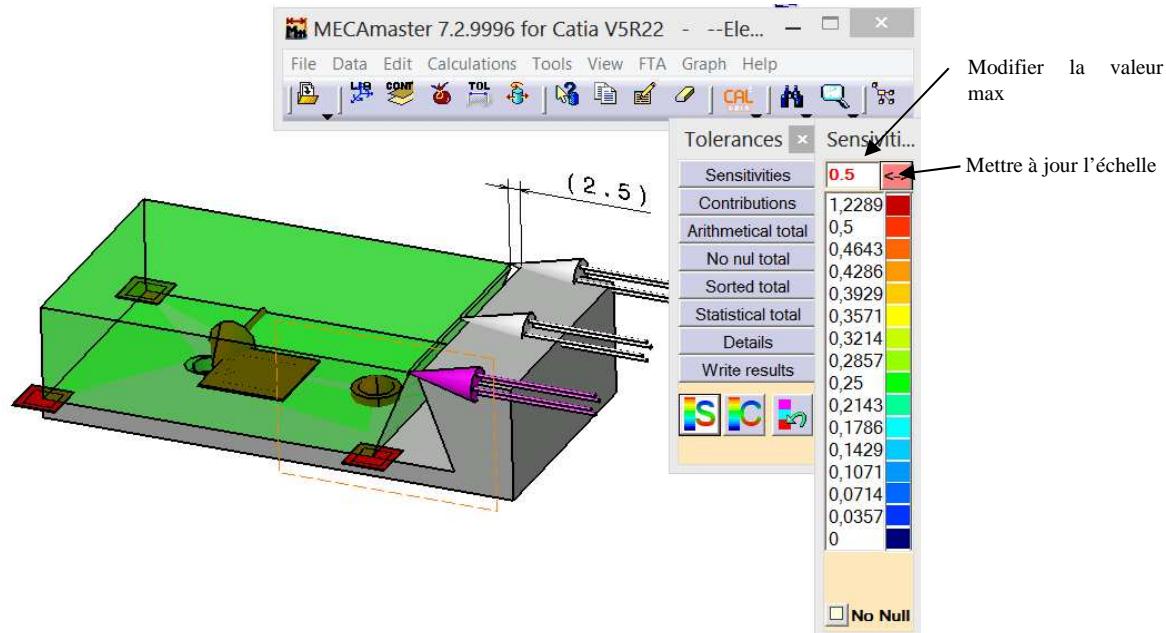


Remarque :

L'échelle de couleur est déterminée automatiquement par MECAmaster entre 0 et l'influence la plus importante. Il est possible de spécifier manuellement la valeur maxi

d'influence de l'échelle, associée donc à la couleur rouge (principalement dans une optique de comparaison graphique des résultats entre deux calculs ...). Dans ce cas, toutes les données ayant une influence supérieure à l'influence spécifiée seront colorées en rouge quelle que soit leur valeur.

Voir ci-dessous avec une influence max spécifiée à 0,5 :



8.5.1.5 Export dans Modele Analyser

Voir le paragraphe dédié à MECAmaster Modele Analyser pour voir les possibilités de visualisation des influences sous un formalisme Excel très visuel.

8.5.2 Analyse d'influence

8.5.2.1 Principe

L'utilisateur a un certain nombre d'outils en main pour analyser les influences de son assemblage grâce aux différentes exploitations vues dans le paragraphe précédent calcul d'influence.,.

Cette étape d'analyse d'influence est primordiale sur les phases préliminaires d'un projet. Elle consiste, par le calcul d'influence et par l'identification des influences majoritaires, à orienter l'architecture de son assemblage afin d'en réduire au maximum ces coefficients d'influence.

Les résultats seront en effet bien meilleurs si les influences sont plus faibles ...

MECAmaster aidera à se poser des questions comme :

Mes interfaces entre pièces sont-elles bien choisies ? Dois-je envisager un plan de positionnement en X, en Y, en Z, ... ?

La position de mes interfaces est-elle optimale ? Quelle est la meilleure position de mon trou pilote sur ma pièce ?

L'utilisation d'un gabarit est-elle nécessaire pour mon assemblage ? Si oui, comment positionner ma pièce dans mon gabarit de montage ?

...

Les données nécessaires à la modélisation et au calcul MECAmaster à cette étape sont très élémentaires. Quelques éléments géométriques (un schéma filaire, une esquisse, un volume, ...) pour délimiter la position possible des interfaces et la connaissance des exigences fonctionnelles suffisent ...

C'est pourquoi cette analyse prend tout son sens sur **les phases préliminaires d'un projet, avant la conception détaillée** quand l'utilisateur a encore la liberté de suggérer et d'analyser des scénarios d'architecture et de position d'interfaces différentes !

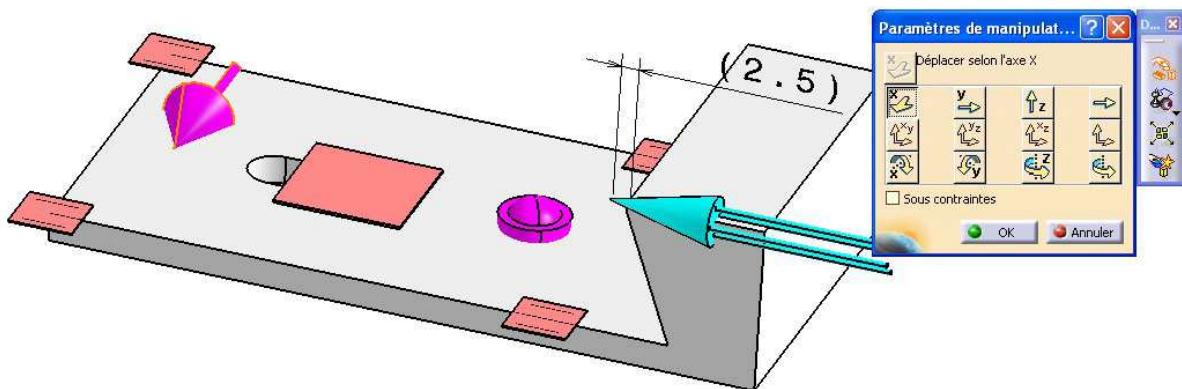
8.5.2.2 Optimisation de la position des interfaces

Les données MECAmaster sont très facilement éditable, déplaçables et le calcul est extrêmement rapide (quasi instantané sur des modèles courants).

L'utilisateur ne doit donc pas hésiter à tester un grand nombre de scénarios, à déplacer ses données, les modifier, ... pour étudier le comportement des influences sur son assemblage et trouver éventuellement des solutions optimisées .

Exemple de modification de la position d'une donnée avec le menu manipulation de CATIA

Les données MECAmaster sont des données CATIA, donc peuvent être manipulées par tous les outils CATIA comme par exemple la commande de manipulation de l'assembly design.



Ici, en déplaçant la flèche représentative de la liaison ponctuelle, on teste une nouvelle position du trou oblong. (Notez que par défaut le modèle MECAmaster est dissocié du modèle CATIA pour permettre ces tests ultra rapides).

L'influence de la liaison linéaire annulaire devient 1,114 au lieu de 1,229, ce qui est plus profitable ...

Exemple de déplacement automatique d'une donnée

Il existe dans MECAmaster pour le calcul de tolérance comme pour le calcul d'effort des possibilités de simulation, c'est à dire de pilotage d'un paramètre pour enchaîner un grand nombre de calcul successivement.

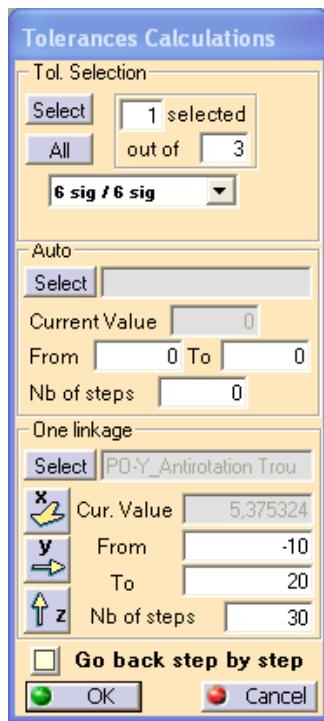
Le menu de calcul de tolérance avec simulation se lance par la commande « calculations / Multi Positions Tol. calculations ».

Il existe deux modes (comme pour les efforts) :

- mode auto : pilotage d'un paramètre numérique CATIA qui impacte le modèle et calcul MECAmaster pour plusieurs valeurs de ce paramètre (voir calcul d'effort ou plus loin dans le document)
- mode One Linkage : déplacement d'une liaison/Contact MECAmaster sur un axe et calcul à différentes positions.

Testons sur notre exemple le mode One Linkage appliqué à la liaison Ponctuelle sur sa coordonnée X allant de -10 +20 en 30 pas (c'est à dire 30 calculs intermédiaire entre -10 et +20)

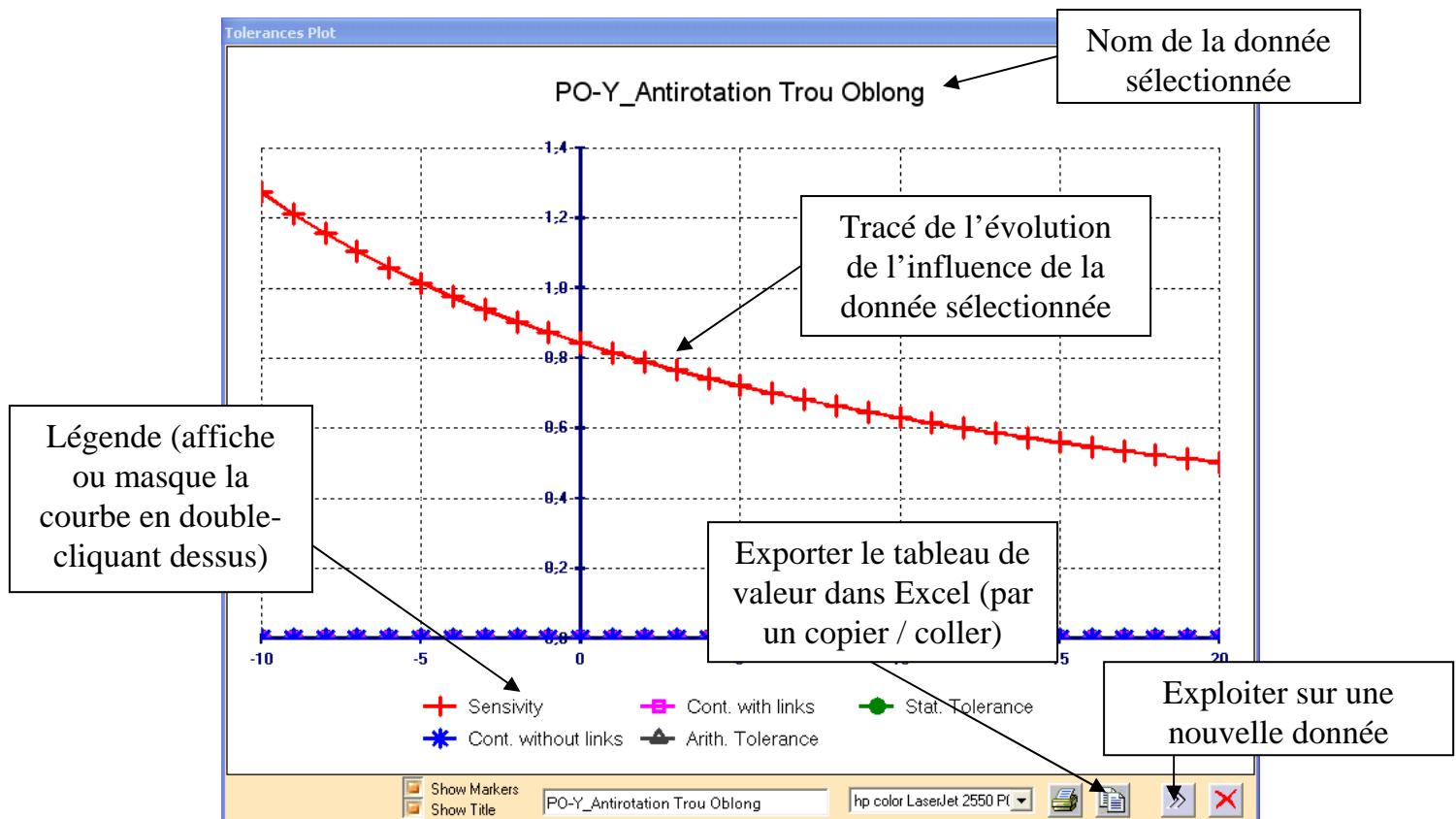
Le tout pour le calcul du point 1 uniquement.



Une fois la validation effectuée par OK, l'utilisateur verra la liaison Ponctuelle se déplacer comme défini.

Le bouton « Plot Tol » du menu d'exploitation, appliqué à une liaison permettra de visualiser l'évolution de son coefficient d'influence sur le résultat en fonction du paramètre de la simulation.

Affichons ici l'évolution de l'influence de la liaison Ponctuelle :



La conclusion de cette mini-simulation est que plus la coordonnée X de la liaison ponctuelle est grande, plus son influence baisse. La solution évidente d'écartez les trous au maximum est bien vérifiée ...

Il sera possible de tester des déplacements de données beaucoup plus important et compliqué par une combinaison de contrainte et de paramétrage des données MECAmaster. Le calcul avec simulation est une véritable aide à l'analyse d'influence, car permet de tester un très grand nombre de position en un minimum de temps ...

Voir l'exemple rédigé du ferrage de porte pour illustrer l'intérêt de l'analyse d'influence.

8.6 Définition des tolérances pièces

8.6.1 Principe de définition des tolérances dans MECAmaster

Pour ne pas modifier les pièces (l'utilisateur de MECAmaster n'est pas forcément propriétaire de la pièce), la définition des tolérances pièces se fait directement dans les données MECAmaster.

Chaque liaison/contact représente un contact cinématique entre deux éléments géométriques de deux pièces différentes. On intégrera donc dans la donnée 3 types de tolérances :

- les tolérances de l'élément géométrique de la première pièce en contact (plan pour un contact plan, axe pour un contact cylindre, ligne pour un contact ligne, centre de cercle pour une liaison linéaire annulaire, ...)
- les tolérances de la liaison en elle-même (appelée interface dans MECAmaster) : jeu, contact, soudure, joint, ...
- les tolérances de l'élément géométrique de la deuxième pièce en contact (plan pour un contact plan, axe pour un contact cylindre, ligne pour un contact ligne, centre de cercle pour une liaison linéaire annulaire, ...)

On retrouve donc systématiquement trois zones dans chaque liaison/contact utilisée pour le calcul de tolérance (donc hors liaisons Pivot, Glissière, Encastrement, ...) :

- une zone dédiée à la définition des tolérances de la première Pièce
- une zone dédiée à la définition des tolérances d'interface
- une zone dédiée à la définition des tolérances de la deuxième Pièce

Chacune de ces zones comportera plus ou moins de valeurs à définir suivant le type de donnée (une position seule pour les liaisons, une position et/ou une orientation pour les contacts qui bloquent des degrés de liberté et en translation et en orientation ...)

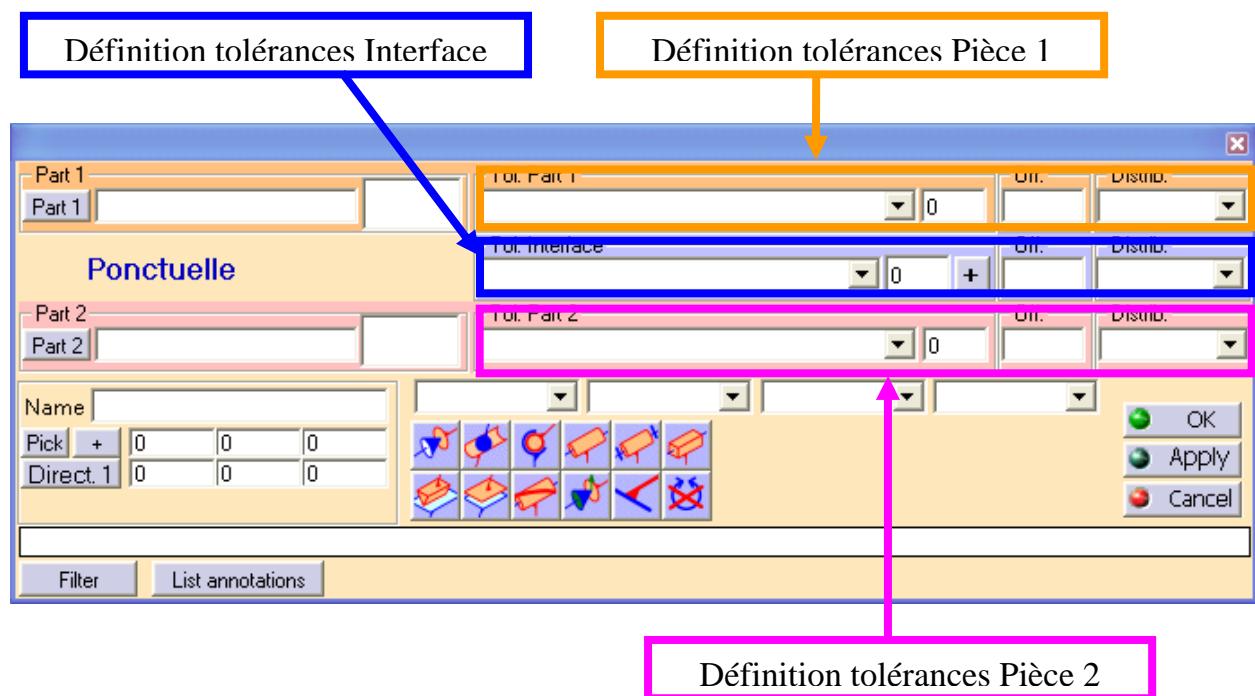
ATTENTION :

Par défaut, toutes les tolérances définies dans MECAmaster sont centrées et correspondent au demi-IT par rapport à la position nominale.

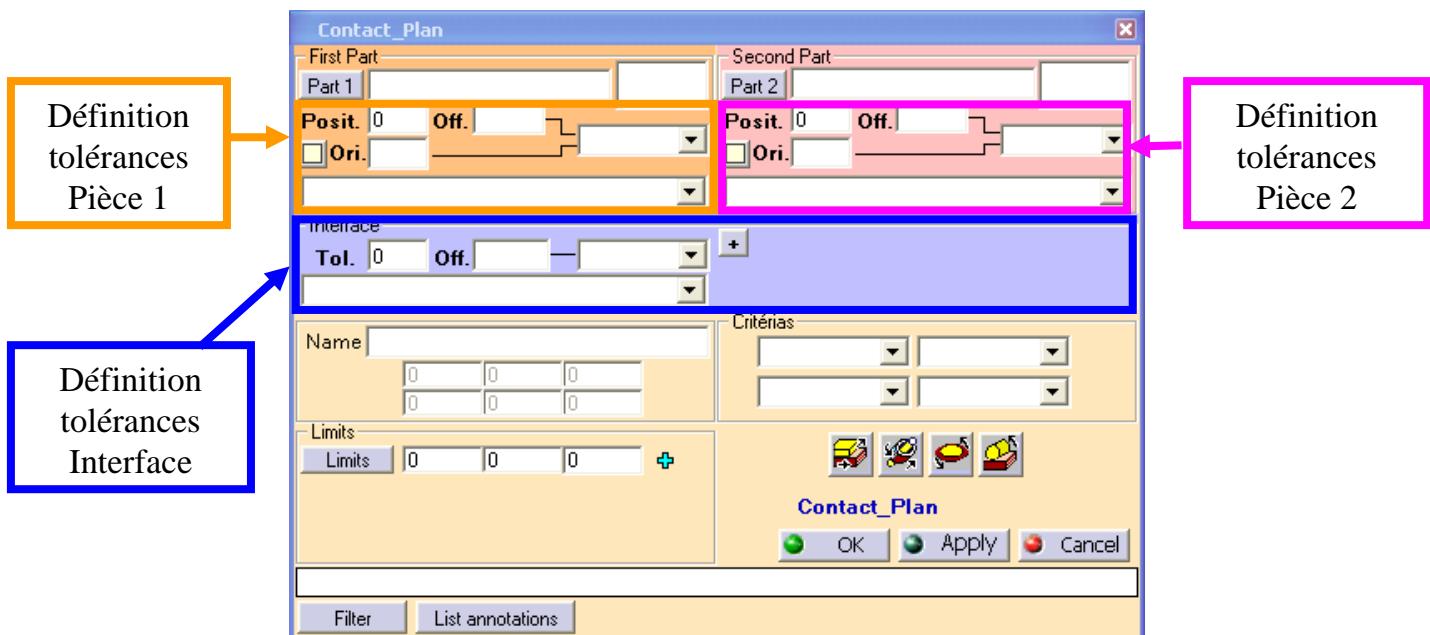
Un formalisme de couleur est utilisé systématiquement dans toutes les données pour différencier ces trois zones :

La zone de définition de tolérance pour la première Pièce est orange, celle de la deuxième pièce rosée et enfin celle de l'interface bleue.

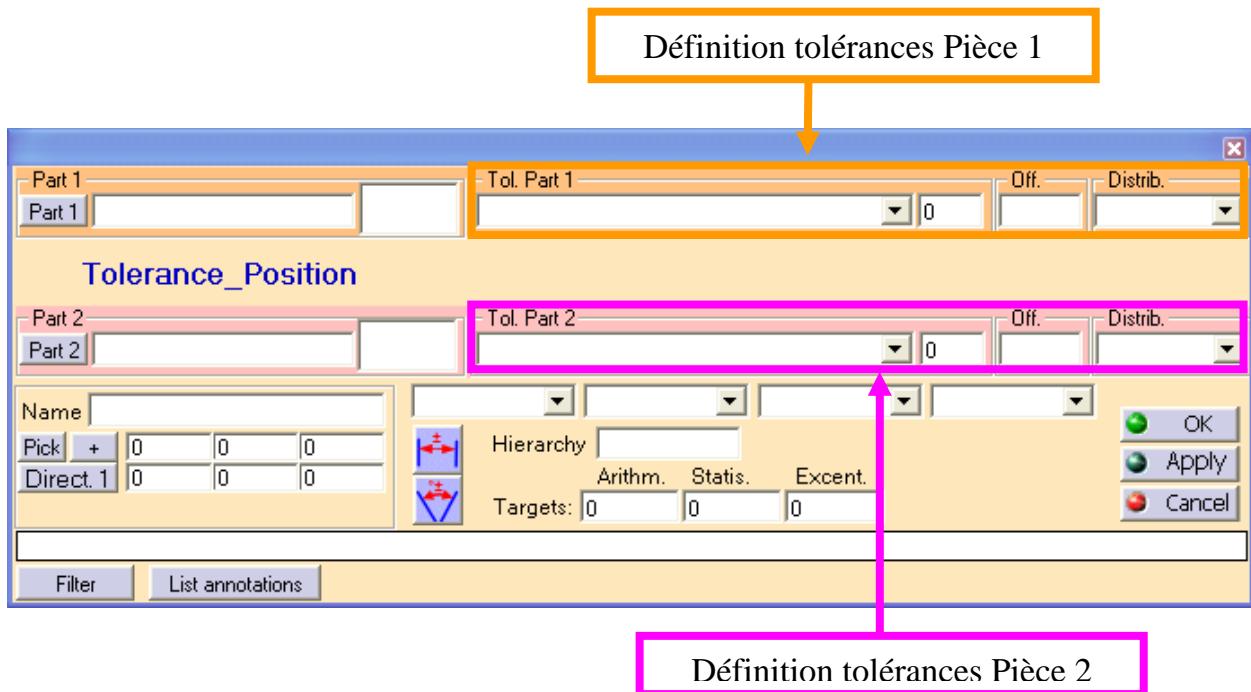
8.6.1.1 Zones de définition de tolérances dans une liaison



8.6.1.2 Zones de définition de tolérances dans un contact



8.6.1.3 Zones de définition de tolérances dans une Tolérance

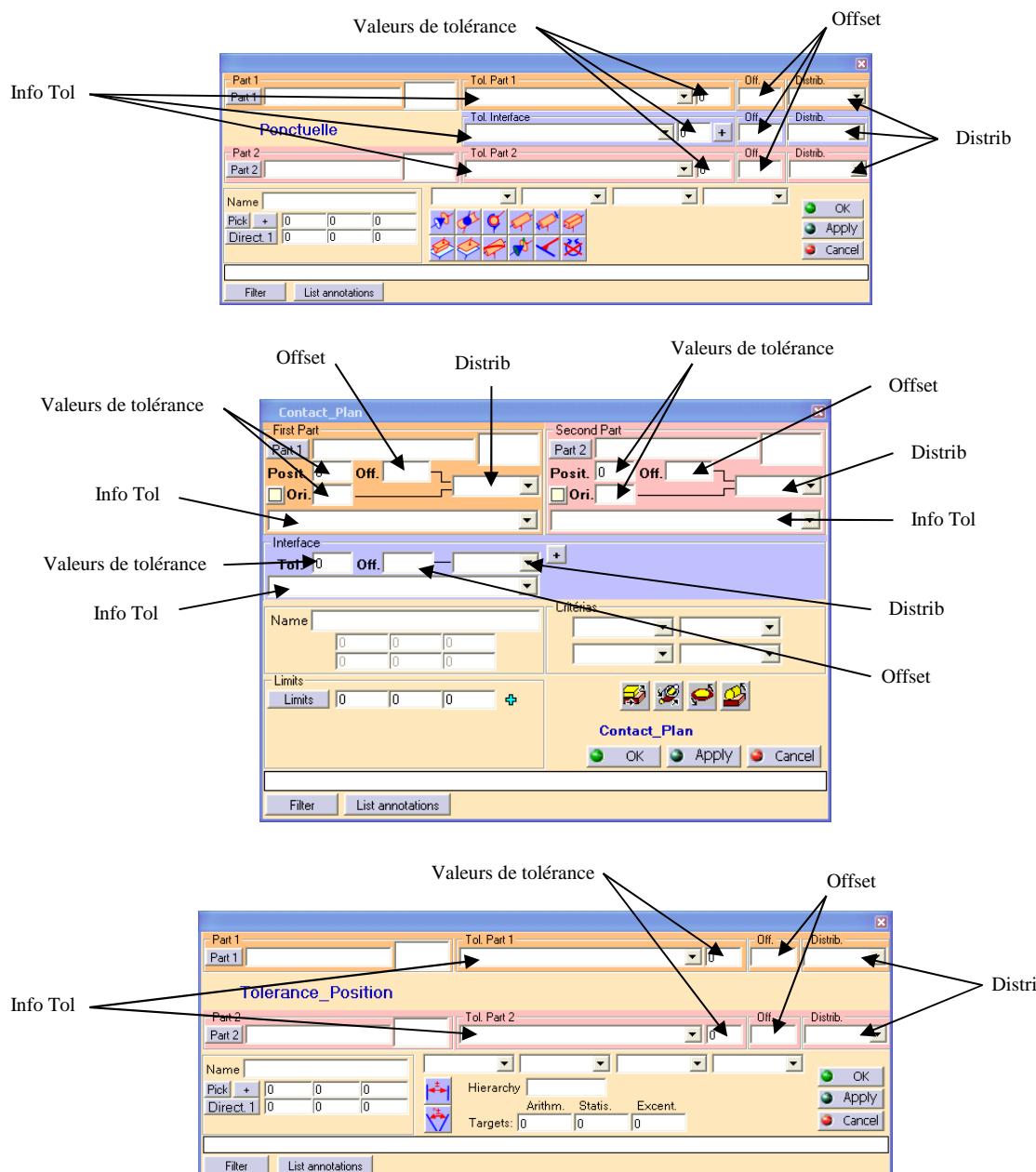


La définition des valeurs de tolérance dans une donnée Tolérance en Position ou Tolérance en Orientation est très similaire à celle d'une liaison, à la différence qu'il n'y a pas de champ d'interface puisqu'il n'y a pas de contact ...

8.6.1.4 Champs associés à la définition des tolérances

Chacune des trois zones de tolérances est constituée des champs suivants :

- Champs « Valeurs de tolérances » : (différents suivant les types de données, type de zone) : pour définir les tolérances de l'élément géométrique sous forme de **demi-IT**. Ils sont systématiquement initialisés à 0.
- Champ « Info Tol » : commentaire libre pour décrire la valeur de tolérance. Il est important de le bien définir puisqu'il sera systématiquement associé à la valeur de tolérance dans Modele Analyser ...
- Champ Offset : pour définir un décentrage de la tolérance (voir paragraphe dédié aux tolérances non centrées)
- Champ Distrib : pour associer une distribution statistique à la valeur de tolérance utilisée dans les simulations Monte-Carlo (voir paragraphe dédié aux simulations Monte-Carlo)



8.6.2 Définition des valeurs de tolérances centrées dans les données

RAPPEL :

Les valeurs de tolérances définies dans MECAmaster correspondent aux demi-IT de la tolérance au point d'application.

8.6.2.1 Définition des tolérances pièces

On peut soit définir un référentiel lié à la pièce et définir les valeurs de tolérances des liaisons/contacts par rapport à ce référentiel, soit prendre une (ou plusieurs) liaison(s) comme référence(s). La tolérance pièce correspondante sera nulle.

Par défaut toutes les valeurs de tolérances pièces sont à définir à partir du même référentiel pour garder une cohérence de définition de l'ensemble.

Des possibilités de transfert de référentiel seront possibles soit en utilisant des groupes (voir paragraphe dédié) soit en utilisant des pièces virtuelles (nouvelle « image » de la pièce mais dans un nouveau référentiel).

Dans une donnée liaison, la valeur de tolérance pièce correspond à la position de l'élément géométrique par rapport au système de référence de la pièce :

- liaison Ponctuelle : Position sur l'axe de la liaison uniquement
- liaison Linéaire Annulaire : Position Radiale
- liaison Rotule : Position Sphérique

Dans une donnée Contact, les valeurs de tolérances pièces correspondent respectivement à la position et à l'orientation de l'élément géométrique par rapport au système de référence de la pièce :

- Contact Plan / Disque : Position et Orientation de la surface Plane (globale pour toutes les directions)
- Contact Cylindre : Position et Orientation radiale de l'axe du cylindre
- Contact Ligne : Position et Orientation de la ligne d'appui

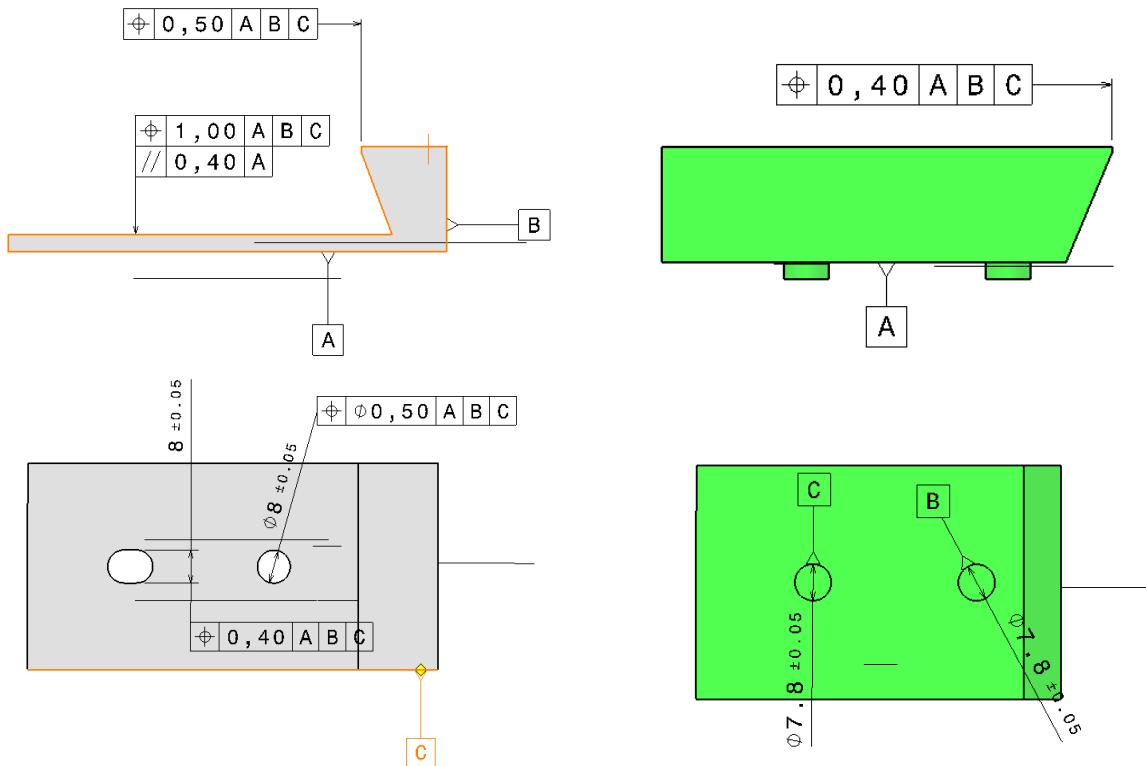
Dans une donnée Tolérance les valeurs de tolérances pièces correspondent à la position des deux éléments géométriques dans leur référentiel respectif entre lesquels l'utilisateur souhaite effectuer le calcul.

Remarques sur la définition des orientations dans les contacts :

- Par défaut le bouton ORI est décoché, cela signifie qu'il n'y a pas de restriction d'orientation sur la surface et donc que la tolérance de position est seule.
- Cliquer sur le bouton ORI pour autoriser la définition d'une orientation restrictive.
- La valeur de la tolérance d'orientation doit être inférieure à celle de la position.
- une valeur d'orientation définie à 0 (avec le bouton ORI activé) signifie que l'élément géométrique à une orientation parfaite. La tolérance de Position ne générera donc qu'un mouvement de translation de l'élément géométrique.

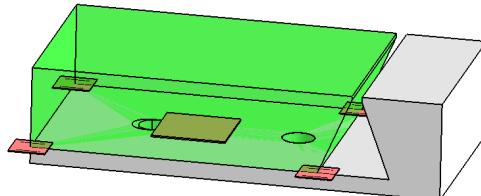
Exemple de définition des tolérances pièces sur l'assemblage « Elementary Assembly » :

Pour illustrer la définition des tolérances pièces nous utiliserons les spécifications suivantes sur les deux pièces de l'assemblage élémentaire :



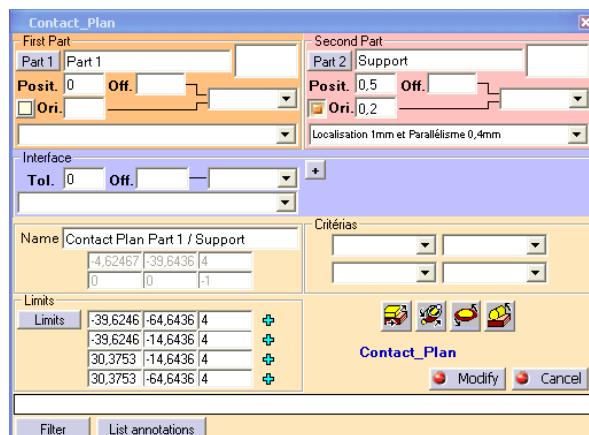
Les deux référentiels pièces sont A|B|C. Toutes les tolérances sont bien définies de manière cohérente sur ces référentiels.

Cas du contact Plan



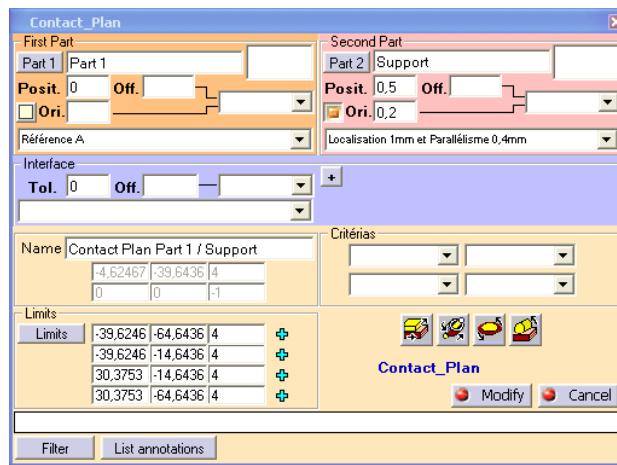
Le Plan d'appui de la pièce Support est défini avec une localisation de 1mm et un parallélisme de 0,4mm par rapport au référentiel de la pièce.

Ces deux valeurs sont donc intégrées en demi-IT dans la donnée au niveau de la zone support :

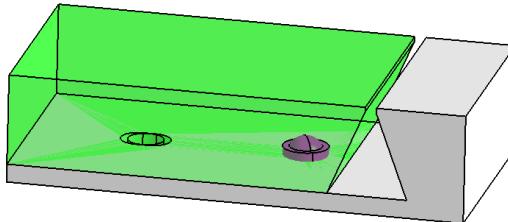


Un commentaire est associé dans le champ correspondant.

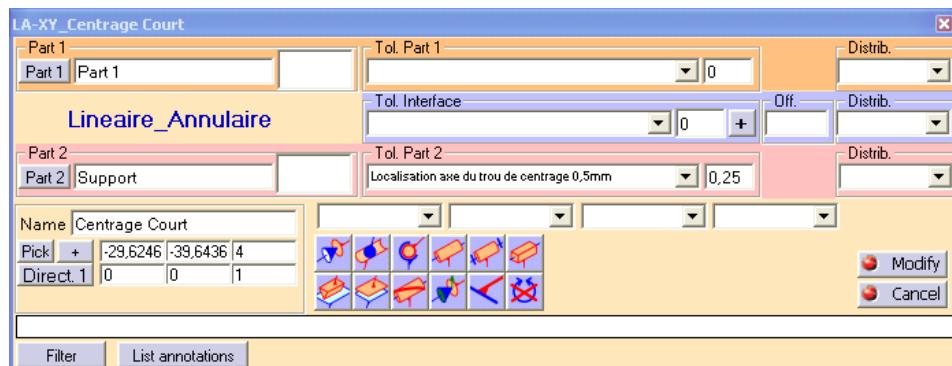
Le plan d'appui de la Pièce Part1 est en référence A primaire. Cette référence impose par définition les tolérances de position et d'orientation à 0.



Cas du centrage court

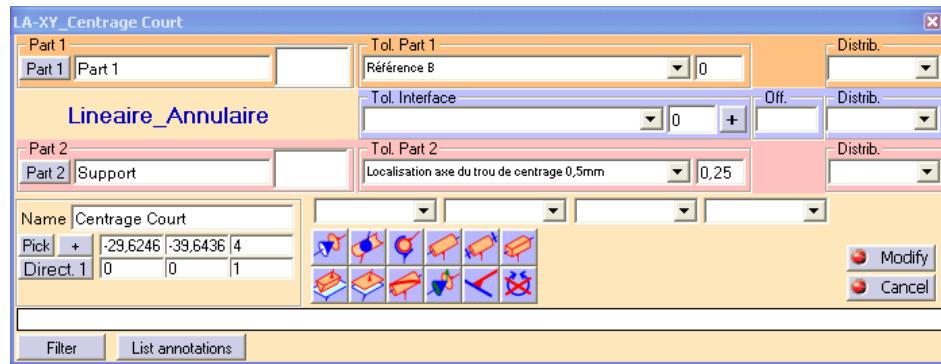


L'axe du trou de la pièce Support est défini avec une localisation radiale de 0,5mm par rapport au référentiel de la pièce . Cette valeur est donc prise en compte en demi-IT dans la donnée au niveau de la zone support :

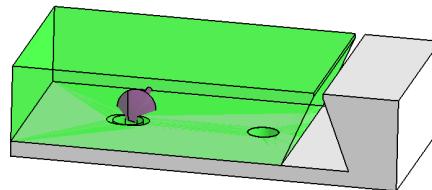


Un commentaire est associé dans le champ correspondant.

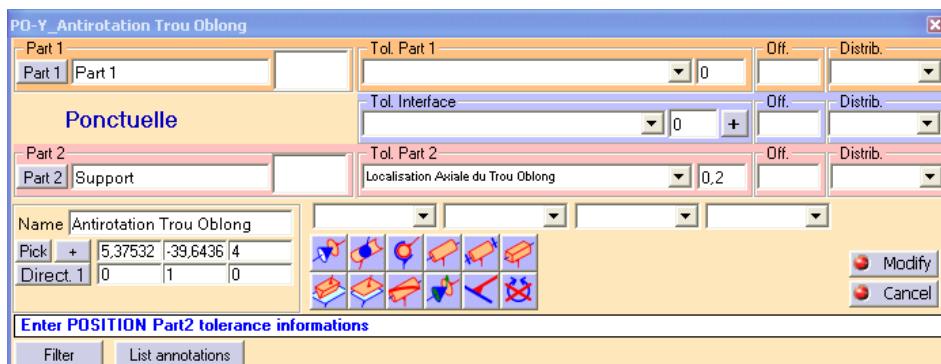
L'axe du pion de la pièce part 1 est en référence B secondaire. Cette référence impose par définition une position de l'axe du trou à 0 :



Cas de la liaison Ponctuelle

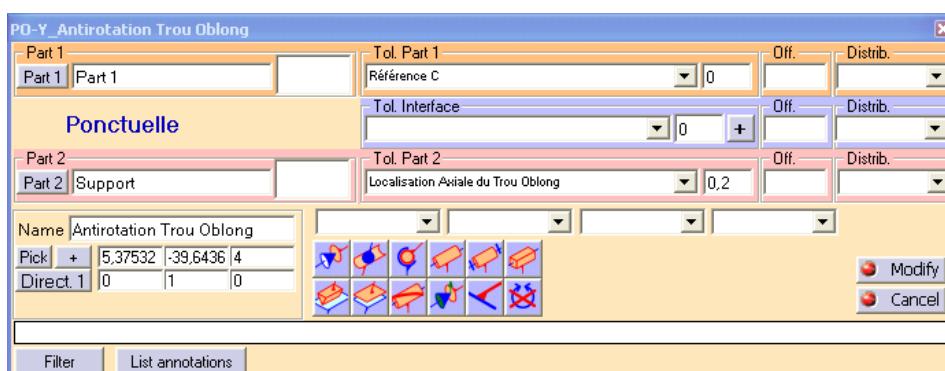


L'axe du trou oblong de la pièce Support dans la direction de la liaison ponctuelle est défini avec une localisation de 0,4mm par rapport au référentiel de la pièce . Cette valeur est donc prise en compte en demi-IT dans la donnée au niveau de la zone support :

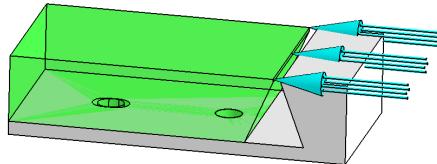


Un commentaire est associé dans le champ correspondant.

L'axe du pion de la pièce part 1 est en référence C dans la direction de la liaison Ponctuelle. Cette référence impose par définition une position de l'axe du trou à 0 :

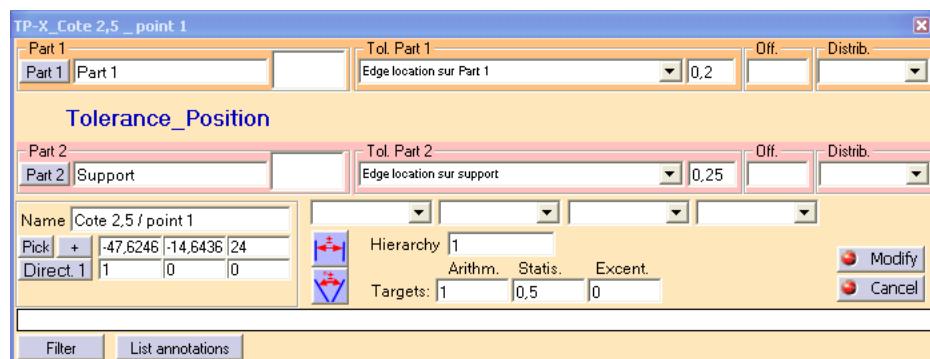


Cas des Points de mesure



Les Données Tolérance en Position du modèle calculent la dispersion entre une surface de la pièce Support, et une surface de la pièce Part1. Chacune de ces surfaces à une tolérance par rapport à son référentiel respectif de 0,5mm (pour le support) et 0,4mm (pour la Part1).

Ces deux valeurs, exprimées dans la direction de la mesure, doivent être intégrées au modèle dans les données Tolérance en Position :



Un commentaire est associé dans le champ correspondant.

8.6.2.2 Définition des tolérances d'interface

Principe général

Après avoir intégré les valeur de tolérances au niveau des champs Pièce 1 et Pièce 2 de MECAmaster, il faut également intégrer des défauts d'interface le cas échéant.

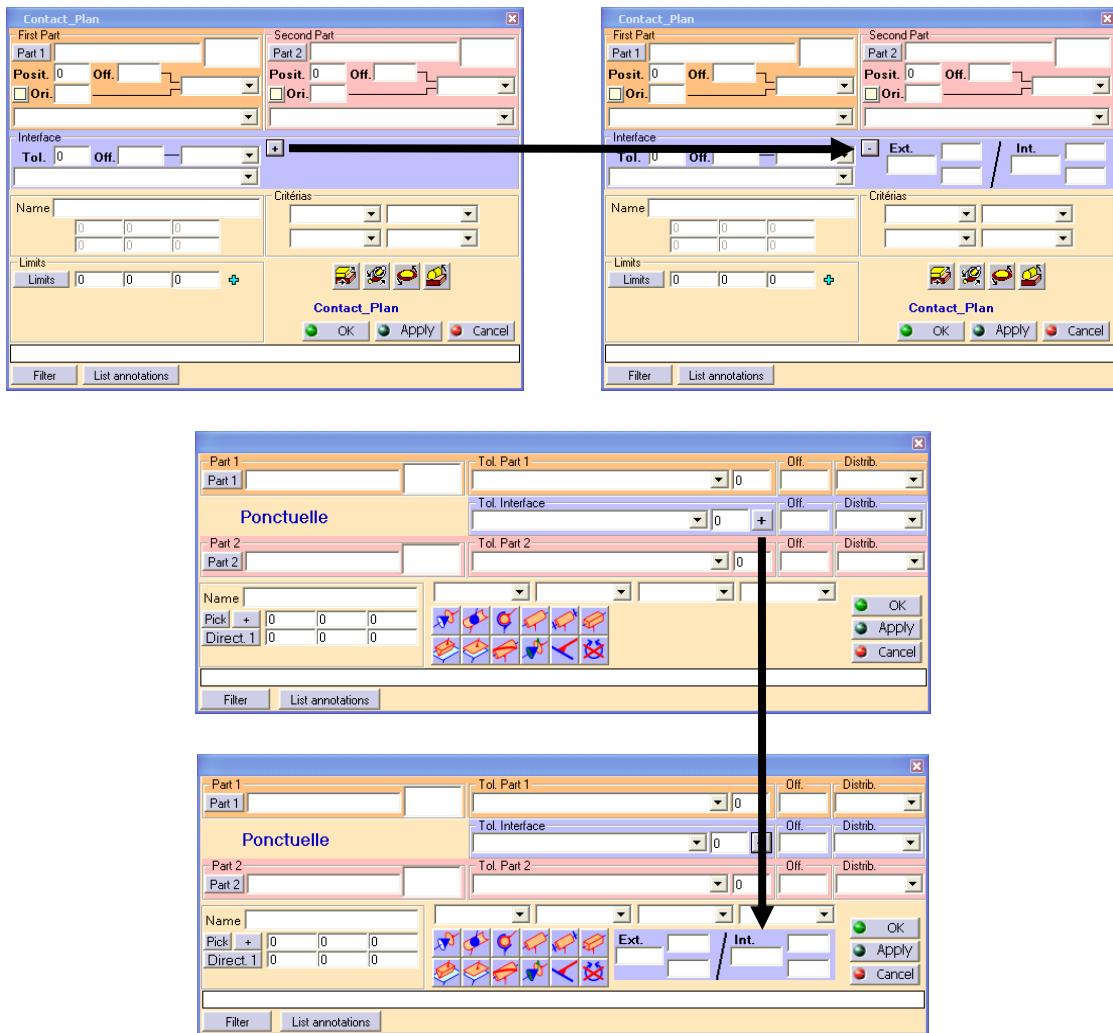
Les valeurs d'interface dans MECAmaster représentent les défauts qui se situent localement à l'interface entre les deux pièces. Typiquement, ils sont :

- du jeu dans une liaison avec jeu, qui peut donc créer un décalage
- la tolérance d'une pièce fine prise « en sandwich » entre deux pièces (par exemple tolérance d'épaisseur du joint de culasse dans un contact plan direct Culasse sur Carter Cylindre, joint de colle ...)
- une réaction locale à un serrage, vissage qui crée une légère déformation
- ...

Une tolérance d'interface se définit de la même façon que pour les tolérances pièces, sous forme d'une valeur de petit déplacement.

Cas des liaisons/contacts avec jeu

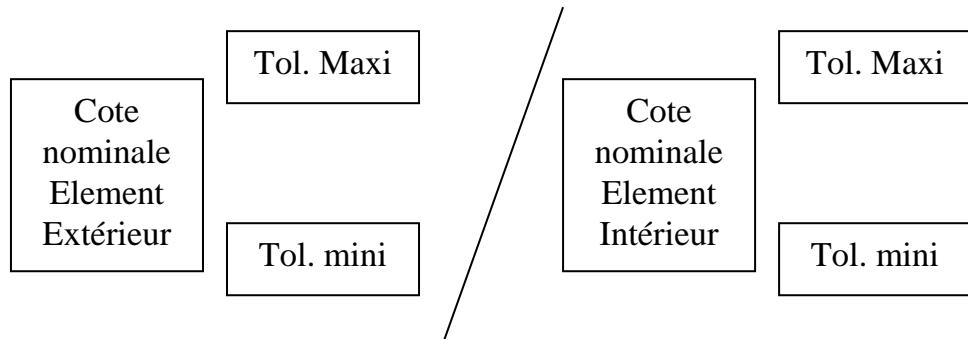
Dans le cas des liaisons/contact avec jeu, MECAmaster propose de prendre en compte directement les tolérances dimensionnelles en interface pour calculer le jeu nominal et la dispersion sur le jeu. Un panneau spécifique à cette définition est accessible par un clique sur le bouton « + » de la zone d'interface :



Le clique sur « - » masquera le panneau de définition par dimensionnels.



La définition se fait sous la forme :



Exemples dans le cas :

- d'un pion de **diamètre** 10 [-0,03 ;+0,01] dans un trou de **diamètre** 11 [+0,01 ;+0,05]

Ext.	+0,05	Int.	+0,01
11		10	
	+0,01		-0,03

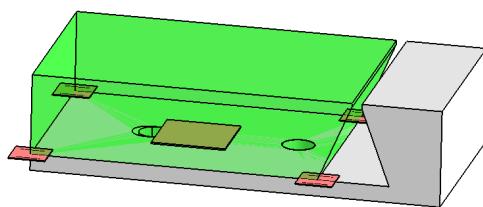
- d'une rainure de **largeur** 4 [-0,1 ;0] dans une gorge de **largeur** 5 [0 ;+0,1]

Ext.	+0,1	Int.	0
5		4	
	0		-0,1

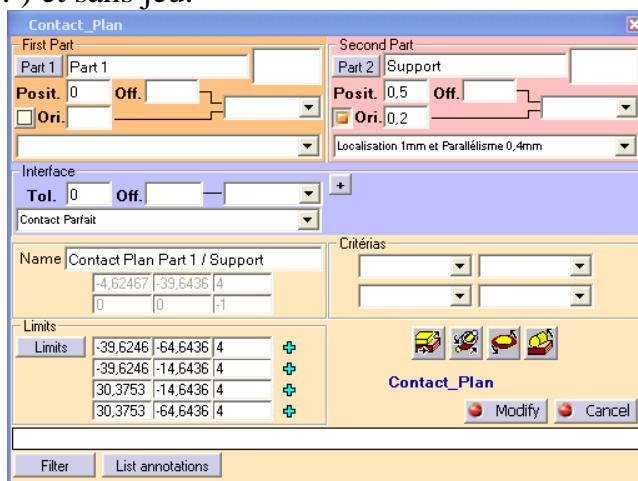
MECAmaster convertira ces valeurs en valeurs de tolérances d'interface dans les champs habituels.

Application aux interfaces de l'exemple « Elementary Assembly »

Cas du contact Plan

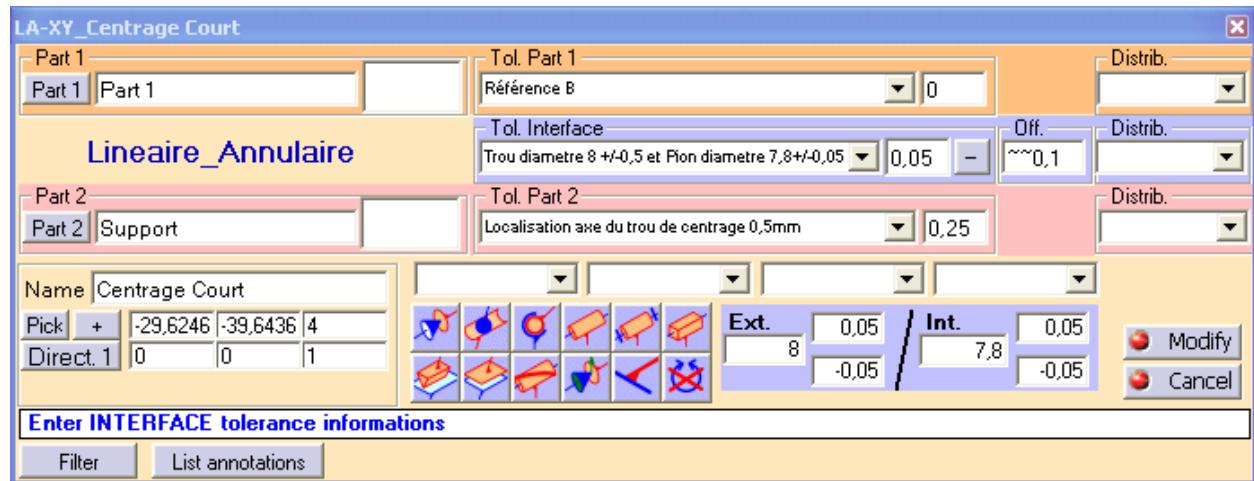


L'interface reste nulle si l'on considère le contact parfait (sans déformation locale, ni joint intermédiaire, ...) et sans jeu.



Cas du centrage court

Ici, nous sommes dans le cas d'un contact avec jeu, l'utilisateur défini donc les tolérances dimensionnelles :

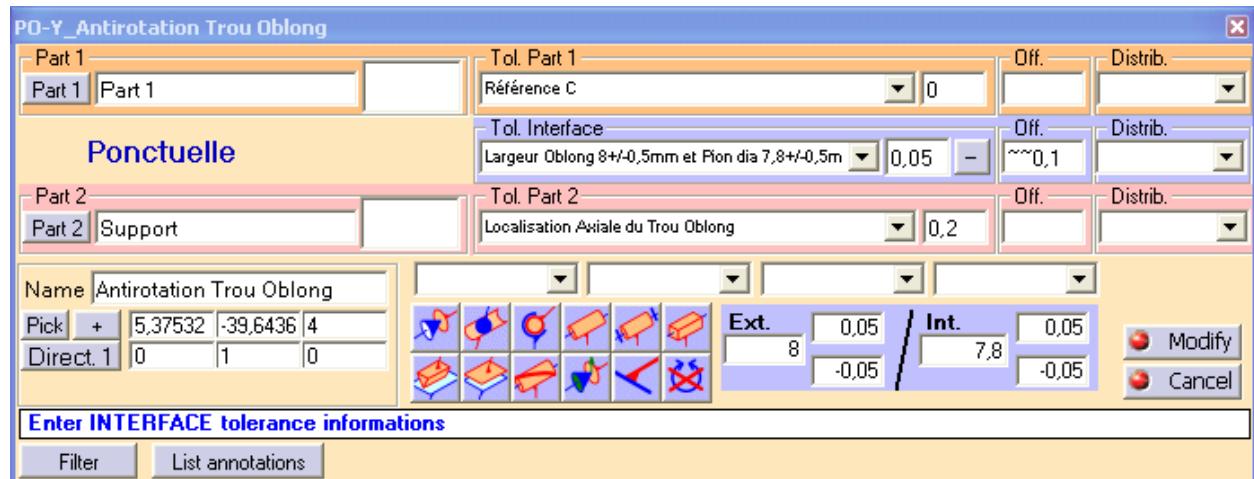


Notez que l'utilisateur ne définit QUE les valeurs dimensionnelles et le commentaire, la valeur de tolérance d'interface et l'offset sont complétés automatiquement par MECAmaster.

Si l'utilisateur modifie cette valeur de tolérance d'interface et/ou l'offset, elles seront prioritaires par rapport aux tolérances dimensionnelles.

Cas du contact dans le trou oblong

Ici, nous sommes dans le cas d'un contact avec jeu, l'utilisateur défini donc les tolérances dimensionnelles :



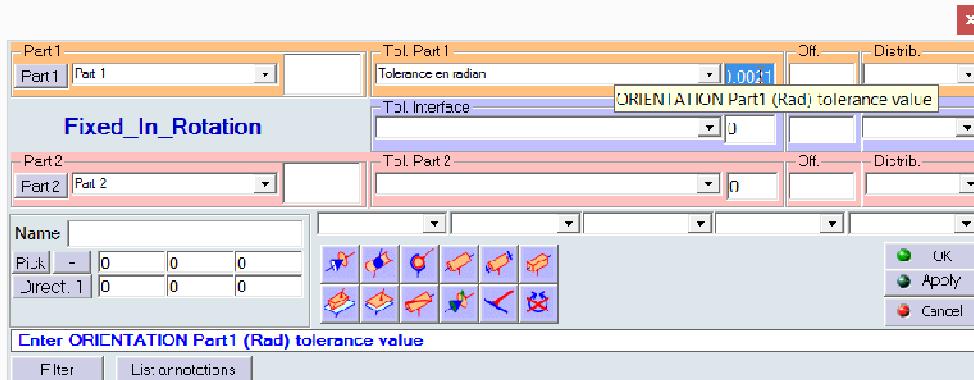
Notez que l'utilisateur ne définit QUE les valeurs dimensionnelles et le commentaire, la valeur de tolérance d'interface et l'offset sont complétés automatiquement par MECAmaster.

Si l'utilisateur modifie cette valeur de tolérance d'interface et/ou l'offset, elles seront prioritaires par rapport aux tolérances dimensionnelles.

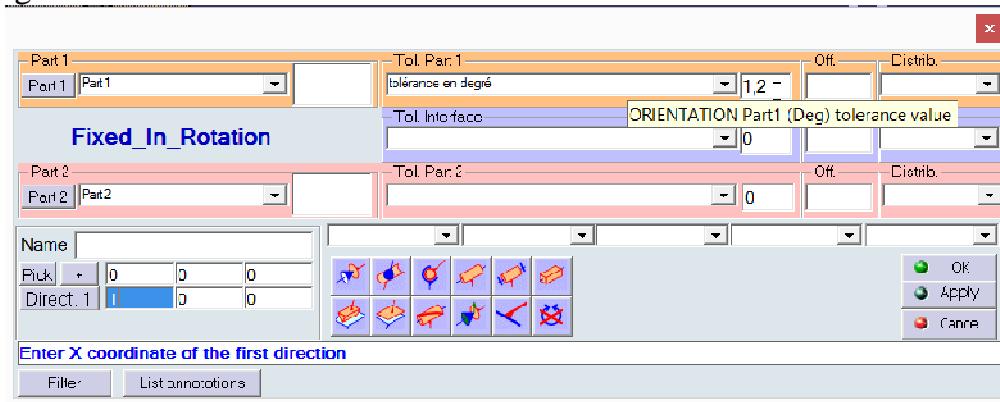
8.6.3 Cas particulier des cotes angulaires

Suivant le mode choisi dans les options (voir paragraphe 10), les valeurs angulaires devront être définies en Degré ou en Radian dans les fenêtres de définition de données.

Mode Radian (Par Défaut) :



Mode Degré :



8.6.4 Informations sur les tolérances

Chaque zone de tolérance est associée à un champ de commentaire texte facultatif. Il est conseillé de bien renseigner ce champ car il permet (notamment dans Modele Analyzer) de bien assurer la traçabilité des valeurs définies.

8.6.5 Offset Signé et Non Signé

Toutes les tolérances de MECAmaster sont par défaut considérées comme des tolérances centrées. Il est néanmoins possible de prendre en compte des décentrages (signés : ie appliqués dans une direction spécifique, non signés : ie dont la direction est incertaine).

8.6.5.1 Définition d'un Offset signé

Pour les liaisons pour lesquelles cela a un sens (Ponctuelle, Arrêt en Rotation) il est possible de définir une excentration (ou offset ou décentrage) pour chaque valeur de tolérance.

La définition se fait dans le champ Offset adjacente à la tolérance à décenter. La syntaxe entière à y définir serait : $\sim+0,5$ pour un décentrage de la valeur moyenne de la cote de $+0,5$ et $\sim-0,2$ pour un décentrage de la valeur moyenne de $-0,2$.

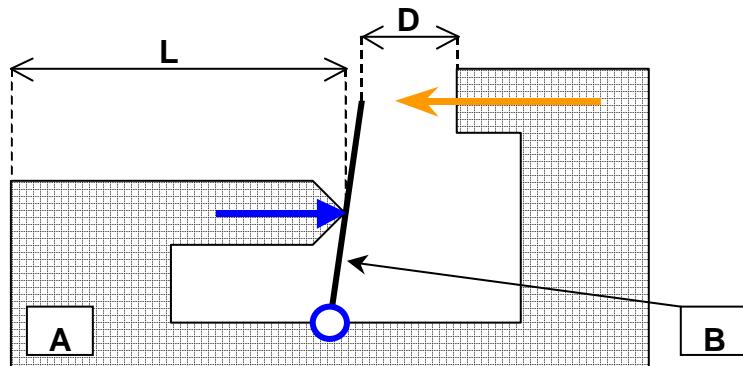
Le caractère « \sim » est obligatoire, le signe (+ ou -) également.

La valeur de tolérance sera toujours le demi-IT par rapport à cette nouvelle valeur moyenne. Donc pour définir dans MECAmaster une tolérance à $[+1 ; +4]$, on la traduira en $+2,5 +/-1,5$ ($1,5$ en valeur de tolérance et $\sim+2,5$ en Offset).

L'excentration doit toujours satisfaire l'hypothèse de petits déplacements, ce qui est généralement bien vérifié sur un système mécanique bien conçu. Elle ne serait pas applicable si l'excentration modifie la configuration géométrique du système.

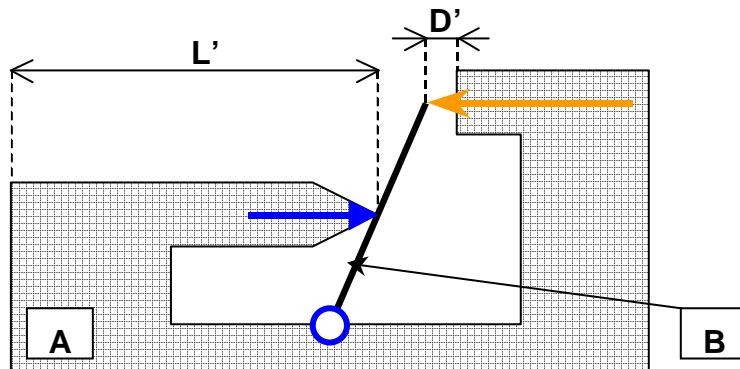
Prenons un exemple simple: deux pièces A et B. Elles sont parfaites et définies en CAO avec des dimensions parfaites. La distance D, cote fonctionnelle, peut être mesurée avec la CAO.

S'il y a des tolérances ($\pm 0,1$) sur la longueur L, MECAmaster (ou notre propre raisonnement) nous indique que la distance D deviendra $D \pm 0,2$.



Si pour une raison quelconque la longueur L devient $L +0,5$, alors D diminue de 1 .
Il y a deux façons de le prendre en compte:

- Soit on dessine les pièces à leur valeur moyenne. Le dessin intègre les variations cinématiques qui résultent de l'accroissement de L. On utilise la méthode précédente sur le nouveau système. D' mesurée est bien $D - 1$, à laquelle s'ajoute $\pm 0,2$.



- Soit on ne modifie en rien le dessin et on indique qu'il y a une excentration sur L.
Les résultats (Arithmétique et Statistique) intégreront la prise en compte de l'excentration.

	Noms	Pieces	Precision	Influence	Contribu
RO Fixation base	a		.000 \		
	b		.000 x	1.000	= .000
			.000 /		
<hr/>					
-- excentration --	a		.500000	x -2.000	[-1.000
	a		.100000 \		
PO Longueur L	b		.000 x	2.000	= .200000
	b		.000 /		
<hr/>					
TP tolerance de D	a		.000 \		
	b		x 1.000	= .000	
			.000 /		
<hr/>					
Excentration resultante				Valeur de l'excentration [-1.000
Calcul ARITHMETIQUE.				Valeur de la tolérance	= .200000

La distance D, cote fonctionnelle, est toujours mesurée avec la CAO, avec le modèle CAO non modifié. Il convient d'en retirer la valeur de l'excentration soit – 1 .
La tolérance sur le résultat est toujours de ± 0.2 .

ATTENTION:

L'utilisation des tolérances Liées, comme des Excentrations, nécessite d'être attentif à l'ordre des pièces (1^{ière}pièce, 2^{ème} pièce), et au sens des symboles.

L'inversion de la direction ou la permutation Pièce 1 et Pièce 2 dans la donnée changera le signe de la contribution de l'offset.

Il faut donc être très vigilant lors de la définition de décentrage, notre recommandation est de contrôler pour chaque décentrage sa contribution (dernière colonne du tableau texte résultat) sur la cote résultante et de vérifier qu'elle porte le bon signe. Si ce n'est pas le cas, inverser la direction de la donnée ou permutez les Pièce 1 et Pièce 2 de la donnée ou plus simplement changer le signe de l'offset défini. Voir Annexe III, signe des influences et décentrages

8.6.5.2 Définition d'un offset non signé

MECAmaster propose également la définition de décentrage non signé, c'est à dire dont la direction est incertaine contrairement au cas précédent.

La définition se fait dans le même champ Offset adjacent à la tolérance à décentrer La syntaxe de définition dans le champ offset de la donnée serait : $\sim\sim 0,5$ pour un décentrage non signé de 0,5mm et $\sim\sim 0,2$ pour un décentrage non signé de 0,2mm.

Le double caractère « $\sim\sim$ » est obligatoire, **la valeur numérique sans signe** également.

Dans sa résolution, MECAmaster intègrera le décentrage non signé dans sa direction la plus défavorable sur le résultat.

Cas d'utilisation fréquents :

- prise en compte d'un phénomène vibratoire qui décentre une interface
- prise en compte d'un jeu nominal « libre »
- ...

Cas des jeux nominaux

Prenons par exemple le cas d'un pion de diamètre 10 dans un trou de diamètre 12. Il y a donc un désaxage possible dû au jeu nominal de $+/-1$ mm.

L'utilisateur a donc le choix de définir ce $+/-1$ mm soit :

- comme une tolérance (donc dans le champ valeur de la tolérance d'interface)
- comme un offset non signé (donc dans le champ offset d'interface)

Si la valeur est définie comme une tolérance, MECAmaster considérera que le décalage est réparti entre -1 et +1mm et que les positions intermédiaires -0,8 ; -0,2 ; 0 ; ... sont atteignables. Le pion n'est pas forcément en contact avec le trou.

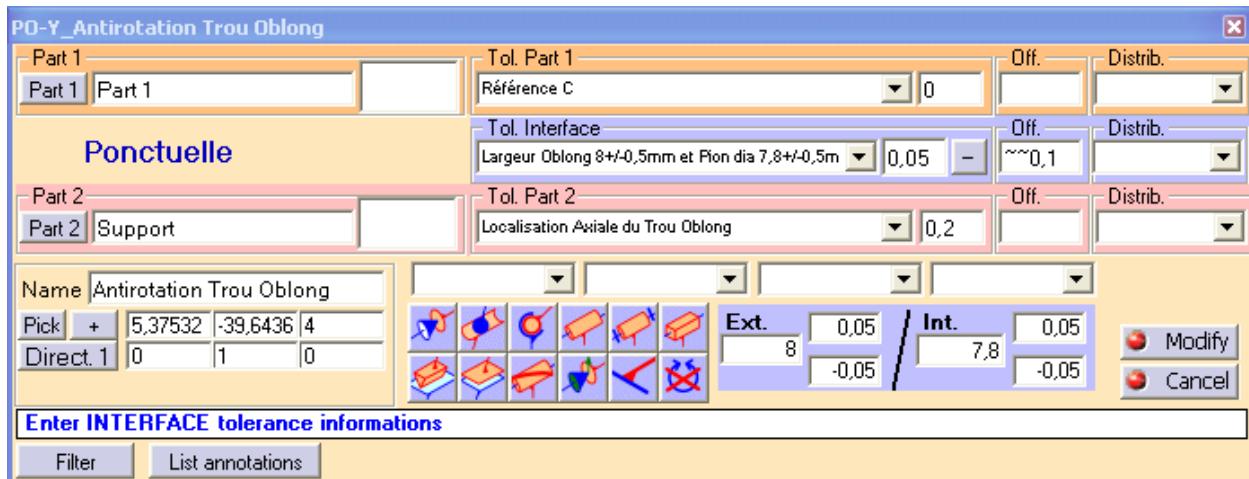
Si la valeur est définie comme un offset non signé, MECAmaster considérera que le décalage ne pourra être que -1 ou +1, c'est à dire que le pion sera systématiquement en contact sur le trou mais dans une direction inconnue.

Notre préconisation (cas le plus défavorable) est de définir que le pion est systématiquement en contact avec le trou car il y aura toujours un effort (couple de serrage, ...) qui plaquera à un moment donné ce pion sur le bord du trou.

C'est pourquoi MECAmaster traduit les tolérances dimensionnelles définies en interface (voir paragraphe tolérances d'interface 8.6.2.2) en deux composantes :

- une composante définie en offset non signé d'interface représentative du jeu nominal recentré
- une composante définie en tolérance d'interface représentative des variations dimensionnelles des diamètres

Cas du trou oblong :



Le Pion de $7,8+/-0,05$ dans un trou de $8 +/-0,05$ devient une interface avec un jeu nominal au rayon de $0,1\text{mm}$ et une tolérance sur le jeu de $0,05\text{mm}$.

8.6.6 Distribution

Pour un calcul statistique par simulation Monte-Carlo, il est possible de définir pour chaque valeur de tolérance une distribution statistique particulière qui peut être différente d'une tolérance à une autre.

Le choix de la distribution se fait dans le champ Distrib, les valeurs par défaut sont :

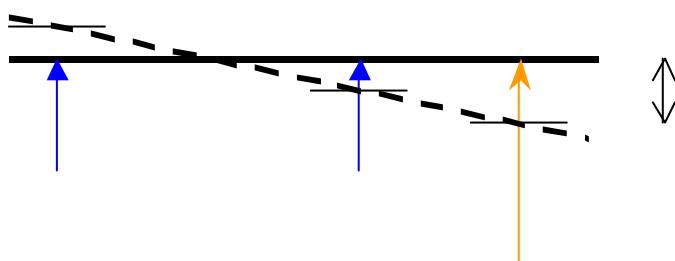


Voir paragraphe dédié au calcul statistique par simulation Monte-Carlo pour plus de détail sur le fonctionnement.

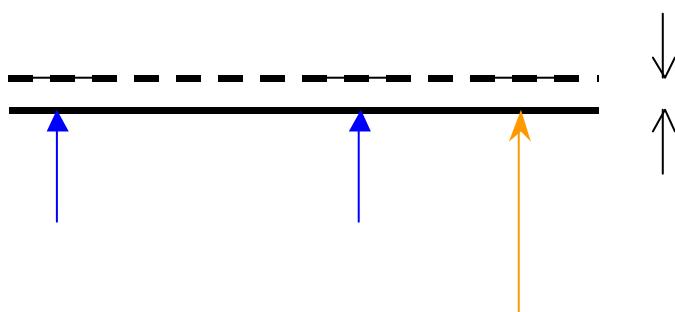
8.6.7 Précisions Liées

Lorsque les précisions ne sont pas indépendantes, on peut le définir en utilisant les "Précisions Liées".

Par exemple, pour une cote dimensionnelle d'un plan défini par 3 ponctuelles (2 sur le dessin ci-dessous), en "Précisions indépendantes" (un des décalage peut être en +, l'autre en -) on obtient



et en "Précisions Liées" (les décalages sont du même côté) on obtient



Les "Précisions Liées" peuvent être définies pour les liaisons Ponctuelle et Arrêt en Rotation, ainsi que sur les Tolérance en Position et Tolérance en Orientation.

La syntaxe pour lier deux valeurs de tolérances est de définir dans le champ offset de la valeur à lier le caractère « & » suivi d'un numéro de lien (de 1 à 99). Le numéro de lien doit être identique sur toutes les valeurs à lier ensemble.

Il est possible de lier plus de deux valeurs, qu'elles soient identiques ou non.

ATTENTION: L'utilisation des Précisions Liées, comme des Excentrations, nécessite d'être attentif à l'ordre des pièces (1^{ère}pièce, 2^{ème} pièce), et au sens des symboles.

Cette fonctionnalité a été rendu pratiquement obsolète depuis l'apparition de Groupe, et reste aujourd'hui uniquement une possibilité « d'expert ».

8.7 Le Groupe

8.7.1 Principe du groupe

Le groupe est une entité de MECAmaster différente des liaisons et contacts que l'on peut définir jusqu'à maintenant. Elle ne crée pas d'isostatisme mais permet de définir une tolérance sur une pièce et de l'appliquer à un groupe de données complètement indépendantes (types, directions, points, ...) dont le seul point commun sera de faire apparaître en Part 1 ou en Part 2 la pièce tolérancée.

La définition d'un ou plusieurs groupes est donc complémentaire à la modélisation cinématique.

8.7.1.1 Pourquoi introduire cette fonction groupe ?

La définition des tolérances dans MECAmaster se fait par l'intermédiaire des liaisons/contacts. Trois conséquences découlent directement de ce principe :

- l'indépendance des tolérances définies dans les liaisons/contacts
- la zone de tolérance (notamment direction) est imposée par le type de liaison/contact
- à une pièce est associée un seul et unique référentiel de cotation

Il existe déjà des méthodes pour s'affranchir de ces trois points comme l'utilisation du lien de précision pour le premier, où par exemple la modélisation d'une linéaire annulaire en deux liaisons ponctuelles pour le deuxième.

Le groupe va permettre par une définition plus simple et plus interactive d'aller beaucoup plus loin dans la définition des tolérances.

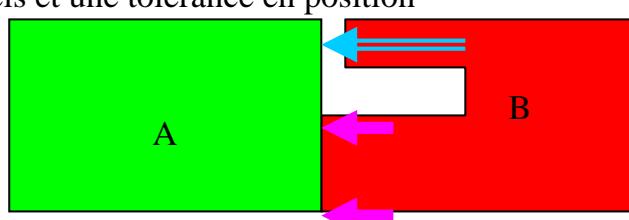
8.7.1.2 Principe

Le groupe se définit sur une pièce (et une seule !). Le principe est de définir une tolérance interne à la pièce (sous la forme Position/Orientation) localisée sur l'élément géométrique tolérancé par la sélection d'un plan (à 4 points), d'une ligne (2 points) ou d'un point.

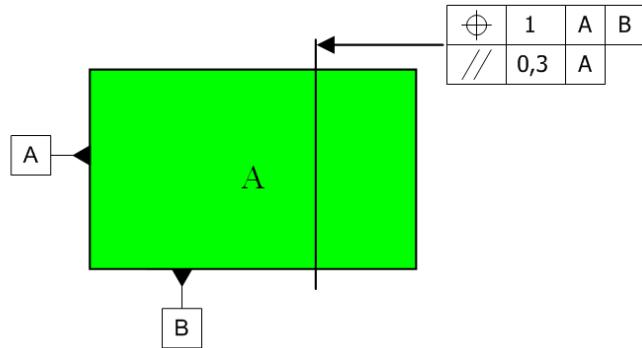
Les interfaces (liaisons/contacts) que l'on voudra impacter par cette tolérance devront être intégrées au groupe.

Exemple : Assemblage Pièce A (verte) / Pièce B (Rouge)

Soit par exemple l'assemblage d'une pièce A et d'une pièce B faisant intervenir deux appuis ponctuels et une tolérance en position

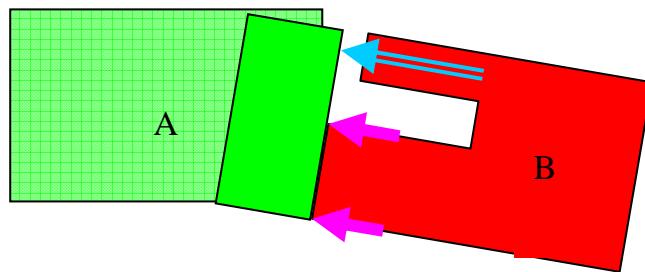


Imaginons une tolérance définie sur la pièce A :

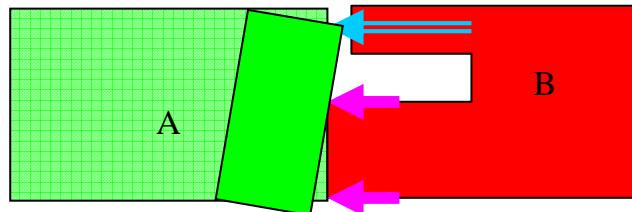


Cette tolérance sera prise en compte dans un groupe (puisque elle n'est pas appliquée directement sur la liaison/contact) localisé sur le plan tolérancé. La tolérance définie impactera l'assemblage comme si la pièce était « coupée » au niveau du groupe. Toutes les données groupées suivront la « cassure » tandis que les données non groupées ne seront pas concernées.

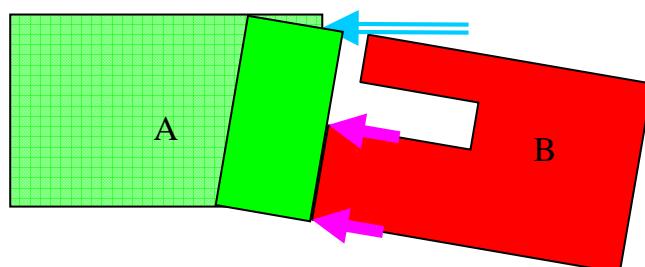
- si on intègre les 3 données au groupe :



- si on n'intègre aucune donnée au groupe :



- si on n'intègre que les deux liaisons ponctuelles au groupe :



8.7.1.3 Pourquoi 4,2 ou 1 point ?

Un groupe est localisé sur l'assemblage par la sélection de 4 points (coplanaires), 2 ou 1 seul point.

On choisira le mode 4 points si la tolérance du groupe est associée à un plan. La tolérance d'orientation du groupe impactera donc 2 rotations.

On choisira le mode 2 points si la tolérance du groupe est associée à une ligne. La tolérance d'orientation du groupe impactera donc 1 rotation seulement.

On choisira le mode 1 point si la tolérance du groupe n'est qu'une translation. Il n'y aura pas de tolérance d'orientation à définir.

8.7.2 Définition d'un groupe

8.7.2.1 Création d'un groupe

Voir paragraphe dédié sur les données.

8.7.2.2 Intégrer des Contacts/Liaisons ou Tolérances en Position/Orientation dans un groupe

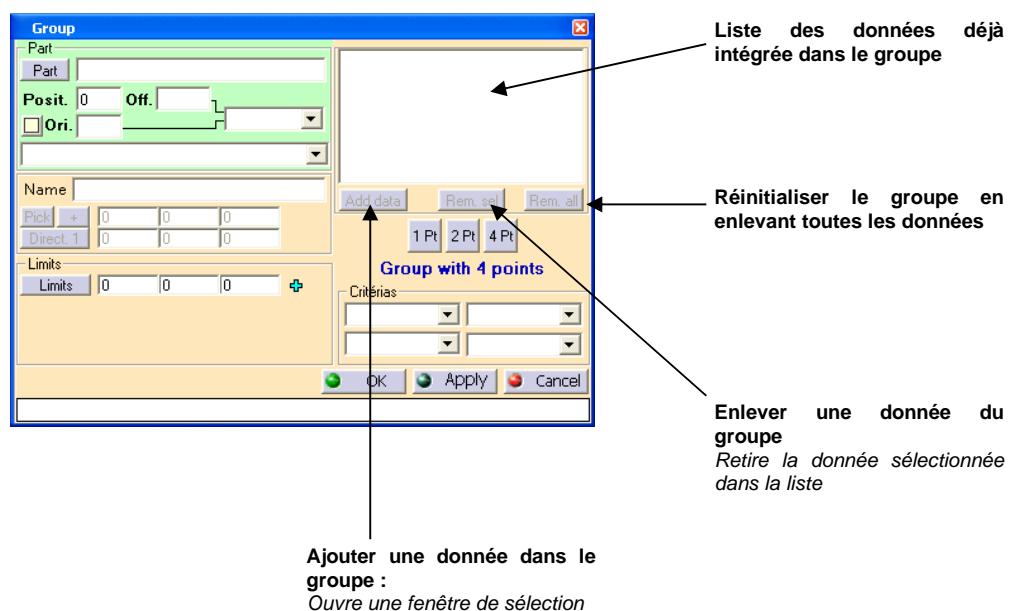
Pour ajouter (ou retirer) une donnée d'un groupe il y a deux méthodes :

- une à partir de la fenêtre de définition du groupe
- une à partir des fenêtres de définition de donnée

Attention :

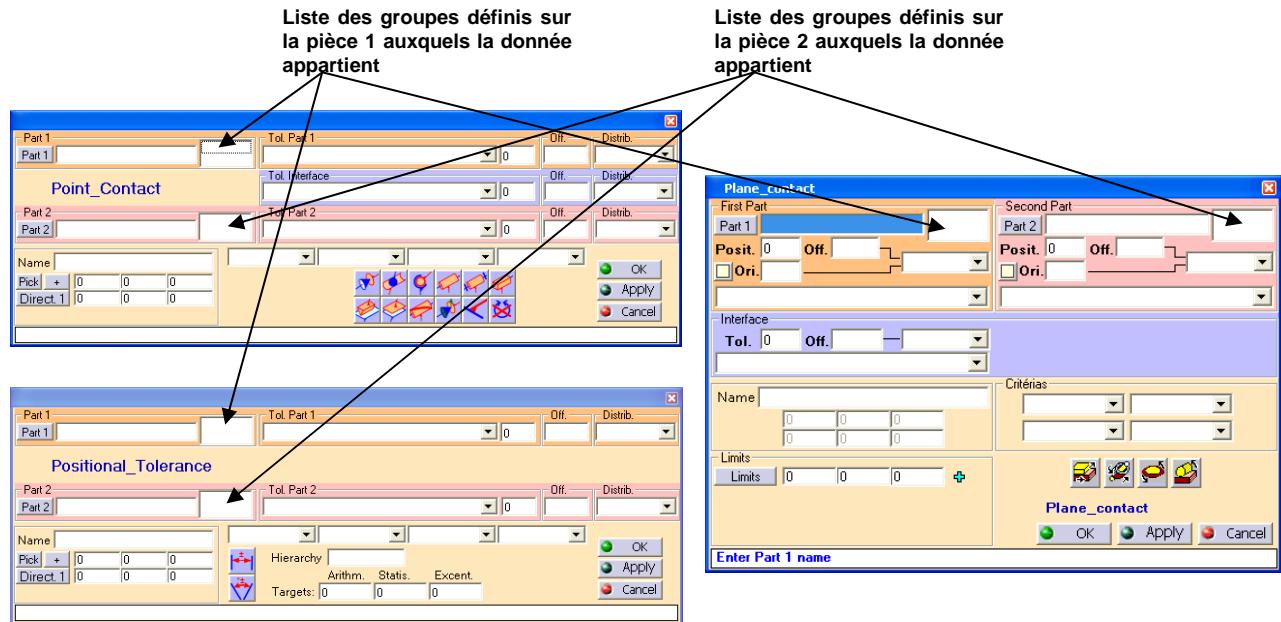
seules les données faisant intervenir la pièce sur laquelle est défini le groupe pourront faire partie du groupe.

8.7.2.2.1 A partir de la fenêtre de définition du groupe

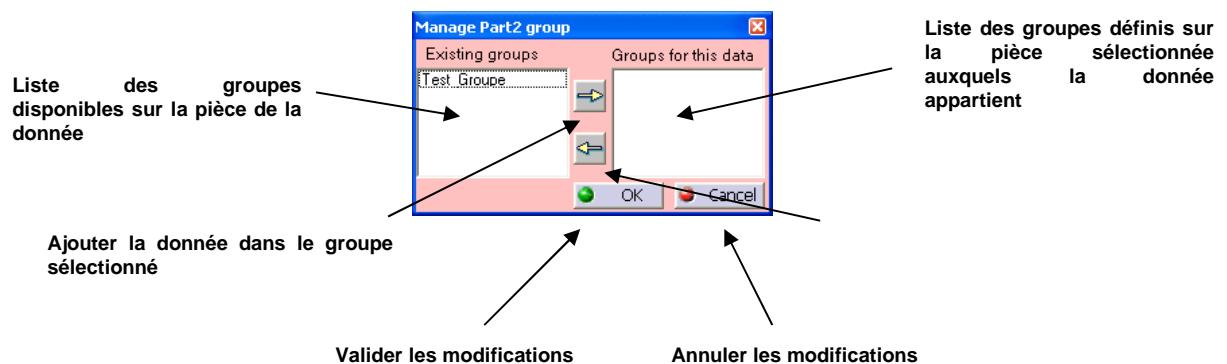


8.7.2.2.2 A partir de la fenêtre de définition d'une donnée :

La liste des groupes dans laquelle est intégrée une donnée est rappelée juste à côté des champs Part 1 et Part 2 (suivant que le groupe soit défini sur la pièce en Part 1 ou la pièce en Part 2).



Un click sur cette liste (vide ou non) fait apparaître un menu qui permettra de rajouter ou d'enlever des références à des groupes :



Remarques :

- un groupe peut contenir plusieurs données
- une donnée peut faire intervenir plusieurs groupes en pièce 1 et plusieurs groupes en pièce 2

8.7.3 Exploitations sur un groupe

8.7.3.1.1 Exploitation de la fenêtre information

Les groupes à 2 et 4 points reprennent le même formalisme que les contacts dans les totaux de la fenêtre information. Ils feront apparaître deux lignes : la première pour le mouvement de translation, la deuxième pour le mouvement d'orientation.

Informations					
		support	.400000	x .999997	= .399999 trn 69.9%
GR 2 Tol_Support		support	.100000	x 1.719	= .171875 ori 30.1%

Il n'y aura par contre qu'une seule tolérance de définie puisque nous travaillons sur une seule pièce (donc pas défaut pièce 2 et pas d'interface ...)

Une seule ligne apparaîtra pour le groupe à 1 point dans les différents totaux puisque le seul mouvement possible est un mouvement de translation:

Informations					
GT 2 Tol_Support	support	.500000	x .999997	= .499999 trn 42.6%	

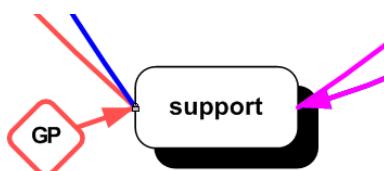
8.7.3.1.2 Exploitation graphique

Les exploitations graphiques reprennent également le formalisme des contacts (affichage des sensibilités/contributions) pour les groupes à 4/2 points, et plus simplement celui de la ponctuelle pour les groupes à 1 point (une seule flèche de sensibilité ...).

8.7.3.1.3 Graphe fonctionnel

Pour le moment, le groupe est représenté dans le graphe fonctionnel sous VISIO par la même forme que les contacts et l'arc qui le supporte boucle sur la même pièce.

Cette représentation évoluera à l'avenir.



8.7.4 Applications du groupe, exemples.

Voici quelques propositions d'exemple d'utilisation du groupe. Le but n'est pas de montrer tous les cas d'utilisation possible, mais d'appréhender un peu mieux cette nouvelle donnée et ses possibilités.

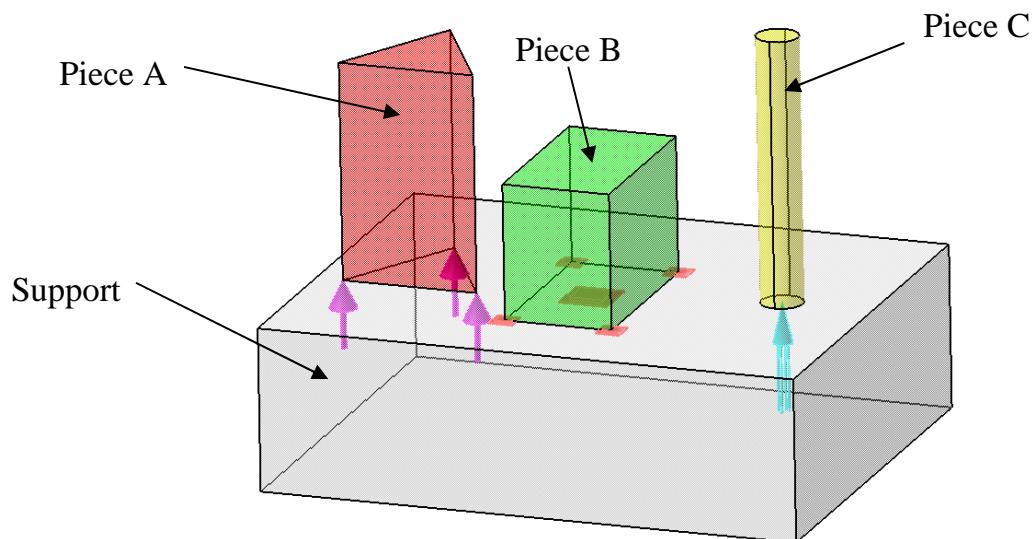
8.7.4.1 Définition d'une même tolérance dans plusieurs données

Toutes les tolérances sont indépendantes par défaut dans MECAmaster. Il arrive néanmoins qu'une même tolérance doive intervenir dans plusieurs données différentes.

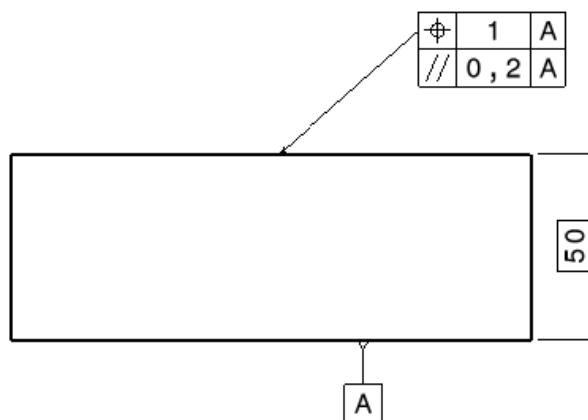
La solution dans ce cas est de définir cette tolérance dans un groupe et d'y intégrer toutes les données impactées.

Exemple :

Soit trois pièces A, B, C en relation avec une pièce support par l'intermédiaire respectivement de 3 appuis ponctuels, d'un contact plan et d'une tolérance en position :



Avec pour tolérances sur la pièce support :



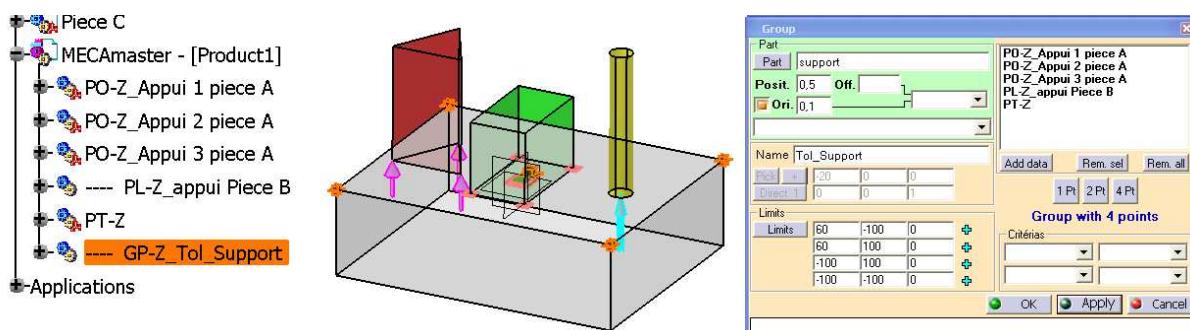
S'il n'y avait eu que la tolérance en position, nous aurions défini cette tolérance simplement en défaut pièce de chacune des données (ponctuelles, plan, tolérance en position), mais l'ajout d'une tolérance en orientation crée une dépendance entre les données.

Nous allons donc grouper les données et leur appliquer globalement la tolérance de position et d'orientation.

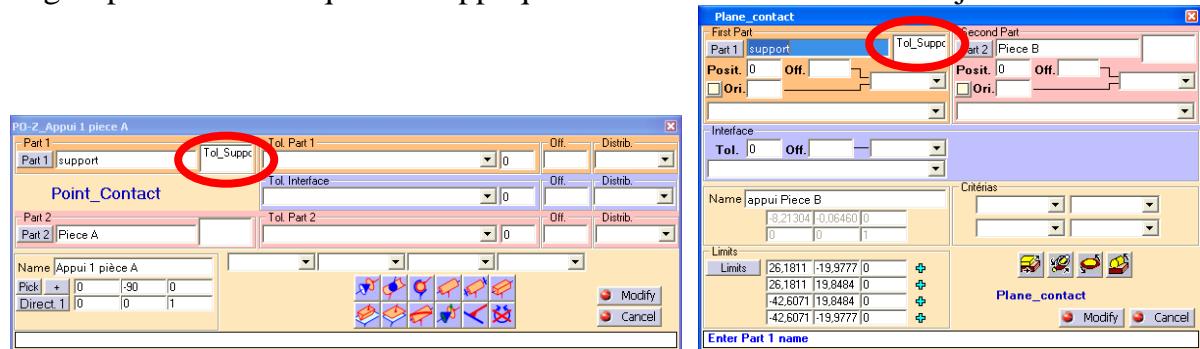
Création du groupe :

- Le groupe sera défini sur la pièce support puisque la tolérance du groupe (localisation à 1 mm et parallélisme à 0,2mm) est appliquée sur la pièce support.
- Le groupe sera un groupe à 4 points puisque la tolérance du groupe (localisation à 1 mm et parallélisme à 0,2mm) est appliquée sur un plan rectangulaire
- les 3 ponctuelles de la pièce A, le plan de la pièce B et la tolérance en position de la pièce C doivent être ajoutées au groupe puisque sont toutes concernées par la tolérance de groupe (localisation à 1 mm et parallélisme à 0,2mm)

Soit la définition suivante :



le groupe est automatiquement appliqué dans chacune des données ajoutées :



ATTENTION :

la tolérance du plan du support étant définie dans la donnée groupe, il ne faut pas la redéfinir dans les données groupées (Ponctuelles, Plan, Tolérance en position). Sinon, elle serait prise en compte deux fois pour le calcul !.

Remarque :

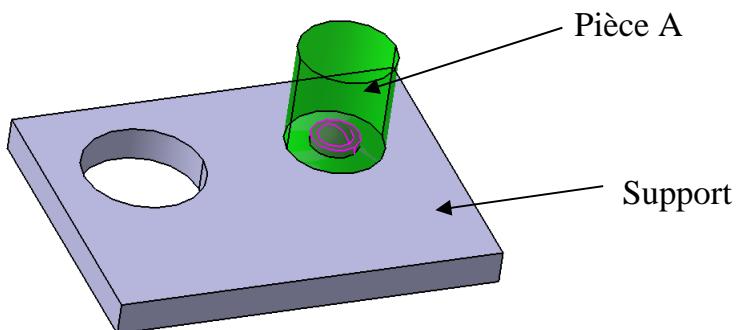
Le groupe permettra donc de prendre les comptes les tolérances type zone commune par exemple ...

8.7.4.2 Changement de référentiel

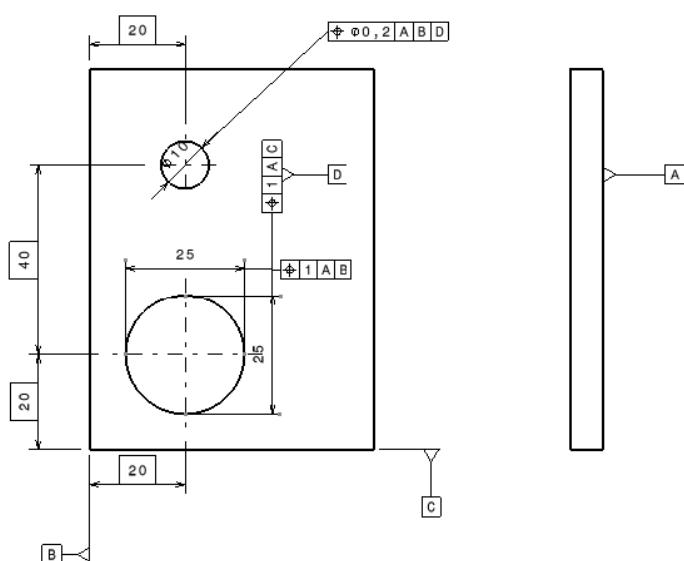
On associe par défaut dans MECAmaster un référentiel unique de cotation par pièce. Il est toutefois fréquent d'être confronté à un transfert de référence. Le groupe, permettant de définir une « tolérance interne » à une pièce, sera logiquement utilisé pour positionner un nouvel élément référence par rapport au référentiel principal en groupant toutes les données définies sur le nouveau référentiel.

Exemple :

Soit la pièce A qui vient se centrer dans un alésage de la pièce support (modélisé dans MECAmaster par une linéaire annulaire)



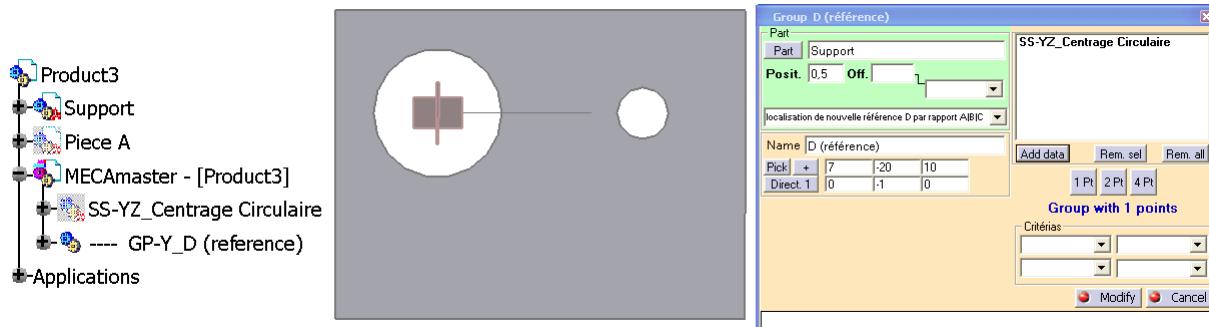
Avec comme tolérances pour la pièce support :



Admettons que le référentiel principal de cotation utilisé dans MECAmaster pour la pièce support soit le référentiel A|B|C. L'axe de l'alésage d'assemblage de la pièce A est

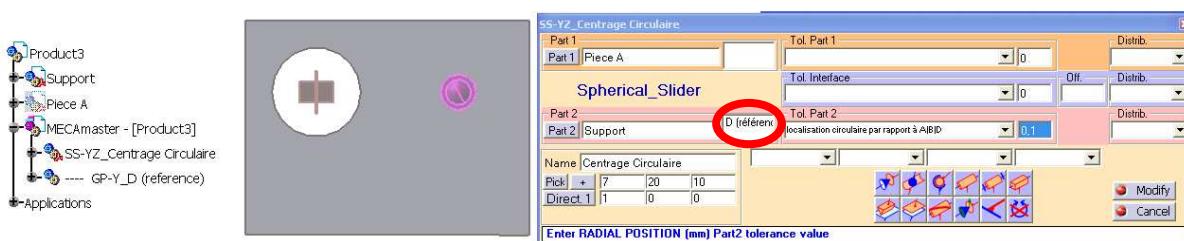
localisé par rapport au référentiel A|B|D, il y a donc un changement sur la référence tertiaire à effectuer.

On va utiliser un groupe à un point appliqué sur la nouvelle référence et qui va porter la cote de transfert :



Toutes les données appliquées sur le support et dont la tolérance fait intervenir la référence tertiaire D seront ajoutées dans ce groupe, ce qui est le cas de la linéaire annulaire ici entre la pièce A et le support.

On peut désormais définir la tolérance dans la linéaire annulaire, par rapport au référentiel A|B|D :



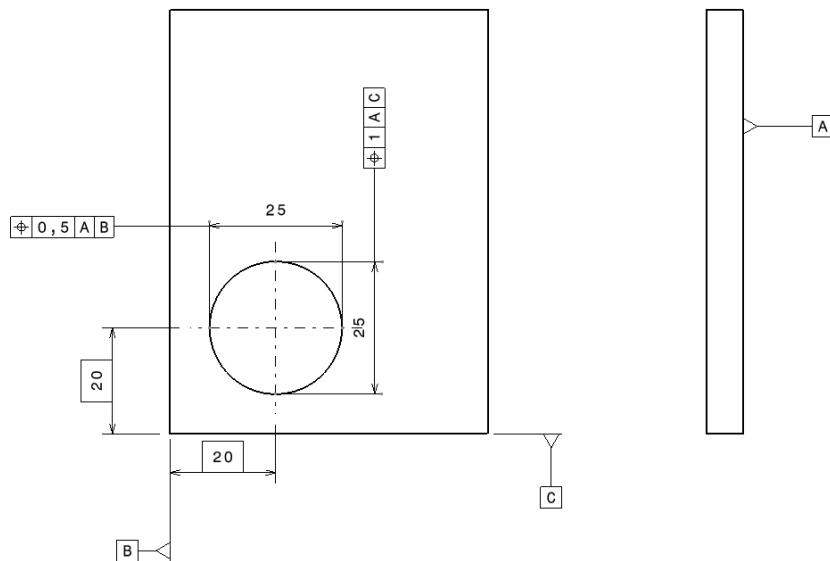
Remarques :

- ce groupe contiendra autant de données que d'éléments cotés par rapport au référentiel A|B|D.
- le groupe est toujours orienté sur un axe. Pour définir une localisation circulaire (et prendre l'axe d'un trou en référence secondaire par exemple) il faudra définir deux groupes, un sur chaque direction. Ce sera le cas d'une localisation d'un groupe de trous.
- le groupe ne définissant pas d'isostatisme, la méthode de créer une pièce fictive pour un changement complet de référentiel reste valable.

8.7.4.3 Orientation d'une tolérance suivant un axe

Dans MECAmaster les zones de tolérances sont implicites en fonction des liaisons/contacts sur lesquels on travaille. On va pouvoir orienter des tolérances sur n'importe quel axe en utilisant des groupes.

Exemple d'un alésage dont l'axe est localisé dans un rectangle sur la pièce support:



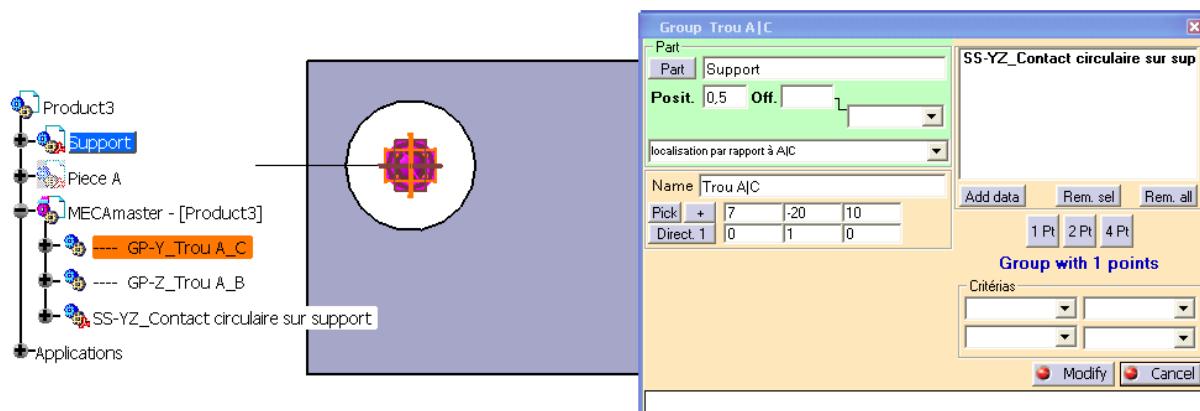
Si une pièce vient en contact circulaire dans l'alésage de diamètre 25 du support, deux modélisations cinématiques sont possibles :

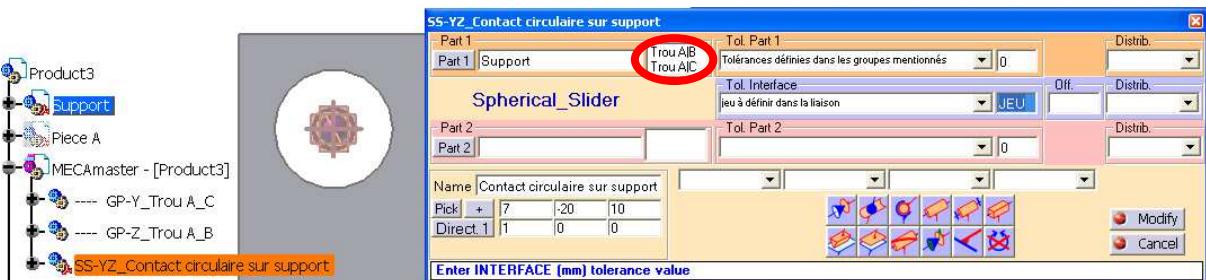
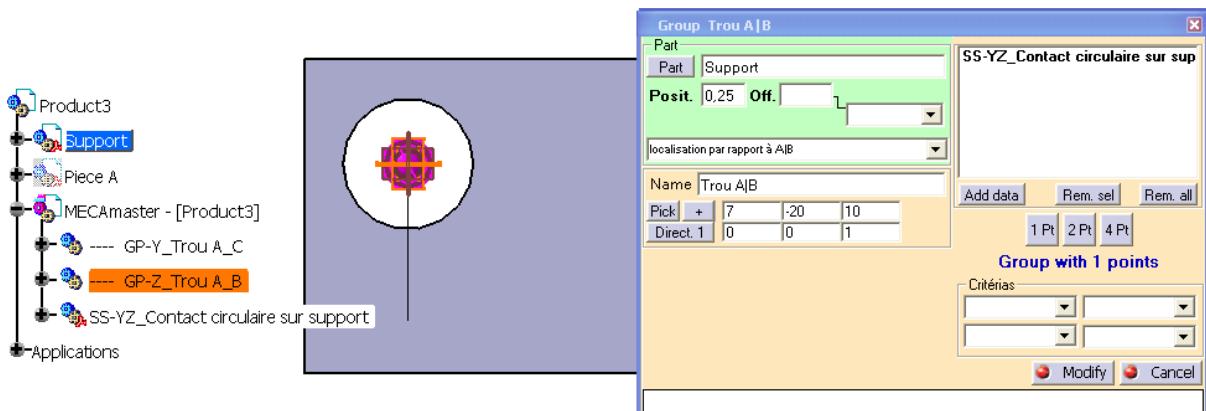
- une linéaire annulaire : crée une zone de tolérance circulaire ce qui exact pour les tolérances d'interface (jeu) mais ne répond pas à la localisation rectangulaire
- deux liaisons ponctuelles perpendiculaires : crée une zone de tolérance rectangulaire ce qui est exact pour les localisations mais pas pour les interfaces (le jeu est circulaire dans un alésage).

Des astuces permettent de modéliser cette interface convenablement dans MECAmaster mais ne seront plus nécessaires grâce au groupe.

La modélisation de ce cas va faire intervenir :

- une linéaire annulaire dans laquelle sera définie les tolérances d'interface qui sont purement circulaires
- deux groupes orientés selon les deux tolérances pour décrire les tolérances de localisation dans lesquels la linéaire annulaire sera ajoutée. Les deux groupes seront appliqués au même point que la liaison linéaire annulaire.





Remarque:

- pour la continuité avec le paragraphe précédent, cela revient à faire un changement de référentiel sur l'axe de l'alésage ...
- dans le cas de deux contacts cylindriques, on aurait utilisé deux groupes à 2 points au lieu d'un point pour prendre en compte la possibilité d'orientation de l'axe du cylindre.
- on peut généraliser et orienter une tolérance définie dans une donnée dans n'importe quelle direction autre que celle portée par la donnée (par exemple définir une tolérance non normale dans un contact plan ou une liaison ponctuelle,...)

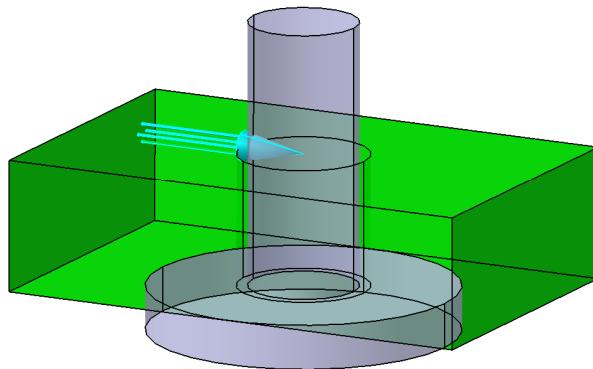
8.7.4.4 Définir plusieurs tolérances en un point

MECAmaster prévoit la possibilité de définir un certain nombre de tolérances en un point par la décomposition Pièce 1 / Interface / Pièce 2 dans chacune des données.

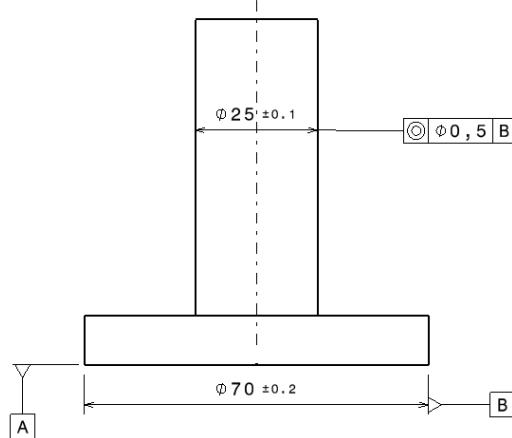
Néanmoins il serait nécessaire dans certains cas de disposer de « plus de cases » pour définir plus de tolérances dans une seule donnée. Intégrer la donnée dans un groupe permettra de rajouter un défaut sur une pièce. On pourra ainsi rajouter des champs à la demande.

Exemple d'une tolérance en position entre deux cylindres :

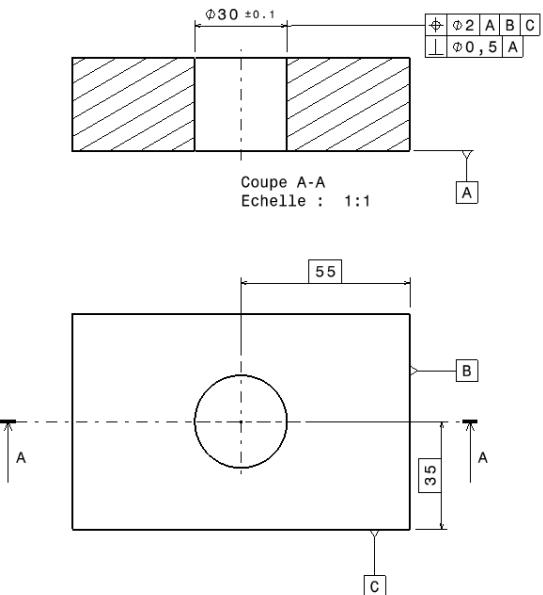
Soit l'exemple ci-dessous où l'on s'intéresse au calcul de jeu entre un arbre et un alésage :



les deux plans associés aux pièces sont les suivants :



Pièce « Arbre »



Pièce « Alésage »

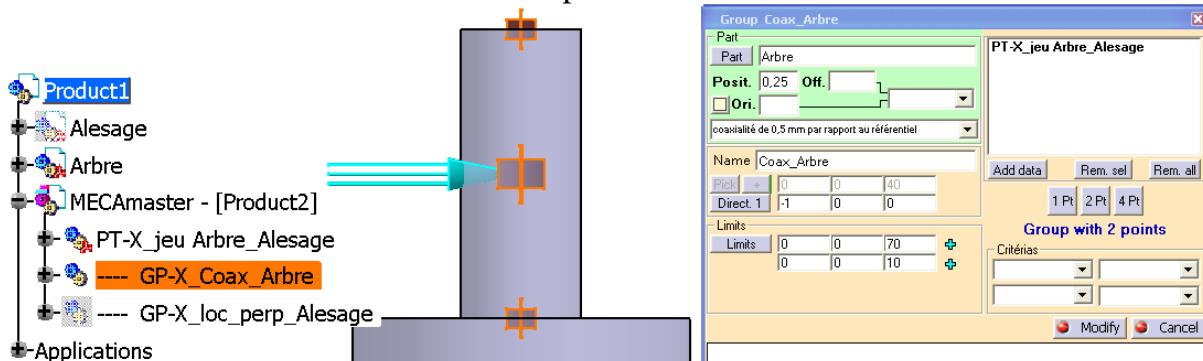
Dans la tolérance en position, on va devoir définir sur chaque « défaut pièce » :

- la tolérance géométrique
- ET la tolérance dimensionnelle

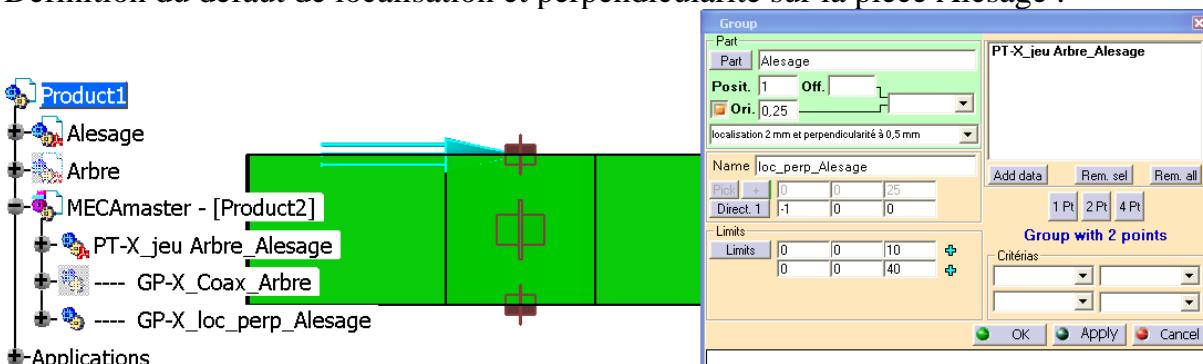
Or, il n'y a qu'une seule case pour le défaut pièce...

On va par exemple utiliser des groupes sur chaque pièce pour définir les tolérances géométriques, puis directement les champs de la tolérance en position pour les tolérances dimensionnelles :

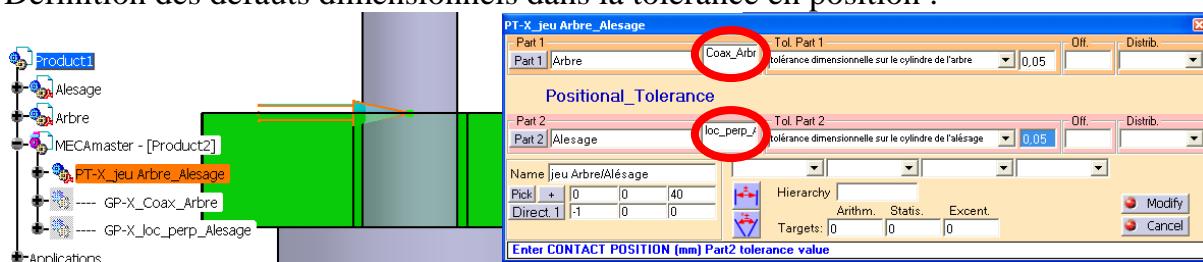
Définition du défaut de coaxialité sur la pièce Arbre :



Définition du défaut de localisation et perpendicularité sur la pièce Alesage :



Définition des défauts dimensionnels dans la tolérance en position :



L'utilisation des groupes pour étendre le nombre de possibilité de définition de tolérances dans MECAmaster permettra à chaque tolérance sur le plan d'avoir son champ spécifique dans MECAmaster. L'exploitation et l'interprétation des résultats en sera facilitée.

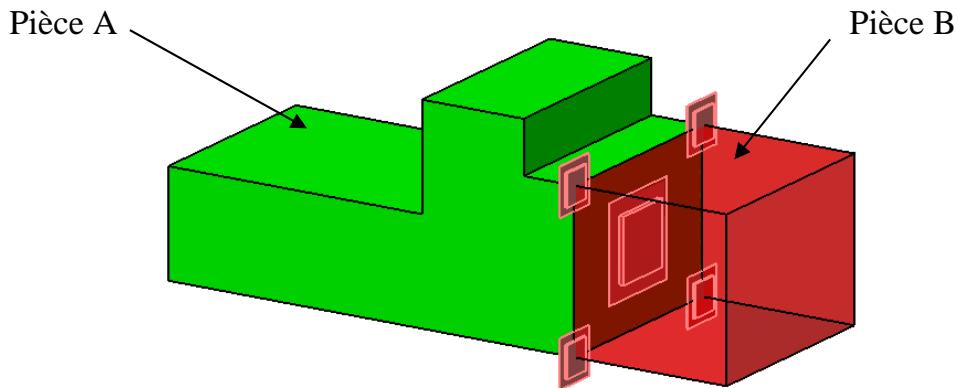
Remarque :

dans le cas d'un calcul circulaire, on définirait deux groupes 2 points perpendiculaires sur chaque pièce.

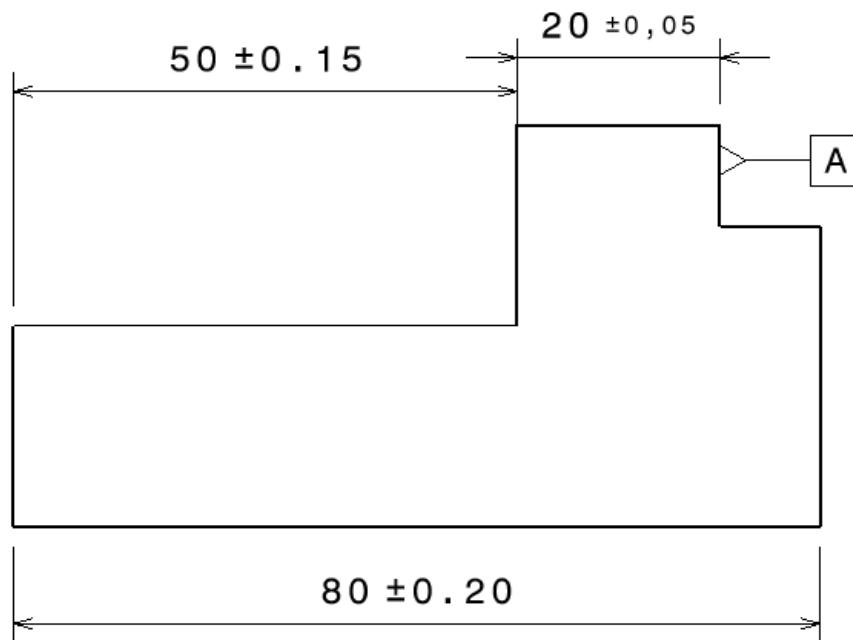
8.7.4.5 Gérer du multi-cotes sur une pièce

En prolongement des exemples précédents, le groupe pourra aussi être utile à décrire une cotation de pièce non fonctionnelle qui fait intervenir plusieurs maillons.

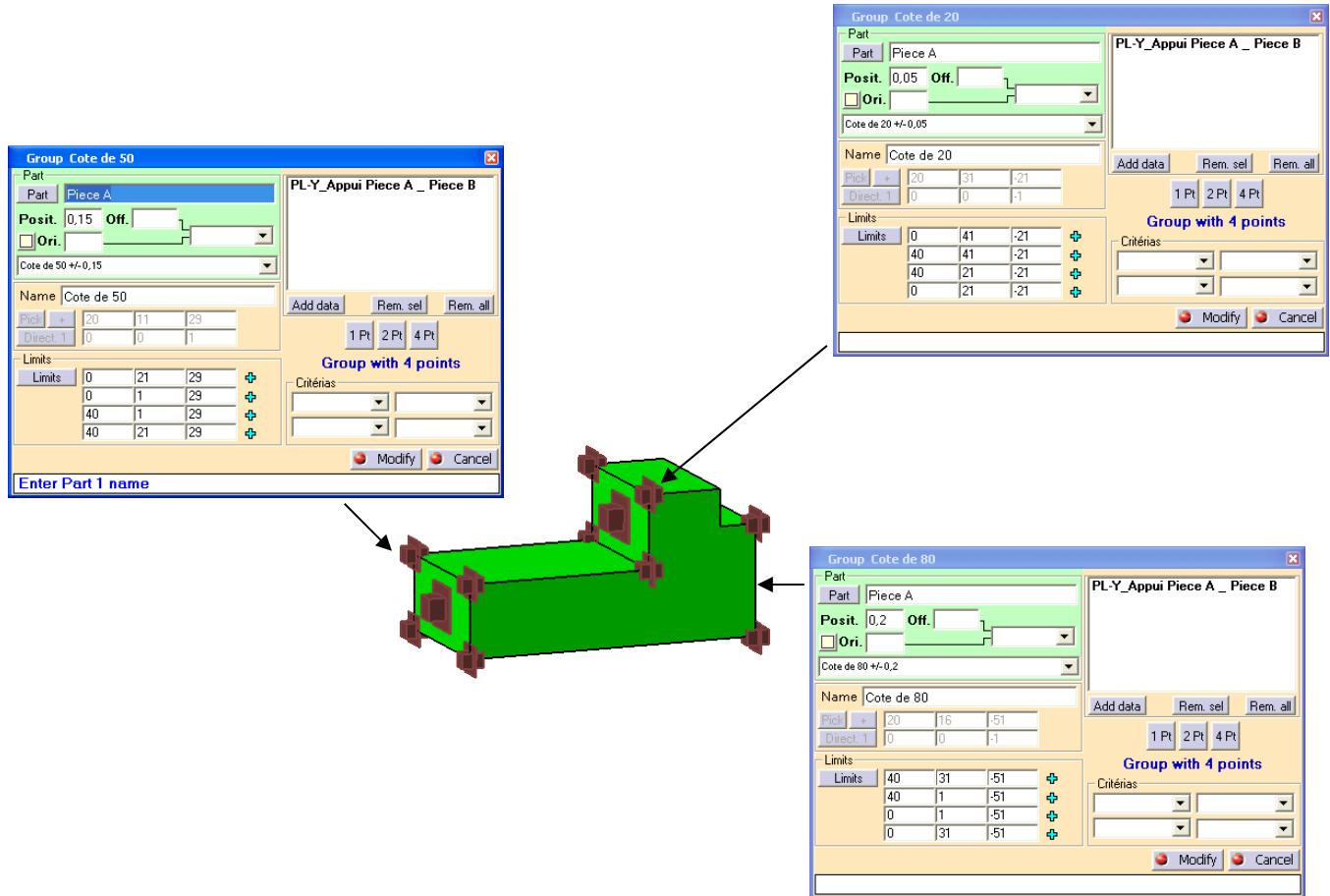
Exemple de l'appui plan d'une pièce A sur une pièce B :



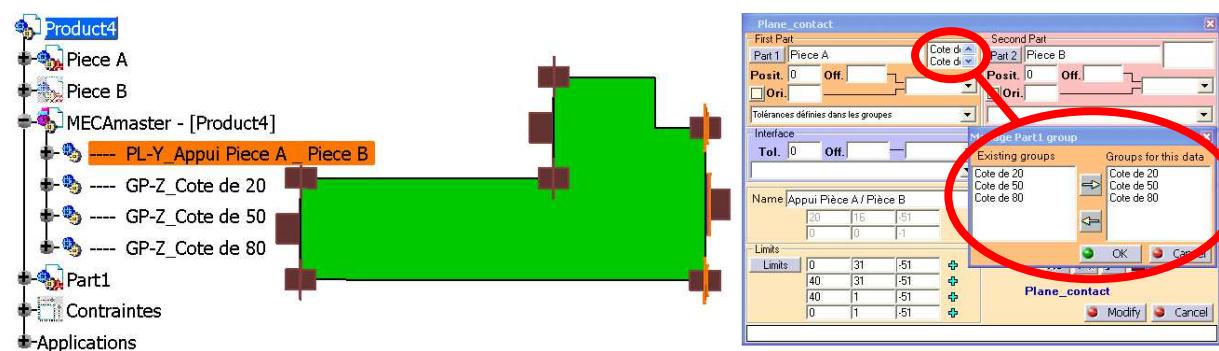
et le schéma de cotation suivant pour la pièce A :



On va utiliser un groupe pour porter chacune des cotes de la pièce A.



et sur le contact plan on retrouve la référence aux trois cotes tolérancées:



Remarque:

Ce principe peut être utilisé pour l'intégration de cotes de fabrications

8.7.5 FAQ

Quelle est la différence entre un groupe à 4 points et un contact plan ?

Un groupe n'est pas un contact, il ne crée pas d'isostatisme et est défini sur une seule pièce.

Par contre, le traitement des tolérances est proche entre ces deux données. Si on crée un groupe coïncident en tout point avec un contact plan (intégré au groupe), le résultat sera identique que l'on définisse la tolérance Pièce dans le groupe ou dans le contact plan.

Le groupe encaisse-t-il des efforts ?

Non, pour la même raison que précédemment.

Peut-on intégrer une donnée à plusieurs groupes ?

Oui, dans une limite aujourd'hui fixée à 6 groupes.

Peut-on faire des groupes de groupes ?

Oui, le groupe est récursif.

D'un point de vue pratique on ne peut intégrer une donnée de type groupe dans un groupe, donc pour faire un « groupe (global) de groupes (locaux) » il suffira de reprendre dans le groupe global toutes les données intégrées dans les groupes locaux.

Peut-on grouper des données de types différents ?

Oui, c'est même tout l'intérêt du groupe.

Peut-on faire des groupes avec localisation circulaire ?

Le groupe est orienté sur un axe, on utilisera deux groupes perpendiculaires avec la même tolérance pour prendre en compte une localisation circulaire.

8.8 Définition des tolérances pièces via une liste de paramètres

Il est possible à partir de MECAmaster V7.2.0 de définir les valeurs de tolérances de plusieurs manières :

- par définition manuelle comme pour les versions précédentes
- par lien avec le module FTA de CATIA V5 (voir paragraphe dédié à l'interface avec FTA)
- par sélection d'un « paramètre » à partir d'une liste de paramètre

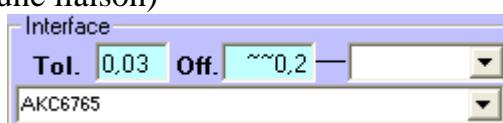
La liste de paramètres se comporte comme une « base de donnée » de valeurs que l'utilisateur pourra définir. Cette liste est un fichier texte tabulé (donc éditable dans Excel) dans lequel les paramètres seront définis lignes par lignes. Ce fichier doit se situer dans le répertoire de travail de l'application, et se nommer « meca_m.par ». Un exemple est fourni dans le répertoire d'installation.

Type	Name	Description	POS	ORI	OFFSIG	OFFNSIG	DISTRIB
global	AKC1234	Positional tolerance only	0,4				
user:F055654	MKC4356	Orientation tolerance only		0,1			
global	MKC4563	Complete set of tolerance	0,4	0,2	-0,2		GAUSS
user:F124522	AKC2345	Pos tolerance accurate	0,04				
user:F124522	MKC435	Nominal gap				0,05	
user:MECA	AKC6765	tolerance gap	0,03				0,2
user:MmDev	Parametre de test	ceci est paramètre de test pour la documentation	0,1	0,02	1		

Un paramètre comporte :

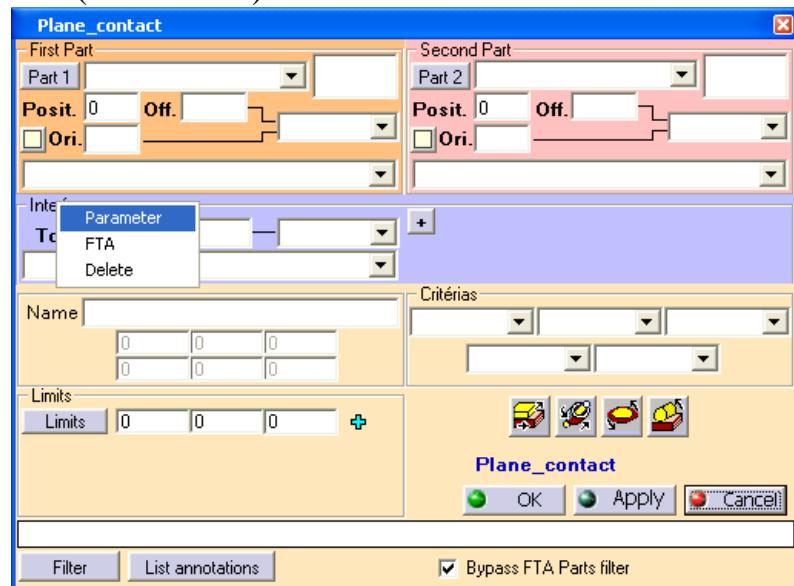
- un type : (Global, User : XXX, Local : YYY) suivant qu'il est défini globalement pour tous les utilisateurs, par un seul utilisateur XXX, ou pour une seule étude YYY)
- un nom : doit être unique dans la liste de paramètre
- une description (facultatif) au moins un des champs suivants (mais plusieurs possibles)
 - une tolérance de position
 - une tolérance d'orientation
 - un offset signé
 - un offset non signé
 - une distribution

La sélection d'un paramètre pour définir une tolérance complètera automatiquement les champs MECAmaster avec les valeurs définies. Ces champs seront basculés en lecture seule symbolisée par un fond légèrement vert (par exemple si on définit le paramètre AKC 6765 en interface d'une liaison)

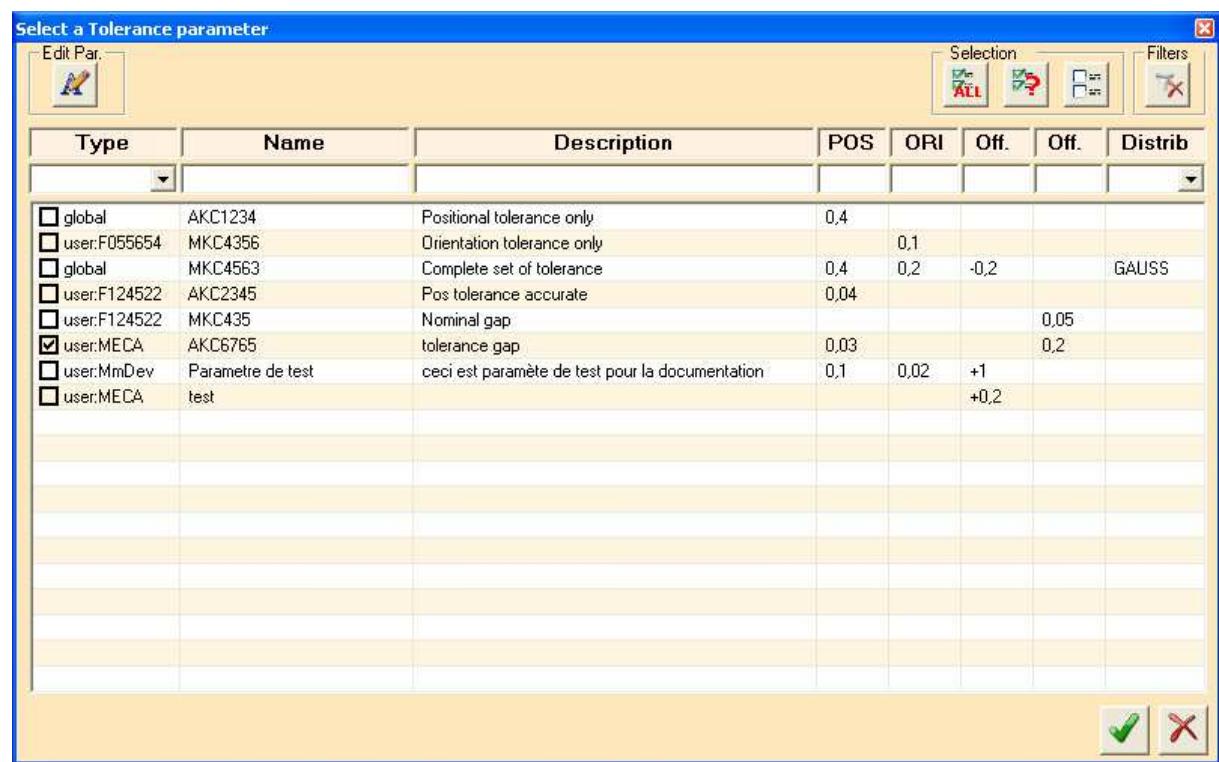


8.8.1 Définition d'un lien avec un paramètre :

La définition d'un lien avec un paramètre est fait par un clique droit / Parameter sur le cadre de la tolérance (ici interface) :



Ceci ouvre une fenêtre de sélection de paramètre disponibles (un ou plusieurs paramètres peuvent être sélectionnés) :



La validation de la fenêtre importe les paramètres sélectionnés dans la donnée MECAmaster.

8.8.2 Libérer un champs d'un paramètre :

Le même clique droit que précédemment et la commande delete libère le lien au paramètre et la restriction en lecture seule (la dernière valeur connue du paramètre est conservée comme valeur par défaut)



8.8.3 Mise à jour

Une mise à jour des valeurs au fichier texte sera effectuée à chaque ouverture de modèle et à chaque lancement de calcul ou via la commande « File/Reload params File »

8.9 Interactivité avec l'atelier FTA de CATIA V5

8.9.1 Général

Cette fonctionnalité permet lors de la définition/modification d'une donnée MECAmaster soit de définir manuellement les tolérances à intégrer soit de sélectionner les spécifications FTA correspondantes. Dans ce cas, MECAmaster complète automatiquement la fenêtre de définition de donnée (avec reconnaissance automatique des pièces) et crée un lien bijectif entre la donnée MECAmaster et la tolérance FTA. Les modifications par exemple sur le modèle FTA seront alors automatiquement répercutées dans le modèle MECAmaster ce qui assure une cohérence en permanence des calculs aux tolérances FTA.

Le lien entre la donnée MECAmaster et la spécification FTA est réalisée par le nom CATIA de la spécification. Il est donc possible à tout moment de remplacer une pièce de l'assemblage CATIA V5 par une nouvelle pièce dont les spécifications FTA porteraient le même nom. MECAmaster pourra alors reconnecter automatiquement ses liens vers les spécifications de la nouvelle pièce.

Cette intégration permet donc de travailler avec des modèles de spécifications génériques, de la même façon que l'on peut travailler avec des modèles de contacts génériques (via l'utilisation de contraintes CATIA V5 entre les liaisons/contacts MECAmaster et des éléments géométriques publiés).

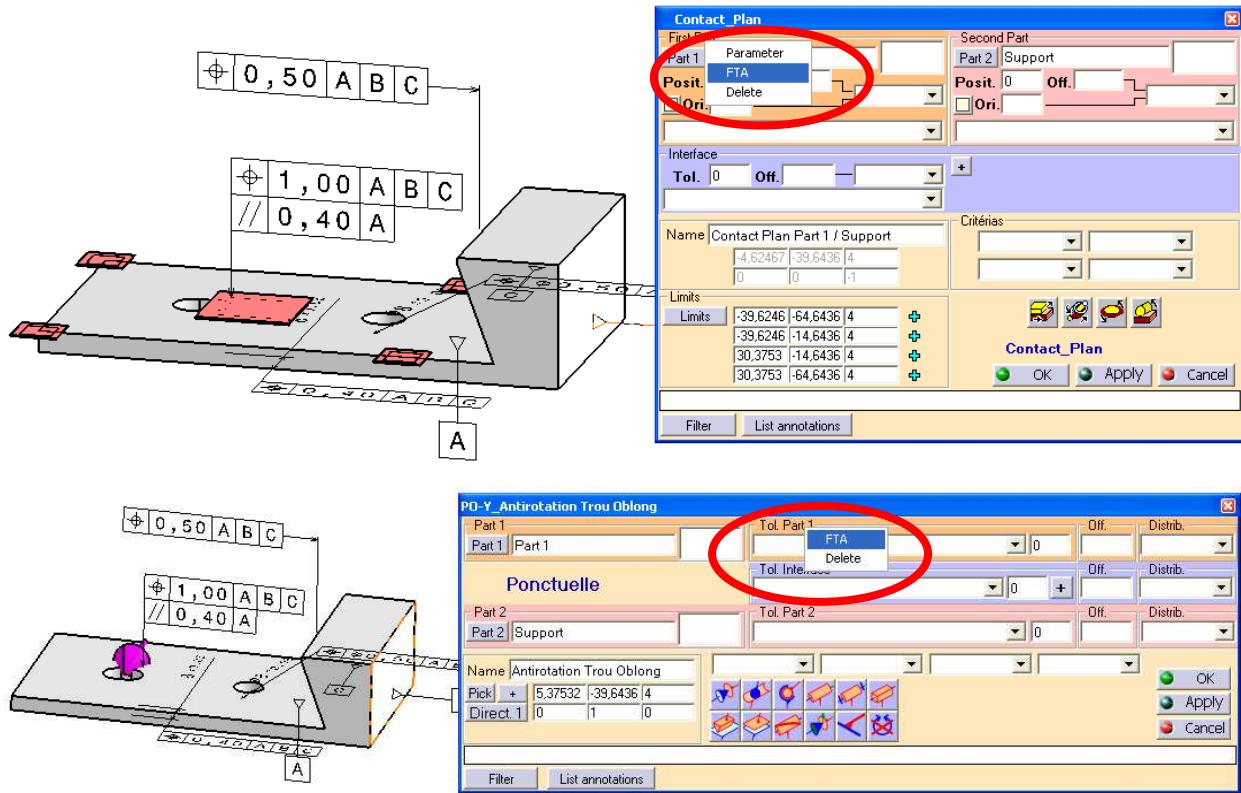
Des fonctions globales de visualisation des spécifications FTA (et des surfaces associées) utilisées dans le modèle MECAmaster, à laquelle s'ajouteront des fonctions d'exploitation par visualisation des boucles de chaînes de cotes influentes, permettent de vérifier et d'interpréter globalement le modèle et les calculs.

8.9.2 Définition/modification d'une donnée par sélection d'annotations FTA

8.9.2.1 Définition d'une valeur de tolérance à partir de FTA

Chacune des valeurs de tolérance de MECAmaster peut être définie par sélection d'une annotation FTA. Un lien est alors créé entre la donnée MECAmaster et l'annotation FTA qui assure en permanence une cohérence complète du modèle de cotation FTA et du modèle de calcul MECAmaster.

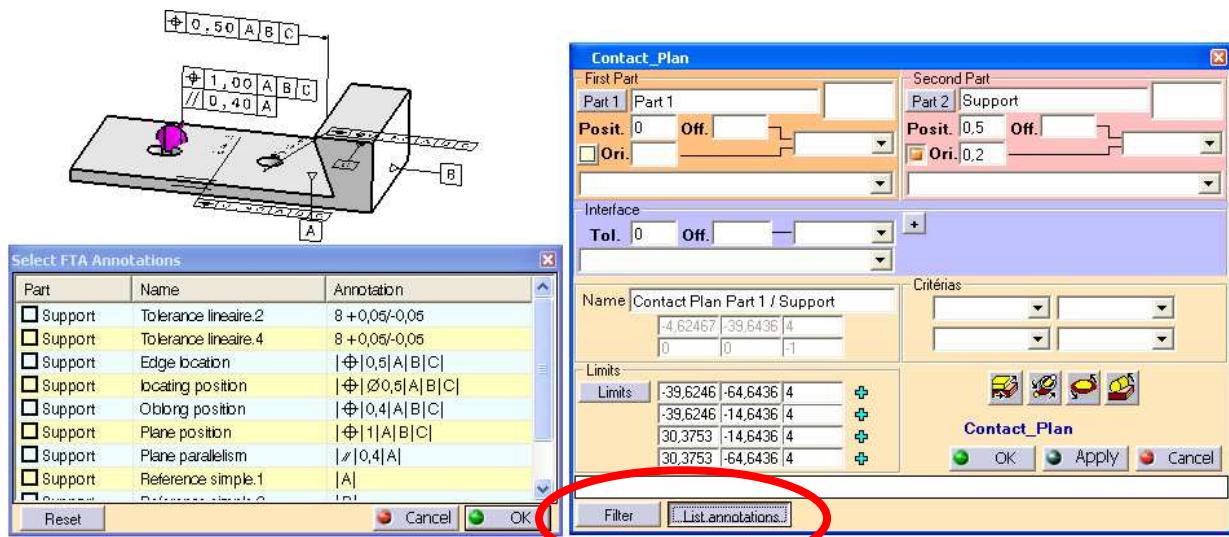
La définition de valeurs de tolérance MECAmaster par annotations FTA est accessible par un clic droit sur le champ "First part" du contact (ou "Tol Part1" pour une liaison ou une tolérance en position/orientation) et par sélection de "FTA" :



MECAmaster demande alors à l'utilisateur de sélectionner la/les annotations FTA à intégrer à sa donnée.

Cette définition peut également se faire à partir du bouton "List Annotations" qui fait apparaître la liste de toutes les annotations FTA visibles à l'écran. L'utilisateur est alors amené à cocher dans la liste les annotations FTA qu'il veut intégrer à sa donnée et à procéder à l'import par le bouton "OK" : (Lorsqu'une annotation est cochée dans la liste, elle est automatiquement sélectionnée dans CATIA V5 pour la différencier).

L'utilisation préalable du bouton "Filter" permet de filtrer l'affichage des annotations FTA par sélection de surfaces.

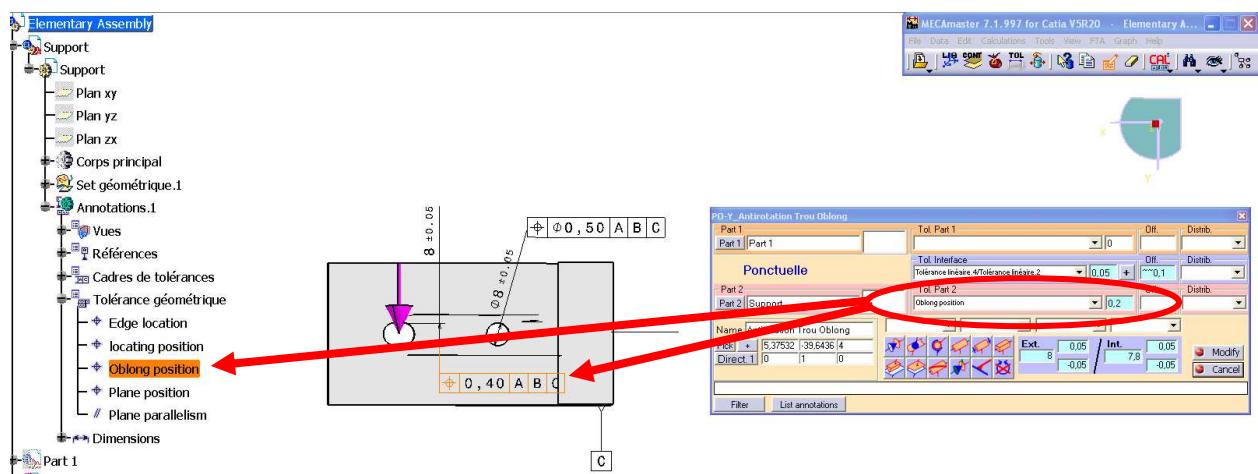


Quel que soit le mode choisi, l'utilisateur peut dans une même sélection sélectionner les tolérances à définir sur la Pièce 1 et sur la Pièce 2 :

- Si les deux pièces en contact (Part1 et Part2) sont déjà définies dans la donnée, MECAmaster reconnaîtra automatiquement la pièce à laquelle appartient l'annotation sélectionnée et orientera les valeurs de tolérance dans le bon champ. Si une annotation sélectionnée n'appartient à aucune des pièces en contact dans la donnée, elle sera ignorée.
- Si les pièces ne sont pas définies dans le contact, MECAmaster définira en Pièce 1 et en Pièce 2 du contact les pièces sur lesquelles sont définies les annotations FTA sélectionnées et orientera les valeurs de tolérance dans le bon champ.

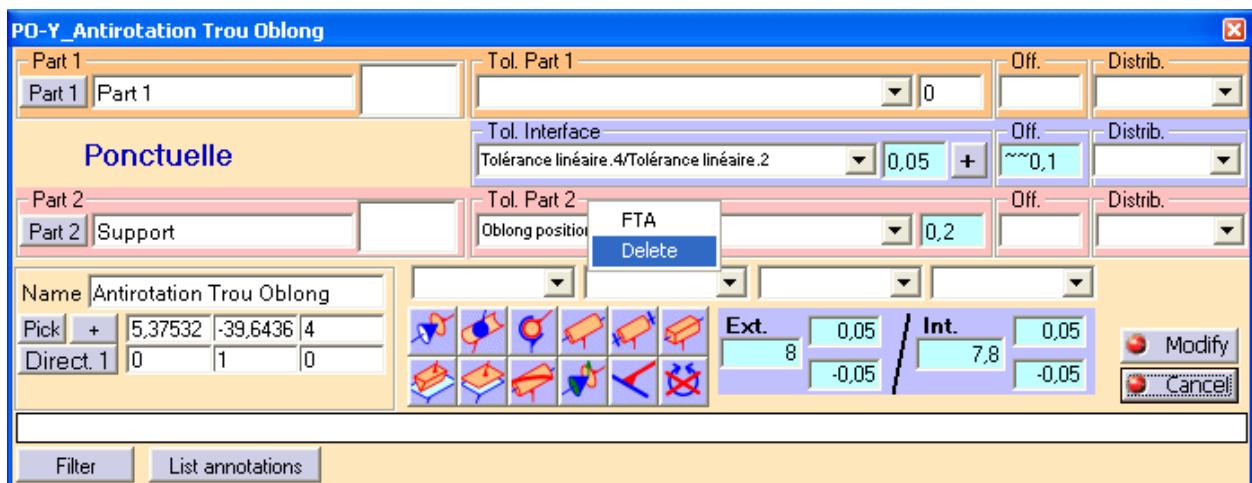
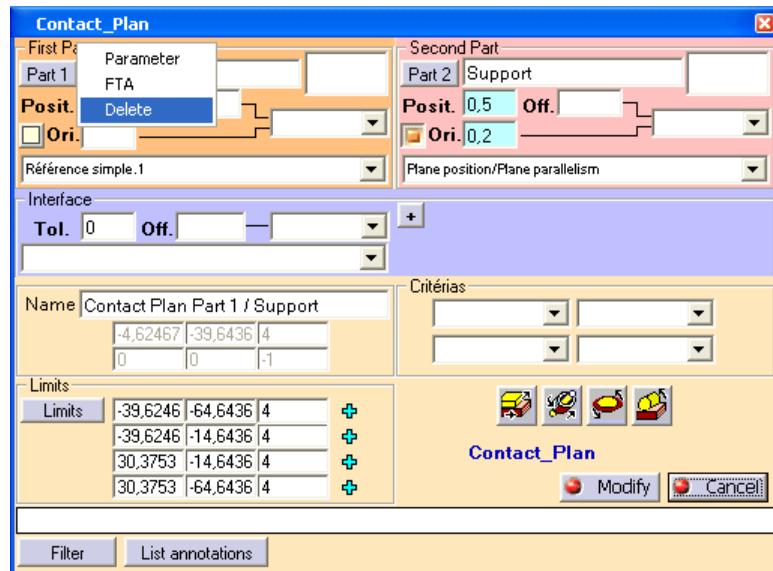
NB : Il est également possible par un clic droit [sur "Second Part" et "Interface" ("Ext." et "Int." pour la définition dimensionnelle de l'interface) pour un contact/groupe ou "Tol. Interface" "Tol. Part2" pour une liaison] de sélectionner spécifiquement les annotations de tolérance pour l'un seulement des champs.

Après validation de la sélection, la valeur est reportée dans le champ MECAmaster en lecture seule (modification manuelle impossible) visualisée par un fond bleuté et le commentaire associé est automatiquement complété avec le nom de l'annotation dans FTA :



8.9.2.2 Supprimer un lien à une annotation FTA

Pour supprimer un lien à une annotation dans une donnée MECAmaster et récupérer les droits de modification des valeurs de tolérances, il faudra choisir la commande "Delete" accessible par un clic droit sur "First Part" (ou "Tol. Part1"), "Interface" (ou "Tol. Interface") ou "Second Part" (ou "Tol. Part2") [pour respectivement supprimer le lien sur la tolérance pièce 1, la tolérance d'interface ou la tolérance pièce 2] :



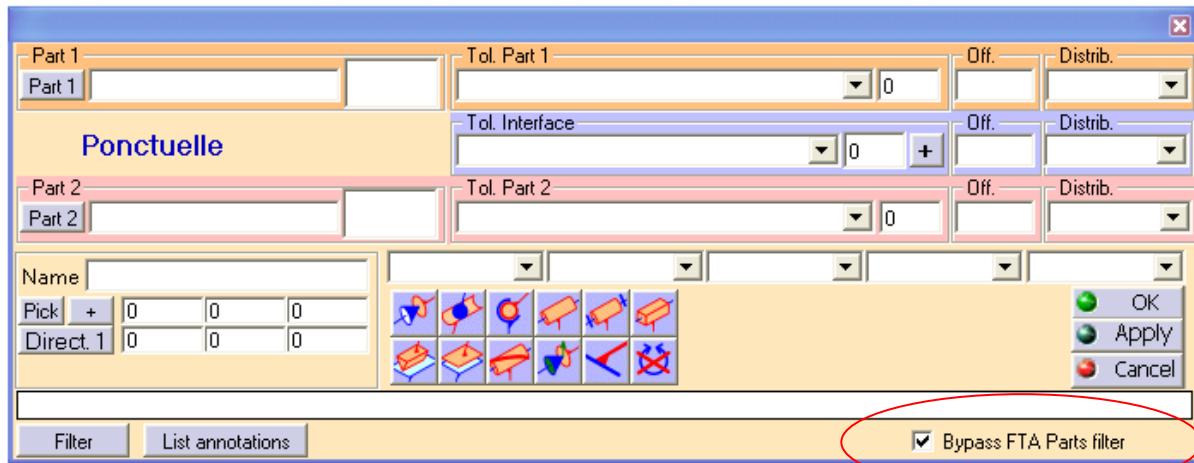
8.9.2.3 Désactiver le filtre qui associe l'annotation FTA à une pièce

ATTENTION :

Cette fonctionnalité est réservée à des utilisateurs avertis ! Elle n'a de sens que dans des environnements très particulier.

L'ajout dans le fichier ini de MECAmaster (mm-cati.ini) du répertoire de travail du paramètre :

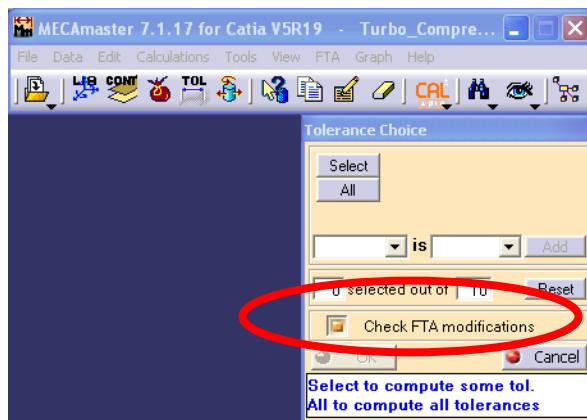
Disable_FTA_Filter = 1 dans l'onglet [General] va faire apparaître sur chaque donnée une check box « Bypass FTA Parts filter »



Si ce filtre est désactivé, l'utilisateur pourra définir en tolérance Pièce un défaut lié à une annotation définie sur une autre pièce que celle réellement définie dans la donnée. Son utilisation est donc dangereuse, c'est pourquoi la désactivation du filtre est invisible par défaut.

8.9.3 Calcul de tolérances sur un modèle lié à des annotations FTA

Lors du lancement d'un calcul de tolérance simple ou multiple, un bouton "Check FTA modifications" apparaîtra désormais dans la fenêtre de lancement :



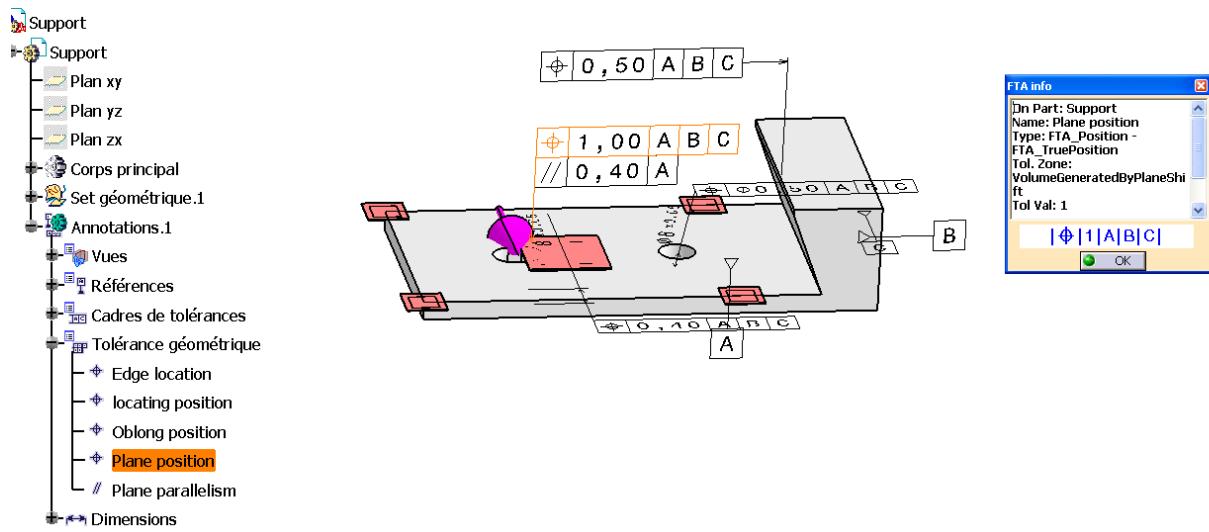
Ce commutateur permet d'activer (ou de désactiver) la synchronisation des données avec les annotations FTA avant le calcul.

8.9.4 Commandes générales sur un modèle lié à des annotations FTA

Quelques commandes générales sont disponibles à partir du menu FTA de la barre d'outil pour faciliter la gestion d'un modèle MECAmaster lié à des annotations FTA :

8.9.4.1 Info FTA

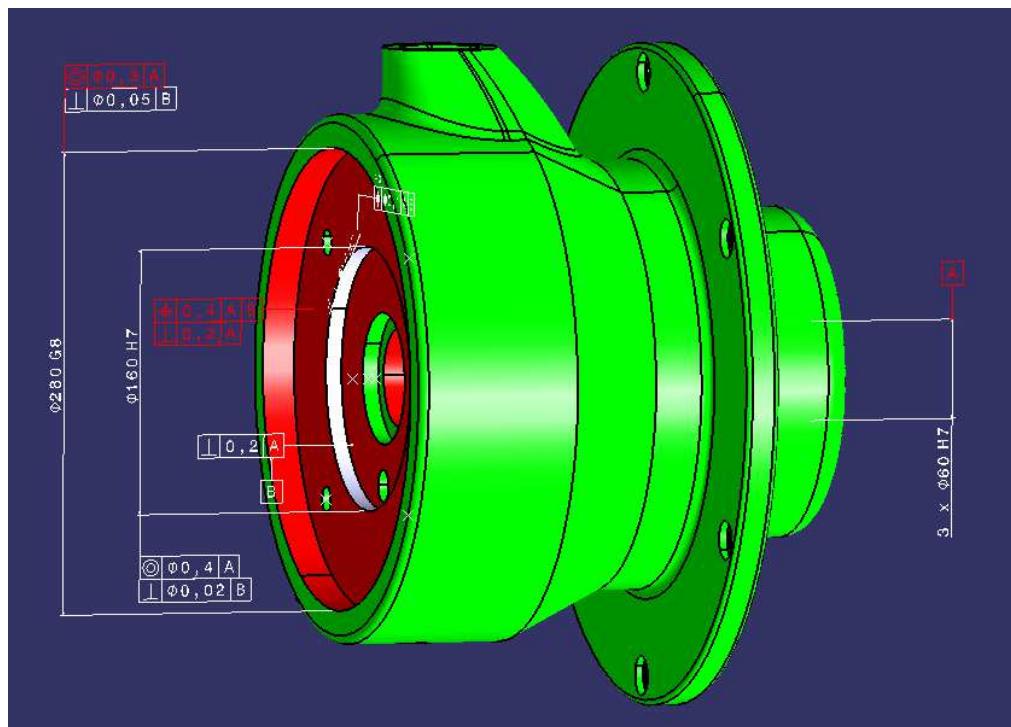
cette commande permet lors de la sélection d'une annotation FTA d'afficher une boîte de dialogue MECAmaster décrivant le contenu de l'annotation



8.9.4.2 Show FTA Surf

Cette commande permet de mettre en évidence par une couleur rouge toutes les annotations FTA (et surfaces associées) de l'assemblage utilisées dans le modèle MECAmaster de ce même assemblage.

Elle peut se rendre très utile à un instant t pour vérifier si aucun lien n'aurait été perdu ...

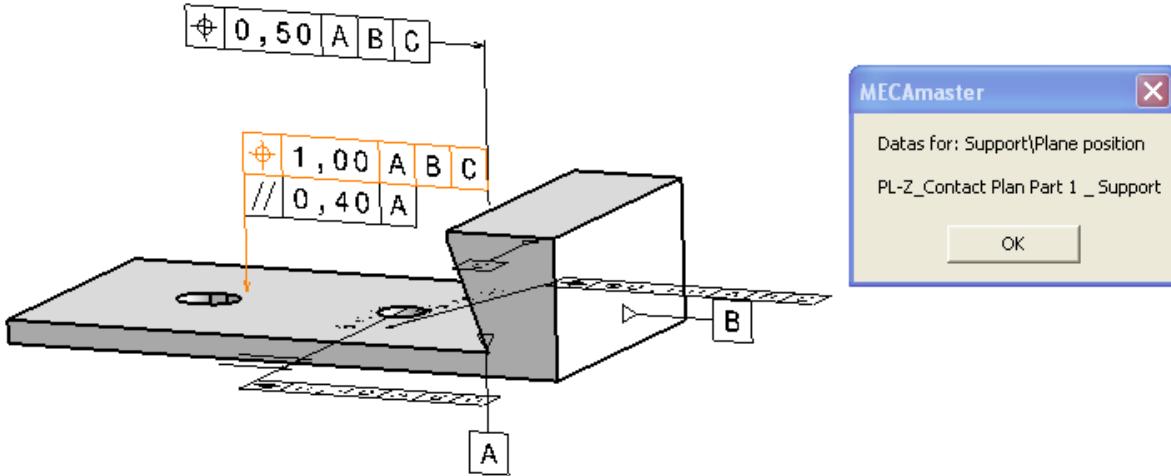


8.9.4.3 Reset FTA color

restaure les couleurs par défaut des annotations FTA (et surfaces associées) par exemple après un "Show FTA Surf"

8.9.4.4 In which data

affiche dans une boîte de dialogue la liste des données MECAmaster qui utilise l'annotation FTA sélectionnée

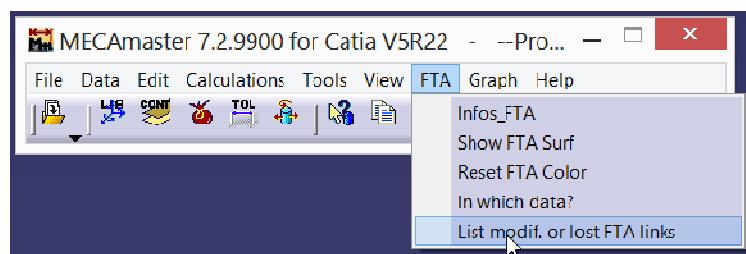


8.9.4.5 Contrôle des modifications / connexions FTA

A tout moment, dans un modèle MECAmaster lié à des annotations FTA, l'utilisateur peut contrôler « l'état » des liens sur le modèle FTA. Ce contrôle permettra d'identifier :

- les changements de valeurs depuis le dernier calcul MECAmaster
- les annotations pointées qui ne sont plus trouvées (soit elles ne sont plus dans le modèle, soit elles ont changés de nom). Par défaut le pointeur est conservé en vue d'une future reconnexion.

Ce contrôle est effectué par la commande de la barre d'outil MECAmaster « FTA / List Modifs or Lost FTA Links ».



L'exécution de la commande entraînera l'affichage d'une fenêtre de synthèse si au moins une modification est identifiée OU si au moins un pointeur ne retrouve pas l'annotation sur laquelle il pointe.

FTA List				
Modified FTA linked values		Lost FTA links		
Time	Part/FTA Name	FTA Name	Value	Data Name
10:59	bielle/Localisation Axe pied de bielle	Localisation Axe pied de bielle	0,15	CY-X Contact Axe piston _ Bielle
10:59	Vilebrequin/Localisation Axe tête de bielle	Localisation Axe tête de bielle	0,2	CY-X Contact Bielle _ Vilebrequin

- Les annotations dont les valeurs ont été modifiées sont listées dans l'onglet « Modified FTA linked values ».
- Les annotations qui ne sont pas trouvées sont listées dans l'onglet « Lost FTA Links ».
- Le bouton « Write_To_Fill » écrit dans un fichier log le contenu actuel de la fenêtre pour sauvegarde
- Le bouton « Clear All » réinitialise les listes sur chaque onglet en effacant les lignes affichées. (Attention, cela n'entraîne aucune modification sur le modèle).

Remarque 1 : Les pointeurs sur les annotations sont conservés même si l'annotation n'est pas trouvée, en vue d'une éventuelle future reconnexion. **Pour supprimer ce pointeur, il suffira d'édition la donnée en question.** Le champ concerné par l'annotation redeviendra éditabile.

Remarque 2:

Ce contrôle est également effectué automatiquement à chaque calcul MECAmaster pour information, sauf si l'utilisateur demande explicitement de ne pas se synchroniser sur les annotations en décochant l'option « Check FTA modifications » (activée par défaut).

8.10 Les Possibilités de calculs numériques

Une fois le modèle complété avec les valeurs de tolérances sur les différentes pièces et interface de l'assemblage, l'utilisateur a accès à un certain nombre de calculs numériques et d'exploitation pour quantifier les résultats des chaines de cotes.

8.10.1 Différents types de calculs algébriques

MECAmaster propose des résultats algébriques et des résultats issus de simulation (voir paragraphe sur le fonctionnement des simulations Monte-Carlo).

Les calculs algébriques possibles sont :

- le calcul arithmétique ou au pire cas
- le calcul statistique (quadratique ou probabiliste)

8.10.1.1 Calcul arithmétique

La définition des tolérances des données permet de faire le calcul du "pire cas".

Les tolérances doivent être indépendantes.

Le résultat est obtenu en $\pm R$, avec une excentration éventuelle (voir § "Tolérances non centrées")

Le calcul arithmétique sans les liaisons à influences nulles permet d'avoir un affichage plus compact, et d'afficher le pourcentage de la contribution de chaque donnée.

Le calcul arithmétique classé permet de n'afficher que les 20 données qui ont les plus grosses contributions, classé par ordre d'importance, avec le pourcentage de la contribution de chaque donnée.

8.10.1.2 Calcul statistique quadratique

Le calcul est réalisé classiquement, par additivité des variances, les répartitions des tolérances étant des courbes de Gauss centrées.

Les tolérances doivent être indépendantes.

Le résultat est obtenu en $\pm R$, avec une excentration éventuelle (voir § "Tolérances non centrées")

Pour des données définies à 6σ , la valeur courante de la tolérance est définie à 6σ .

Le tableau résultat du calcul statistique est un tableau à doubles entrées, qui exploite la répartition de Gauss des données et des résultats.

ATTENTION ! Calcul statistique pour données statist. indépendantes (Gauss)
 N'utiliser les valeurs avec ! qu'en connaissance de causes.
 En cas de doute, valeur courante de la tolérance : 5.391

Probabilité d'obtention des précisions fixées		
	0.9544	0.9973
	0.9999	

Probabilité d'obtention	0.9544	5.391	3.594 !	2.695 !
souhaitée	0.9973	8.086	5.391	4.043 !
de la tolérance	0.9999	10.782	7.188	5.391

Calcul STATISTIQUE. \ Valeur de la tolérance: 1 des 9 valeurs. /

Par exemple, si des données (précisions fixées) sont définies à 6σ (c'est à dire à 0,9973) et que l'on souhaite la tolérance résultat à 6σ (c'est à dire à 0,9973), la valeur sera 5,391.

Si la probabilité d'obtention souhaitée de la tolérance résultat est à 8σ (c'est à dire à 0,9999), la valeur de la tolérance résultat sera plus grande (7,188). Si on voulait obtenir une tolérance résultat de 5,4 à 8σ , il faudrait réduire sur les données (précisions fixées).

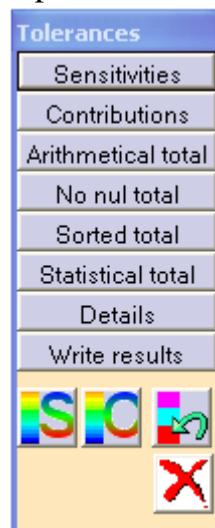
8.10.1.3 Calcul probabiliste

Une simulation de type probabiliste qui consiste à prendre une répartition uniforme des précisions dans l'intervalle est proposée pour des calculs multiples (plusieurs cotes conditions).

8.10.2 Résultats pour un calcul sur une Tolérance en Position / Orientation

Pour faciliter l'exploitation et l'interprétation des résultats les menu diffèrent suivant que l'on calcule une Tolérance en Position/Orientation (Exploitation sur les contributeurs) et plusieurs Tolérances en Position/Orientation (Exploitation sur les résultats).

Lors d'un calcul sur une tolérance, les exploitations sont surtout orientées sur l'identification des contributeurs principaux :



8.10.2.1 Affichage des sensibilités sous forme vectorielle

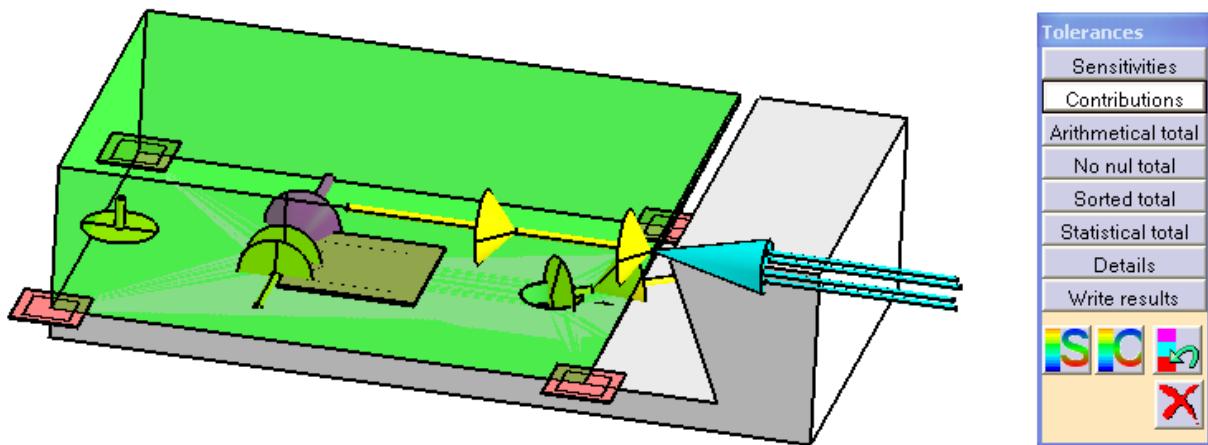
Identique au résultat d'analyse d'influence en 8.5.1.1.

8.10.2.2 Affichage des contributions sous forme vectorielle

Les valeurs de tolérances ayant été définies sur les données, il est désormais possible d'exploiter non seulement les influences mais aussi les contributions (Tolérance x Influence) qui représentent ce qu'apporte réellement une interface sur le défaut géométrique résultant.

Les Exploitations seront les mêmes que pour les influences.

Par exemple, le bouton « contribution » affiche un vecteur appliquée à chaque donnée représentant sa contribution réelle sur le résultat :

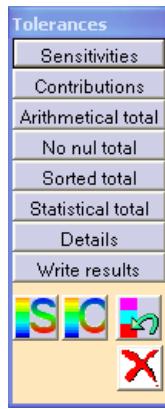


Comme pour les sensibilités, par défaut l'échelle d'affichage des vecteurs est recalibrée à chaque calcul, elle peut être bloquée via les settings de l'application, voir paragraphe dédié.

8.10.2.3 Affichage des totaux numériques arithmétiques dans la fenêtre texte information

MECAmaster propose à partir de ce menu d'exploitation pour un calcul sur une donnée d'afficher différents résultats numériques arithmétiques (ou pire cas) de synthèse dans la fenêtre texte information :

- Arithmetical total : liste toutes les données (et leur contribution) dans l'ordre d'apparition dans l'arbre CATIA et affiche le résultat arithmétique
- No Nul total : liste toutes les données (et leur contribution) qui ont une influence non nulle dans l'ordre d'apparition dans l'arbre CATIA et affiche le résultat arithmétique.
- Sorted total : liste les données qui ont une contribution non nulle sur le résultat classée de la moins importante à la plus importante sur le critère de pourcentage de contribution. Cette liste est limitée à l'affichage de la contribution des 20 principales données.



Le tableau numérique de résultat liste en ligne les données MECAmaster du problème (un séparateur de ligne délimite les informations d'une donnée à une autre). Il donne en colonne les informations suivantes :

- le type de la donnée
- le nom de la donnée
- les pièces définies dans la donnée (une seule pour le groupe)
- les valeurs définies en entrée dans la donnée (via FTA ou directement)
- l'influence ou sensibilité calculée par MECAmaster (deux pour les contacts/groupes)
- la contribution de la donnée (et pourcentage de contribution pour le Sorted / No Nul Total)

Le résultat pour un calcul arithmétique ou au pire cas apparaît en fin de tableau.

Il est présenté avec les valeurs suivantes :

- Excentration résultante → Offset signé résultant
- Excentration « +- » résultante → Offset non signé résultant (en +/-)
- Calcul arithmétique → dispersion résultante (en +/-)
 - Part due au défaut des pièces : Part du calcul arithmétique uniquement sur les tolérances définies en zone Pièce 1 et zone Pièce 2
 - Part due aux interfaces : Part du calcul arithmétique uniquement sur les tolérances définies en zone Interface

Exemple de résultats arithmétique sur le point 1 de l'Elementary Assembly :

Les tableaux numériques de résultats de calcul arithmétique sur l'exemple de ce document sont :

Arithmetical Total :

```

Informations
Valeur de la tolerance resultante:

ATTENTION ! Calcul realise pour des valeurs de tolerances independantes.

--|----- Noms -----|----- Pieces -----| Tolerance | Influence | Contribu
part 1 .000 \
PL Z Contact Plan Part 1 / Support .000 x .000 = .000
support .300000 / trn .0%
----- part 1 .000 \
support .200000 / ori .114286
----- excentration "+" .. interface . .100000 x 1.229 | .122890|
----- part 1 .000 \
LA XY Centrage Court .050000 x 1.229 = .368671
support .250000 /
----- excentration "+" .. interface . .100000 x -.714286 | -.071429|
----- part 1 .000 \
PO Y Antirotation Trou Oblong .050000 x .714286 = .178571
support .200000 /
----- part 1 .200000 \
TP X Cote 2,5 / point 1 .250000 / x 1.000 = .450000
support .250000 /
----- Excentration "+" resultante Valeur de l'excent. "+" | .194319|
Calcul ARITHMETIQUE. Valeur de la tolerance = 1.112
/ Pour les liaisons \ / Part due aux defauts des pieces = 1.014
\ exclusivement en position \ \ Part due aux interfaces = .097159

```

No Nul Total :

```

Informations
Valeur de la tolerance resultante:

ATTENTION ! Calcul realise pour des valeurs de tolerances independantes.

--|----- Noms -----|----- Pieces -----| Tolerance | Influence | Contribu
part 1 .000 \
PL Z Contact Plan Part 1 / Support .000 x .000 = .000
support .300000 / trn .0%
----- part 1 .000 \
support .200000 / ori 10.3%
----- excentration "+" .. interface . .100000 x 1.229 | .122890|
----- part 1 .000 \
LA XY Centrage Court .050000 x 1.229 = .368671
support .250000 / 33.2%
----- excentration "+" .. interface . .100000 x -.714286 | -.071429|
----- part 1 .000 \
PO Y Antirotation Trou Oblong .050000 x .714286 = .178571
support .200000 / 16.1%
----- part 1 .200000 \
TP X Cote 2,5 / point 1 .250000 / x 1.000 = .450000
support .250000 / 40.5%
----- Excentration "+" resultante Valeur de l'excent. "+" | .194319|
Calcul ARITHMETIQUE (infl non nulles) Valeur de la tolerance = 1.112
/ Pour les liaisons \ / Part due aux defauts des pieces = 1.014
\ exclusivement en position \ \ Part due aux interfaces = .097159

```

Sorted Total

Informations																																																																																																																
Valeur de la tolérance résultante:																																																																																																																
ATTENTION ! Calcul réalisé pour des valeurs de tolérances indépendantes.																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Noms</th><th>Pieces</th><th>Tolérance</th><th>Influence</th><th>Contribu</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PL Z Contact Plan</td><td>Part 1 / Support</td><td>.000 \ .000 x .000 = .000</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td></td><td>support</td><td>.300000 / trn .0%</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td></td><td>part 1</td><td>.000 \ .000 x .571429 = .114286</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td></td><td>support</td><td>.200000 / ori 10.3%</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="5"><hr/></td></tr> <tr> <td colspan="5">excentration "+" . . interface . . .100000 x -.714286 -.071429 </td></tr> <tr> <td> <table border="1"> <thead> <tr> <th>PO Y Antirotation Trou Oblong</th><th>part 1</th><th>.000 \ .050000 x .714286 = .178571</th><th></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td>support</td><td>.200000 / 16.1%</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="5"><hr/></td></tr> <tr> <td colspan="5">excentration "+" . . interface . . .100000 x 1.229 .122890 </td></tr> <tr> <td> <table border="1"> <thead> <tr> <th>LA XY Centrage Court</th><th>part 1</th><th>.000 \ .050000 x 1.229 = .368671</th><th></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td>support</td><td>.250000 / 33.2%</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="5"><hr/></td></tr> <tr> <td colspan="5"> <table border="1"> <thead> <tr> <th>TP X Cote 2,5 / point 1</th><th>part 1</th><th>.200000 \ .250000 x 1.000 = .450000</th><th></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td>support</td><td>.250000 / 40.5%</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="5"><hr/></td></tr> <tr> <td colspan="5">Excentration "+" résultante Valeur de l'excent. "+" .194319 </td></tr> <tr> <td colspan="5">Calcul ARITHMETIQUE (contrib classes) Valeur de la tolérance = 1.112</td></tr> <tr> <td colspan="5">/ Pour les liaisons \ Part due aux défauts des pièces = 1.014</td></tr> <tr> <td colspan="5">\ exclusivement en position / \ Part due aux interfaces = .097159</td></tr> </tbody> </table> </td></tr> </tbody> </table> </td></tr></tbody></table></td></tr></tbody></table>	Noms	Pieces	Tolérance	Influence	Contribu	PL Z Contact Plan	Part 1 / Support	.000 \ .000 x .000 = .000				support	.300000 / trn .0%				part 1	.000 \ .000 x .571429 = .114286				support	.200000 / ori 10.3%			<hr/>					excentration "+" . . interface . . .100000 x -.714286 -.071429					<table border="1"> <thead> <tr> <th>PO Y Antirotation Trou Oblong</th><th>part 1</th><th>.000 \ .050000 x .714286 = .178571</th><th></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td>support</td><td>.200000 / 16.1%</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="5"><hr/></td></tr> <tr> <td colspan="5">excentration "+" . . interface . . .100000 x 1.229 .122890 </td></tr> <tr> <td> <table border="1"> <thead> <tr> <th>LA XY Centrage Court</th><th>part 1</th><th>.000 \ .050000 x 1.229 = .368671</th><th></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td>support</td><td>.250000 / 33.2%</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="5"><hr/></td></tr> <tr> <td colspan="5"> <table border="1"> <thead> <tr> <th>TP X Cote 2,5 / point 1</th><th>part 1</th><th>.200000 \ .250000 x 1.000 = .450000</th><th></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td>support</td><td>.250000 / 40.5%</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="5"><hr/></td></tr> <tr> <td colspan="5">Excentration "+" résultante Valeur de l'excent. "+" .194319 </td></tr> <tr> <td colspan="5">Calcul ARITHMETIQUE (contrib classes) Valeur de la tolérance = 1.112</td></tr> <tr> <td colspan="5">/ Pour les liaisons \ Part due aux défauts des pièces = 1.014</td></tr> <tr> <td colspan="5">\ exclusivement en position / \ Part due aux interfaces = .097159</td></tr> </tbody> </table> </td></tr> </tbody> </table> </td></tr></tbody></table>	PO Y Antirotation Trou Oblong	part 1	.000 \ .050000 x .714286 = .178571				support	.200000 / 16.1%			<hr/>					excentration "+" . . interface . . .100000 x 1.229 .122890					<table border="1"> <thead> <tr> <th>LA XY Centrage Court</th><th>part 1</th><th>.000 \ .050000 x 1.229 = .368671</th><th></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td>support</td><td>.250000 / 33.2%</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="5"><hr/></td></tr> <tr> <td colspan="5"> <table border="1"> <thead> <tr> <th>TP X Cote 2,5 / point 1</th><th>part 1</th><th>.200000 \ .250000 x 1.000 = .450000</th><th></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td>support</td><td>.250000 / 40.5%</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="5"><hr/></td></tr> <tr> <td colspan="5">Excentration "+" résultante Valeur de l'excent. "+" .194319 </td></tr> <tr> <td colspan="5">Calcul ARITHMETIQUE (contrib classes) Valeur de la tolérance = 1.112</td></tr> <tr> <td colspan="5">/ Pour les liaisons \ Part due aux défauts des pièces = 1.014</td></tr> <tr> <td colspan="5">\ exclusivement en position / \ Part due aux interfaces = .097159</td></tr> </tbody> </table> </td></tr> </tbody> </table>	LA XY Centrage Court	part 1	.000 \ .050000 x 1.229 = .368671				support	.250000 / 33.2%			<hr/>					<table border="1"> <thead> <tr> <th>TP X Cote 2,5 / point 1</th><th>part 1</th><th>.200000 \ .250000 x 1.000 = .450000</th><th></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td>support</td><td>.250000 / 40.5%</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="5"><hr/></td></tr> <tr> <td colspan="5">Excentration "+" résultante Valeur de l'excent. "+" .194319 </td></tr> <tr> <td colspan="5">Calcul ARITHMETIQUE (contrib classes) Valeur de la tolérance = 1.112</td></tr> <tr> <td colspan="5">/ Pour les liaisons \ Part due aux défauts des pièces = 1.014</td></tr> <tr> <td colspan="5">\ exclusivement en position / \ Part due aux interfaces = .097159</td></tr> </tbody> </table>					TP X Cote 2,5 / point 1	part 1	.200000 \ .250000 x 1.000 = .450000				support	.250000 / 40.5%			<hr/>					Excentration "+" résultante Valeur de l'excent. "+" .194319					Calcul ARITHMETIQUE (contrib classes) Valeur de la tolérance = 1.112					/ Pour les liaisons \ Part due aux défauts des pièces = 1.014					\ exclusivement en position / \ Part due aux interfaces = .097159				
Noms	Pieces	Tolérance	Influence	Contribu																																																																																																												
PL Z Contact Plan	Part 1 / Support	.000 \ .000 x .000 = .000																																																																																																														
	support	.300000 / trn .0%																																																																																																														
	part 1	.000 \ .000 x .571429 = .114286																																																																																																														
	support	.200000 / ori 10.3%																																																																																																														
<hr/>																																																																																																																
excentration "+" . . interface . . .100000 x -.714286 -.071429																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PO Y Antirotation Trou Oblong</th><th>part 1</th><th>.000 \ .050000 x .714286 = .178571</th><th></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td>support</td><td>.200000 / 16.1%</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="5"><hr/></td></tr> <tr> <td colspan="5">excentration "+" . . interface . . .100000 x 1.229 .122890 </td></tr> <tr> <td> <table border="1"> <thead> <tr> <th>LA XY Centrage Court</th><th>part 1</th><th>.000 \ .050000 x 1.229 = .368671</th><th></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td>support</td><td>.250000 / 33.2%</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="5"><hr/></td></tr> <tr> <td colspan="5"> <table border="1"> <thead> <tr> <th>TP X Cote 2,5 / point 1</th><th>part 1</th><th>.200000 \ .250000 x 1.000 = .450000</th><th></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td>support</td><td>.250000 / 40.5%</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="5"><hr/></td></tr> <tr> <td colspan="5">Excentration "+" résultante Valeur de l'excent. "+" .194319 </td></tr> <tr> <td colspan="5">Calcul ARITHMETIQUE (contrib classes) Valeur de la tolérance = 1.112</td></tr> <tr> <td colspan="5">/ Pour les liaisons \ Part due aux défauts des pièces = 1.014</td></tr> <tr> <td colspan="5">\ exclusivement en position / \ Part due aux interfaces = .097159</td></tr> </tbody> </table> </td></tr> </tbody> </table> </td></tr></tbody></table>	PO Y Antirotation Trou Oblong	part 1	.000 \ .050000 x .714286 = .178571				support	.200000 / 16.1%			<hr/>					excentration "+" . . interface . . .100000 x 1.229 .122890					<table border="1"> <thead> <tr> <th>LA XY Centrage Court</th><th>part 1</th><th>.000 \ .050000 x 1.229 = .368671</th><th></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td>support</td><td>.250000 / 33.2%</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="5"><hr/></td></tr> <tr> <td colspan="5"> <table border="1"> <thead> <tr> <th>TP X Cote 2,5 / point 1</th><th>part 1</th><th>.200000 \ .250000 x 1.000 = .450000</th><th></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td>support</td><td>.250000 / 40.5%</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="5"><hr/></td></tr> <tr> <td colspan="5">Excentration "+" résultante Valeur de l'excent. "+" .194319 </td></tr> <tr> <td colspan="5">Calcul ARITHMETIQUE (contrib classes) Valeur de la tolérance = 1.112</td></tr> <tr> <td colspan="5">/ Pour les liaisons \ Part due aux défauts des pièces = 1.014</td></tr> <tr> <td colspan="5">\ exclusivement en position / \ Part due aux interfaces = .097159</td></tr> </tbody> </table> </td></tr> </tbody> </table>	LA XY Centrage Court	part 1	.000 \ .050000 x 1.229 = .368671				support	.250000 / 33.2%			<hr/>					<table border="1"> <thead> <tr> <th>TP X Cote 2,5 / point 1</th><th>part 1</th><th>.200000 \ .250000 x 1.000 = .450000</th><th></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td>support</td><td>.250000 / 40.5%</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="5"><hr/></td></tr> <tr> <td colspan="5">Excentration "+" résultante Valeur de l'excent. "+" .194319 </td></tr> <tr> <td colspan="5">Calcul ARITHMETIQUE (contrib classes) Valeur de la tolérance = 1.112</td></tr> <tr> <td colspan="5">/ Pour les liaisons \ Part due aux défauts des pièces = 1.014</td></tr> <tr> <td colspan="5">\ exclusivement en position / \ Part due aux interfaces = .097159</td></tr> </tbody> </table>					TP X Cote 2,5 / point 1	part 1	.200000 \ .250000 x 1.000 = .450000				support	.250000 / 40.5%			<hr/>					Excentration "+" résultante Valeur de l'excent. "+" .194319					Calcul ARITHMETIQUE (contrib classes) Valeur de la tolérance = 1.112					/ Pour les liaisons \ Part due aux défauts des pièces = 1.014					\ exclusivement en position / \ Part due aux interfaces = .097159																																								
PO Y Antirotation Trou Oblong	part 1	.000 \ .050000 x .714286 = .178571																																																																																																														
	support	.200000 / 16.1%																																																																																																														
<hr/>																																																																																																																
excentration "+" . . interface . . .100000 x 1.229 .122890																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>LA XY Centrage Court</th><th>part 1</th><th>.000 \ .050000 x 1.229 = .368671</th><th></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td>support</td><td>.250000 / 33.2%</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="5"><hr/></td></tr> <tr> <td colspan="5"> <table border="1"> <thead> <tr> <th>TP X Cote 2,5 / point 1</th><th>part 1</th><th>.200000 \ .250000 x 1.000 = .450000</th><th></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td>support</td><td>.250000 / 40.5%</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="5"><hr/></td></tr> <tr> <td colspan="5">Excentration "+" résultante Valeur de l'excent. "+" .194319 </td></tr> <tr> <td colspan="5">Calcul ARITHMETIQUE (contrib classes) Valeur de la tolérance = 1.112</td></tr> <tr> <td colspan="5">/ Pour les liaisons \ Part due aux défauts des pièces = 1.014</td></tr> <tr> <td colspan="5">\ exclusivement en position / \ Part due aux interfaces = .097159</td></tr> </tbody> </table> </td></tr> </tbody> </table>	LA XY Centrage Court	part 1	.000 \ .050000 x 1.229 = .368671				support	.250000 / 33.2%			<hr/>					<table border="1"> <thead> <tr> <th>TP X Cote 2,5 / point 1</th><th>part 1</th><th>.200000 \ .250000 x 1.000 = .450000</th><th></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td>support</td><td>.250000 / 40.5%</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="5"><hr/></td></tr> <tr> <td colspan="5">Excentration "+" résultante Valeur de l'excent. "+" .194319 </td></tr> <tr> <td colspan="5">Calcul ARITHMETIQUE (contrib classes) Valeur de la tolérance = 1.112</td></tr> <tr> <td colspan="5">/ Pour les liaisons \ Part due aux défauts des pièces = 1.014</td></tr> <tr> <td colspan="5">\ exclusivement en position / \ Part due aux interfaces = .097159</td></tr> </tbody> </table>					TP X Cote 2,5 / point 1	part 1	.200000 \ .250000 x 1.000 = .450000				support	.250000 / 40.5%			<hr/>					Excentration "+" résultante Valeur de l'excent. "+" .194319					Calcul ARITHMETIQUE (contrib classes) Valeur de la tolérance = 1.112					/ Pour les liaisons \ Part due aux défauts des pièces = 1.014					\ exclusivement en position / \ Part due aux interfaces = .097159																																																													
LA XY Centrage Court	part 1	.000 \ .050000 x 1.229 = .368671																																																																																																														
	support	.250000 / 33.2%																																																																																																														
<hr/>																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>TP X Cote 2,5 / point 1</th><th>part 1</th><th>.200000 \ .250000 x 1.000 = .450000</th><th></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td><td>support</td><td>.250000 / 40.5%</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td colspan="5"><hr/></td></tr> <tr> <td colspan="5">Excentration "+" résultante Valeur de l'excent. "+" .194319 </td></tr> <tr> <td colspan="5">Calcul ARITHMETIQUE (contrib classes) Valeur de la tolérance = 1.112</td></tr> <tr> <td colspan="5">/ Pour les liaisons \ Part due aux défauts des pièces = 1.014</td></tr> <tr> <td colspan="5">\ exclusivement en position / \ Part due aux interfaces = .097159</td></tr> </tbody> </table>					TP X Cote 2,5 / point 1	part 1	.200000 \ .250000 x 1.000 = .450000				support	.250000 / 40.5%			<hr/>					Excentration "+" résultante Valeur de l'excent. "+" .194319					Calcul ARITHMETIQUE (contrib classes) Valeur de la tolérance = 1.112					/ Pour les liaisons \ Part due aux défauts des pièces = 1.014					\ exclusivement en position / \ Part due aux interfaces = .097159																																																																													
TP X Cote 2,5 / point 1	part 1	.200000 \ .250000 x 1.000 = .450000																																																																																																														
	support	.250000 / 40.5%																																																																																																														
<hr/>																																																																																																																
Excentration "+" résultante Valeur de l'excent. "+" .194319																																																																																																																
Calcul ARITHMETIQUE (contrib classes) Valeur de la tolérance = 1.112																																																																																																																
/ Pour les liaisons \ Part due aux défauts des pièces = 1.014																																																																																																																
\ exclusivement en position / \ Part due aux interfaces = .097159																																																																																																																

La donnée la plus contributive sur le résultat est donc systématiquement rappelée en fin de tableau. **Ce résultat (sorted total) est celui recommandé pour l'exploitation dès l'instant où des tolérances sont définies sur les données.**

Interprétation du résultat sur le point 1 :

Le résultat du calcul pour une résolution arithmétique est :

- un offset non signé de +/- 0,194319 mm (contribution des jeux nominaux)
- une tolérance de : +/- 1,112 mm (contribution des tolérances)

Le décalage maximum par rapport au nominal peut donc être $0,194319 + 1,112 = 1,306319$ mm, qui est supérieur à l'objectif que l'on s'est fixé (+/-1mm).

Deux données contribuent majoritairement au résultat :

- la Tolérance en Position
- la linéaire annulaire

Il est donc logique d'agir prioritairement sur ces deux données pour ajuster le résultat. Deux solutions sont possible, changer la position des données pour modifier leur influence ou réduire les tolérances d'entrée.

8.10.2.4 Affichage des totaux numériques statistiques dans la fenêtre texte information

La commande « Statistical Results » du menu d'exploitation affiche le résultat statistique calculé par MECAmaster sur la Tolérance en Position/Orientation.

Exemple sur le point 1 de l'Elementary Assembly :

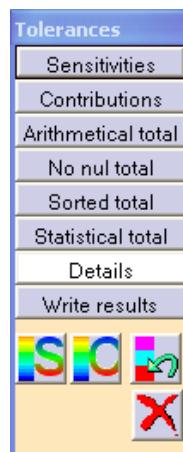
Le résultat statistique est :

Valeur de la tolerance resultante:			
ATTENTION ! Calcul statistique pour donnees statist. independantes (Gauss)			
----- Utiliser les valeurs avec !!! qu'en connaissance de causes.			
Valeur de la tolerance: 1 des 9 valeurs.	Probabilite d'obtention des tolerances fixees		
0.9544	0.9544	0.9973	0.9999
Probabilite d'obtention 0.9544 souhaitee de la tolerance resultante	.478411 .717617 .956823	.318941!!!! .478411 .637882	.239206!!!! .358809!!!! .478411
Excentration "+" resultante		Valeur de l'excent. "+"	.194319
Calcul STATISTIQUE.		Valeur courante de la tolerance	= .478411

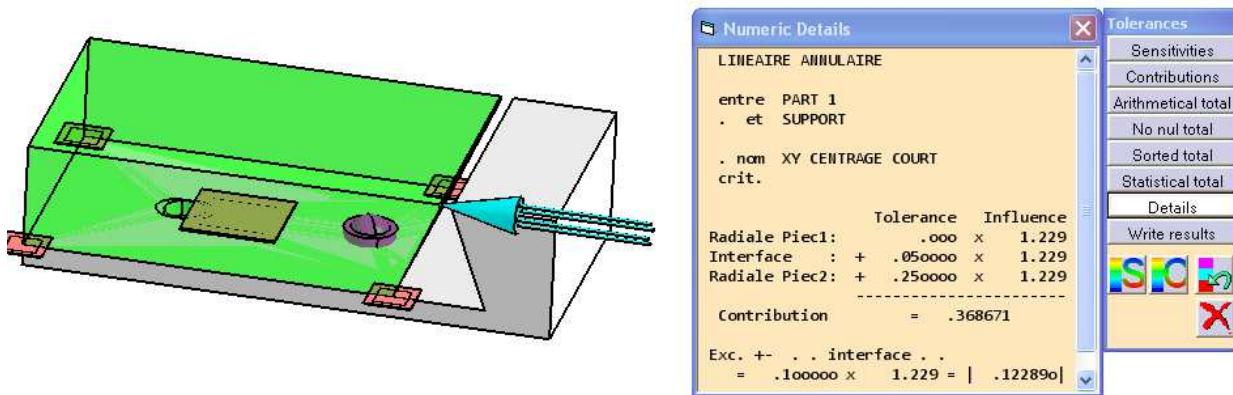
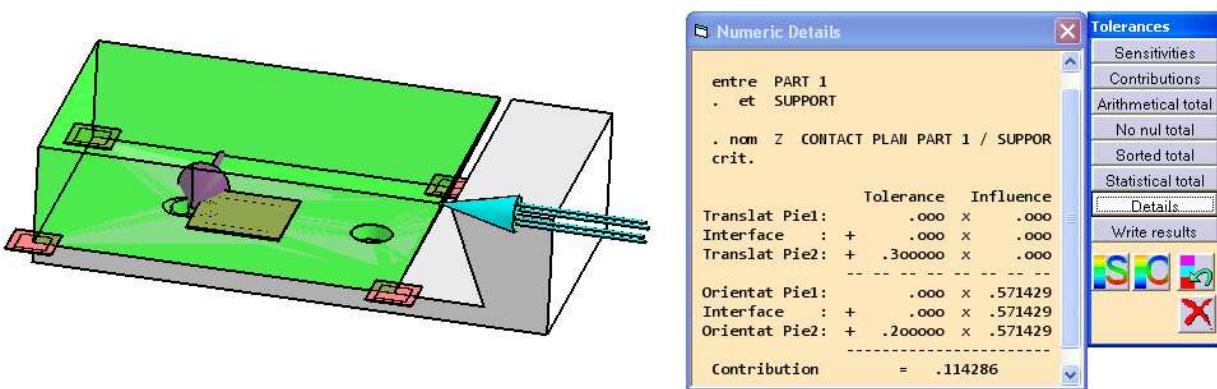
Comme pour les résultats arithmétiques, l'Offset Signé et Non Signé seront affichés le cas échéant.

8.10.2.5 Affichage du détail de l'influence et de la contribution d'une donnée

La commande « Détail » du menu d'exploitation affiche une fenêtre avec les infos numériques sur une données après l'avoir sélectionnée



Exemple : Affichage deu détail des données contact Plan, et de la linéaire annulaire



Outre les valeurs d'influence interprétées précédemment en analyse d'influence, cette fenêtre indique la contribution réelle de la donnée sur les résultats.
Le plan contribue à 0,115286 mm, et la linéaire annulaire à 0,368671 mm de tolérance et 0,122890 en offset non signé.

8.10.2.6 Affichage des exploitations en influence ou en contribution en couleur sur les données

Identique au résultat d'analyse d'influence en 8.5.1.4 avec le bouton « S » pour exploiter sur les valeurs d'influence (sensibilités), et le bouton « C » pour exploiter sur les valeurs de contribution.

8.10.2.7 Ecriture des résultats

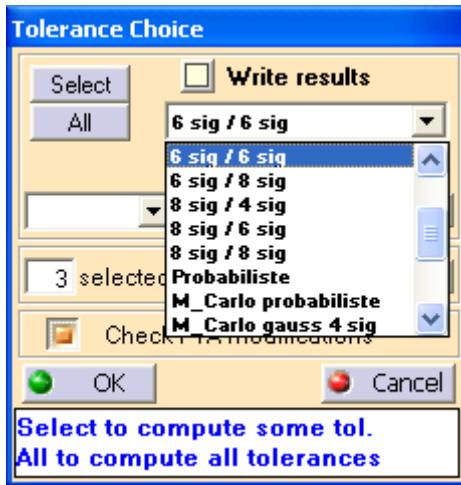
La commande « Write results » écrit des notes de calcul au format texte tabulé. Voir Modele Analyser pour l'écriture de fichiers résultats formatés directement exploitables.

8.10.3 Résultats pour un calcul sur plusieurs Tolérance en Position / Orientation

Pour faciliter l'exploitation et l'interprétation des résultats les menu diffèrent suivant que l'on calcule une Tolérance en Position/Orientation (Exploitation sur les contributeurs) et plusieurs Tolérances en Position/Orientation (Exploitation sur les résultats).

8.10.3.1 Lancement du calcul

Lors d'un calcul sur plusieurs tolérances, les exploitations sont surtout orientées sur l'identification des résultats sur chaque point. C'est pourquoi il est demandé à l'utilisateur de choisir le type de calcul statistique à effectuer lors du lancement du calcul :



Les calculs statistiques disponibles sur MECAmaster V7.2 sont :

- des calculs quadratiques : Xsig/Ysig (X et Y étant respectivement le nombre de « sigmas » à prendre pour la définition de l'IT en entrée puis en sortie)
- le calcul Probabiliste

Toutes les autres options commençant par M_Carlo sont des simulations statistiques par tirage aléatoire de Monte-Carlo. Voir paragraphe dédié.

Remarque :

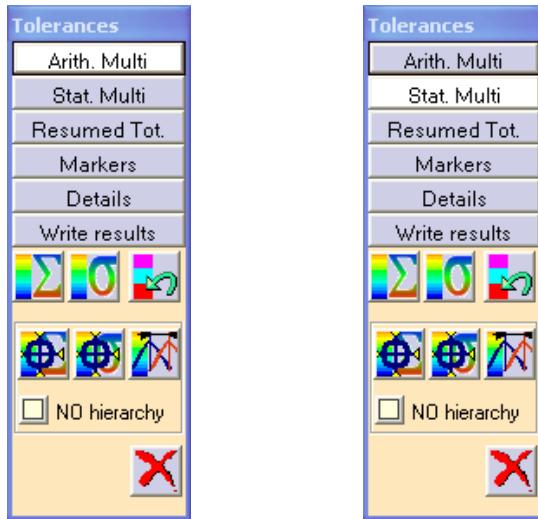
Le bouton « Write Results » demande l'écriture automatique des notes de calcul au format texte.

Une fois le calcul effectué, le menu d'exploitation est orienté sur les résultats en chaque point calculé :



8.10.3.2 Affichage Graphique vectoriel des résultats

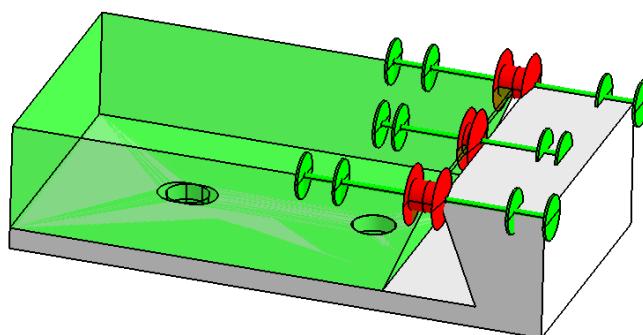
Le bouton « Arith Multi » (respectivement « Stat Multi » pour le résultat Statistique) trace sur chaque Tolérance en Position/Orientation calculée un vecteur représentant la zone de résultat. Plus il est long, plus l'IT résultant est grand.



Les Offsets sont représentés par des Vecteur épais en Rouge. Les Résultats en tolérance sont représentés par des vecteurs fins en Vert.

En toute cohérence, le résultat en tolérance est centré sur l'offset résultant. Si il y a un Offset non signé, donc deux possibilités de décentrage (en + et en -), il y aura deux tracés de tolérances : un centré sur le premier offset possible, un centré sur le deuxième offset possible.

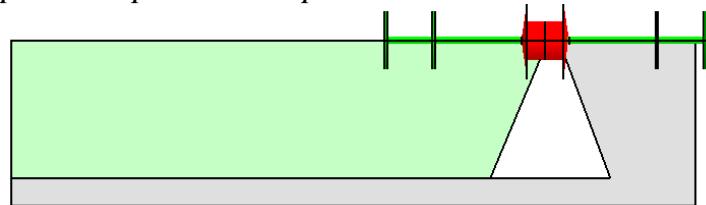
Illustration sur l'exemple de l'Elementary Assembly et le calcul des Trois Tolérances en Position/Orientation :



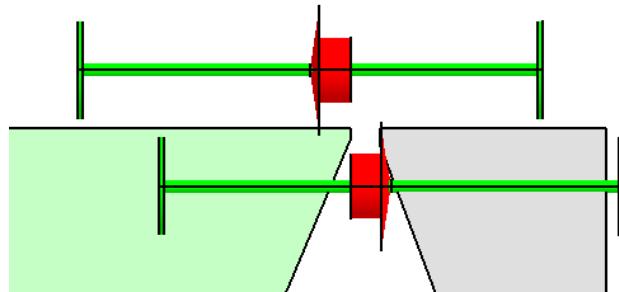
On constate globalement que les résultats sont plus importants sur les extrémités que sur le centre, les effets de rotation sont en effet plus importants.

(Comme pour les sensibilités, par défaut l'échelle d'affichage des vecteurs est recalibrée à chaque calcul, elle peut être bloquée via les settings de l'application, voir paragraphe dédié).

Zoom sur un point pour comprendre l'exploitation :



Et en « éclatant » les différents vecteurs affichés :



La flèche rouge représente le décentrage du résultat et le trait vert l'intervalle de tolérance centré du résultat.

Ici, suivant la direction où les jeux (Offset Non signé) sont empilés la zone du résultat sera décalée à droite ou à gauche.

8.10.3.3 Tableau numérique de synthèse des résultats



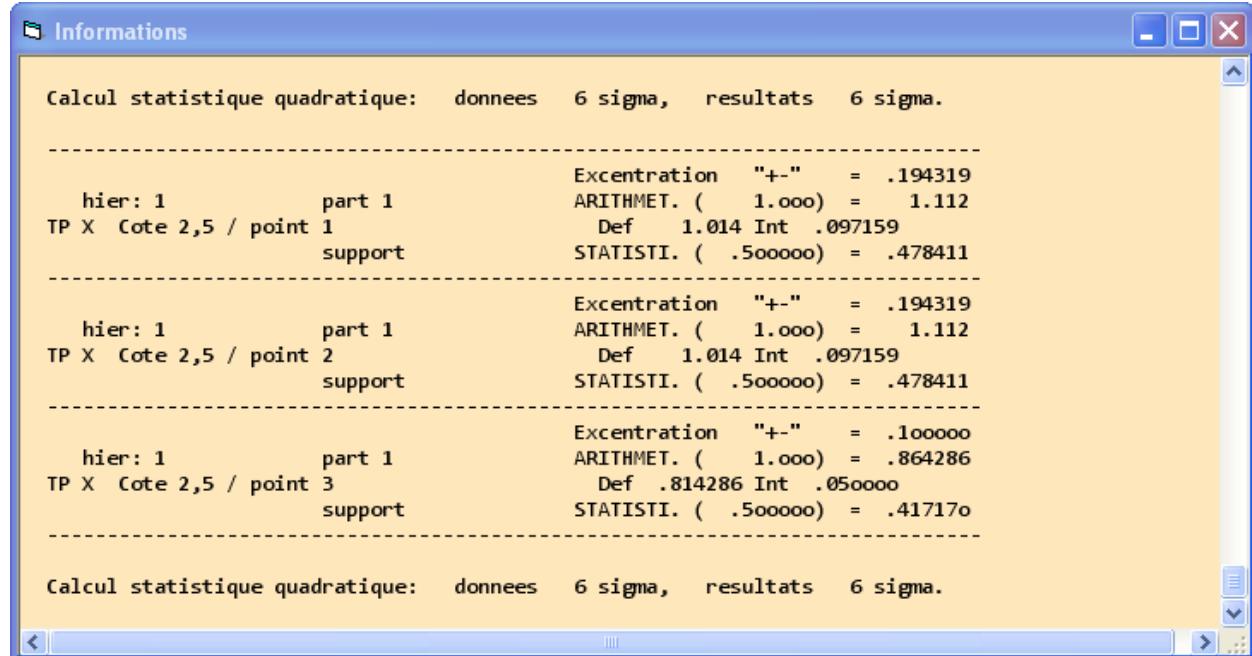
La commande « Resumed Tot. » affiche dans la fenêtre texte information un détail des résultats numériques sur chaque point de mesure calculé.

Les Tolérances en Position/Orientation calculées sont listées les unes à la suite des autres dans le tableau avec pour chacune le rappel :

- du nom de la donnée
- des deux pièces entre lesquelles est faite la mesure
- des résultats et des objectifs associés (entre parenthèse)

Illustration sur l'exemple de l'Elementary Assembly et le calcul des Trois Tolérances en Position/Orientation :

Le calcul statistique sélectionné est rappelé en début de tableau, ici quadratique avec 6 sigmas pour l'IT des données d'entrée, et 6 sigma pour l'IT des données de sorties.



The screenshot shows a software window titled "Informations". The content is a text-based report of statistical calculations:

```
Calcul statistique quadratique: donnees 6 sigma, resultats 6 sigma.

-----
      hier: 1      part 1      Excentration "+-" = .194319
TP X Cote 2,5 / point 1      ARITHMET. ( 1.000) = 1.112
                           Def 1.014 Int .097159
                           support STATISTI. (.500000) = .478411

-----
      hier: 1      part 1      Excentration "+-" = .194319
TP X Cote 2,5 / point 2      ARITHMET. ( 1.000) = 1.112
                           Def 1.014 Int .097159
                           support STATISTI. (.500000) = .478411

-----
      hier: 1      part 1      Excentration "+-" = .100000
TP X Cote 2,5 / point 3      ARITHMET. ( 1.000) = .864286
                           Def .814286 Int .050000
                           support STATISTI. (.500000) = .417170

-----
```

Calcul statistique quadratique: donnees 6 sigma, resultats 6 sigma.

Par exemple au point 1 (Donnée : « TP X Cote 2,5 / point 1 ») les résultats sont :

- Excentration « +- » (Offset Non signés) : +/-0,194319
- Résultat Arithmétique : +/- 1,112 mm pour un objectif de +/- 1 mm
(dont 1,014 viennent des tolérances en Zone Pièce 1 et Zone Pièce 2, et 0,097159 des tolérances en Zone Interface)
- Résultat Statistique : +/- 0,4784411 mm pour un objectif de +/- 0,5mm

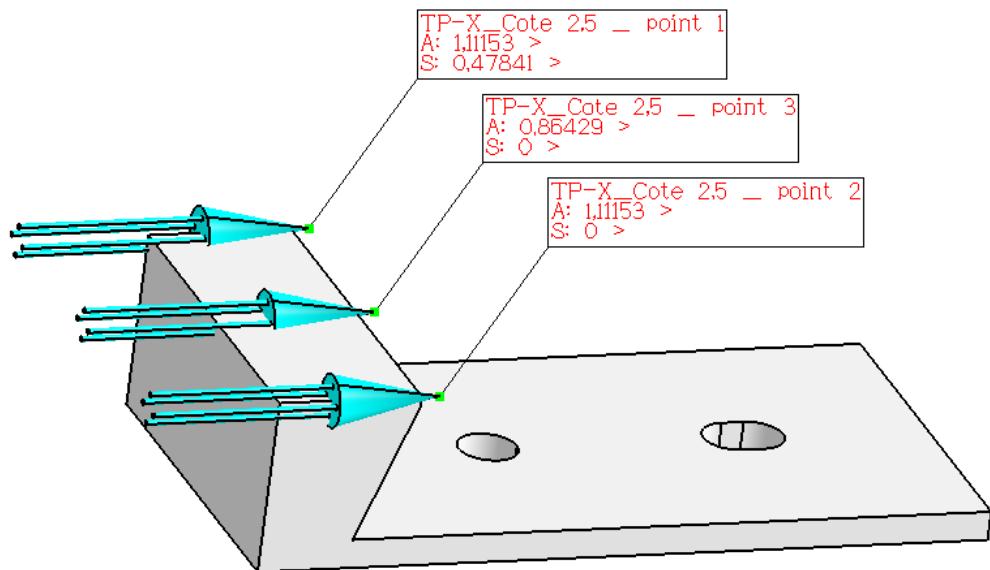
8.10.3.4 Marqueurs 3D



MECAmaster propose d'importer des marqueurs 3D pour chaque Tolérance en Position/Orientation calculée.

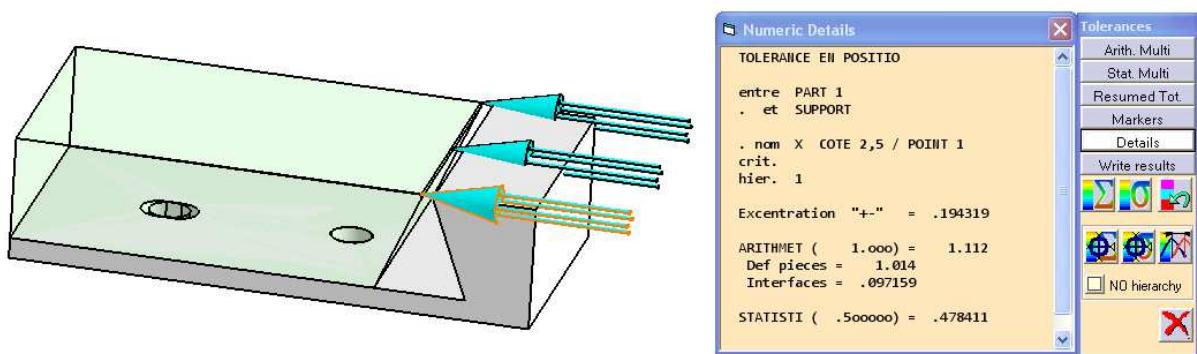
Ce marqueur contiendra le nom de la donnée, les résultats et prendra une couleur rouge en cas de résultat supérieur à au moins un objectif.

Les options par défaut de d'affichage et de position 3D des marqueurs sont réglées dans les options de MECAmaster.



8.10.3.5 Détail des résultats sur une Tolérance en Position/Orientation

La commande de détail affiche par sélection d'une donnée Tolérance en Position/Orientation les résultats de ce point particulier dans une fenêtre numérique :

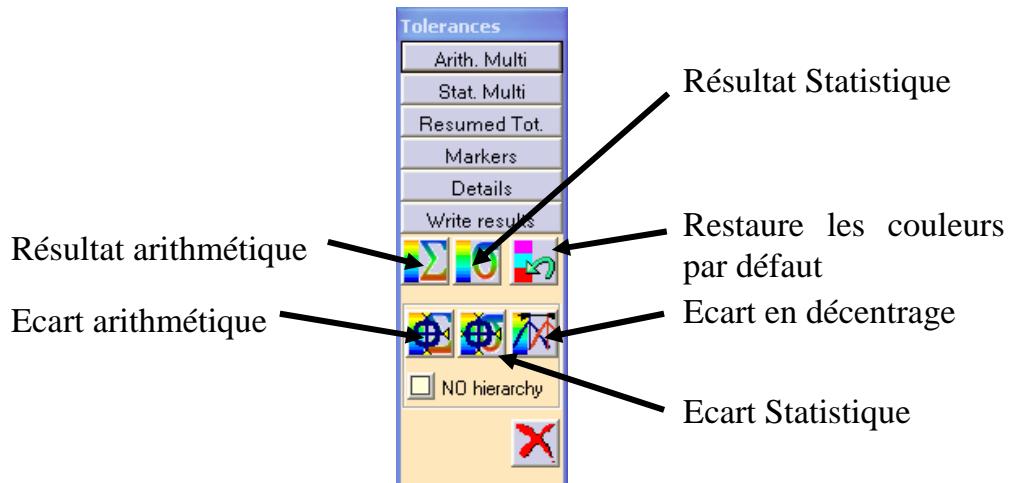


8.10.3.6 Exploitation par couleur sur les données

Comme pour l'exploitation des sensibilités/contributions lors d'un calcul sur un point de mesure, MECAmaster propose des exploitations en couleur pour visualiser rapidement grâce à une échelle de correspondance en couleur les résultats en tolérance sur les données.

Quatre exploitations sont possibles en fonction :

- du résultat du calcul arithmétique
- du résultat du calcul statistique
- de l'écart en pourcentage entre résultat arithmétique et objectif arithmétique
- de l'écart en pourcentage entre résultat statistique et objectif statistique
- de l'écart sur le décentrage

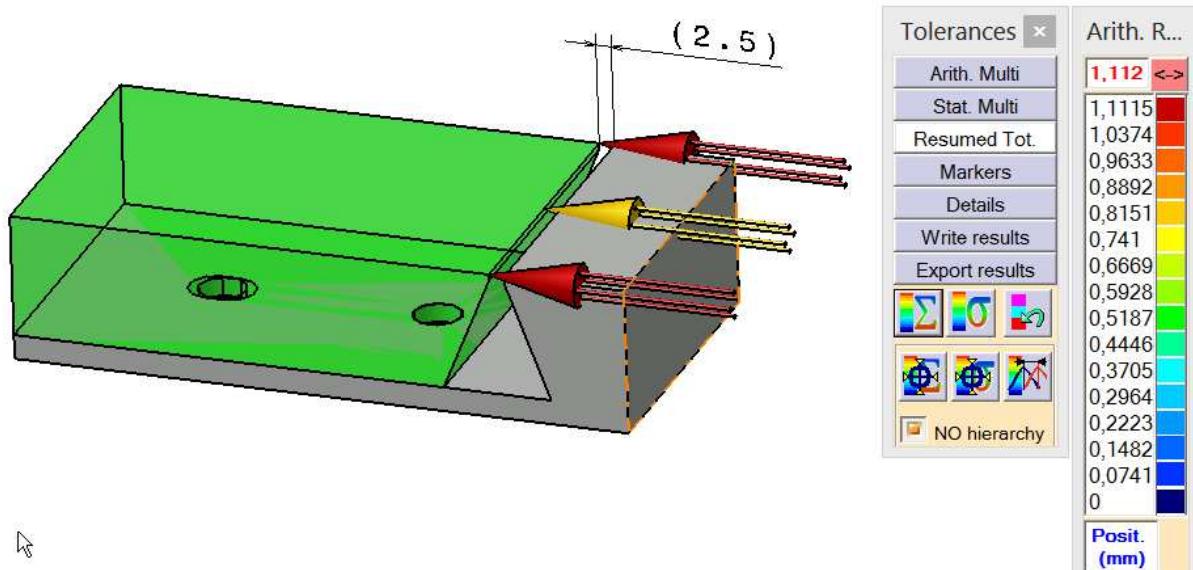


Remarques :

- Le bouton « No Hierarchy » permet d'annuler l'effet du coefficient de hiérarchisation sur les couleurs. Sinon, l'écart à l'objectif utilisé pour définir la couleur correspond à l'écart réel multiplié par la valeur du coefficient de hiérarchisation de la donnée.
- Cette exploitation n'intègre pas les valeurs d'offsets (signé ou non-signé)

Exemple :

Exploitation sur le résultat arithmétique :

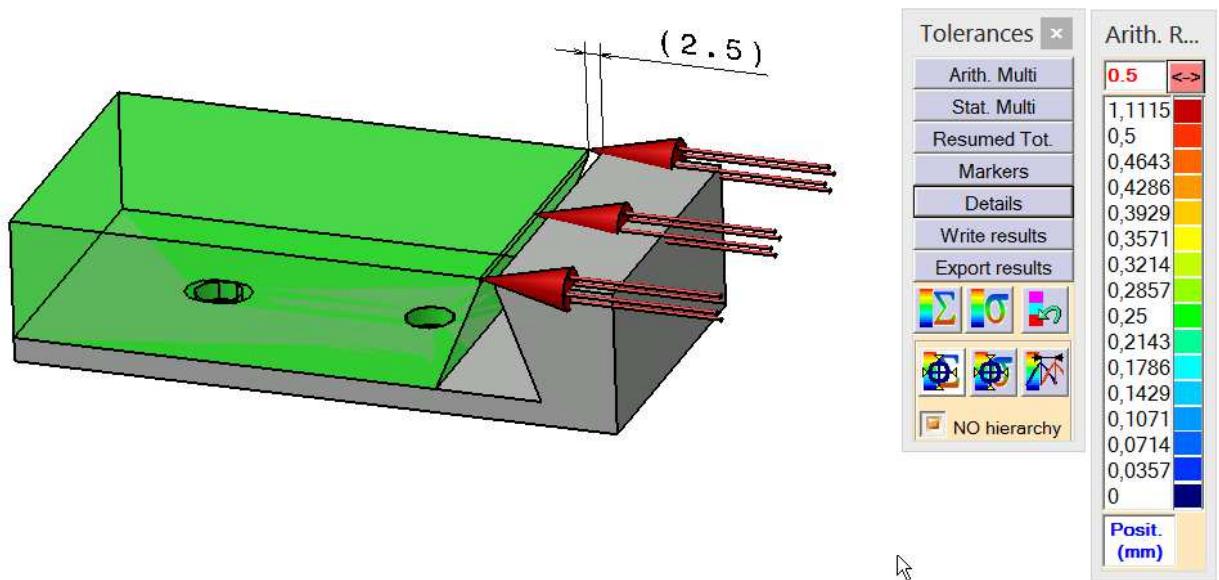


On constate bien que les données en bord de pièce dispersent plus que le point au milieu.

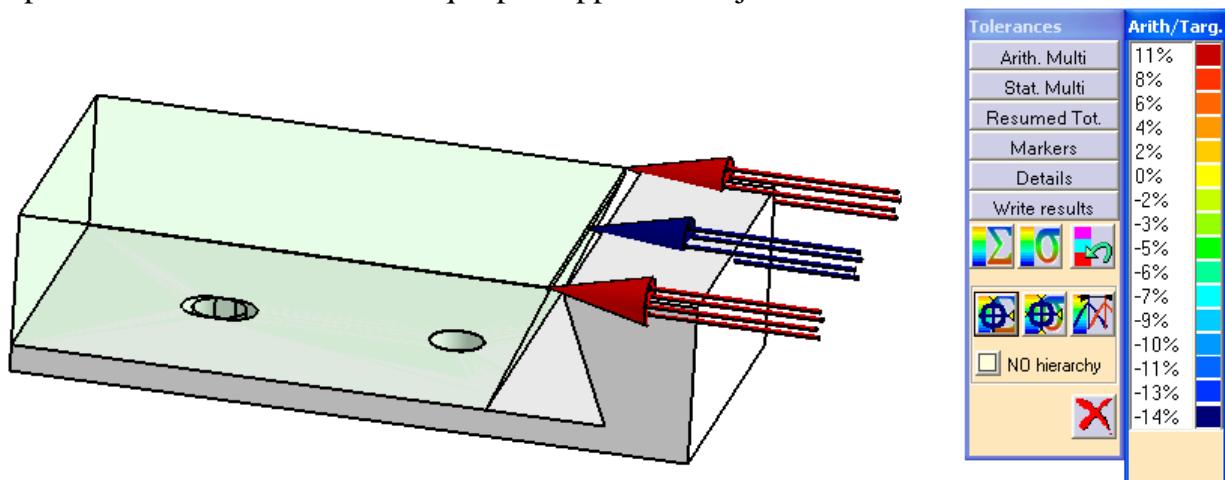
Remarque :

Comme pour les sensibilités et contributions, il est possible de spécifier manuellement la valeur maxi de l'échelle à partir de laquelle les données seront toutes coloriées en rouge. La valeur est définie dans le champ situé en rouge en haut d'échelle, et l'échelle se met à jour via la commande <->.

Voir ci-dessous un exemple avec une valeur max spécifiée à 0,5 :



Exploitation sur l'écart arithmétique par rapport à l'objectif :



Dans cette configuration, l'IT résultant sur le point milieu est en dessous de l'objectif ce qui n'est pas le cas sur les extrémités dont le résultat est de 11% au delà de la valeur désirée...

8.10.3.7 Ecriture des résultats

La commande « Write Results » lance l'écriture de fichiers de résultats textes tabulés (.tol pour éditeur de texte, .tox pour tableau).

Voir Modele Analyser pour des résultats directement exploitables et formatés.

8.10.3.8 Export vers MECAmaster Modele Analyser

Le bouton « Export Results » lance l'export vers MECAmaster Modele Analyzer, interface d'exploitation formatée dans un environnement Excel.

Voir Documentation Spécifique à l'application MECAmaster Modele Analyzer.



TITLE OF STUDY : Ferrage de Porte

DESCRIPTION : Etude du principe de mise en position de porte

MECAmaster
YOUR COMPANY

Measurement Points Feasability Class Repartition
■ 1 ■ 4
50% 50%

Name of the ...	Data Nb	First Part	HCPP Class
aff Point 1	1	biv	4
aff Point 10	2		
aff Point 2	3		
aff Point 3	4		
aff Point 4	5		
aff Point 5	6		

Criteria 1	Criteria 2	Criteria 3	Criteria 4	Criteria 5	Second Part	Feasability Class
					door	1 4

Feasability

Bar chart showing Feas. Coeff for 10 points. Legend: Feas. Coeff (blue bars), Black class to Red class step (red dashed line), Red class to Orange class step (orange dashed line), Orange class to Green class step (green dashed line).

Calculation Results & Targets

Line graph showing Calc. Result (blue line with circles) and Target (red dashed line) over 10 points. Legend: Calc. Result, Target.

Valeurs

Name of the Tolerance	Data	Calcul. Tg	- Target	Calc. Result	Feas. Coeff
aff Point 7	7	QUAD_TOL	0,200	0,231	0,87
aff Point 10	10	QUAD_TOL	0,200	0,290	0,69
aff Point 8	8	QUAD_TOL	0,200	0,252	0,80
aff Point 6	6	QUAD_TOL	0,200	0,208	0,86
aff Point 9	9	QUAD_TOL	0,200	0,270	0,74
aff Point 5	5	QUAD_TOL	0,200	0,188	1,07
aff Point 4	4	QUAD_TOL	0,200	0,171	1,17
aff Point 1	1	QUAD_TOL	0,200	0,126	1,59
aff Point 3	3	QUAD_TOL	0,200	0,159	1,26
aff Point 2	2	QUAD_TOL	0,200	0,149	1,34

8.10.4 Cas particulier des Tolérances en orientation

Le mode Deg/Rad (voir app settings paragraphe 10 sur le choix de l'unité angulaire) aura un impact également sur l'affichage des résultats sur les tolérances en orientation (mesure d'angle):

- le résultat de la chaîne de cote sera exprimé dans l'unité choisie, ou les deux suivant les types d'affichages.
- les contributeurs seront eux toujours exprimés sur base radian

Exploitations texte de la fenêtre information

Il est identique quel que soit le paramètre d'angle sélectionné :

TP X Position Measurement panel	cleat	Calcul ARITHMETIQUE = 2.903 Def 2.903 Int .000 Calcul STATISTIQUE = 1.595	
TO Orientation Measurement panel	cleat	Calcul ARITHMETIQUE = .03067o Def .03067o Int .000 Calcul STATISTIQUE = .018819 Deg: 1.757d	Résultat en Radian Résultat en Degré

Exploitations Graphiques (Vecteurs ou couleurs)

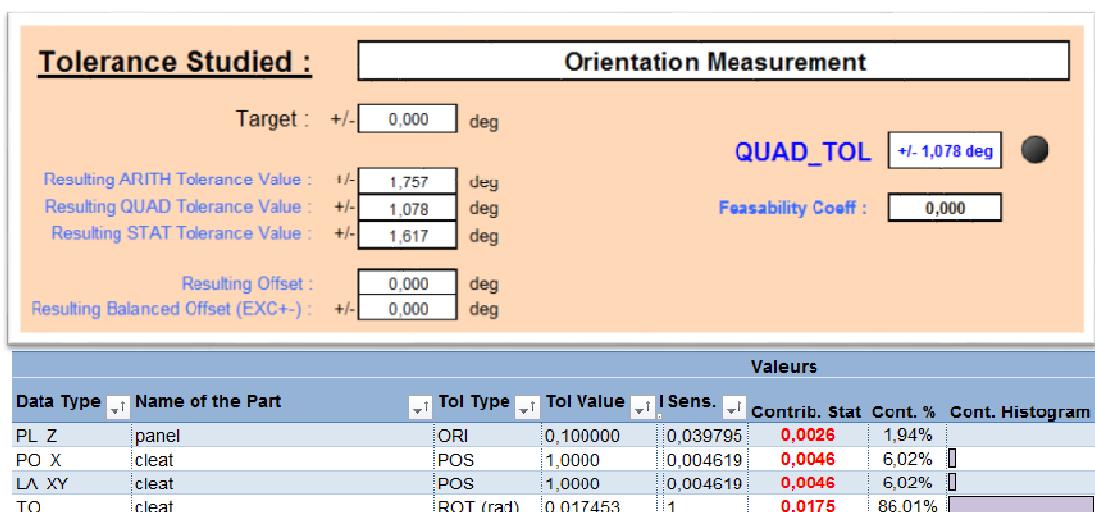
Les exploitations graphiques seront basées sur l'unité définie en paramètre

Exploitation dans Modele Analyser

Les résultats globaux seront affichés selon le mode défini. Le mode d'affichage est stocké dans le fichier MmStudy et donc lié à l'étude. Les contributeurs seront quant à eux toujours exprimés sur base radian.

Name of the Tolerance	Data Nb	Data Type	Calcul. Type	Target	Calc. Result	Feas. Coeff
Position Measurement	4	TP_X (Unit : mm)	QUAD_TOL	0,000	1,595	0,00
Orientation Measurement	5	TO (Unit : Dog)	QUAD_TOL	0,000	1,078	0,00

(Remarque : Les unités liées au point de mesure sont rappelés en colonne « Data Type » de la page synthèse)



8.10.5 Calcul par tirage aléatoire de Monte Carlo

Une simulation de type Monte Carlo, qui consiste à réaliser pour chaque cote un tirage dans une répartition (de forme quelconque) spécifique à cette cote, et ceci un grand nombre de fois (1000, 10000, ...) est possible.

Ceci revient à simuler "physiquement" un grand nombre d'assemblages, et n'impose aucune contrainte sur la distribution des tolérances.

Le résultat est par contre un résultat de simulation statistique et non pas un résultat algébrique « exact ».

Cette fonctionnalité permet d'aller beaucoup plus loin dans l'analyse statistique d'un modèle en intégrant des données techniques sur la réalisation des pièces et la maîtrise des processus, mais reste néanmoins complémentaire au calcul arithmétique (ou au pire cas) et statistique obtenus classiquement.

8.10.5.1 Principe

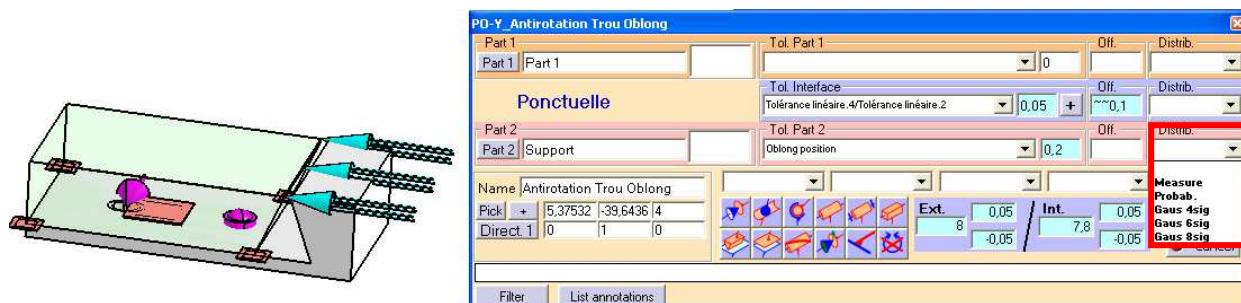
Le principe du tirage par Monte-Carlo est avant tout d'attribuer à chaque tolérance en entrée une distribution statistique spécifique illustrant la répartition des pièces en fonction de la tolérance réelle.

La résolution est ensuite effectuée par un grand nombre de tirages aléatoires successifs sur toutes les tolérances pour reconstituer une distribution sur les conditions fonctionnelles calculées.

Les informations et résultats seront ensuite tirés de cette « population » de valeurs résultats.

8.10.5.2 Définition des distributions spécifiques en entrée

Un menu déroulant pour chaque valeur de tolérance permet de choisir le mode de définition de chaque tolérance :



- par un lien vers le fichier de mesure (dans ce cas la valeur de 0,2 devient transparente) (voir ci dessous comment associer une tolérance à un fichier de mesure)
- par une distribution probabiliste ou uniforme (ici dans +/- 0,2 mm)
- par une distribution gaussienne définie à 4sig (ici +/-0,2 mm correspondrait à +/-2sig)
- par une distribution gaussienne définie à 6sig (ici +/-0,2 mm correspondrait à +/-3sig)
- par une distribution gaussienne définie à 8sig (ici +/-0,2 mm correspondrait à +/-4sig)
- par une distribution Min-Max (ici soit la valeur +0,2, soit la valeur -0,2 [aucune valeur intermédiaire autorisée])

D'autres distributions seront ajoutées par la suite.

Remarque :

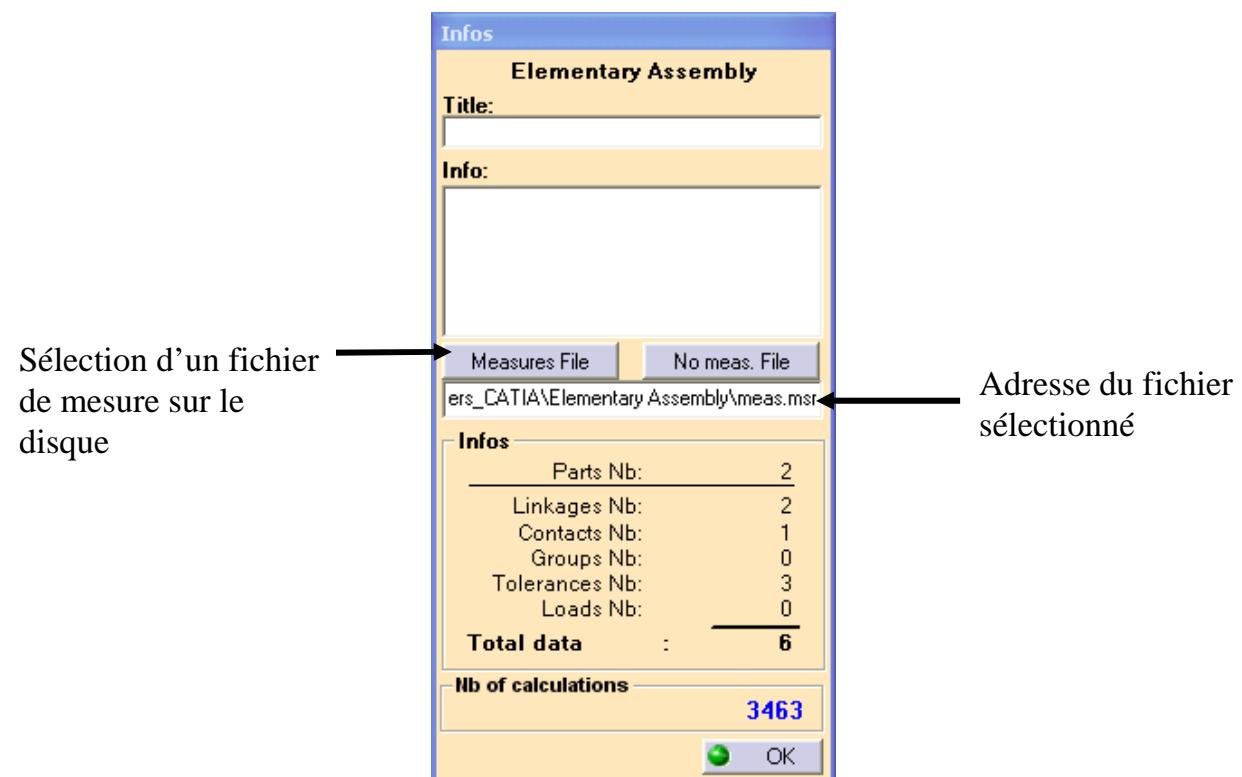
Il n'est pas nécessaire de déterminer ces infos sur toutes les données spécifiquement. Lors du calcul un paramètre général pourra être attribué à toutes les données non renseignées.

8.10.5.3 Associer une tolérance à un point d'un fichier de mesure

Plutôt que d'associer une distribution à une tolérance en entrée, il est possible de venir directement tirer aléatoirement des valeurs mesurées à partir d'un fichier de mesure si il existe.

8.10.5.3.1 Associer un fichier de mesure au modèle

Il faut tout d'abord associer **un fichier de mesure global au modèle MECAmaster**. Ce lien est défini par la commande Files/informations :



8.10.5.3.2 Structure du fichier de mesure

Un fichier de mesure est un tableau au format texte avec l'extension .msr.

Sa structure est constituée des points mesurés en colonne (un_a, un_b, ...) et des valeurs mesurées sur ces points en ligne.

Voici quelques informations complémentaires sur sa structuration :

- les deux premières lignes doivent être blanches.
- les noms des points mesurés sont définis en ligne 3 (attention à bien différencier tous les noms). C'est ce nom qui permettra de faire le lien entre la colonne de valeurs et la tolérance dans MECAmaster.
- un « complément de dépendance » en ligne 4 :
 - o ## : → la colonne est indépendante
 - o autre : → toutes les colonnes avec le même complément de dépendance sont liées
- les valeurs mesurées commencent à la ligne 5

un_a a	un_b a	un_c a	deux_a ##	deux_b ##	deux_c ##	trois_a ##	trois_b ##	trois_c ##	quatre_a ##	quatre_b ##	quatre_c ##
-1	-1	-1	-2	-2	-2	-3	-3	-3	-4	-4	-4
-0,99	-0,99	-0,99	-1,98	-1,98	-1,98	-2,985	-2,985	-2,985	-3,98	-3,98	-3,98
-0,98	-0,98	-0,98	-1,96	-1,96	-1,96	-2,97	-2,97	-2,97	-3,96	-3,96	-3,96
-0,97	-0,97	-0,97	-1,94	-1,94	-1,94	-2,955	-2,955	-2,955	-3,94	-3,94	-3,94
-0,96	-0,96	-0,96	-1,92	-1,92	-1,92	-2,94	-2,94	-2,94	-3,92	-3,92	-3,92
-0,95	-0,95	-0,95	-1,9	-1,9	-1,9	-2,925	-2,925	-2,925	-3,9	-3,9	-3,9
-0,94	-0,94	-0,94	-1,88	-1,88	-1,88	-2,91	-2,91	-2,91	-3,88	-3,88	-3,88
-0,93	-0,93	-0,93	-1,86	-1,86	-1,86	-2,895	-2,895	-2,895	-3,86	-3,86	-3,86
-0,92	-0,92	-0,92	-1,84	-1,84	-1,84	-2,88	-2,88	-2,88	-3,84	-3,84	-3,84
-0,91	-0,91	-0,91	-1,82	-1,82	-1,82	-2,865	-2,865	-2,865	-3,82	-3,82	-3,82
-0,9	-0,9	-0,9	-1,8	-1,8	-1,8	-2,85	-2,85	-2,85	-3,8	-3,8	-3,8
-0,89	-0,89	-0,89	-1,78	-1,78	-1,78	-2,835	-2,835	-2,835	-3,78	-3,78	-3,78

Voir fichier « meas.msr »

8.10.5.3.3 Rôle du « lien de dépendance »

L'intérêt du lien de dépendance est de pouvoir garder une cohérence ligne par ligne (les lignes correspondent souvent à la même pièce mesurée).

Exemple des colonnes un_a ; un_b et deux_a de la copie d'écran ci-dessus

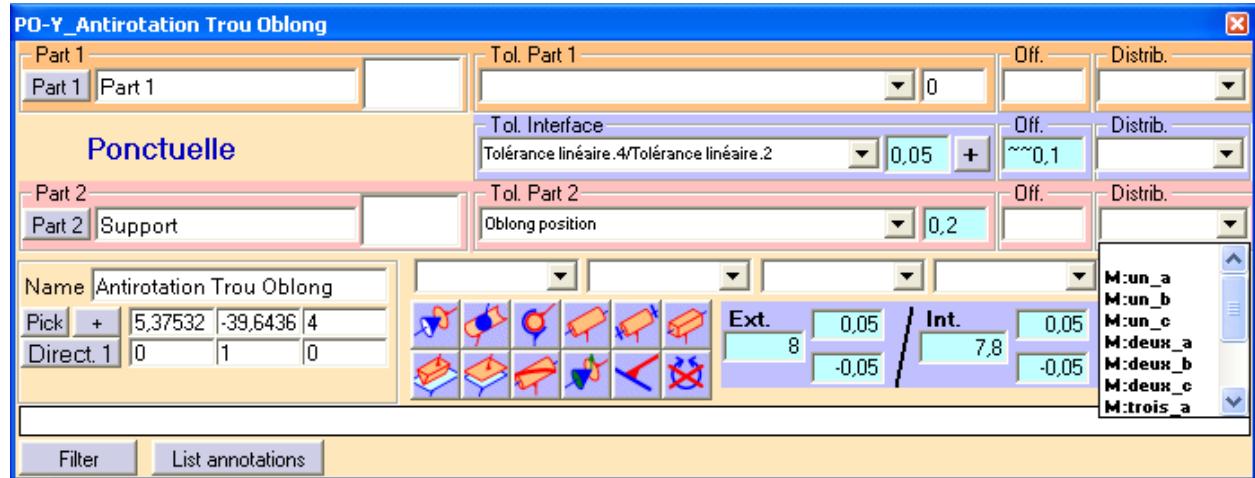
- les colonnes un_a et un_b sont liées (même complément de dépendance)
- la colonne deux_a est indépendante (## en complément de dépendance).

Les valeurs tirées sur les colonnes un_a et un_b seront systématiquement tirées **sur la même ligne**. La ligne tirée sur la colonne deux_a sera complètement aléatoire (et cela même si la colonne deux_a est utilisée dans deux données différentes).

L'objectif de cette dépendance est de pouvoir garder la cohérence des pièces et de faire au plus réaliste. Si toutes les mesures sur la même ligne correspondent à une même pièce mesurée, il est logique que les valeurs dans MECAmaster gardent cette cohérence de pièce et ne cassent pas un lien qui existerait à travers la fabrication entre deux points.

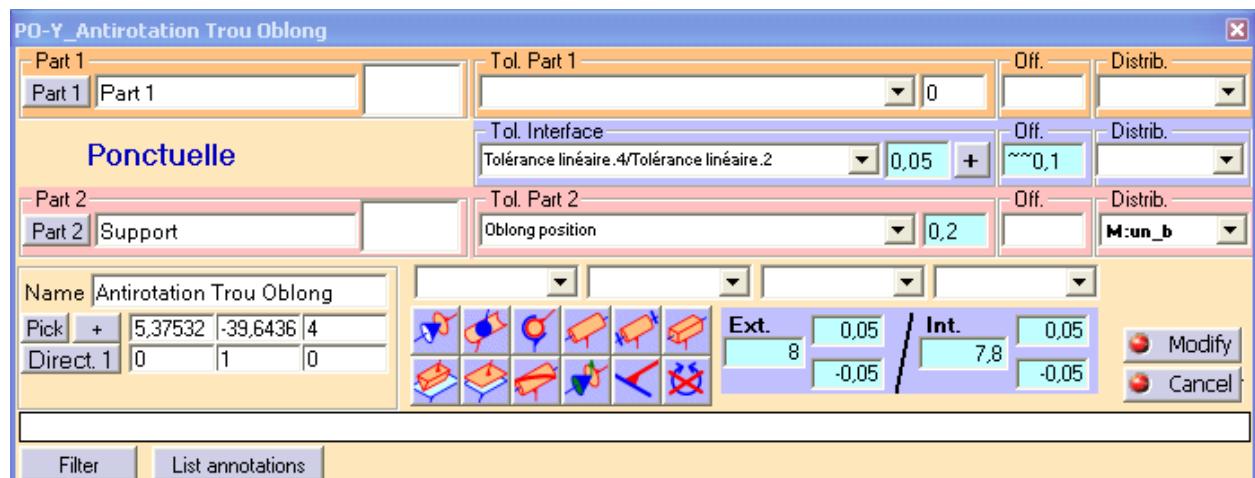
8.10.5.3.4 Associer un point de mesure du fichier à une tolérance dans MECAmaster

Si un fichier de mesure est associé au modèle, la sélection de « measure » dans la liste déroulante « Distrib » de la donnée MECAmaster va changer cette liste par la liste des points de mesures du fichier.



Il suffit alors de sélectionner le point correspondant.

Exemple :

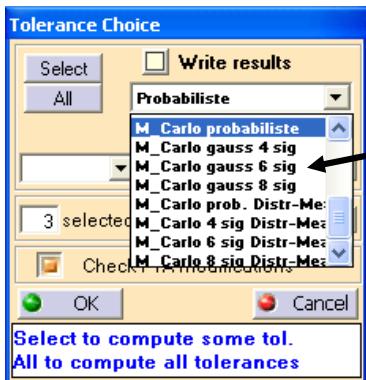


Ici la tolérance de position du trou oblong du support est lié au point « un_b ».

La valeur de 0,2 sera donc ignorée dans un calcul Monte-Carlo avec mesure qui prendra à chaque tirage une valeur réelle mesurée sur le point un_b à partir du fichier msr.

8.10.5.4 Calcul par tirage aléatoire de Monte-Carlo

Le calcul par tirage MC se lance comme un calcul standard par la commande « Calculations/Tolerances Calculations ». Après la sélection des conditions à calculer, le choix du type de calcul statistique se fera dans la fenêtre de lancement de calcul (comme pour un calcul statistique standard) :

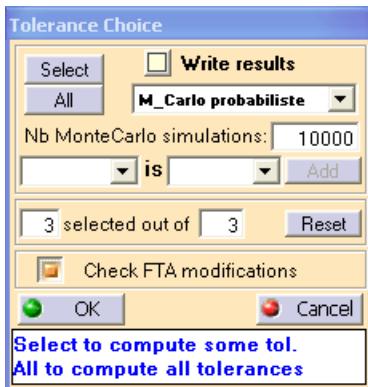


Choix d'un calcul statistique par tirage Monte-Carlo.

Tous les calculs statistiques effectués par la méthode de tirage aléatoire de Monte-Carlo sont précédés de M_Carlo.

- **M_Carlo Probabiliste** : force toutes les tolérances à suivre des distributions probabilistes
- **M_Carlo gauss 4 sig** : force toutes les tolérances à suivre des distributions normales (ou gaussiennes) à 4sig (la tolérance définie dans la liaison correspond à +/-2sigma de la distribution)
- **M_Carlo gauss 6 sig** : force toutes les tolérances à suivre des distributions normales (ou gaussiennes) à 6sig (la tolérance définie dans la liaison correspond à +/-3sigma de la distribution)
- **M_Carlo gauss 8 sig** : force toutes les tolérances à suivre des distributions normales (ou gaussiennes) à 8sig (la tolérance définie dans la liaison correspond à +/-4sigma de la distribution)
- **M_Carlo min-max** : force toutes les tolérances à suivre des distributions min-max
- **M_Carlo Prob. Distr/meas** : force toutes les tolérances sans Distrib (distribution ou mesures) à suivre des distributions probabilistes, les autres suivant les distributions ou mesures définies en Distrib
- **M_Carlo 4 sig . Distr/meas** : force toutes les tolérances sans Distrib (distribution ou mesures) à suivre des distributions de Gauss à 4 sigma, les autres suivant les distributions ou mesures définies en Distrib
- **M_Carlo 6 sig . Distr/meas** : force toutes les tolérances sans Distrib (distribution ou mesures) à suivre des distributions Gauss à 6 sigma, les autres suivant les distributions ou mesures définies en Distrib
- **M_Carlo 8 sig . Distr/meas** : force toutes les tolérances sans Distrib (distribution ou mesures) à suivre des distributions Gauss à 8 sigma, les autres suivant les distributions ou mesures définies en Distrib
- **M_Carlo min-max . Distr/meas** : force toutes les tolérances sans Distrib (distribution ou mesures) à suivre des distributions min-max

Choix du nombre de tirage pour le calcul MONTE CARLO (nombre d'assemblages virtuels reconstitués pour reconstruire une distribution sur le résultat):



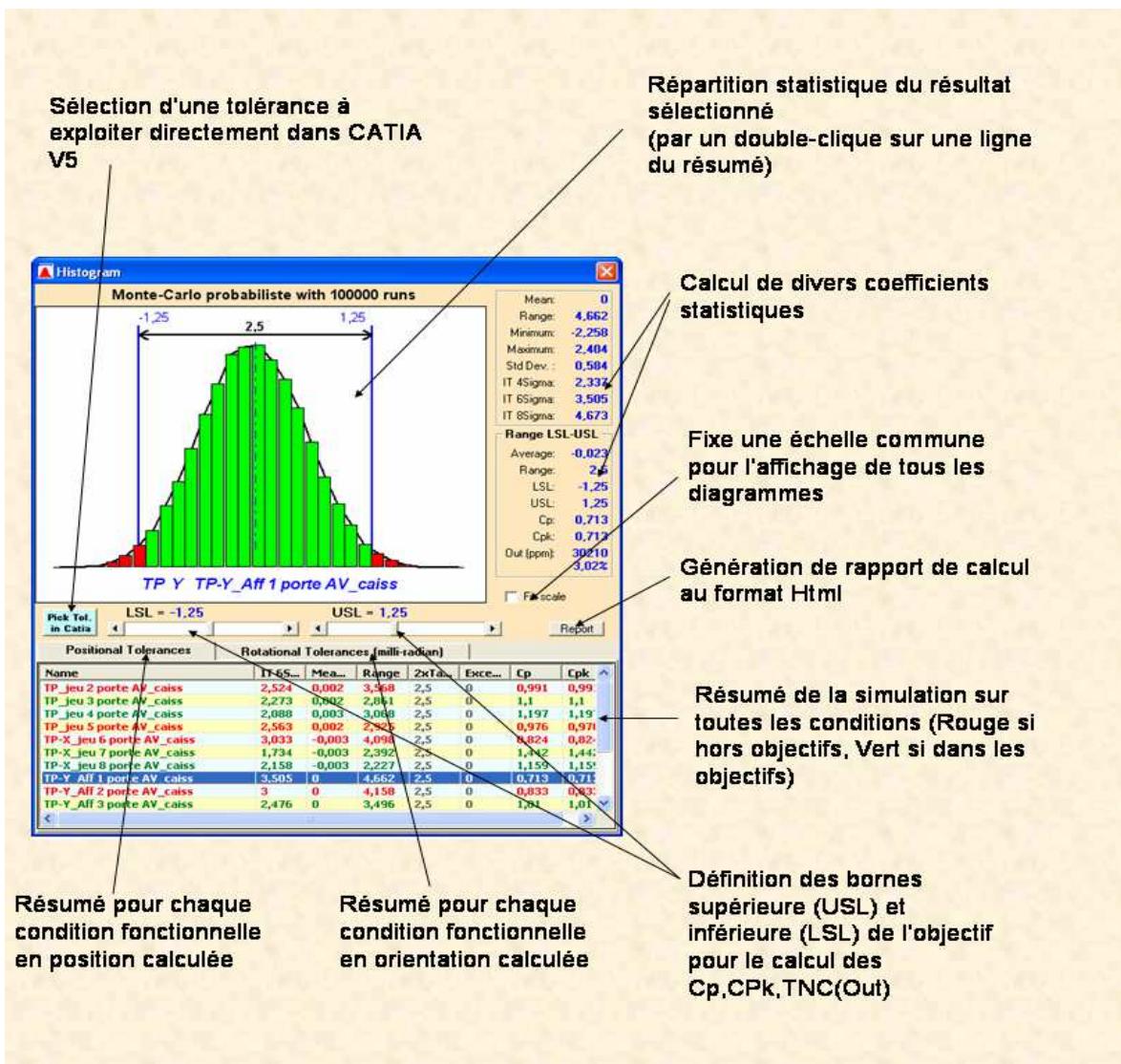
Nombre de tirages pour la simulation :
Possible de 10 000 à 1 000 000

Plus le nombre est important, plus la simulation est représentative de la réalité, mais plus le temps de calcul augmente ...

8.10.5.5 Histogrammes Résultats

Les résultats sur les conditions calculées sont présentées sous forme d'histogrammes (qui apparaissent par la commande MONTE-CARLO du menu d'exploitation).

Un double clique dans la partie inférieure de la donnée que l'on veut analyser met à jour tout le diagramme et informations associées.



Remarques :

- Les bornes USL et LSL sont initialisées aux valeurs définies en objectif si elles existent, ou à +/-3 sigmas par défaut

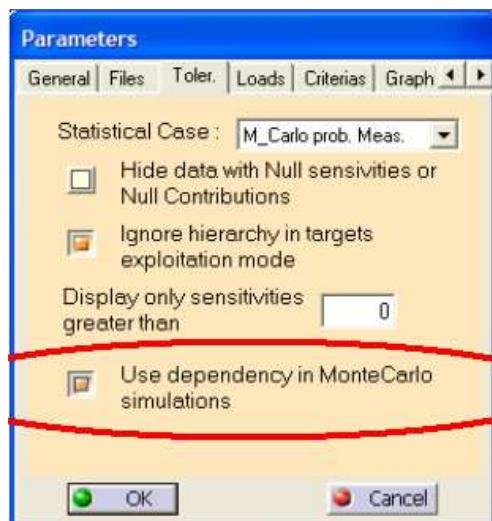
Exploitations des Conditions dépendantes

Il est possible pour tous les calculs par tirage aléatoire MC de regarder et d'analyser la dépendance entre plusieurs Tolérances en Position/Orientation pour plus d'exploitations (par exemple différence entre deux points mesurés comme l'entraxe entre deux trous, rapport entre deux points, queue de billard ...).

Cette dépendance est exploitable dans un fichier tableur au format texte généré par le calcul (.d_) dans le répertoire de travail de MECAmaster. Les conditions calculées y apparaissent en colonne, les valeurs obtenues à chaque tirage en ligne.

L'utilisateur peut alors pour chaque tirage calculer la différence entre deux points, ...

Pour obtenir ce fichier (dont l'écriture est désactivée par défaut pour de meilleures performances), il faut activer le paramètre : « Use dependency in MonteCarlo simulations » .



Remarque :

une fois actif, ce paramètre est ensuite enregistré comme valeur par défaut à l'initialisation de tout modèle. Comme l'écriture du fichier (notamment sur les modèles à fort nombre de tirage) coûte du temps, il est conseillé aux personnes ne travaillant pas sur la dépendance des résultats de garder ce paramètre par défaut inactif.

8.10.5.6 Imports Nuage de Points Lignes

Pour faciliter les exploitations graphiques (type « calcul de distance mini », ...), il est possible dans MECAmaster V7.2 d'importer des résultats d'un calcul Monte-Carlo sous forme d'un nuage de points ou d'un nuage de lignes (ou polylignes pour recréer un contour de pièce par exemple ...)

Ce calcul utilise la fonction dépendance de la simulation Monte-Carlo MECAmaster (voir paragraphe précédent) et va importer dans CATIA V5 pour un point ou une ligne les différentes positions atteintes lors des tirages Monte-Carlo.

Cette exploitation est accessible dans le menu d'exploitation d'un calcul Monte-Carlo par le bouton « Import Pts/lines »



8.10.5.6.1 Définition des Tolérances en Position pour pouvoir utiliser cette exploitation

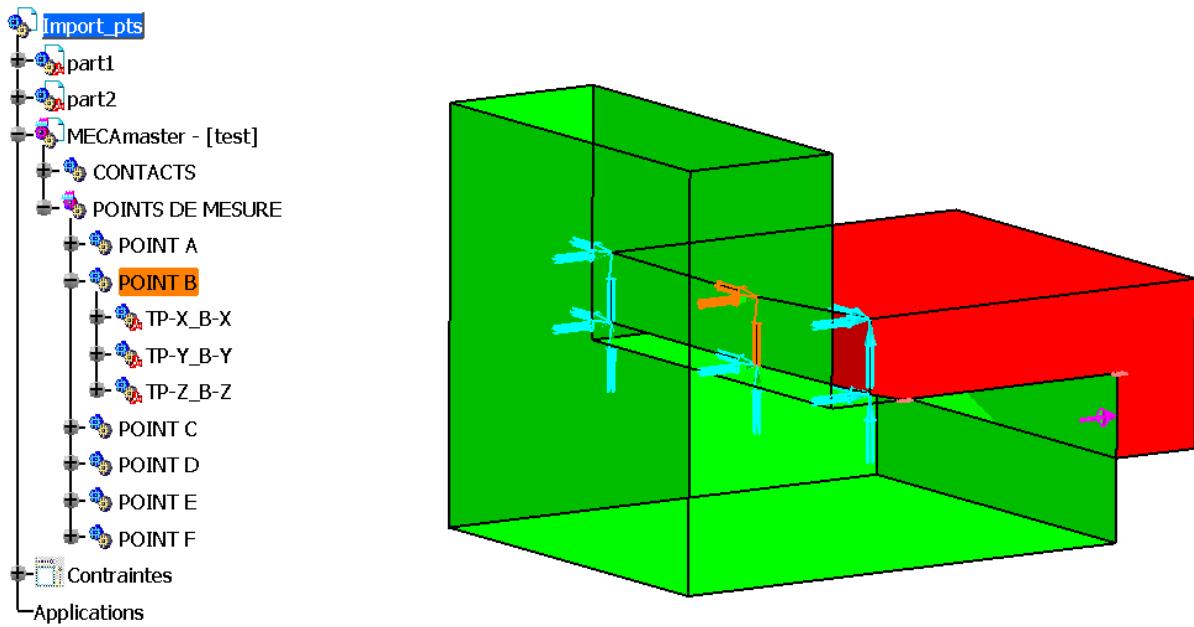
Il faut définir sur chaque Point géométrique dont on veut importer le nuage de points (correspondants aux différentes positions atteintes lors d'un calcul Monte Carlo) 3 tolérances en position :

- la première appliquée sur le point et dans la direction X de l'assemblage
- la deuxième appliquée sur le point et dans la direction Y de l'assemblage
- la troisième appliquée sur le point et dans la direction Z de l'assemblage

Il est important que les 3 tolérances soient appliquées au même point, dans les trois directions X, Y et Z et qu'elles apparaissent dans cet ordre dans l'arbre CATIA V5.

Il peut y avoir plusieurs Points (donc groupe de 3 TPs) dans un même calcul, mais il est également important qu'il n'y ait pas d'autres Tolérances en Position que celles nécessaire à l'import graphique.

Voir l'exemple CATIA « Import_Pts » avec une mesure sur 6 points (Le regroupement par paquet n'est pas nécessaire, mais aide à la compréhension de l'arbre)

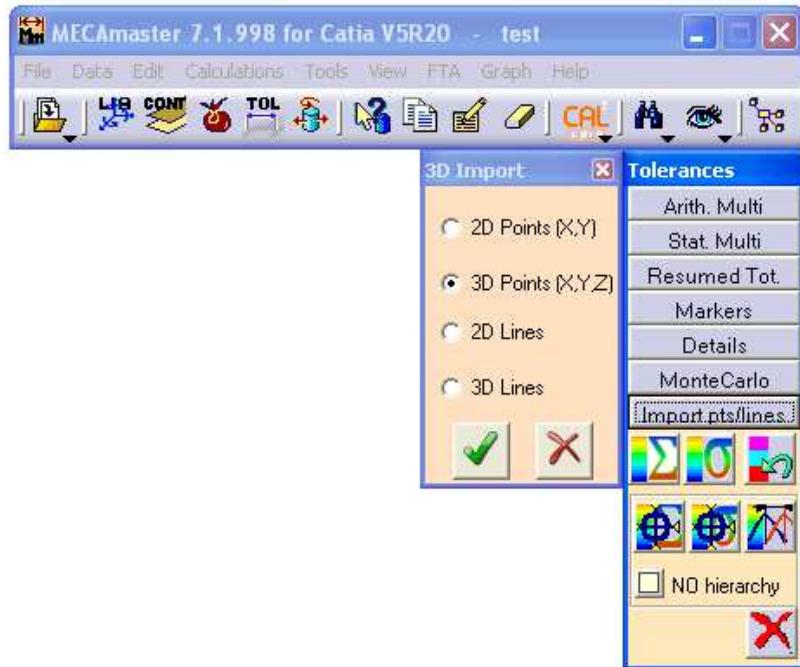


8.10.5.6.2 Import Graphique

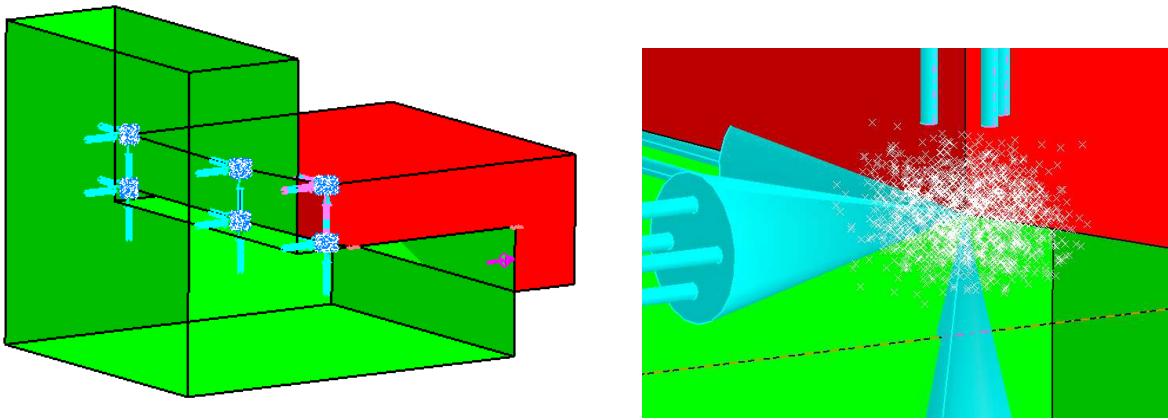
Pour réaliser l'import graphique, il est nécessaire :

- d'activer le paramètre MECAmaster « Use Dependancy in Monte-Carlo Simulation » (File/Options, onglet « Toler. »)
- de lancer un calcul par simulation Monte-Carlo

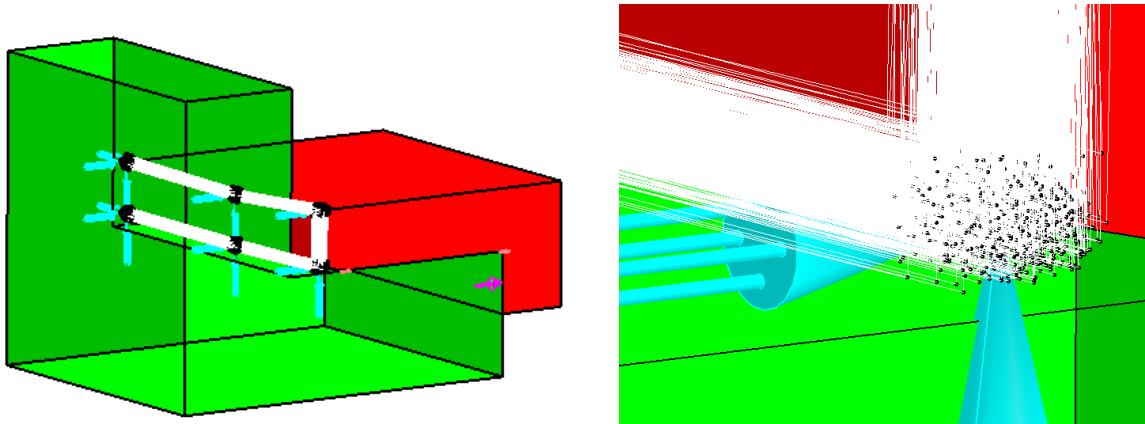
A l'issue du calcul le logiciel proposera différents types d'import 3D en cliquant sur le bouton « Import Pts/lines » du menu d'exploitation :



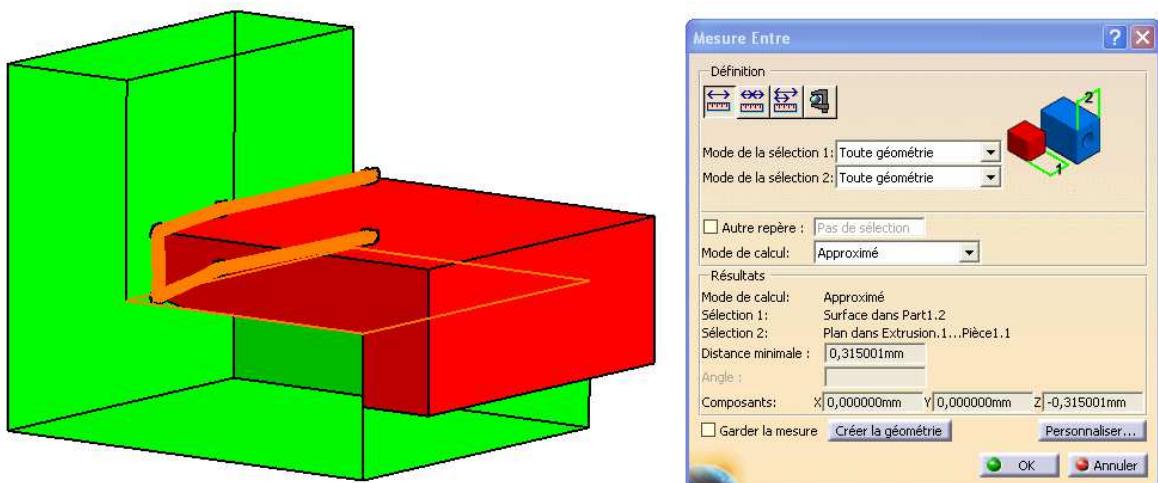
Mode 3D Points : le logiciel importera pour chaque point mesuré un nuage de points correspondant aux différentes positions atteintes par chaque point lors des différents tirages Monte-Carlo :



Mode 3D Lines : le logiciel importera une polyligne par tirage Monte-Carlo reliant les points dans l'ordre dans lequel ils apparaissent dans l'arbre, ici A-B-C-D-E-F. (Cette fonction sera utile pour exploiter la position d'un contour d'une pièce notamment sur les questions d'orientation, de queue de billard, ...)



L'utilisation des commandes CATIA de mesure entre deux composants permet ensuite de trouver directement la distance mini entre le nuage de points/lignes importé et la pièce Part1 :



ATTENTION :

Pour des raisons de performances graphiques, l'import est limité à un nombre maximal de tirage Monte-Carlo à définir en options (1500 par défaut). Cet import ne représente donc QUE ces tirages et pas l'ensemble de la simulation. D'autres lois statistiques (type Min-Max) seront rajoutées ensuite dans les possibilités de calcul Monte-Carlo (bien que ce soit déjà possible grâce à l'utilisation d'un fichier de mesure) pour optimiser l'exploitation de cet export.

NB : l'exploitation propose aussi un import 2D pour les Points et les Lignes, le principe est rigoureusement identique au précédent mais nécessite uniquement deux Tolérances en Position par Points : une en X et une en Y. La coordonnée Z sera forcée à 0 pour tous les points.

8.10.6 Calcul de tolérance pour exploitation graphique par visualisation 3D des déplacements de pièces

Une des évolutions majeures de la version 7.3 est l'exploitation graphique par Visualisation 3D des déplacements de pièces.

Le principe pour l'application MECAmaster est de manipuler et de déplacer en 3D les pièces de l'assemblage afin de mettre en évidence certains résultats de calcul.

Attention cependant, cette visualisation est un outil de compréhension des résultats permettant de mieux cerner les phénomènes à l'origine des valeurs calculées mais n'est pas un résultat de calcul.

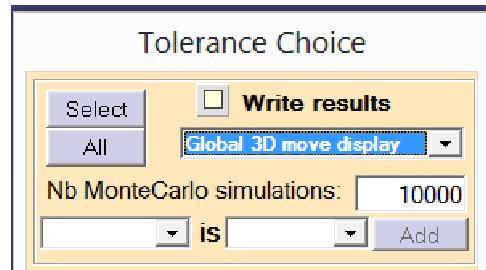
Deux modes sont proposés :

- Visualisation des résultats des chaines de cotes
- Visualisation des effets des composantes simples

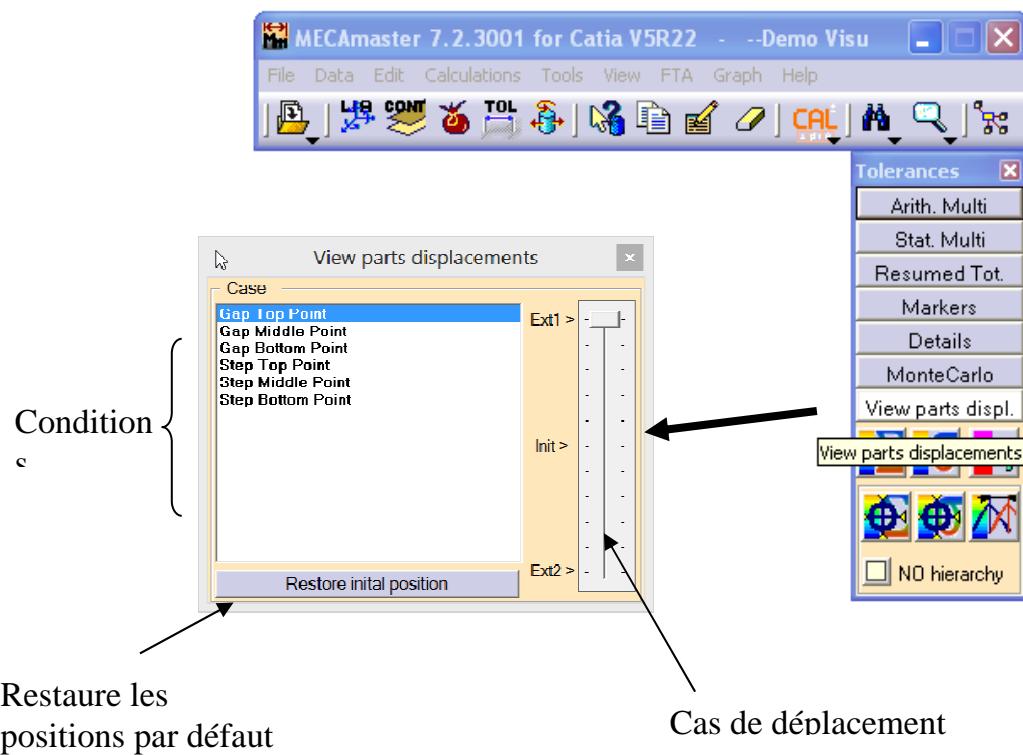
8.10.6.1 Visualisation des résultats des chaines de cotes

Dans ce mode, MECAmaster propose de déplacer les pièces de l'assemblage dans une configuration qui recrée la configuration du déplacement maximal calculé sur une Tolérance en Position/Orientation sélectionnée.

L'accès à ce mode se fait par un calcul multi-cotes (ie sur plusieurs cotes conditions) avec le paramètre de calcul statistique : « Global 3D Move display ».



Une fois le calcul effectué, l'utilisateur devra cliquer sur le bouton « View parts Displacements » pour accéder au menu d'exploitation de visu 3D.



Pour déterminer comment déplacer les pièces, l'utilisateur doit sélectionner :

- la condition calculée dont on souhaite visualiser l'extremum (dans la liste)
- le cas de positionnement parmi les cas disponibles

Le cas de positionnement peut être soit réglé simplement via la barre de défilement à droite, soit spécifié explicitement via le bouton More.

Cas de positionnement :

Puisque le résultat sur la condition calculée n'est pas forcément obtenu dans une configuration unique, MECAmaster va proposer pour chaque condition calculée de visualiser 10 cas de positionnements différents :

- Cas 1 : Extremum 1 sur la condition
- Cas 2 : Résultat à 5 centiles de l'extremum 1
- Cas 3 : Résultat à 5 centiles de l'extremum 1
- Cas 4 : Résultat à 10 centiles de l'extremum 1
- Cas 5 : Résultat à 10 centiles de l'extremum 1
- Cas Neutre : Pièces remises en position initiale
- Cas 6 : Résultat à 10 centiles de l'extremum 2
- Cas 7 : Résultat à 10 centiles de l'extremum 2
- Cas 8 : Résultat à 5 centiles de l'extremum 2
- Cas 9 : Résultat à 5 centiles de l'extremum 2
- Cas 10 : Extremum 2 sur la condition

Ce qui donne par exemple, pour un résultat dont les extréums sont +/-1mm

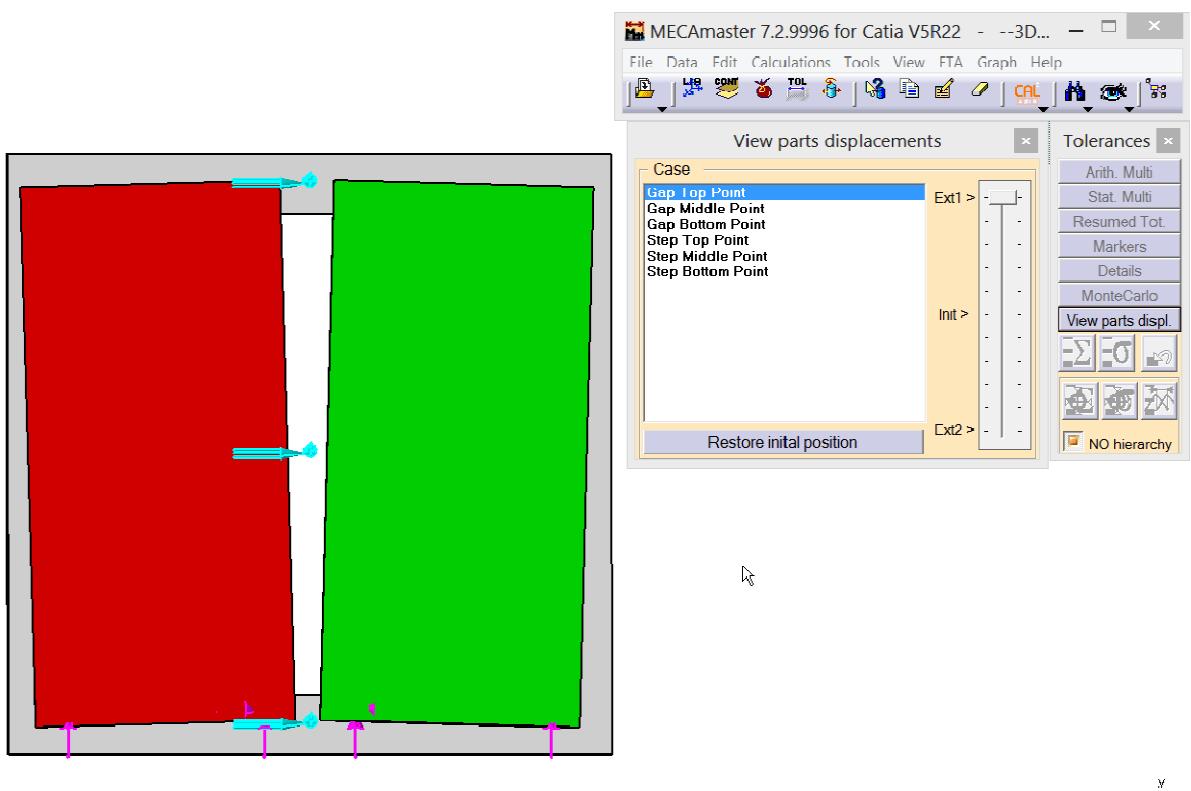
- Cas 1 : cas où le résultat est -1mm sur la condition sélectionnée
- Cas 2 : cas où le résultat est -0,95mm sur la condition sélectionnée
- Cas 3 : autre cas où le résultat est -0,95mm sur la condition sélectionnée
- Cas 4 : cas où le résultat est -0,9mm sur la condition sélectionnée
- Cas 5 : autre cas où le résultat est -0,9mm sur la condition sélectionnée
- Cas 6 : autre cas où le résultat est +0,9mm sur la condition sélectionnée
- Cas 7 : cas où le résultat est +0,9mm sur la condition sélectionnée
- Cas 8 : autre cas où le résultat est +0,95mm sur la condition sélectionnée
- Cas 9 : cas où le résultat est +0,95mm sur la condition sélectionnée
- Cas 10 : cas où le résultat est +1mm sur la condition sélectionnée

Pour info, le calcul est basé sur un calcul Monte-Carlo Min-Max pour essayer d'identifier les cas extréums les plus rapidement possible.

Attention :

- les valeurs de tolérances définies en input dans la donnée Tolérance en Position (ou Orientation) sont ignorées dans la visualisation. Seules les valeurs définies dans les liaisons/contacts sont prises en compte.
- Les pièces ne sont pas déformées, juste déplacées indépendamment les unes des autres ce qui peut visuellement dégrader les interfaces entre les pièces (clash matière, ...)
- Les noms de pièces dans MECAmaster doivent correspondre aux noms de pièces dans CATIA V5.
- Les pièces liées au modèle MECAmaster doivent être situées à la racine de l'arbre CATIA
- Le modèle ne doit présenter aucune mobilité

Exemple : Visualisation de l'Extremum 1 sur la condition Gap Top Point

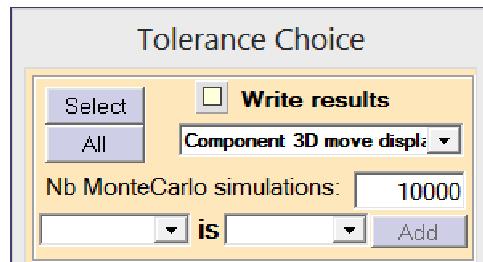


Les pièces sont déplacées pour faire apparaître un cas de positionnement où le résultat est maximal sur la Tolérance en Position « Gap Top Point ».

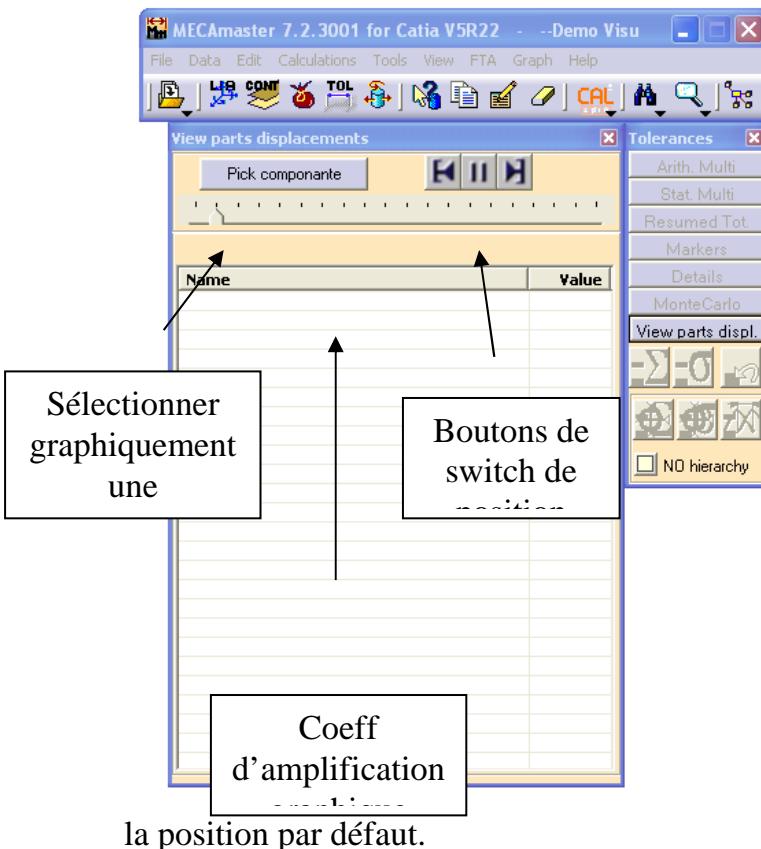
8.10.6.2 Visualisation des composantes de chaines de cotes

Dans ce mode, MECAmaster déplace les pièces de l’assemblage **en fonction d’un déplacement unitaire simulé sur une composante seulement**. Les valeurs de tolérances sont donc ignorées, c’est plutôt l’aspect sensibilité de la composante que l’on cherche à visualiser.

L’accès à ce mode se fait par un calcul multi-cotes (ie sur plusieurs cotes conditions) avec le paramètre de calcul statistique : « Component 3D move display ».



Une fois le calcul effectué, l’utilisateur devra cliquer sur le bouton « View parts Displacements » pour accéder au menu d’exploitation de visu 3D :



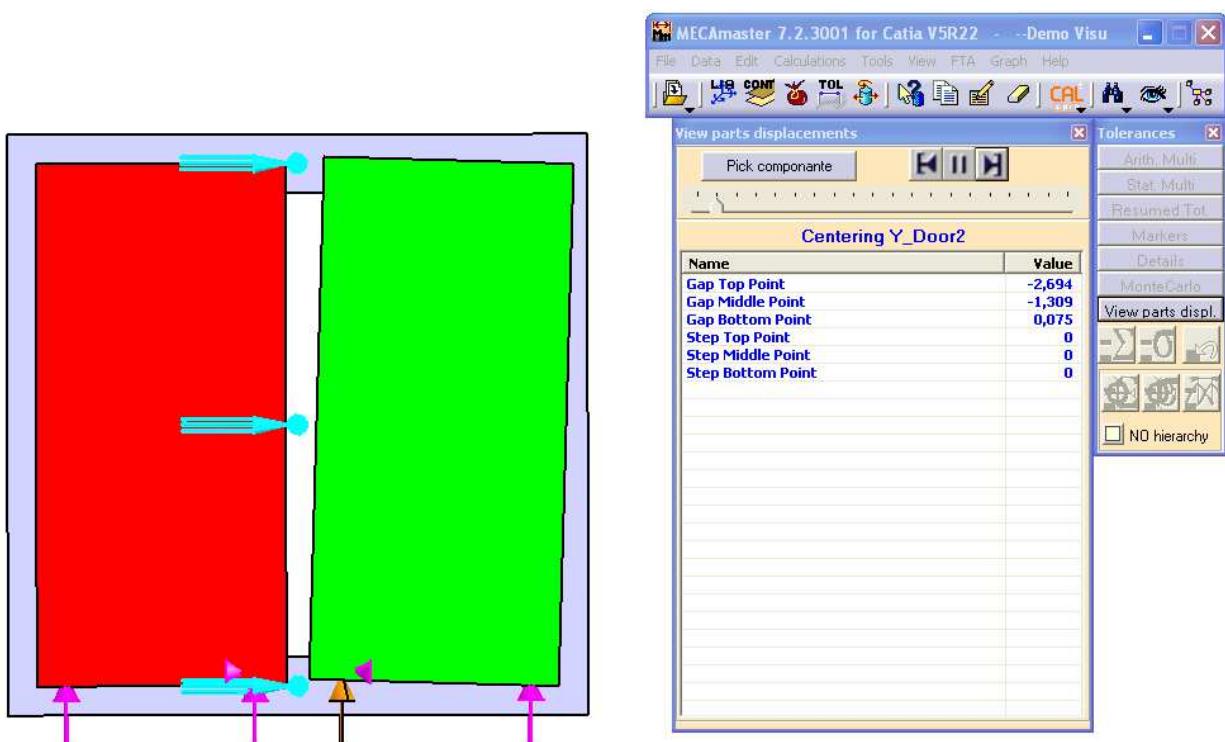
La sélection d'une composante à visualiser (par le bouton « Pick Composante ») va :

- entraîner le déplacement de toutes les pièces en fonction du déplacement unitaire sur cette composante, et
- rappeler la résultante de ce déplacement sur toutes les conditions calculées

Un coefficient d'échelle permettra d'amplifier artificiellement le déplacement graphique.

Des boutons permettront de visualiser le déplacement dans les deux configurations opposées et de restaurer la position par défaut.

Exemple : Visualisation de l'impact de la composante Centering Y_Door2



Les pièces sont déplacées compte tenu d'un déplacement unitaire simulé sur la composante Centering Y_Door2. Les déplacements numériques résultants sur les Points de mesures sont rappelés dans le tableau.

Attention :

- Dans la version 7.3 seules les données à composante simple : « Ponctuelle » « Arrêt en Rotation » et « Groupe 1 pt » sont admises pour la visualisation 3D par composantes.
(Pour visualiser les composantes de toute autre donnée, l'utilisateur pourra avant le calcul substituer cette donnée par une combinaison de Ponctuelles et Arrêts en Rotation ...)
- Les pièces ne sont pas déformées, juste déplacées indépendamment les unes des autres ce qui peut visuellement dégrader les interfaces (clash matière, ...)
- Le modèle ne doit présenter aucune mobilité
- Les noms de pièces dans MECAmaster doivent correspondre aux noms de pièces dans CATIA V5.
- Les pièces liées au modèle MECAmaster doivent être situées à la racine de l'arbre CATIA

8.10.7 Calcul de tolérance (simple ou multiple) avec variation de paramètre

Il est possible comme pour les calculs d'efforts de faire un calcul de tolérance coupler à une simulation qui fait évoluer la valeur d'un paramètre numérique de CATIA V5.

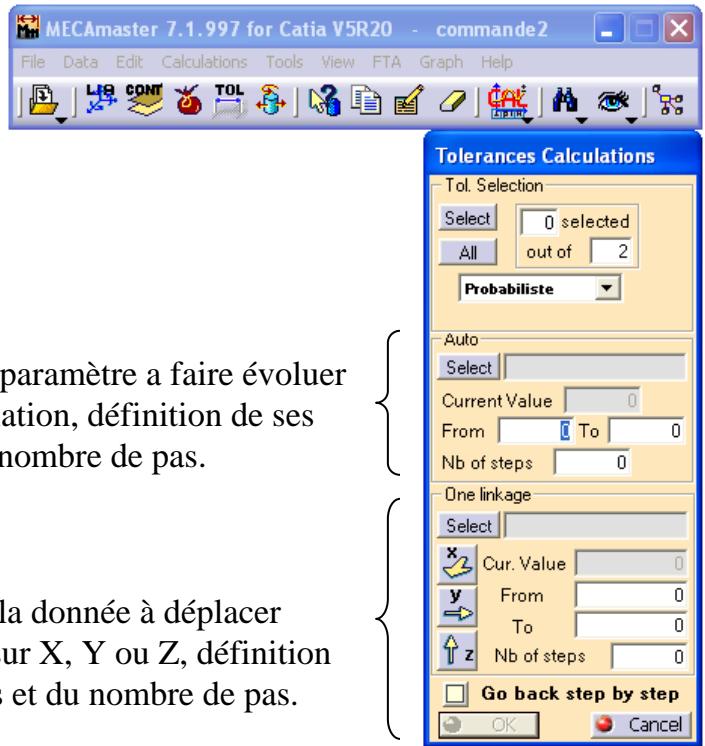
Ce paramètre peut impacter la dimension d'une pièce, la position cinématique d'un mécanisme, la position ou l'orientation d'une donnée MECAmaster ...

Attention :

Il peut être nécessaire de créer une associativité entre les données MECAmaster et les pièces CATIA V5 si ces données devaient être impactées par le changement du paramètre.

8.10.7.1 Lancer un calcul de tolérance avec simulation

Le calcul se lance par la commande « Calculations / Multi Positions Tol. Calculations » ou bouton dédié de la barre d'outil.



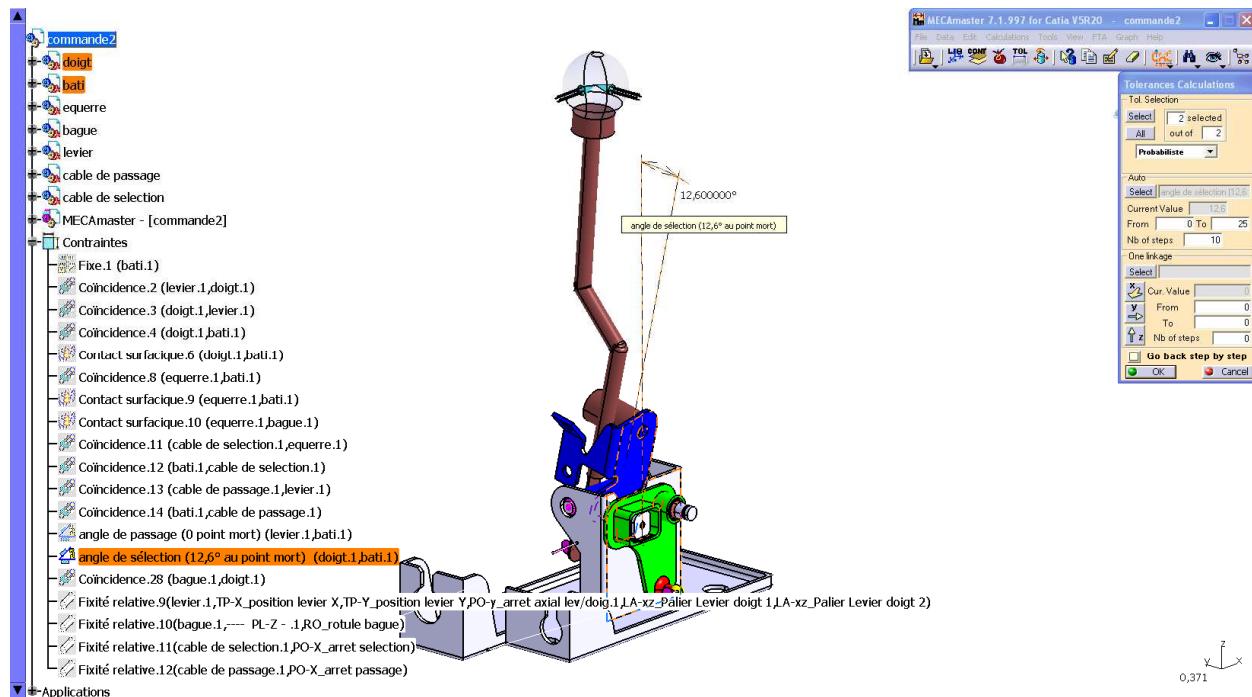
Sélection du paramètre à faire évoluer dans la simulation, définition de ses bornes et du nombre de pas.

OU

Sélection de la donnée à déplacer simplement sur X, Y ou Z, définition de ses bornes et du nombre de pas.

Exemple :

Etudier l'évolution du défaut de localisation d'une boule de levier de vitesse en fonction de la position cinématique du mécanisme (voir modèle commande)



On souhaite piloter la position du paramètre : « Angle de Selection » (qui est une contrainte d'angle) pour une simulation de 0° à 25° en 10 pas.

8.10.7.2 Exploitation dans le cas d'un calcul simple (sur une Tolérance en Position/Orientation)

Si une seule tolérance en position est calculée, le logiciel demande en exploitation via la commande « Plot Tol » de sélectionner une Liaison/Contact MECAmaster pour tracer l'évolution :

- de son influence
- de sa contribution
- du résultat arithmétique sur la Tolérance en Position/Orientation calculée
- du résultat statistique sur la Tolérance en Position/Orientation calculée
- du résultat en Excentration +- (balanced offset) sur la Tolérance en Position calculée

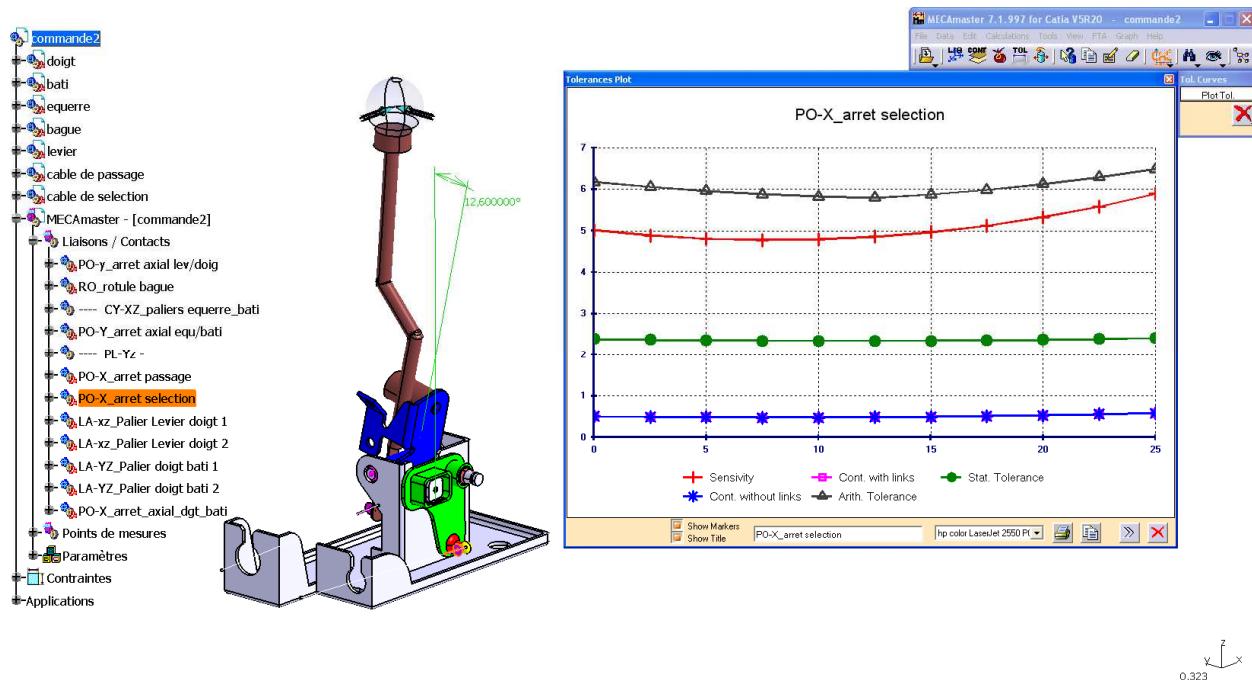
en fonction du paramètre de la simulation.

Remarque :

Si l'utilisateur souhaite juste exploiter les résultats sur la Tolérance en Position/Orientation, il peut sélectionner n'importe quelle liaison/contact.

Le contrôle utilisé pour les courbes est le même que pour l'analyse d'influence, voir description dans le paragraphe en question.

Exemple d'un calcul de la dispersion en Y uniquement sur la commande

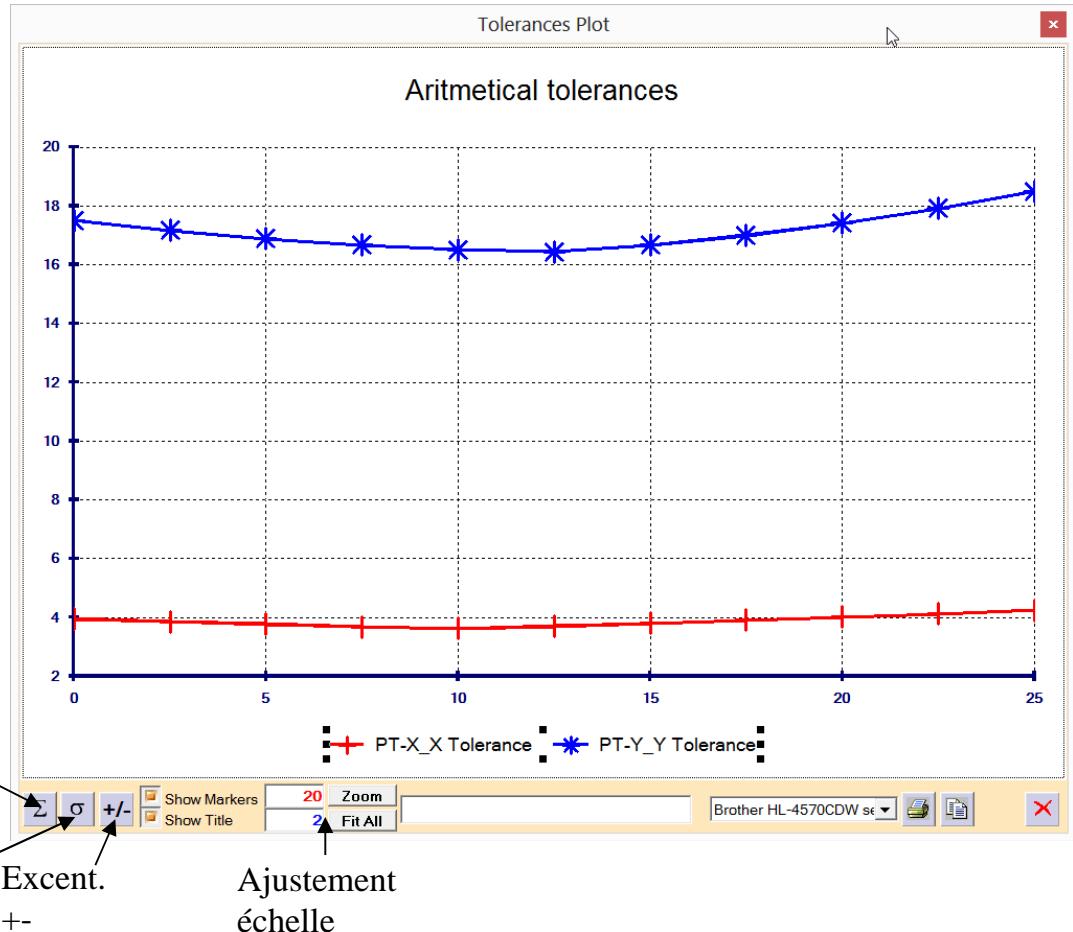


8.10.7.3 Exploitation dans le cas d'un calcul simple (sur une Tolérance en Position/Orientation)

Si plusieurs Tolérances en Position/Orientation sont calculées pendant la simulation, MECAmaster affichera directement les courbes d'évolution.

Seul le résultat de chaque Tolérance en Position/Orientation sera visualisé, ou bien en mode arithmétique (bouton « grand sigma »), ou bien en mode statistique (bouton « petit sigma »).

Exemple d'un calcul de la dispersion en X et en Y sur la commande



Remarques :

- Comme pour toutes les courbes dans MECAmaster, la valeur du paramètre est marquée en abscisse et le résultat du calcul en ordonnée
- Un double-clic sur une des légendes fait disparaître la courbe associée.
- il est possible de spécifier les limites de l'échelle des ordonnées (ici $Y_{min} = 2$, $Y_{max} = 20$) et de zoomer entre ces bornes (bouton Zoom), ou d'auto ajuster l'échelle sur les résultats (Fit All).

8.11 Calcul de tolérances sur plusieurs produits MECAmaster

Si l'utilisateur dispose d'un assemblage intégrant plusieurs sous-produits MECAmaster, il peut demander d'exécuter un calcul de tolérances concaténant les données provenant de tous les modèles (non désactivés) présents dans l'arbre CATIA V5.

Le comportement sera identique à un calcul simple.

La commande du menu déroulant de la barre d'outil **All Tolerances. In All Mm models** doit alors être utilisée.

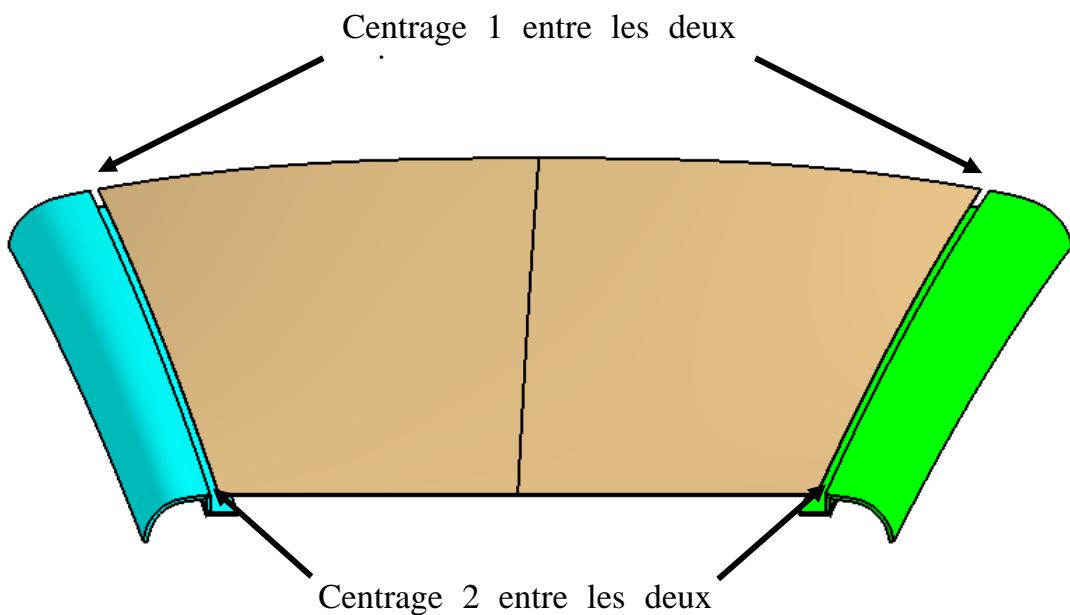
Remarque :

Le choix des points de mesure est désactivé dans ce mode. Tous les points de mesures activés identifiés seront systématiquement calculés.

8.12 Définition d'une donnée « Point Milieu » ou équilibrEUR

Il existe dans l'industrie de nombreux procédés industriels qui utilisent un principe d'auto centrage latéral entre deux points pour « balancer » les défauts de part et d'autre d'une pièce.

Par exemple : on cherche à centrer ce capot entre les deux ailes en deux points (à l'avant, et à l'arrière) :

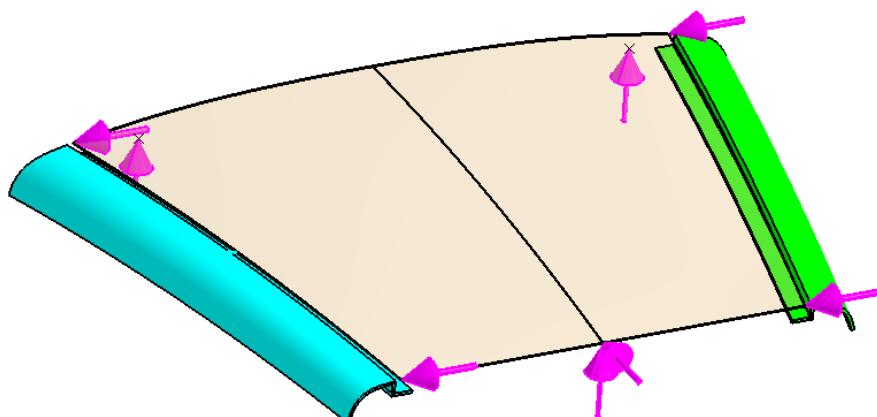


Chaque centrage bloque cinématiquement un seul degré de liberté en translation (Le capot étant par ailleurs positionné sur 3 appuis en Z et un appui en X (voir fichier CATIA)).

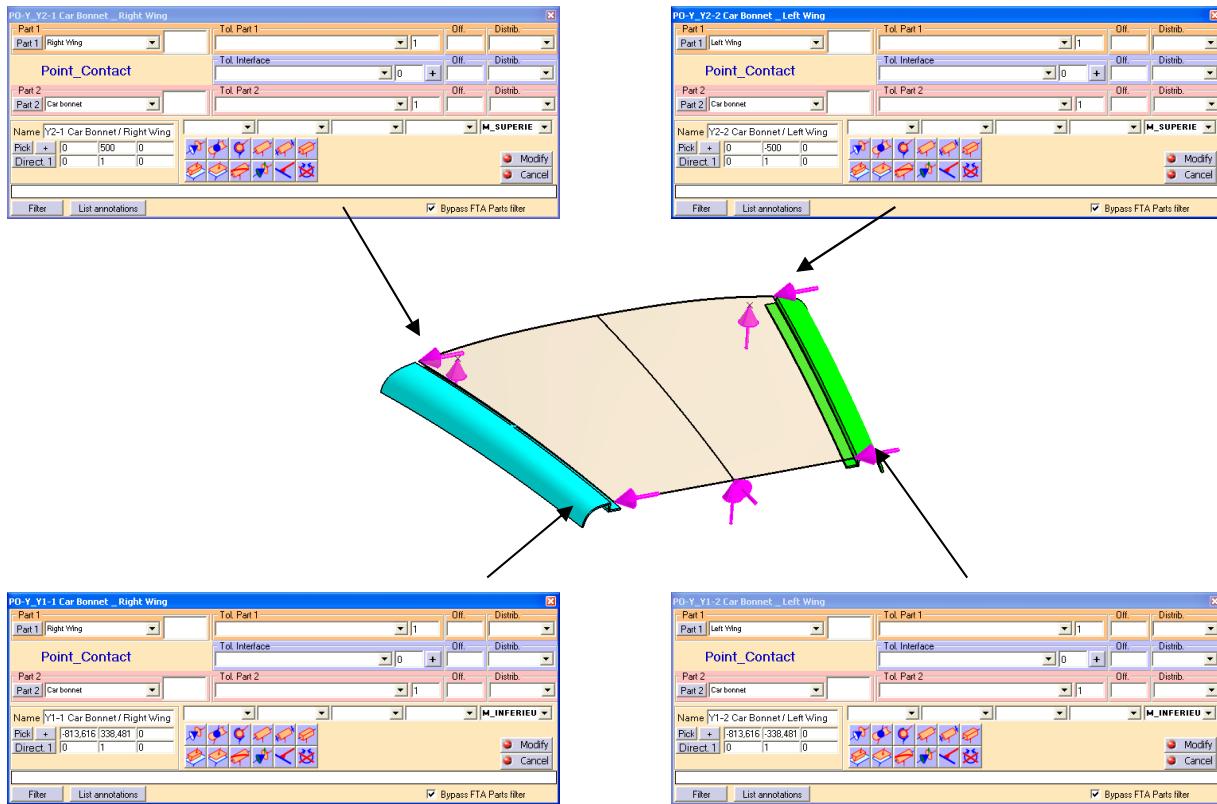
La modélisation dans MECAmaster du principe mécanique industriel (ou d'un mécanisme équivalent type compas, ...) permet de le prendre en compte de manière rigoureuse dans les calculs et simulation. Cela peut néanmoins être lourd et nécessiter l'utilisation de « pièces virtuelles » ...

Il est possible dans MECAmaster V7.2 de définir directement une relation entre deux ponctuelles en vis à vis pour créer un autocentrage. **Sur le principe, l'influence « globale » sera équitablement répartie sur les deux ponctuelles quel que soit le point de mesure. Attention donc à l'utiliser correctement ...**

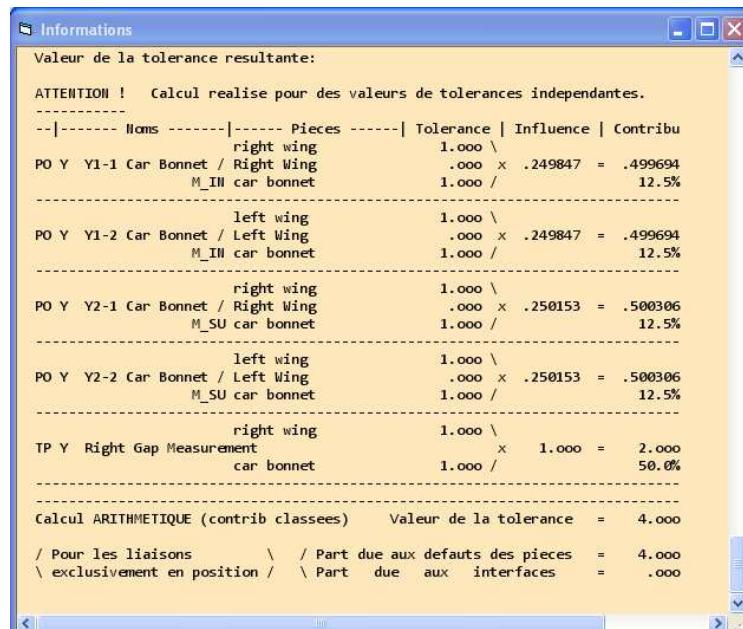
L'exemple du modèle suivant serait hyperstatique d'ordre 2 si on ne créait pas le balancement pour équilibrer les deux points en Y à l'avant (ce qui cinématiquement revient à 1 seul Y) et les deux points en Y à l'arrière :



Le lien entre deux ponctuelles en vis à vis sera défini par une valeur en critère 5 de la donnée identique sur les deux liaisons Ponctuelles, avec la syntaxe suivante : « M_Name » où Name est le nom du lien.



Le Résultat d'un calcul fera alors intervenir les 4 ponctuelles en Y :

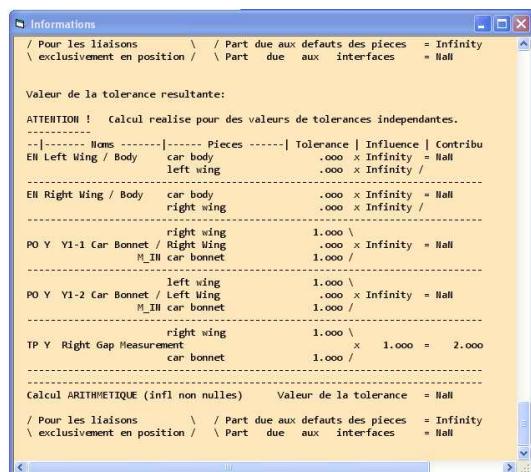
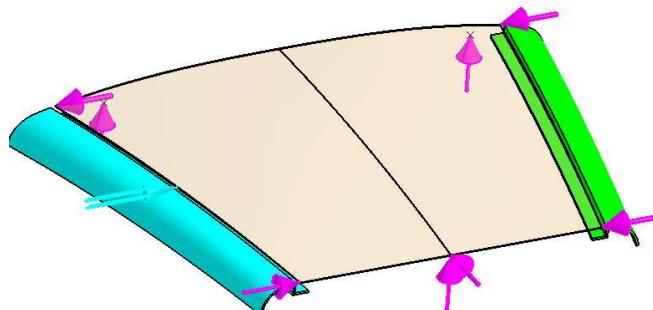


ATTENTION :

LE SENS ET L'ORDRE PIECE1/PIECE2 DES DEUX PONCTUELLES SONT IMPORTANTS SUR LE RESULTAT :

- **SI LES DONNEES SONT OPPOSEES, LES PIECES (OU AU MOINS LA PIECE COMMUNE) DOIVENT ETRE OPPOSEES**
- **SI LES DONNES SONT DANS LE MEME SENS, LES PIECES (OU AU MOINS LA PIECE COMMUNE) DOIVENT ETRE DEFINIES EN MEME POSITION DE LA DONNEE**

Sur l'exemple précédent, si l'on inverse le sens de la ponctuelle Y1-1 :



Les influences deviennent beaucoup plus grande (ici Infinity). Le résultat serait le même en conservant la même direction mais en permutant les pièces 1 et 2.

Attention :

Si les deux ponctuelles dans un point milieu ne sont pas exactement en vis en vis (très légère orientation), le cas inversé fera état d'une influence plus importante (voire très importante) mais pas « Infinity » qui ne se produit que dans le cas de données face à face.

8.13 Hyperstatisme, jeux, et montabilité

L'utilisation de MECA master en "chaînes de cotes 3D" se fait principalement de deux façons:

Pour un problème isostatique, on étudie une tolérance fonctionnelle (en position ou en orientation) d'une pièce par rapport à une autre. Dans ce cas, les défauts des pièces et les jeux s'ajoutent.

Pour un problème hyperstatique, on ne peut rien dire a priori, car il faudrait tenir compte des déformations des pièces... mais on peut parfaitement analyser la montabilité d'un ensemble, hyperstatique s'il n'y a pas de jeux, et qui devient isostatique avec les jeux. Dans ce cas, il convient de comparer, en un point de fermeture, la tolérance produite par les défauts des pièces et celle qui correspond aux jeux nominaux.

8.14 FAQ

Comment les formes des pièces interviennent-elles?

Elles n'interviennent pas du tout, seules les liaisons ont de l'importance, ce qui permet d'intervenir très tôt dans la phase d'avant-projet, ou plus tard. On peut cependant scinder un solide en plusieurs "morceaux" pour définir certaines tolérances.

Que signifie:

"La tolérance définie ne dépend d'aucune liaison, car il y a une mobilité à cet endroit."

Lorsque l'on définit une cote condition, on analyse la position ou l'orientation entre deux pièces. Si ces pièces peuvent bouger l'une par rapport à l'autre, la mobilité peut compenser les petits déplacements provoqués par les précisions des liaisons. La valeur de la cote condition est alors toujours nulle.

Pour effectuer un calcul, bloquer les mobilités concernées. Le calcul d'effort permet de voir ce que sont les mobilités.

9. UNITES, AFFICHAGES et ECRITURES NUMERIQUES

Les unités n'ont pas d'importance. Il suffit de choisir une unité de longueur, une unité d'effort, et de les conserver.

Pour une unité de longueur donnée (par exemple le mètre),
et pour une unité d'effort donnée (par exemple le newton),
les moments seront exprimés en:

[unité de longueur] x [unité d'effort] (c'est à dire en mètre.newton).

L'affichage et les écritures dans des fichiers sont effectués dans des zones fixées de façon à pouvoir relire les données et les résultats avec un autre logiciel (un logiciel de calcul de roulements par exemple). Il est donc recommandé de choisir des unités qui conduisent à des résultats affichables dans les zones prévues à cet effet, c'est à dire supérieurs à - 99999.999 et inférieurs à 999999.999 .

Pour le cas où on aurait choisi des unités qui produiraient des résultats ne pouvant pas être affichés dans les zones prévues, la commande MU_Multiplier permet de multiplier les coordonnées de tous les points par une valeur donnée (voir le détail des commandes).

Lors de l'affichage des résultats numériques, on indique parfois

<---- on multiplie par MILLE ---->

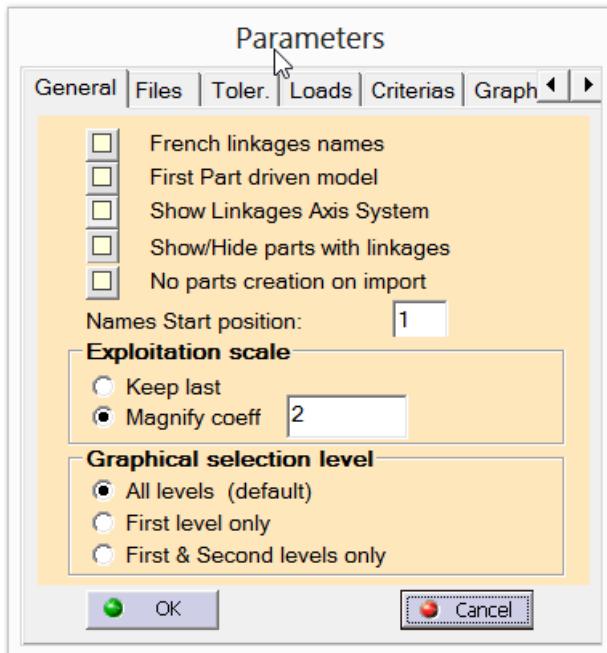
ce qui permet de voir, directement les valeurs d'efforts les plus importantes. L'affichage en "flottant", de type 5.01E-03 est en effet peu pratique pour comparer les ordres de grandeur.

10. Options de MECAmaster

Un certain nombre de paramètres sont modifiables par l'utilisateur via le menu « Files/options ».

Pour restaurer les options par défaut, supprimer le fichier mm-catia.ini du répertoire de travail de MECAmaster.

10.1 Paramètres généraux



- 1. French linkages names** : Afficher les types de donnée avec leur dénomination française
- 2. First Part driven model** : Effacer/voir liaisons actif seulement si la pièce est définie en première pièce.
- 3. Show linkages Axis** : Par défaut, MECAmaster affichera les repères sur les liaisons.
- 4. Show/Hide Parts with linkages** : La commande MECAmaster : Effacer/Voir des liaisons sur une pièce effacer/montrera également la pièce.
(Si vous décidez de cacher toutes les liaisons définies sur la "pièce 1", la pièce CATIA nommée "pièce 1" sera également masquée)
- 5. No parts creation on import** : ne propose pas la création de composants avec le nom de la pièce si elle n'est pas trouvée dans l'assemblage CATIA lors de l'import d'un fichier m_m

6. Exploitation scale : Définit l'échelle d'affichage des vecteurs lors des exploitations graphiques de résultats, qui est soit bloquée par rapport au calcul précédent, soit ajustée à chaque calcul. Comportement :

- « Keep Last » sélectionné : l'échelle du calcul précédent est conservé pour toute la session (l'échelle est réinitialisée à chaque lancement de MECAmaster, au premier calcul).
- « Magnify coeff » sélectionné : l'échelle est réadapté à chaque calcul. La valeur du « Magnify Coeff » est un coefficient amplificateur à l'échelle proposée par MECAmaster.

7. Names Start Position : Définit à partir de quel caractère afficher les noms de pièces dans les exploitations MECAmaster.

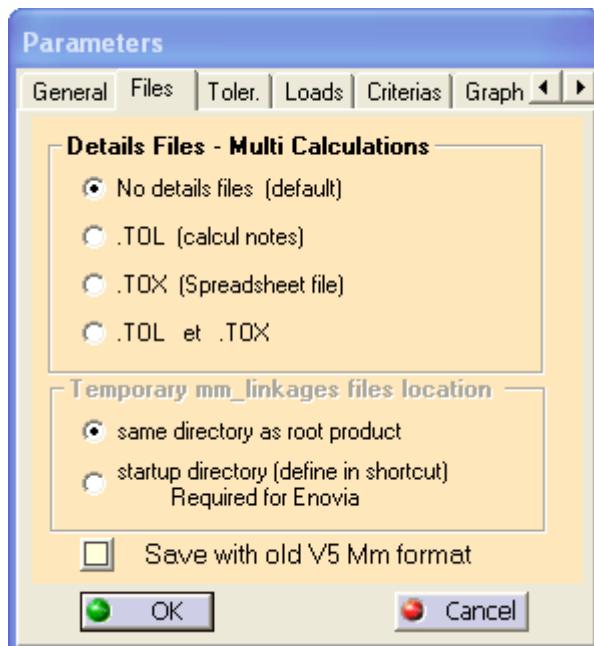
Si par exemple une pièce porte le nom : "1234567890_PART1", en réglant le paramètre sur 12, MECAmaster n'affichera que "PART1".

8. Graphical Level Selection : Quand vous sélectionnez graphiquement une pièce, vous pouvez limiter la reconnaissance dans l'arbre au premier, ou second niveau seulement.
par exemple:

```
Produit Principal 1
  Produit 1.1
    Produit 1.1.1
      Pièce 1
    Produit 1.2
```

sur un tel arbre, si "premier niveau seulement" ("first level only") est actif, et si vous sélectionnez la pièce 1, MECAmaster reconnaîtra le Produit 1.1

10.2 Paramètres Fichiers



1. Details Files : Choisir le type de fichiers qui seront sauvegardés avec la commande Ecrire résultats lors d'un calcul multiple de tolérance (plus d'une condition fonctionnelle calculée à la fois):

Soit seulement le total résumé (pas de fichiers détaillés)

Ou le total résumé ET tous les fichiers .tol (note de calcul) c'est à dire un par condition fonctionnelle calculée

Ou le total résumé ET tous les fichiers .tox (fichier tableau) c'est à dire un par condition fonctionnelle calculée

Ou le total résumé ET tous les fichiers .tol ET tous les fichiers .tox

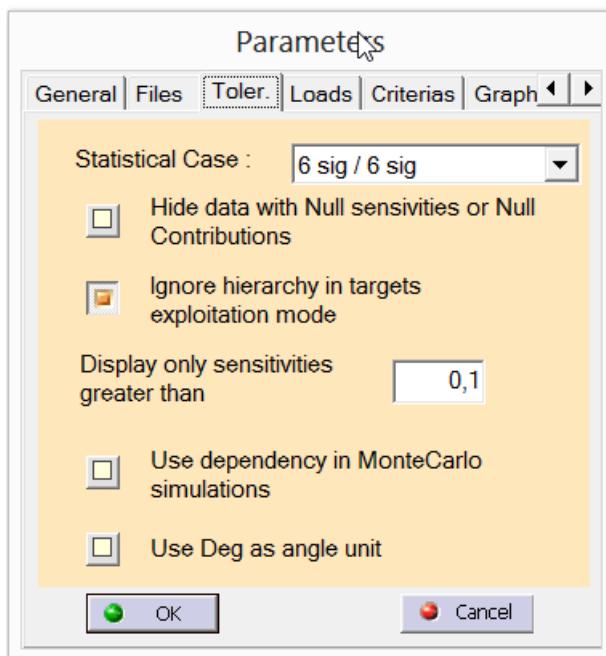
2. Temporary mm_linkages files location : MECAmaster a besoin de créer des fichier temporaires "mm_linkages" (un pour chaque "forme" CATIA de donnée MECAmaster utilisée dans le modèle).

Vous pouvez choisir où les enregistrer.

NB: Si jamais ces fichiers étaient supprimés, MECAmaster les régénérerait automatiquement à la réouverture du modèle.

3. Save with old V5 Mm format Cette commande permet lors de l'export des modèles MECAmaster au format autonome .m_m de les sauvegarder en version V5. Ceci permet de ré-exploiter ces fichiers sur les anciennes versions de MECAmaster. Par défaut le format d'export est le V7.

10.3 Paramètres tolérances



1. Statistical case : Permet de choisir le type de résultat statistique donné par défaut lors d'un calcul multicote:

- 4sig/4sig : 4 sigma pour les données d'entrées / 4 sigma pour les données de sorties
- 4sig/6sig : 4 sigma pour les données d'entrées / 6 sigma pour les données de sorties
- probabiliste : calcul probabiliste (pour des répartitions uniformes de tolérances)
- ...

2. Hide data with null sensitivities or null contributions : Cette bascule permet par défaut à l'utilisateur de cacher automatiquement les données n'ayant pas d'influence ou du contribution lors de l'exploitation par couleur

3. Ignore Hierarchy in targets exploitation mode : Cette bascule permet par défaut à l'utilisateur d'ignorer la valeur du coefficient de hiérarchisation d'une cote condition lors d'une exploitation d'un calcul multiple comparée aux objectifs.

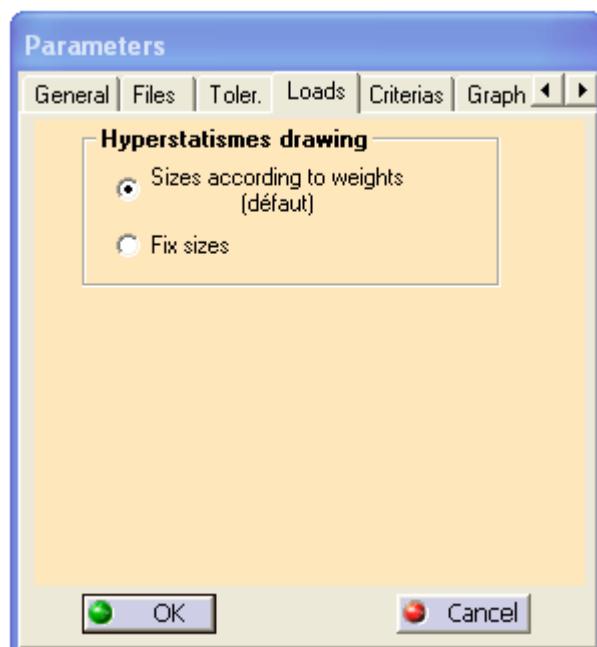
4. Display only sensitivities greater than : valeur limite du coefficient d'influence à partir duquel les liaisons seront mises en surbrillance dans Microsoft Visio pour une exploitation dans le graphe des liaisons.

5. Use dependency in Monte Carlo Simulations : Si actif, écrit un fichier sur le disque après une simulation Monte-Carlo avec toutes les valeurs mesurées sur les différentes cotes conditions pour chaque tirage. (Si 10 000 tirages et 2 cotes conditions calculées --> 20 000 valeurs).

L'utilité est de pouvoir étudier les relations ou dépendances réelles entre plusieurs cotes conditions.

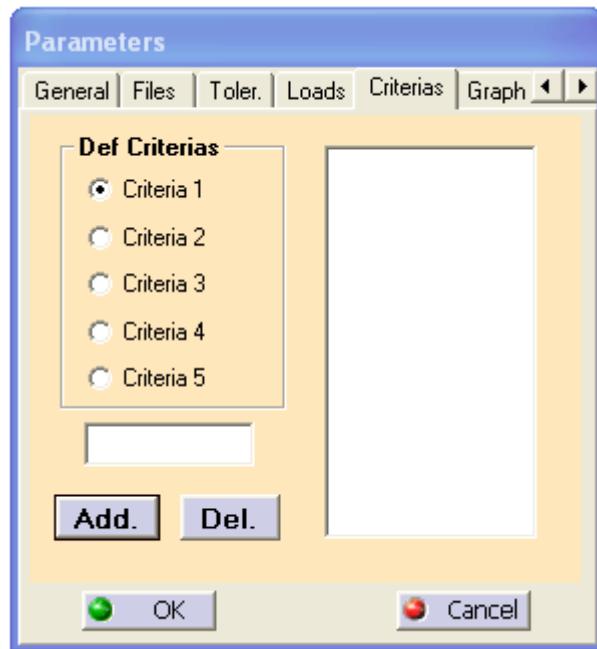
6. **Use Deg as Angle Unit** : les tolérances d'entrées et résultats de sortie sur des cotes angulaires sont définies en degrés. (par défaut = Radian)

10.4 Paramètres Efforts



Pour l'exploitation graphique des hyperstatismes, vous pouvez choisir de tracer les vecteurs avec une taille standard ou avec **une taille proportionnelle au poids** qu'ils ont. Dans ce dernier cas, cela vous permettra de faire les meilleurs choix pour lever l'hyperstatisme sur vos systèmes.

10.5 Paramètres Critères

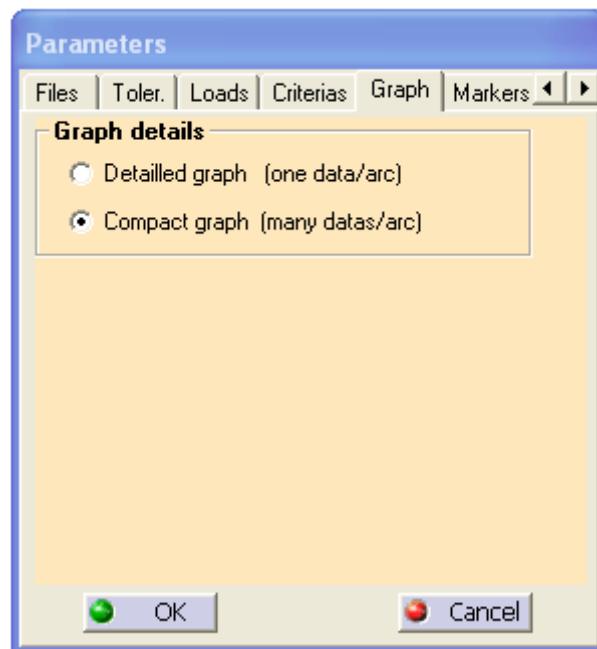


Vous pouvez grâce à ce menu **prédéfinir** la liste des critères 1, 2, 3, 4 et 5 que vous trouverez ensuite dans les menus déroulants (lors d'un définition de liaison/tolérance/effort par exemple):

- après avoir indiqué le nom du critère, vous pouvez l'ajouter à la liste en cliquant sur **Add.**
- vous pouvez également l'ôter de la liste en cliquant sur **Del.**

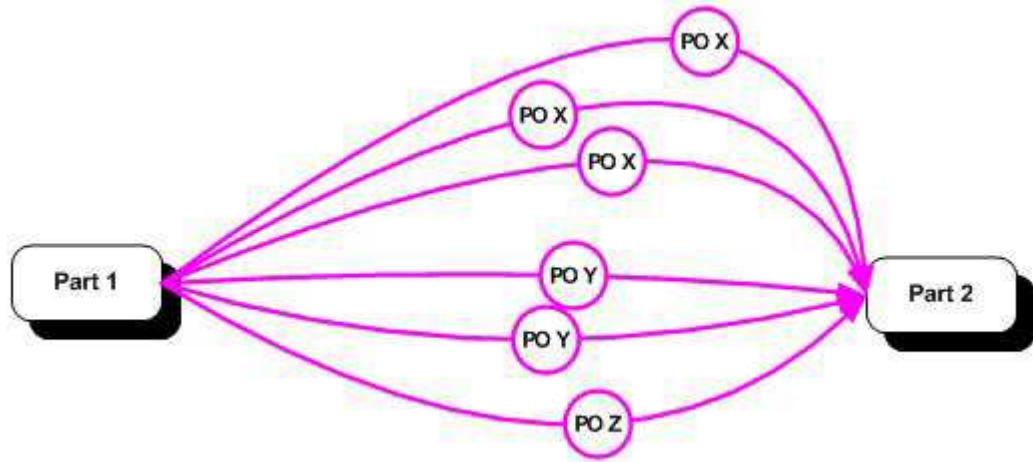
Cette liste, comme tous les autres paramètres sont sauvegardés dans le fichier ini dans le répertoire de travail du logiciel.

10.6 Paramètres Graphe des contacts

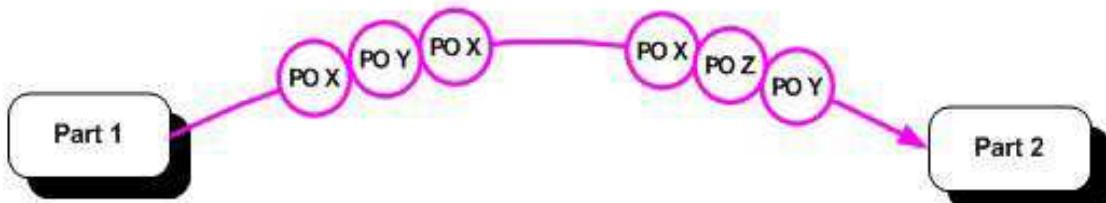


Le tracé du graphe fonctionnel dans Microsoft Visio peut se faire de deux manières différentes :

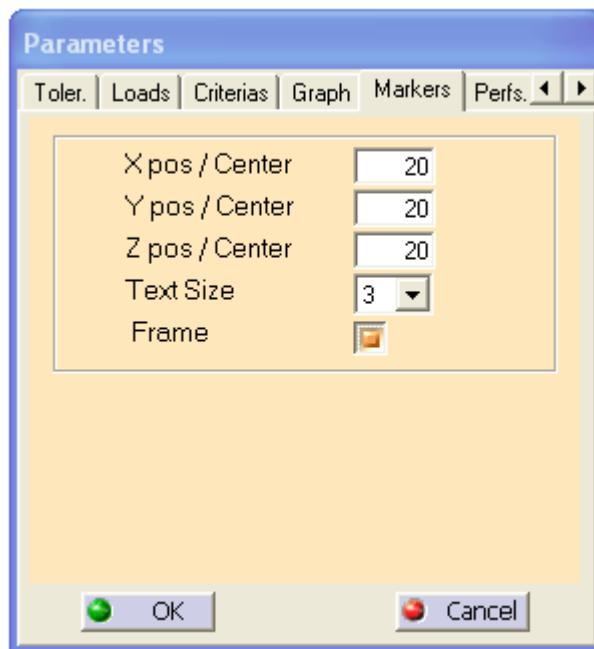
- **le graphe détaillé** : un arc est tracé pour chaque donnée définie entre deux pièces :



- **le graphe compact** : les données de même type et entre les deux mêmes pièces sont regroupées sur le même arc (avec un maximum de 10 données par arc):



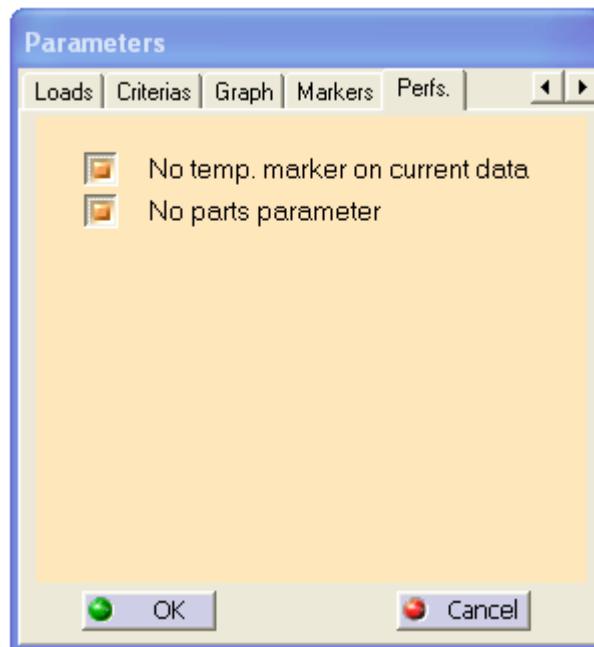
10.7 Paramètres Marqueurs 3D



Ce sont des **informations générales** pour les marqueurs 3D :

- leur position : entrer leur position (X, Y et Z) par rapport au centre de la donnée marquée
- la taille du texte dans le marqueur
- Active ou désactive le tracé d'un cadre

10.8 Paramètres Performances



Ces deux paramètres permettent d'optimiser la rapidité de traitement des données par MECAmaster.

1. No temp marker on current data : Si ce paramètre est actif, lors d'une création ou modification de donnée, le marqueur temporaire indiquant le centre et la direction sélectionnée n'est pas affiché.

2. No parts parameter : si ce paramètre est actif, le paramètre de l'arbre indiquant le nom pièce 1 et pièce 2 de chaque liaison est masqué.

Pour des performances de rapidités maximales, ces deux marqueurs doivent être actifs.

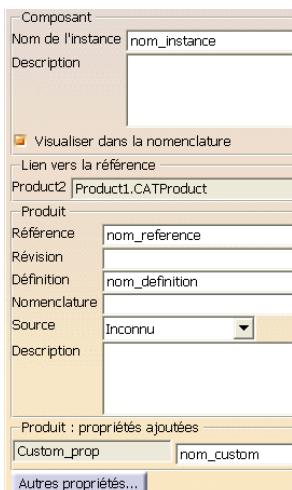
10.9 Paramètres masqués

Certains paramètres n'ont pas vocation à être modifié par les utilisateurs, mais plutôt à être défini globalement une fois pour toute. Ils sont donc à renseigner directement dans le fichier mm-catia.ini de l'application.

Ce fichier est situé dans le répertoire de travail de l'application.

10.9.1 Gestion des noms de pièces à partir d'un modèle CATIA

10.9.1.1 Description de la fonctionnalité



Il est possible de définir un paramètre général de MECAmaster pour indiquer quel nom MECAmaster affichera dans ses données lors de la sélection d'une pièce :

- Son **Part Number** (nom_reference sur la figure ci-contre)
- Son **Nom d'Instance** (nom_instance sur la figure ci-contre)
- Sa **Définition** (nom_definition sur la figure ci-contre)
- Ou **tout autre champ personnalisé** défini par une propriété spécifique ajoutée. (nom_custom pour la propriété « Custom_prop » sur la figure ci-contre)

10.9.1.2 Définition du paramètre :

Le paramètre doit être renseigné manuellement dans la section [General] du fichier ini de l'application. (mm-catia.ini situé dans le répertoire de travail de l'application) sous la forme d'une variable :

....

MM_Part_Name=Name (indiquer le choix retenu)

....

Avec comme choix possible pour « Name » (**Respecter la casse et pas d'accent sur Definition**) :

PartNumber	référence du produit (c'est la valeur par défaut si la variable n'est pas dans le fichier .ini) (nom_reference)
Name	Nom de l'instance du produit (nom_instance)
Definition	Propriété définition du produit (nom_definition)
Custom_prop	Propriété du produit portant le nom " Custom_prop" (nom_custom) Le bouton « Autres propriétés... » permet de créer des propriétés.

10.9.1.3 Contrôle du paramètre

Lors de chaque lancement de MECAmaster, l'application écrit un fichier log : mm-catia.log dans le répertoire de travail. L'information de Gestion des Noms de pièces est une de celles rappelées dans la liste sous la forme :

...
***** MM PartName is: **Custom_prop** (par example)
...

NB : Ce paramètre doit être défini une fois pour toute. Un changement de paramètre en cours de définition de modèle ne corrigera pas les noms déjà définis dans les liaisons/contacts déjà créés et pourrait poser des problèmes lors de l'analyse de mobilité.

10.9.2 Désactiver le filtre qui associe l'annotation FTA à une pièce

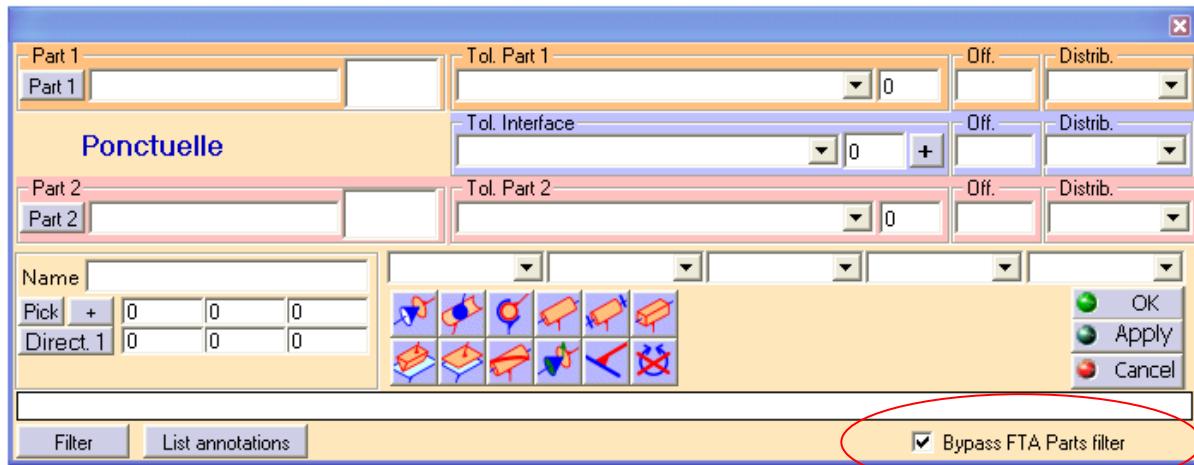
ATTENTION :

Cette fonctionnalité est réservée à des utilisateurs avertis ! Elle n'a de sens que dans des environnements très particulier.

L'ajout dans le fichier ini de MECAmaster (mm-cati.ini) du répertoire de travail du paramètre :

Disable_FTA_Filter=1

dans l'onglet [General] va faire apparaître sur chaque donnée une check box « Bypass FTA Parts filter »



Si ce filtre est désactivé, l'utilisateur pourra définir en tolérance Pièce un défaut lié à une annotation définie sur une autre pièce que celle réellement définie dans la donnée. Son utilisation est donc dangereuse, c'est pourquoi la désactivation du filtre est invisible par défaut.

10.9.3 Désactiver le message d'alerte à la création d'une donnée au point (0,0,0)

Par défaut, si une donnée est créée au point d'origine (0,0,0), un message d'alerte va demander confirmation à l'utilisateur afin d'éviter les erreurs « oubli de centre » dans les données.

Il est possible de désactiver l'apparition de ce message d'alerte en ajoutant dans l'onglet [General]

MSG_Warning=0

10.9.4 Définir un nombre de tirages Monte-Carlo par défaut

Lors d'une simulation Monte-Carlo, l'application reconstitue un nombre important d'assemblage en procédant au tirage aléatoire des tolérances dans les distributions spécifiées. Ce nombre de tirage est paramétrable dans la fenêtre de lancement de calcul (voir paragraphe dédié).

Néanmoins, il est possible de spécifier sa valeur par défaut (10 000 à 10 000 000) en ajoutant à l'onglet [Tolerances]

Mcarlo_Numb=10000

10.10 Modification manuelle du fichier de settings

Il est possible de modifier manuellement le fichier de settings, notamment pour le prédefinir dans un contexte « entreprise » ...

Les settings sont organisés dans le fichier ini comme au niveau de l'interface et sont donc regroupés par catégories. Les catégories apparaissent entre crochets dans le fichier, elles doivent nécessairement être définies dans l'ordre présenté :

[General]	→ correspond à l'onglet “General”
[Files]	→ correspond à l'onglet “Files”
[Tolerances]	→ correspond à l'onglet “Toler.”
[Loads]	→ correspond à l'onglet “Loads”
[Markers]	→ correspond à l'onglet “Markers”
[Criterias]	→ correspond à l'onglet “Criterias”
[Graph]	→ correspond à l'onglet “Graph”
[Performances]	→ correspond à l'onglet “Performances”

Chaque settings est alors défini sous la forme :

NomDuSetting = ValeurDuSetting

sous la catégorie auquel il appartient. L'ordre de définition des settings dans la catégorie n'est pas important (ils peuvent être définis dans n'importe quel ordre).

Règle générale :

La valeur par défaut du setting sera appliquée pour la session MECAmaster si le setting :

- n'est pas défini dans le fichier (ou si le fichier est absent)
- est mal défini dans le fichier :
 - o Mal orthographié
 - o Valeur non conforme
 - o Situé dans une mauvaise catégorie

Attention, la casse est importante.

Exemple de contenu de fichier mm-catia.ini :

```
[General]
First_Part=0
Reperes_show=0
[Files]
Multip_File=0
MM_V5_fmt=0
[Tolerances]
Sigma=4
MM_Angle=Deg
[Loads]
```

```

Hyper=1
[Markers]
X_decal=100
Y_decal=100
Z_decal=100
Font_size=4
Frame=0
[Graph]
Detail_Graph=0
[Performances]

```

10.10.1 Catégorie [General]

10.10.1.1 Settings « Utilisateurs » (correspondants au panneau Parameters de MECAmaster)

```

[General]
Lang=EN
FR si le bouton « French Linkages names » est coché
Valeur par défaut = EN
First_Part=0
1 si le bouton « First Part Driven Model » est coché
Valeur par défaut = 0
Reperes_show=0
1 si le bouton « Show Linkages Axis system » est coché
Valeur par défaut = 0
View_Hide_Parts=0
1 si le bouton « Show/Hide parts with linkages » est coché
Valeur par défaut = 0
No_Part_Add=0
1 si le bouton « No Parts creation on import » est coché
Valeur par défaut = 0
Names_Start=1
Nombre entier défini pour le Names Start Position
Valeur par défaut = 1
Length_Fixe=1
1 si Exploitation Scale est définie sur « Keep Lasp »
0 si Exploitation Scale est définie sur « Magnify Coeff »
Valeur par défaut = 0
Exploit_scale=2,5
Nombre décimal correspondant au champ « Magnify Coeff »
Valeur par défaut = 1
Select_Level=0
0 si « Graphical Level Selection » est sur « All Levels »
1 si « Graphical Level Selection » est sur « 1st level only »
2 si « Graphical Level Selection » est sur « 1st and 2nd ... »
Valeur par défaut = 0

```

10.10.1.2 Settings « Globaux » (non modifiables interactivement)

```

[General]
MSG_Warning=1
0 pour désactiver l'alerte si une donnée est créée au point de
centre (0,0,0)

```

```

        Valeur par défaut =1
Hlp_File=
        Chemin d'accès au fichier de documentation pdf si déplacé par
        rapport à l'installation par défaut
        Valeur par défaut =
MM_Part_Name=PartNumber
        Si PartNumber : Pièce CATIA nommée par son Part Number
        Si Name : Pièce CATIA nommée par son Nom d'Instance
        Si Definition : Pièce CATIA nommée par sa Définition
        Si Custom_prop : Pièce CATIA nommée par l'attribut portant le
                          nom « Custom_prop »
        Valeur par défaut =PartNumber
Disable_FTA_Filter=0
        0 si l'option Bypass est affichée, état décochée par défaut
        1 si l'option Bypass est affichée, état cochée par défaut
        2 si l'option Bypass est désactivée
        Valeur par défaut =2

```

10.10.2 Catégorie [Files]

10.10.2.1 Settings « Utilisateurs »

```

[Files]
Multip_File=0
        0 si l'option « No Details files » est sélectionnée
        1 si l'option « .TOL » est sélectionnée
        2 si l'option « .TOX » est sélectionnée
        3 si l'option « .TOL et .TOX » est sélectionnée
        Valeur par défaut = 0
MM_temp_root=1
        1 si l'option « Same Directory as root product » est sélect.
        0 si l'option « Startup directory » est sélectionnée
        Valeur par défaut = 1
MM_V5_fmt=0
        1 si le bouton « Save with old V5 Mm Format » est coché
        Valeur par défaut = 0

```

10.10.2.2 Settings « Globaux »

[Files]

10.10.3 Catégorie [Tolerances]

10.10.3.1 Settings « Utilisateurs »

```

[Tolerances]
Sigma=4
        0 si « Stat. Case » est défini sur « 4sig/4sig »
        1 si « Stat. Case » est défini sur « 4sig/6sig »
        2 si « Stat. Case » est défini sur « 4sig/8sig »

```

```

3 si « Stat. Case » est défini sur « 6sig/4sig »
4 si « Stat. Case » est défini sur « 6sig/6sig »
5 si « Stat. Case » est défini sur « 6sig/8sig »
6 si « Stat. Case » est défini sur « 8sig/4sig »
7 si « Stat. Case » est défini sur « 8sig/6sig »
8 si « Stat. Case » est défini sur « 8sig/8sig »
9 si « Stat. Case » est défini sur « Probabiliste »
Valeur par défaut = 4

No_Null=1
1 si le bouton « Hide Data with Null ... » est coché
0 si le bouton « Hide Data with Null ... » est décoché
Valeur par défaut = 0

No_Criticity=0
1 si le bouton « Ignore Hierarchy in targets ... » est coché
0 si le bouton « Ignore Hierarchy in targets ... » est décoché
Valeur par défaut = 0

Sensitivity_Limit=0,15
Décimal défini en « Display only Sensitivities greater ... »
Valeur par défaut = 0

Depend_File=0
1 si le bouton « Use Dependancy in MonteCarlo ... » est coché
0 si le bouton « Use Dependancy in MonteCarlo ... » est décoché
Valeur par défaut = 0

MM_ANGLE=Rad
Rad si l'unité de tolérance angulaire choisie est le Radian
Deg si l'unité de tolérance angulaire choisie est le Degré
Valeur par défaut = Rad

```

10.10.3.2 Settings « Globaux »

[Tolerances]
Mcarlo_Numb=10000
Entier entre 10000 et 10000000 définissant le nombre de tirages aléatoires d'une simulation Monte-Carlo
Valeur par défaut = 10 000

10.10.4 Catégorie [Loads]

10.10.4.1 Settings « Utilisateurs »

[Loads]
Hyper=1
1 si « Size according to weight » est sélectionné
0 si « Fix Sizes » est sélectionné
Valeur par défaut = 1

10.10.4.2 Settings « Globaux »

[Loads]

10.10.5 Catégorie [Criterias]

10.10.5.1 Settings « Utilisateurs »

[Criterias]

Crit1= 333333§444444§77777§222222§5555555555

Liste des critères 1 par défaut, avec § en séparateur de liste
Valeur par défaut =

Crit2= a§b§e§f

Liste des critères 2 par défaut, avec § en séparateur de liste
Valeur par défaut =

Crit3=

Liste des critères 3 par défaut, avec § en séparateur de liste
Valeur par défaut =

Crit4= 5§4§6

Liste des critères 4 par défaut, avec § en séparateur de liste
Valeur par défaut =

Crit5=

Liste des critères 5 par défaut, avec § en séparateur de liste
Valeur par défaut =

10.10.5.2 Settings « Globaux »

[Criterias]

10.10.6 Catégorie [Graph]

10.10.6.1 Settings « Utilisateurs »

[Graph]

Detail_Graph=1

1 si « Detailed Graph » est sélectionné
0 si « Compact Graph » est sélectionné
Valeur par défaut = 0

10.10.6.2 Settings « Globaux »

[Graph]

10.10.7 Catégorie [Markers]

10.10.7.1 Settings « Utilisateurs »

[Markers]

X_decal=100

Décimal correspondant au champ « Xpos/Center »

```

        Valeur par défaut = 100
y_decal=100
        Décimal correspondant au champ « Ypos/Center »
        Valeur par défaut = 100
z_decal=100
        Décimal correspondant au champ « Zpos/Center »
        Valeur par défaut = 100
Font_size=4
        Valeur de police par défaut (« TextSize »)
        Valeur par défaut = 4
Frame=0
        1 si case « Frame » est cochée (ie trace un cadre au marqueur)
        0 si case « Frame » est décochée
        Valeur par défaut = 0

```

10.10.7.2 Settings « Globaux »

[Markers]

10.10.8 Catégorie [Performances]

10.10.8.1 Settings « Utilisateurs »

```

[Performances]
No_temp_marker=0
        1 si case « No temp marker on current data » est cochée
        0 si case « No temp marker on current data » est décochée
        Valeur par défaut = 0
No_parts_param=0
        1 si case « No parts parameter » est cochée
        0 si case « No parts parameter » est décochée
        Valeur par défaut = 0

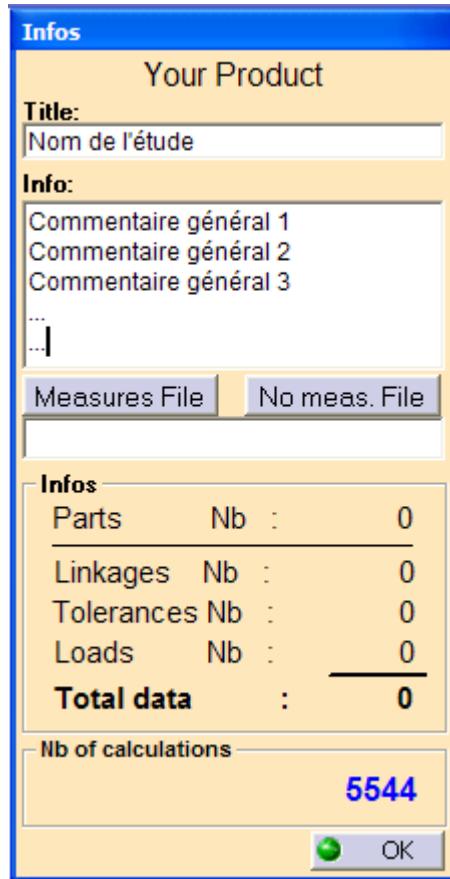
```

10.10.8.2 Settings « Globaux »

[Markers]

11. Définition des Informations générales de l'étude

Le menu File/Informations permet de définir des informations générales à propos de l'étude en cours.



Le titre et les infos sont des champs texte libres.

Le bouton Measure File vous permet d'aller sélectionner sur le disque un fichier de mesure (*.msr) sur le disque. Ce fichier est ensuite rappelé juste en dessous.
Le bouton No meas. File dissocie le modèle du fichier de mesure.

MECAmaster indique ensuite le nombre de pièces et de données impliquées dans le modèle.

12. EXEMPLES DE SYNTHESE

MECAmaster propose dans le répertoire Fichiers CATIA / Exemples Rédigés 5 exemples rédigés complets d'études réalisées avec MECAmaster. Ces exemples ne se substituent pas à une formation, ils s'adressent à des personnes ayant déjà des connaissances sur l'outil.

Ils sont néanmoins un bon complément à l'initiation à MECAmaster.

Voici un rapide descriptif de ces 5 exemples, par ordre croissant de complexité :

12.1 Exemple du cleat

C'est l'exemple le plus élémentaire que l'on peut traiter avec MECAmaster pour le calcul de Tolérances 3D. C'est une bonne introduction aux différentes commandes et fonctions du logiciel/

12.2 Exemple du centreur

Cet exemple illustre la démarche d'utilisation de MECAmaster dans une optique de conception avancée, c'est à dire uniquement de tolérancement des pièces sans intervenir sur l'architecture et les process d'assemblages.

12.3 Exemple de la commande

Cet exemple est relativement complet puisque c'est le seul qui parle de calcul d'effort. Il présente les différents calculs de MECAmaster avec la particularité d'intégrer aux analyses la cinématique d'un mécanisme dans CATIA V5.

12.4 Exemple du ferrage de porte :

Cette application est très représentative de l'utilisation de MECAmaster sur de la structure, sur des analyses de concepts d'assemblage en avant-projet. C'est l'illustration « type » d'une étude MECAmaster et de sa valeur ajoutée.

12.5 Exemple de turbo

Cet exemple est lui plus représentatif d'une utilisation de MECAmaster sur des organes mécaniques, où la liberté d'action sur les concepts d'assemblage et d'architecture est plus limitée. Il illustre les possibilités de MECAmaster sur une utilisation en phase plus avancée de conception qui aboutit aux plans de tolérancement des pièces.

Chacun de ces exemples est accessible sous forme d'un document Pdf et d'une maquette numérique contenus dans leur répertoire respectif.

13. EN CAS DE DIFFICULTE

Les principales difficultés rencontrées par les utilisateurs sont décrites ci-dessous.

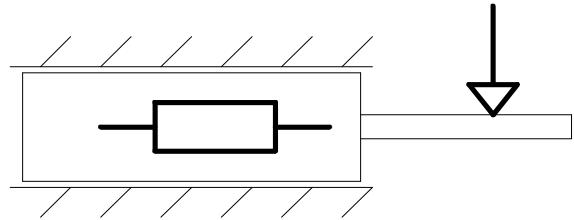
A ce jour, aucun cas de non fonctionnement n'est répertorié pour un problème formulable avec MECA master. Si vous découvriez un tel cas, merci de bien vouloir nous le communiquer.

13.1 Problèmes de modélisation

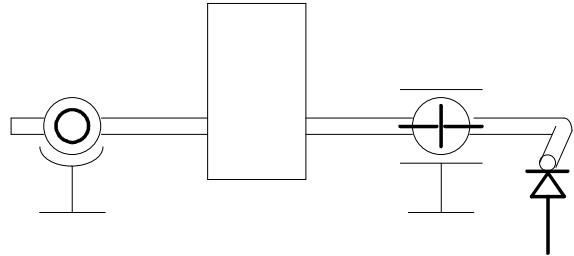
Les problèmes rencontrés chez les utilisateurs de MECA master sont principalement liés à la difficulté de modélisation du mécanisme.

On trouve aussi les cas de bifurcation mécanique: une mobilité est bloquée car le modèle n'est pas exactement celui auquel on pensait.

Exemple: le système ci-contre, hyperstatique et mobile lorsque les directions des glissière et ponctuelle sont perpendiculaires, devient isostatique quand il n'y a pas perpendicularité (dans ce cas, si on applique un effort sur le coulisseau, les efforts radiaux deviennent très grands).



Exemple: le problème isostatique ci-contre devient hyperstatique et mobile quand la longueur de la manivelle devient nulle... et les efforts peuvent devenir très grands...



Ces cas se reconnaissent aisément, car les valeurs des efforts deviennent très supérieures à ce que l'on attend, et les directions des efforts surprenantes. Pour ce type de problèmes, le blocage de la mobilité permet de faire apparaître l'hyperstatisme de toute façon, et de comprendre ce qui se passe.

NB: Pour ce type de problèmes, on peut se poser la question de l'adéquation du modèle avec la réalité: que signifie "longueur de manivelle devient nulle" pour un arbre réel?

13.2 Interprétation des mobilités

Dans le cas de mobilités multiples, l'algorithme de détermination des mobilités détermine des mobilités qui ne sont pas obligatoirement celles auxquelles l'utilisateur pense (en effet, elles peuvent être des combinaisons linéaires lorsque plusieurs mobilités concernent la(les) même(s) composante(s) pour la(les) même(s) pièce(s)). Cet algorithme convient donc bien lorsque les mobilités sont indépendantes. Les mobilités peuvent sembler moins évidentes lorsque le problème est très mobile (par exemple une modélisation complètement erronée avec des pièces très peu fixées).

13.3 Autres difficultés

L'affichage et les écritures dans des fichiers sont effectués dans des zones fixées, de façon à pouvoir relire les données et les résultats avec un autre logiciel (un logiciel de calcul de roulements par exemple). Il est donc recommandé de choisir des unités qui conduisent à des résultats affichables dans les zones prévues à cet effet, c'est à dire supérieurs à -99999.999 et inférieurs à 999999.999 (Ne concerne que les anciennes implantations).

13.4 Principales erreurs à l'utilisation/installation

13.4.1 Erreur à l'installation

13.4.1.1 Hardlock server running. Please stop HLServer first

Un dispositif HASP de type Hardlock est/a été installé sur la machine créant un service nommé HL-SERVER. Ce service doit être arrêté pour pouvoir installer correctement le gestionnaire de licence Sentinel HASP

13.4.2 Erreur au lancement de MECAmaster

13.4.2.1 Sentinel Hasp Not Found (H0007)

Le Dongle n'est pas trouvé, vérifier qu'il est bien connecté et reconnu par la console d'administration (<Http://localhost:1947/>)

13.4.2.2 Unable to access Sentinel Hasp Run-time Environment(H0033)

Le gestionnaire de licence est déconnecté. Redémarrer le service « Sentinel HASP Licence Manager » dans la liste des services windows

13.4.2.3 CATIA is not running, please start CATIA before

Si CATIA n'est pas reconnu alors qu'il est déjà lancé, veuillez procéder de nouveau au point 5 du paragraphe 2.4 de ce document (cnext –regserver).

13.4.2.4 Erreur execution, Erreur automation -XXXXX

Vérifier les settings CATIA par rapport aux settings préconisés dans le paragraphe installation.

Procéder de nouveau au point 5 du paragraphe 2.4 du ce document (cnext –regserver)

13.4.3 Erreur à l'utilisation du logiciel

13.4.3.1 Erreur execution, Erreur automation -XXXXX

Vérifier les settings CATIA par rapport aux settings préconisés dans le paragraphe installation.

Procéder de nouveau au point 5 du paragraphe 2.4 du ce document (cnext –regserver)

13.4.3.2 "File writing error; Check directory attributes"

Vérifier que l'utilisateur a bien les droits d'écriture dans le répertoire de travail de MECAmaster (défini dans le raccourci de lancement).

13.4.3.3 Lors d'une commande d'écriture des fichiers, aucun fichier n'est écrit sur le disque

Certains environnements gèrent mal les caractères spéciaux et les trop nombreux caractères dans les noms de fichier. Essayer de sauvegarder vos données avec un nom simple sans caractère spécial (*/é ^%& ...) et avec moins de 8 caractères.

NB : lorsque la case Write Result est cochée lors du lancement du calcul, le nom de fichier généré automatiquement est celui du produit global, la remarque précédente s'applique si ce produit à un nom non compatible

13.4.3.4 la fenêtre d'exploitation des histogrammes est vide

lors d'un calcul par simulation Monte-Carlo :

vérifiez le fichier meca_m.log du répertoire de travail de MECAmaster, il doit y avoir une erreur de lecture d'un fichier de mesure

13.4.4 Déclaration d'incident au support MECAmaster

Toute déclaration d'incident se fait par email à l'adresse support@mecamaster.com.

Chaque mail doit décrire de façon détaillée l'incident constaté et doit contenir une(des copie(s) d'écran du dysfonctionnement/message d'erreur.

Si l'incident à lieu au lancement de MECAmaster, joindre au mail le fichier mm-catia.log (dans le répertoire de travail de l'application)

Si l'incident a lieu lors d'un calcul de MECAmaster, joindre le fichier meca_m.log (dans le répertoire de travail de l'application).

Enfin merci de préciser :

- la version de CATIA V5 utilisée (Release et Service Pack)
- la version de MECAmaster
- l'OS de la machine
- le type de protection.

Si cela vous est possible, merci de transmettre également le modèle MECAmaster (ou bien le CATProduct MECAmaster, ou bien le fichier d'export m_m).

14. RECOMMANDATION IMPORTANTE

La compréhension par l'utilisateur des résultats de MECA master est essentielle. Elle permet de s'assurer que la modélisation et les fonctionnements des logiciels et matériels ont été corrects.

15. ANNEXES

15.1 ANNEXE I : Liaisons et données MECAmaster

Nom	Name	Degrés de libertés	Inconnues Statiques	Symbole MECAmaster	Symbole ISO 3952
ENcastrement	Fixed Link	0	6		
Pivot	Pivot	1	5		
GLissière	SLider	1	5		
Hélicoïdale	Helicoïdal Contact	1	5		
Pivot Glissant	Sliding Pivot	2	4		
ROtule	Ball Joint	3	3		
Appui Plan	Planar Contact	3	3		
Linéaire Annulaire	Spherical Slider	4	2		
Linéaire Rectiligne	Linear Contact	4	2		
POnctuelle	POint Contact	5	1		
Arrêt en Rotation	Fixed in Rotatio,	5	1		
contact PLan	PLane contact	3	3		
contact DIsque	Disk contact	3	3		
contact CYlindrique	CYLindrical contact	1	5		
contact Ligne	LIne contact	4	2		
GrouPe	GrouP	/	/		

F Orce	F Orce	/	/		
C Ouple	T Orque	/	/		
Tolérance en Position	Positional Tolerance	/	/		
Tolérance en Orientation	Rotational Tolerance	/	/		

NB : Les contacts Plan et Disque sont cinématiquement équivalents à un appui Plan, le contact cylindrique à une pivot glissant, le contact ligne à une linéaire annulaire. Le groupe, quant à lui, ne génère pas d'isostatisme.

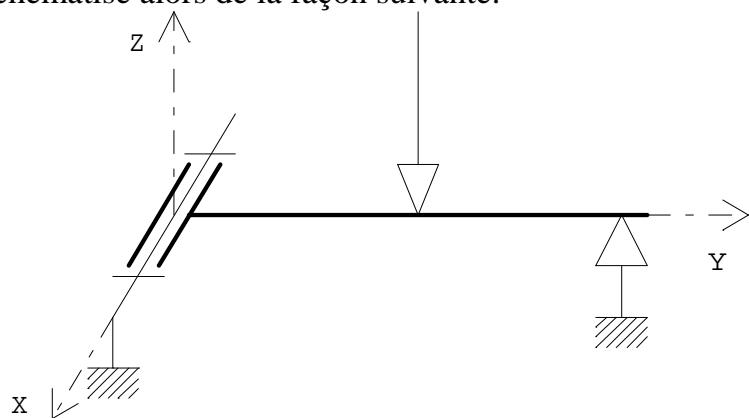
15.2 ANNEXE II : Le Milieu Extérieur

15.2.1 Principe

Les données efforts de MECAmaster se définissent entre deux pièces de l'assemblage (voir paragraphe sur les Données MECAmaster). Or, il peut arriver que l'on souhaite modéliser un effort (Force ou Couple) exercé non pas par une pièce, mais par le milieu extérieur (comme un poids par exemple ...).

Pour illustrer le propos, on prendra le cas très simple d'une POUTRE sur deux appuis, dans l'espace 3D avec un effort est exercé au milieu de la poutre.

Le problème se schématise alors de la façon suivante:



Lorsque l'on effectue un calcul de statique à la main, comme sur cet exemple, on doit toujours se poser la question:

Quel est le système isolé?

Ce qui n'est pas à l'intérieur du système isolé est le milieu extérieur. Il est donc logique de dire, pour l'exemple présenté, que l'effort est exercé par le bâti sur la poutre.

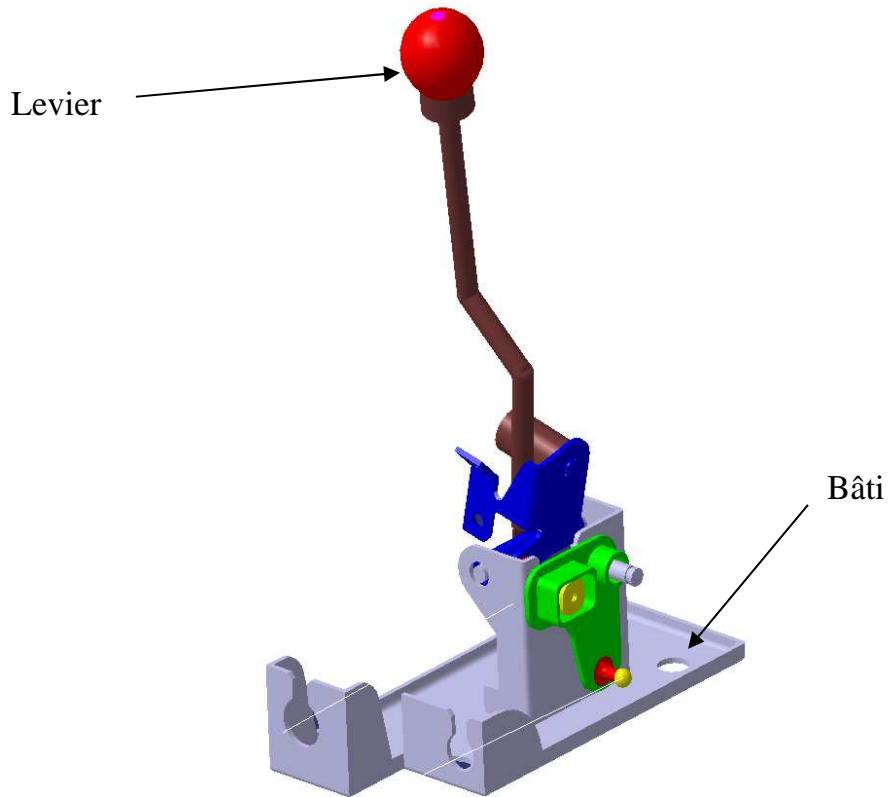
Pour s'en persuader, on peut aussi considérer que l'effort est exercé sur la poutre par une potence solidaire du bâti.

D'une manière plus générale, il est donc rigoureux de dire que le milieu extérieur sera représenté par la pièce de l'assemblage qui lui est intégralement lié.

15.2.2 Exemples

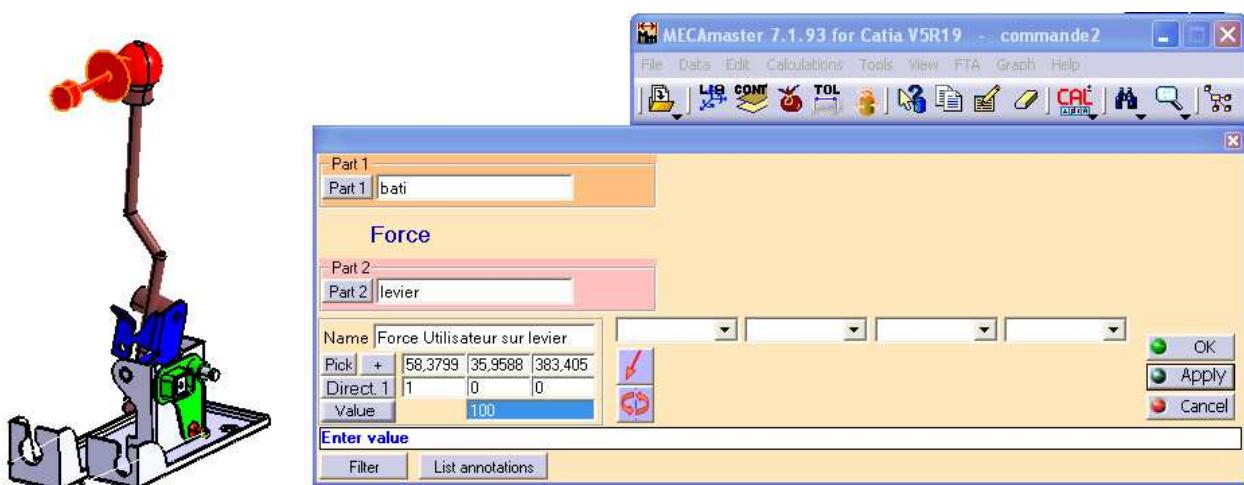
Vous trouverez ci-dessous quelques exemples de définition d'efforts exercés par le milieu extérieur.

15.2.2.1 Commande de boite de vitesse



Nous souhaitons sur cet exemple modéliser l'effort appliqué par un utilisateur sur la boule du levier de vitesse pour mesurer la force résultante exercée sur la boîte de vitesses par l'intermédiaire des câbles de la commande.

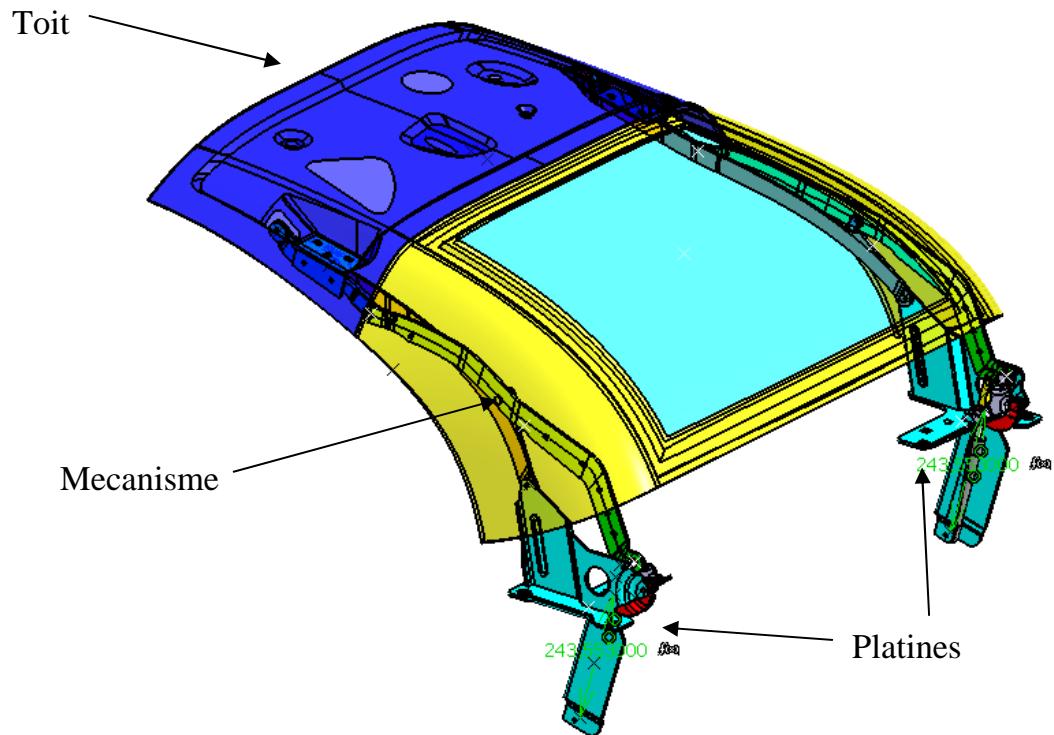
La Donnée Force de MECAmaster sera définie entre le Bâti et le Levier. En effet, le Bâti, intégralement lié au milieu extérieur, simulera bien l'effet demandé :



15.2.2.2 Poids sur mécanisme de toit coupé-cabriolet

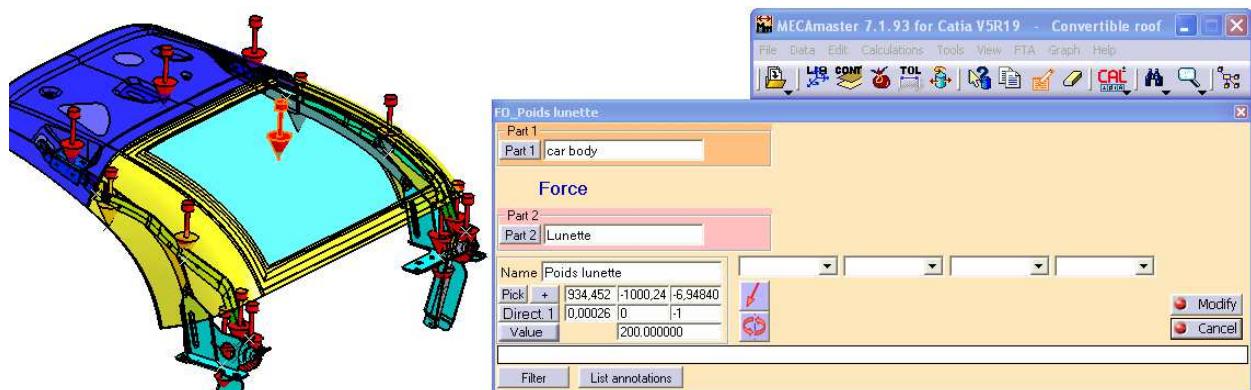
Nous souhaitons sur cet exemple dimensionner les actionneurs pour commander l'ouverture de ce toit coupé-cabriolet.

L'actionneur devra compenser le poids de chacune des pièces, qu'il est donc nécessaire de modéliser.



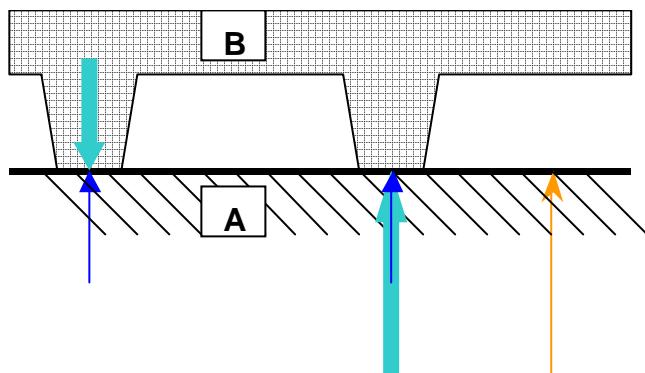
Le toit complet est positionné sur le véhicule (car body) par l'intermédiaire des deux platines arrière. Il existe donc dans le modèle des liaisons/contacts entre chacune des platines et la pièce « car body », même si elle n'est pas représentée numériquement.

Pour modéliser le chargement désiré il faudra définir une force pour chaque pièce de l'assemblage appliquée en son centre de gravité et exercée par « car body » (intégralement lié au milieu extérieur) sur la pièce de l'assemblage comme illustré ci-dessous pour la lunette :



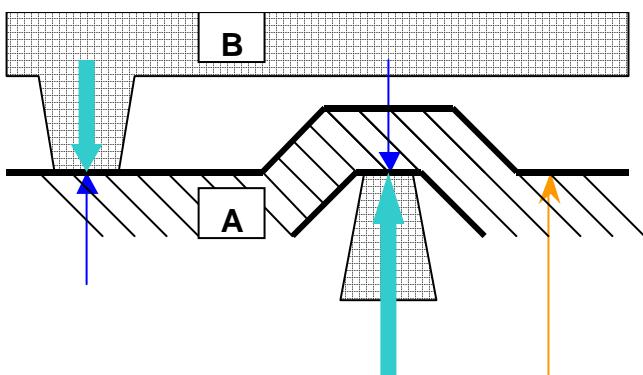
15.3 ANNEXE III : Sens et signes des influences:

POUR UNE PONCTUELLE donnée (par ex. la 2^{ème} ponctuelle), **SI LE DEPLACEMENT** (suivant le sens du symbole de la ponctuelle) de la 2^{ème} pièce (B) / 1^{ière} pièce (A) **PRODUIT UN DEPLACEMENT** (au niveau de la cote condition) de la 2^{ème} pièce (B) / 1^{ière} pièce (A) **DANS LE SENS** du symbole de la cote condition, **L'INFLUENCE EST DESSINEE DANS LE SENS** du symbole de la ponctuelle et la **VALEUR NUMERIQUE EST POSITIVE**.



Influence 1.5

Si on **INVERSE LE SENS DU SYMBOLE** de la 2^{ème} ponctuelle, cela correspond en fait à des pièces différentes. **LE DEPLACEMENT** (suivant le sens du symbole de la ponctuelle) de la 2^{ème} pièce (B) / 1^{ière} pièce (A) **PRODUIT UN DEPLACEMENT** (au niveau de la cote condition) de la 2^{ème} pièce (B) / 1^{ière} pièce (A) **DANS LE SENS OPPOSE** du symbole de la cote condition, **L'INFLUENCE EST DESSINEE DANS LE SENS OPPOSE** du symbole de la ponctuelle et la **VALEUR NUMERIQUE EST NEGATIVE**.



Influence -1.5

Signes des décentrages

Règle:

Pour une liaison donnée (par ex. la 2^{ème} ponctuelle), les décalages sont à définir en + positif (pour les pièces A et B) si ils tendent à écarter les pièces au niveau de cette liaison.

Conséquences:

- si on est dans le cas de la 1^{ière} figure, l'influence est positive, le résultat de ces décalages tend à écarter [+3.75] les faces d'appui de la cote condition. Noter que si au droit de la cote condition il y avait le même décalage sur la pièce A (par ex. revêtement de la surface) qu'au niveau de la 2^{ème} ponctuelle, on le définirait en + positif de la même façon, et l'écart des faces d'appui de la cote condition diminuerait [+3.25].

Noms		Pieces	Tolerance	Influence	Contribu
PO Z	a		.000 \		
	b		.000 x .500000	=	.000
			.000 /		
excentration	a		.500000 x 1.500	[.750000	
	b		2.000 x 1.500	[3.000	
			.000 /		
PO Z	a		.000 \		
	b		.000 x 1.500	=	.000
			.000 /		
excentration	a		.500000 x -1.000	[-.500000	
	a		.000 \		
	b		x 1.000	=	.000
TP Z			.000 /		
Excentration resultante			Valeur de l'excentration	[3.250
Calcul ARITHMETIQUE (infl non nulles)			Valeur de la tolerance	=	.000

- si on est dans le cas de la 2^{ème} figure, l'influence est négative, le résultat de ces décalages tend à rapprocher [-3.75] les faces d'appui de la cote condition. Noter que si au droit de la cote condition il y avait le même décalage sur la pièce A (par ex. revêtement de la surface, **des deux cotés de A**) qu'au niveau de la 2^{ème} ponctuelle, on le définirait en + positif de la même façon, et l'écart des faces d'appui de la cote condition diminuerait [-4.25].

Noms		Pieces	Tolerance	Influence	Contribu
PO Z	a		.000 \		
	b		.000 x .500000	=	.000
			.000 /		
excentration	a		.500000 x -1.500	[-.750000	
	b		2.000 x -1.500	[-3.000	
			.000 /		
PO Z	a		.000 \		
	b		.000 x 1.500	=	.000
			.000 /		
excentration	a		.500000 x -1.000	[-.500000	
	a		.000 \		
	b		x 1.000	=	.000
TP Z			.000 /		
Excentration resultante			Valeur de l'excentration	[-4.250
Calcul ARITHMETIQUE (infl non nulles)			Valeur de la tolerance	=	.000

Utilisation de MECAmaster Modele Analyzer V1.2 pour MECAmaster V7.3 for CATIA V5

GENERALITES	2
INFORMATION GENERALE	2
DEMARRAGE DE MECAMASTER MODELE ANALYSER	2
MECAMASTER MODELE ANALYSER TOOLBAR	2
A PROPOS DES FICHIERS MMSTUDY	3
OUVRIR DES ETUDES	3
PROPRIETES EXCEL SUR TABLEAUX D'ANALYSE.....	4
RAPPEL SUR LES TABLEAUX CROISES DYNAMIQUES	4
DEVELOPPER / REDUIRE LES GROUPES DE VALEURS	5
REGROUER LES VALEURS (GROUPER / DEGROUPER)	5
CLASSER LES DONNEES (ROW SORTING)	6
GESTION DES COLONNES DE PARAMETRES	7
FILTRES MENUS DU TABLEAU CROISE DYNAMIQUE	8
FEUILLE SYNTHESE.....	9
INFORMATION GENERALE	9
PRESENTATION DE LA PAGE	9
ENTETE	10
TABLEAU D'ANALYSE	10
GRAPHIQUES	17
FILTRES	18
RIBBON	19
FEUILLE OVERVIEW	20
INFORMATION GENERALE	20
PRESENTATION DE LA PAGE	20
ENTETE	20
TABLEAU D'ANALYSE	21
GRAPHIQUES	26
RIBBON	27
FEUILLE DETAILLEE.....	28
INFORMATION GENERALE	28
PRESENTATION DE LA PAGE	28
ENTETE	29
TABLEAU D'ANALYSE	29
GRAPHIQUES	34
RESULTATS DETAILLES SUR LE POINT DE MESURE	35
RIBBON	36
SETTINGS	37
GENERAL.....	37
FEASIBILITY COEFF	38
USER STATISTICAL CALCULATION	39
REQUIREMENT MANAGEMENT	39
DISPLAY MANAGEMENT	40
MODIFICATION MANUELLE DU FICHIER DE SETTINGS	41
A PROPOS	45

MECA master Sarl
64 chemin des mouilles 69134 ECULLY CEDEX, FRANCE
Tél: +33 (0)4 78 64 35 61. Fax: +33 (0)4 78 64 97 21
Email: mecamaster@mecamaster.com

GENERALITES

Information générale

MECAmaster **Modele Analyser** est une nouvelle interface d'exploitation des résultats d'un calcul MECAmaster utilisant l'application Microsoft Excel.

Microsoft Excel est uniquement un support de visualisation des résultats, TOUS les résultats numériques restent et resteront calculés par MECAmaster.

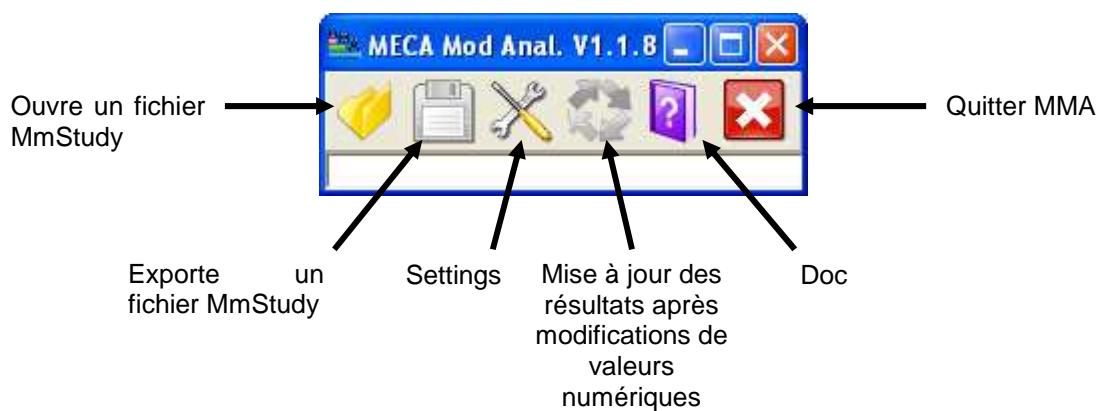
Cette Application est complètement déconnectée de l'intégration CATIA V5 de MECAmaster. Ainsi, toute modification dans CATIA V5 postérieure à l'import des résultats dans MMA ne sera pas prise en compte dans l'interface d'exploitation.

Démarrage de MECAmaster Modele Analyzer

Il existe deux méthodes pour accéder à MECAmaster Modele Analyzer :

- Après un calcul MECAmaster, la commande "exporting the results" lancera l'application Modele Analyzer en mode "piloté" par MECAmaster et importera les résultats du calcul en cours.
- L'exécution de l'application de manière autonome lancera Modele Analyzer en mode stand-alone. Aucun résultat ne sera importé par défaut, l'utilisateur devra ouvrir un(des) fichier(s) étude(s).

MECAmaster Modele Analyzer Toolbar



- **Ouvre un fichier MmStudy** : Ouvre un fichier MmStudy enregistré sur le disque.
- **Exporte un fichier MmStudy** : Exporte l'étude en cours sur le disque.
- **Settings** : Ouvre la fenêtre des settings généraux de l'application.
- **Mise à jour des résultats après modification de valeurs numériques** : relance un calcul MECAmaster avec les valeurs de tolérances définies dans l'Analyzer (intégrant donc les potentielles modifications) pour mettre à jour les résultats numériques et les contributeurs.
- **Doc** : ouvre la page d'aide.
- **Quitter MMA** : Ferme l'application.

A propos des fichiers MmStudy

Les fichiers MmStudy sont une évolution apparue dans la version 1.2 de l'Analyzer. Elle autorise à sauvegarder en local les informations relatives à une étude pour la rendre accessible à des exploitations ultérieures en mode stand-alone.

Ce fichier est l'unique fichier à utiliser pour sauvegarder l'étude, la sauvegarde du fichier Excel ne permettra aucune relecture des informations !

Le recalcul via MECAmaster suite à une modification de valeurs de tolérances sera impossible dans une étude qui aura été exportée / réimportée via un MmStudy. L'option recalcul n'étant accessible qu'en mode connecté à MECAmaster.

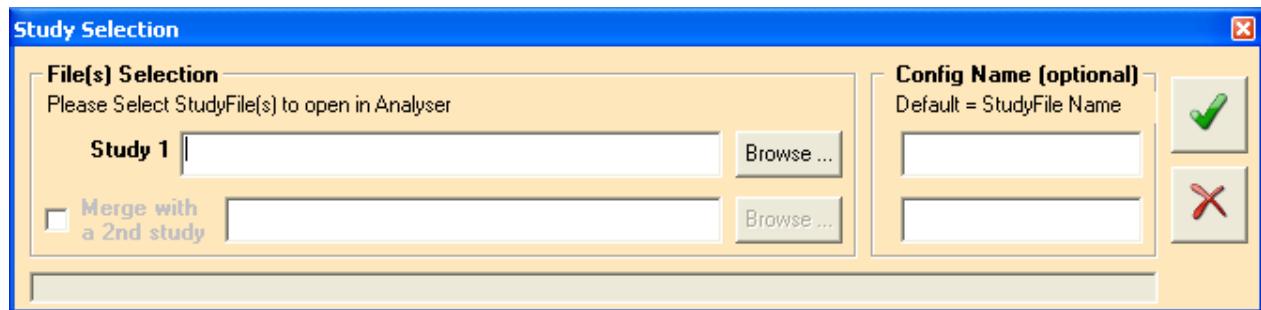
Ouvrir des études

Cette version autorise l'ouverture de plusieurs études dans une même session stand-alone. Cette opération vient concaténer les informations. Il n'est plus possible ensuite de les dissocier.

Ainsi pour ouvrir une étude, vous avez la possibilité soit de:

- Ouvrir une étude MmStudy
- Ajouter une étude MmStudy à celle en cours d'étude par Modele Analyzer
- Ouvrir deux études MmStudy

Une fois que deux études sont ouvertes, elles sont concaténées et gérées comme une seule étude. Un export au format MmStudy exportera alors toutes les informations comme une seule étude globale.



L'ouverture d'une étude se fera par la sélection sur le disque du fichier MmStudy en question utilisant le bouton de recherché "Browse ... ". Vous pouvez donner un nom de configuration à cette étude dans le champ Config Name prévu à cet effet. Par défaut le nom de l'étude sera le nom du fichier si aucun n'est déjà défini.

Le nom de config est un paramètre qui peut être utilisé pour différencier dans une comparaison les données provenant de différentes études sources, ou différents calculs ...

PROPRIETES EXCEL SUR TABLEAUX D'ANALYSE

Cette version de Modele Analyzer utilise des propriétés Excel bien spécifiques. Il est important d'en avoir une rapide présentation pour comprendre complètement comment utiliser MMA par la suite...

Tous les tableaux de Modele Analyzer V1.2 sont des tableaux croisés dynamiques et non plus de simples tables.

Rappel sur les tableaux croisés dynamiques

Un tableau croisé dynamique est un outil de traitement de donnée utilisé pour rechercher, organiser et résumer des informations provenant d'une base de données ou d'une table de donnée brute. Il est utile pour analyser les tables présentant en général un grand nombre de données à traiter. C'est un outil Excel très standard.

Le tableau croisé dynamique n'est donc pas une simple table linéaire mais une table de valeurs classées obéissant à une hiérarchisation des informations de la première colonne à la dernière colonne.

- Requirement -	- Name of the Tolerance -	Data Nb	Calcul. Type	- Target -	Calc. Result	Feas. Coeff	I
Jeu 2	Jeu 2 - 1	21	ARITH_DISP	0,500	0,479	1,04	●
Jeu 2	Jeu 2 - 1	24	ARITH_DISP	0,500	0,479	1,04	●
Jeu 2	Jeu 2 - 2	22	ARITH_DISP	0,500	0,360	1,39	●
Jeu 2	Jeu 2 - 2	25	ARITH_DISP	0,500	0,479	1,04	●
Jeu 2	Jeu 2 - 3	23	ARITH_DISP	0,500	0,375	1,33	●
Jeu 2	Jeu 2 - 3	26	ARITH_DISP	0,500	0,419	1,19	●
Jeu 2	Jeu 2 - 4	27	ARITH_DISP	0,500	0,371	1,35	●
Jeu Ja1	Jeu Ja1 - 1	28	ARITH_DISP	0,700	0,989	0,71	●
Jeu Ja1	Jeu Ja1 - 2	29	ARITH_DISP	0,700	0,950	0,74	●
Jeu Ja1	Jeu Ja1 - 3	30	ARITH_DISP	0,700	0,989	0,71	●
Jeu Ja2	Jeu Axial Ja2	31	ARITH_DISP	0,600	0,904	0,66	●
Jeu Ja2	Jeu Axial Ja2 - 2	32	ARITH_DISP	0,600	0,904	0,66	●
jeu Jr1	Jeu radial Jr1 - 1	33	ARITH_DISP	0,450	0,108	4,18	●
Jeu Jr2	Jeu radial Jr2 - 2	36	ARITH_DISP	0,550	0,786	0,70	●
Jeu Jr2	Jeu radial Jr2 - 1	37	ARITH_DISP	0,550	0,525	1,05	●

Les lignes sont tout d'abord regroupées par leur premier paramètre (ici « Requirement »)
 Ensuite, pour un « Requirement », les lignes sont regroupées par leur second paramètre (ici « Name of the Tolerance »)
 Ensuite, pour un « Name of the Tolerance », les lignes sont regroupées par leur troisième paramètre (ici « Data Nb »)
 Etc...

Le même tableau pourrait en fait être visualisé sous la forme suivante pour mieux comprendre :

- Requirement	Name of the Tolerance	Data Nb	Calcul. Type	- Target -	Calc. Result	Feas. Coeff	I
Jeu 2	Jeu 2 - 1	21	ARITH_DISP	0,500	0,479	1,04	■
		24		0,500	0,479	1,04	■
	Jeu 2 - 2	22		0,500	0,360	1,39	■
		25		0,500	0,479	1,04	■
	Jeu 2 - 3	23		0,500	0,375	1,33	■
		26		0,500	0,419	1,19	■
	Jeu 2 - 4	27		0,500	0,371	1,35	■
Jeu Ja1	Jeu Ja1 - 1	28	ARITH_DISP	0,700	0,989	0,71	■
	Jeu Ja1 - 2	29		0,700	0,950	0,74	■
	Jeu Ja1 - 3	30		0,700	0,989	0,71	■
Jeu Ja2	Jeu Axial Ja2	31	ARITH_DISP	0,600	0,904	0,66	■
	Jeu Axial Ja2 - 2	32		0,600	0,904	0,66	■
jeu Jr1	Jeu radial Jr1 - 1	33	ARITH_DISP	0,450	0,108	4,18	■
Jeu Jr2	Jeu radial Jr2 - 2	36	ARITH_DISP	0,550	0,786	0,70	■
	Jeu radial Jr2 - 1	37		0,550	0,525	1,05	■

Des menus contextuels (clic droit) spécifiques sont accessibles sur toutes les cellules du tableau, ils proposent tous au moins les fonctions élémentaires suivantes :

Développer / réduire les groupes de valeurs

Les lignes d'un tableau présentant le même paramètre « maître » peuvent être compactées en une seule ligne de synthèse si vous souhaitez obtenir le résultat global pour ce paramètre. Le critère de regroupement est différent selon les colonnes et la valeur de la ligne globale pourra être le Max, Min, Somme, Moyenne ... de toutes les valeurs des lignes regroupées.

Prenons un exemple ici sur le paramètre : "Requirement" = "Jeu J2"

Soit par :

- Un clic droit / "Réduire" (or réduire le champ complet pour tous les "Requirement")
- Un double clic

sur le paramètre "Jeu J2", vous allez compacter toutes les lignes ayant le paramètre "Requirement" = "Jeu J2" en une seule ligne globale :

- Requirement	- Name of the Tolerance	Data Nb	Calcul. Type	- Target -	Calc. Result	Feas. Coeff	I
Jeu 2					0,479	1,04	■
Jeu Ja1	Jeu Ja1 - 1	28	ARITH_DISP	0,700	0,989	0,71	■
Jeu Ja1	Jeu Ja1 - 2	29	ARITH_DISP	0,700	0,950	0,74	■
Jeu Ja1	Jeu Ja1 - 3	30	ARITH_DISP	0,700	0,989	0,71	■
Jeu Ja2	Jeu Axial Ja2	31	ARITH_DISP	0,600	0,904	0,66	■
Jeu Ja2	Jeu Axial Ja2 - 2	32	ARITH_DISP	0,600	0,904	0,66	■
jeu Jr1	Jeu radial Jr1 - 1	33	ARITH_DISP	0,450	0,108	4,18	■
Jeu Jr2	Jeu radial Jr2 - 2	36	ARITH_DISP	0,550	0,786	0,70	■
Jeu Jr2	Jeu radial Jr2 - 1	37	ARITH_DISP	0,550	0,525	1,05	■

Regrouper les valeurs (Grouper / Dégrouper)

Si vous souhaitez compacter différentes lignes, mais qui ne sont pas associées à un paramètre global identique, vous avez la possibilité de créer un paramètre de Groupe. La commande précédente s'appliquera alors sur ce paramètre de groupe qui sera identique par définition sur toutes les données que vous souhaitez compacter.

Pour créer un paramètre de groupe, il faudra :

- Sélectionner les lignes que vous souhaitez regrouper
- Clic Droit / « Grouper »

Sur l'exemple suivant, les 3 dernières lignes ont été associées à un paramètre de groupe identique alors que leur paramètre "Requirement" était différent ...

- Requirement -2	Requirement	Name of the Tolerance	Data Nb	Calcul. Type	- Target -	Calc. Result	Feas. Coeff	I
Jeu 2						0,479	1,04	●
Jeu Ja1	Jeu Ja1	Jeu Ja1 - 1	28	ARITH_DISP	0,700	0,989	0,71	●
Jeu Ja1	Jeu Ja1	Jeu Ja1 - 2	29	ARITH_DISP	0,700	0,950	0,74	●
Jeu Ja1	Jeu Ja1	Jeu Ja1 - 3	30	ARITH_DISP	0,700	0,989	0,71	●
Jeu Ja2	Jeu Ja2	Jeu Axial Ja2	31	ARITH_DISP	0,600	0,904	0,66	●
Jeu Ja2	Jeu Ja2	Jeu Axial Ja2 - 2	32	ARITH_DISP	0,600	0,904	0,66	●
Groupe1	jeu Jr1	Jeu radial Jr1 - 1	33	ARITH_DISP	0,450	0,108	4,18	●
Groupe1	Jeu Jr2	Jeu radial Jr2 - 2	36	ARITH_DISP	0,550	0,786	0,70	●
Groupe1	Jeu Jr2	Jeu radial Jr2 - 1	37	ARITH_DISP	0,550	0,525	1,05	●

Un nom général est défini par défaut sur ce paramètre de groupe. Il est modifiable par la commande :

- Clic Droit / « Change Group Name »

Les lignes peuvent désormais être regroupées comme précédemment sur ce paramètre:

- Requirement -2	Requirement	Name of the Tolerance	Data Nb	Calcul. Type	- Target -	Calc. Result	Feas. Coeff	I
Jeu 2						0,479	1,04	●
Jeu Ja1	Jeu Ja1	Jeu Ja1 - 1	28	ARITH_DISP	0,700	0,989	0,71	●
Jeu Ja1	Jeu Ja1	Jeu Ja1 - 2	29	ARITH_DISP	0,700	0,950	0,74	●
Jeu Ja1	Jeu Ja1	Jeu Ja1 - 3	30	ARITH_DISP	0,700	0,989	0,71	●
Jeu Ja2	Jeu Ja2	Jeu Axial Ja2	31	ARITH_DISP	0,600	0,904	0,66	●
Jeu Ja2	Jeu Ja2	Jeu Axial Ja2 - 2	32	ARITH_DISP	0,600	0,904	0,66	●
New Group Parameter						0,786	0,70	●

Un clic Droit / « Dégrouper » inverse le processus et supprime le paramètre de groupe.

Classer les données (Row Sorting)

Les valeurs de chaque colonne peuvent être classées par ordre croissant ou décroissant.

Attention cependant, comme indiqué précédemment les lignes de ce tableau ne sont pas indépendantes les unes des autres ... La commande de classement s'appliquera d'abord sur les lignes internes à un même paramètre global, puis classera les paramètres globaux entre eux ...

Les paramètres ou les groupes ne sont jamais dissociés.

Par exemple, si on applique un classement décroissant sur la colonne "Feas. Coeff" :

- Requirement	Data Nb	Name of the Tolerance	Calcul. Type	- Target -	Calc. Result	Feas. Coeff	I
jeu Jr1	33	Jeu radial Jr1 - 1	ARITH_DISP	0,450	0,108	4,18	●
Jeu 2	22	Jeu 2 - 2	ARITH_DISP	0,500	0,360	1,39	●
Jeu 2	27	Jeu 2 - 4	ARITH_DISP	0,500	0,371	1,35	●
Jeu 2	23	Jeu 2 - 3	ARITH_DISP	0,500	0,375	1,33	●
Jeu 2	26	Jeu 2 - 3	ARITH_DISP	0,500	0,419	1,19	●
Jeu 2	21	Jeu 2 - 1	ARITH_DISP	0,500	0,479	1,04	●
Jeu 2	25	Jeu 2 - 2	ARITH_DISP	0,500	0,479	1,04	●
Jeu 2	24	Jeu 2 - 1	ARITH_DISP	0,500	0,479	1,04	●
Jeu Ja1	29	Jeu Ja1 - 2	ARITH_DISP	0,700	0,950	0,74	●
Jeu Ja1	30	Jeu Ja1 - 3	ARITH_DISP	0,700	0,989	0,71	●
Jeu Ja1	28	Jeu Ja1 - 1	ARITH_DISP	0,700	0,989	0,71	●
Jeu Jr2	37	Jeu radial Jr2 - 1	ARITH_DISP	0,550	0,525	1,05	●
Jeu Jr2	36	Jeu radial Jr2 - 2	ARITH_DISP	0,550	0,786	0,70	●
Jeu Ja2	32	Jeu Axial Ja2 - 2	ARITH_DISP	0,600	0,904	0,66	●
Jeu Ja2	31	Jeu Axial Ja2	ARITH_DISP	0,600	0,904	0,66	●

Vous pouvez voir que la 4ème ligne en partant du bas du tableau (data nb "37") avec un coeff de 1.05 est classée en dessous de la donnée n°28" qui a pourtant un coefficient de 0.71 ...

Cela est dû au fait que la donnée « 37 » a le plus gros coeff de toutes les données appartenant au « Requirement » « JEU JR2 » qui a globalement un coefficient plus faible que le « Requirement » "JEU JA1" ...

Il y a une astuce simple néanmoins si vous souhaitez retrouver un comportement similaire à une table classique : il suffit de mettre en première colonne un paramètre qui est indépendant sur chaque ligne ... comme par exemple le champ « Data Nb » ici !

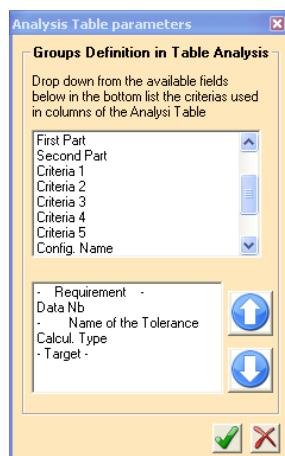
Gestion des colonnes de paramètres

Il y a deux types de colonnes dans le tableau :

- La zone des paramètres
- La zone des valeurs calculées

En règle générale, toutes les colonnes du tableau peuvent être personnalisées (afficher / masquer ; réordonner ; ...).

Pour les colonnes de la zone des paramètres il existe une commande dédiée : "Manage Table Columns / Add/Delete/Move Column Fields:

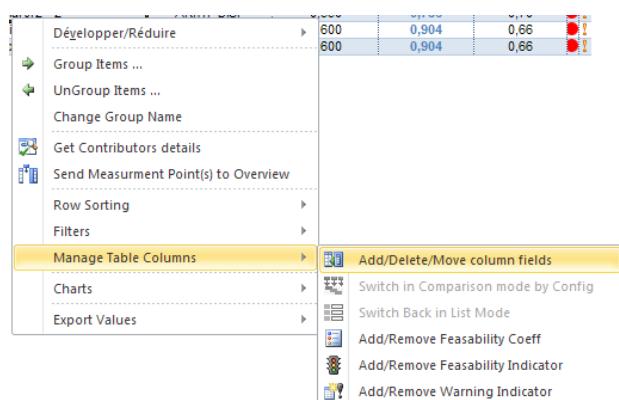


Vous pouvez Ajouter / Supprimer des colonnes de paramètres (toutes les colonnes à gauche de la table, avant les valeurs calculées) par un glisser déposer de valeurs de la liste exhaustive (en haut) vers la liste des valeurs sélectionnées (en bas).

Pour réordonner les colonnes des paramètres, il suffira de sélectionner le paramètre dans la liste du bas et d'utiliser les boutons Flèche Haut et Flèche Bas pour en changer l'ordre ...

Pour les colonnes correspondantes aux valeurs calculées, vous trouverez généralement dans le ribbon ou le menu contextuel des commandes spécifiques s'y appliquant.

Par exemple, un clic droit sur la table de synthèse donnera :



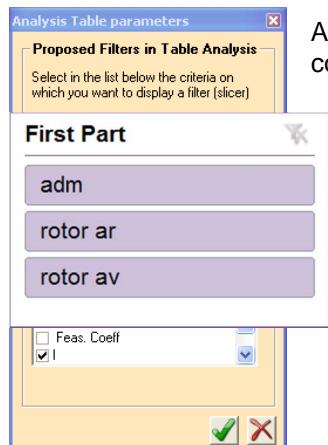
← Commande globale pour les colonnes de paramètres
 } Commandes spécifiques pour les colonnes de valeurs calculées

Filtres Menus du Tableau croisé dynamique

Des filtres peuvent être appliqués pour simplifier la gestion et l'affichage des résultats dans les tableaux d'analyses. Comme pour le paragraphe précédent, une commande générale est définie pour les filtres s'appliquant aux paramètres et des commandes spécifiques existent pour les filtres sur les valeurs calculées.

La commande générale est accessible via le ribbon ou le menu contextuel : "Define Filter Menu".

Pour chaque critère de filtre voulu, la case à cocher définira si le menu doit s'afficher ou non.



Ainsi, pour chaque critère sélectionné vous obtiendrez un nouveau filtre menu comme ici pour le critère « First Part » :

Le filtre menu listera toutes les valeurs que peut prendre le paramètre sélectionné. La sélection dans le menu d'une ou plusieurs valeurs appliquera un filtre sur ces valeurs en conséquence. Les autres seront masquées.

NB : Vous pouvez utiliser un filtre menu même si la colonne correspondante n'est pas affichée.

Concernant les colonnes de valeur :

- il n'y a aucun filtre spécifique sur la page Synthèse.
- Sur les pages Overview et Detail, le seul filtre spécifique est le « Contribution filtering » qui masque du tableau toutes les lignes dont la valeur de contribution est inférieure à la valeur minimale définie en setting de l'application.

FEUILLE SYNTHESE

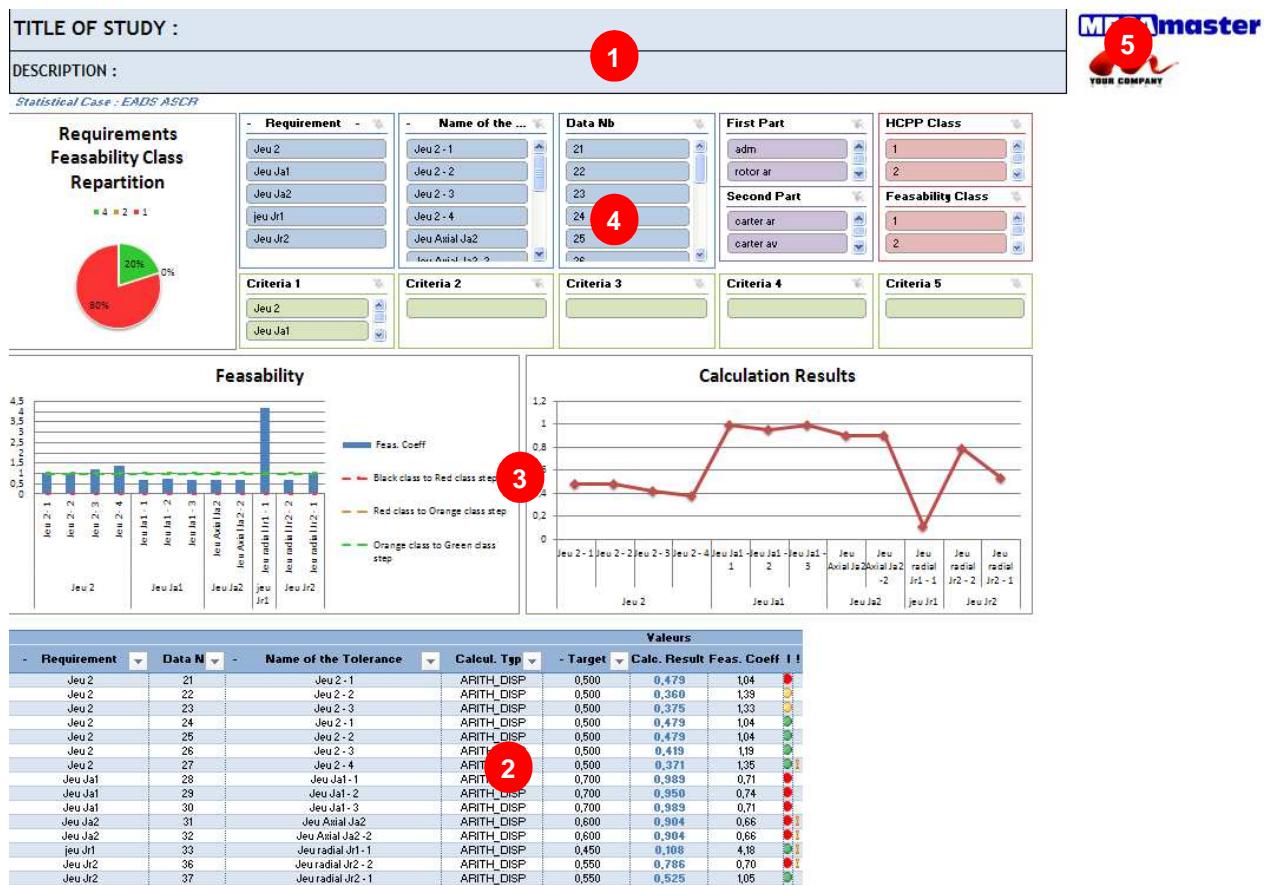
Information Générale

La feuille de Synthèse de MECAmaster Modele Analyzer (MMA) est une feuille globale qui synthétise les résultats finaux calculés sur l'ensemble des points de mesure. Aucune information n'y est indiquée quant aux contributeurs.

Cette page de MMA donnera un accès direct et visuel sur la faisabilité globale associée à l'étude totale du modèle MECAmaster.

Présentation de la Page

La présentation dépendra du template utilisé. Certains des éléments illustrés ici peuvent donc différer dans votre exploitation.



Comme sur toutes les pages du Classeur MMA, vous y trouverez :

- Un entête (1)
- Le tableau principal d'analyse (2)
- Un/Des graphiques (3)
- Un/Des filtres (4)
- Logo(s) (5)

La position relative des éléments les uns par rapport aux autres est définie dans le template.

Entête

L'entête global rappellera le nom et la description associée à l'étude en cours. Ces éléments sont prédéfinis avant export dans MECAmaster. Néanmoins, ils peuvent être modifiés à tout moment via :

- L'onglet général des settings de l'application
- L'onglet Excel « MMA-Synthese » dans la zone « infos générales »

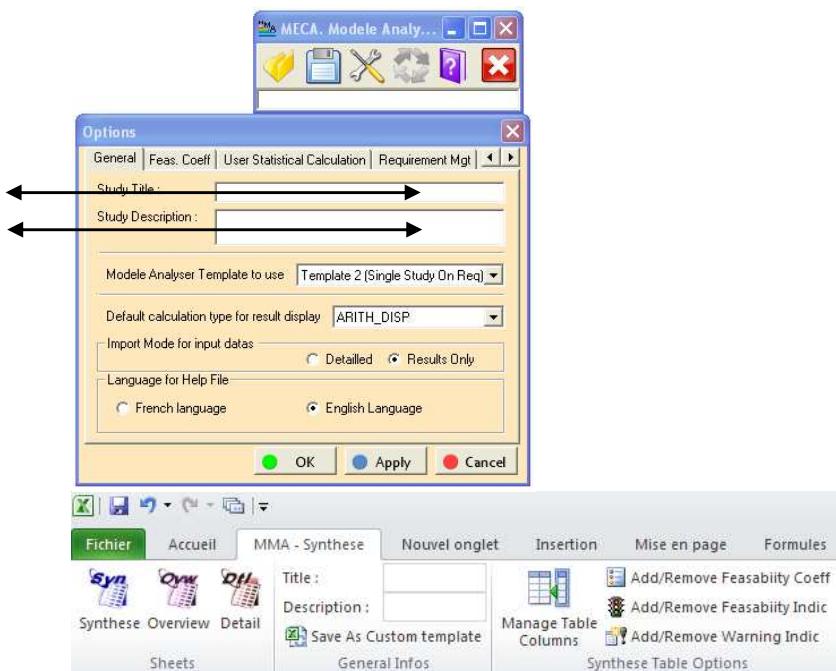


Tableau d'analyse

Le tableau d'analyse de la page synthèse liste les résultats du calcul sur tous les points de mesure calculés par MECAmaster. L'objectif de cette page est d'avoir un regard global sur les exigences qui sont conformes / non conformes...

Deux zones principales apparaissent dans le tableau :

- La zone des paramètres
- La zone des valeurs calculées par MECAmaster

- Requirement	Data N	Name of the Tolerance	Calcul. Typ	Valeurs			Feas. Coeff	I !
				- Target -	Calc. Result			
Jeu 2	21	Jeu 2 -1	ARITH_DISP	0,500	0,479	1,04		!
Jeu 2	22	Jeu 2 -2	ARITH_DISP	0,500	0,360	1,39	!	!
Jeu 2	23	Jeu 2 -3	ARITH_DISP	0,500	0,375	1,33	!	!
Jeu 2	24	Jeu 2 -1	ARITH_DISP	0,500	0,479	1,04	!	!
Jeu 2	25	Jeu 2 -2	ARITH_DISP	0,500	0,479	1,04	!	!
Jeu 2	26	Jeu 2 -3	ARITH_DISP	0,500	0,419	1,19	!	!
Jeu 2	27	Jeu 2 -4	ARITH_DISP	0,500	0,371	1,35	!	!

Zone des paramètres

Zone des valeurs calculées

Zone des paramètres

La zone des paramètres peut être constituée des paramètres suivants (paramètres d'entrée associés aux points de mesure) :

- **Data Nb**: Identifiant numérique unique d'une donnée MECAmaster dans un modèle (défini automatiquement par MECAmaster, il correspond en général à l'ordre d'apparition de la donnée dans l'arbre CATIA)
- **Requirement**: Nom de l'exigence à laquelle le point de mesure est rattaché. (la méthode de définition de l'exigence est définie dans les settings)
- **Data Type**: Tolerance en Position / en Orientation ...
- **Name of the Tolerance**: Nom donné à la donnée Point de Mesure dans MECAmaster
- **First Part**: Première Pièce impliquée dans la mesure: ie la pièce 1 de la donnée
- **Second Part**: Seconde Pièce impliquée dans la mesure: ie la pièce 2 de la donnée
- **Criteria 1, 2, 3, 4, 5** de la donnée MECAmaster
- **Config Name**: Nom de la configuration donnée à l'import du fichier MmStudy. Le nom par défaut (si rien n'est défini) est le nom du fichier MmStudy. Ce paramètre est utile pour distinguer les données lors d'un import multiple.
- **HCPP Class**: classe de gravité définie à 1, 2, 3 ou 4. Donne une information à propos de la criticité du non-respect de l'exigence. La classe HCPP joue un rôle pour la transition vert → orange → rouge de l'indicateur de faisabilité. Une classe 4 qualifie une exigence de confort, une classe 1 qualifie une exigence critique.
- **Calculation Type**: type de calcul affiché pour le point de mesure
- **Target**: définit l'objectif à atteindre sur le point de mesure relatif au type de calcul choisi
- **I**: Indicateur de classe de faisabilité. 1 = Rouge 2 = Orange 3 = Noire 4 = Verte. Cette Classe de faisabilité est calculée prenant en compte le résultat, l'objectif et la classe HCPP (criticité) selon une règle définie dans les settings de Modele Analyzer.

L'affichage et l'ordre des colonnes de cette zone est définie via la commande « Manage Table Columns » du ribbon ou du menu contextuel.

ATTENTION :

Un résultat affiché à -1 sur un calcul en tolérance et -2 sur un calcul en déplacement signifie que le calcul n'a pas pu être effectué sur ce point de mesure par MECAmaster compte tenu d'une mobilité.

Colonne des valeurs calculées

Les colonnes des valeurs calculées que l'on peut afficher sont :

- Le résultat du calcul selon le type choisi (toujours affichée)
- Le coefficient de faisabilité
- L'indicateur de faisabilité
- Le coefficient d'avertissement

L'affichage de ces colonnes est piloté par des commandes spécifiques du ribbon ou du menu contextuel.

Type de calcul affiché

Modele Analyzer propose les types de calculs suivants :

- **ARITH_TOL** : résultat au pire cas sur les tolérances uniquement
 - **QUAD_TOL** : résultat quadratique sur les tolérances uniquement
 - **STAT_TOL** : résultat statistique sur les tolérances uniquement (voir les options pour définir le type de calcul statistique)
 - **BAL_OFFSET** : résultat sur les offsets "+-" uniquement
 - **ARITH_DISP** : déplacement maximum au pire cas (intègre les tolérances ET les offsets "+-")
 - **QUAD_DISP** : déplacement maximum quadratique (intègre les tolérances ET les offsets "+-")
 - **STAT_DISP** : déplacement maximum statistique (intègre les tolérances ET les offsets "+-") (voir les options pour définir le type de calcul statistique)

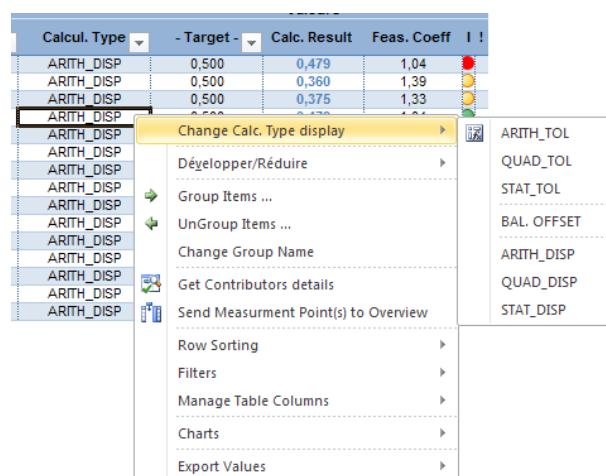
Globalement les résultats _TOL ne prennent pas en compte les valeurs d'offsets "+-" (~ dans MECAmaster) définis. Ces résultats donnent la tolérance résultante sur le point de mesure.

MECAmster), définis. Ces résultats donnent la tolérance résultante sur le point de mesure. Le résultat BAL_OFFSET ne prend en compte que les valeurs d'offsets "+" (~ dans MECAmster). Il donne le décalage possible dans un sens ou dans l'autre sur le point de mesure compte tenu de tous les décentrages non signés (généralement les jeux nominaux).

Les résultats _DISP prennent en compte et les tolérances, et les offsets "+-" (~ dans MECAmaster). Ils indiquent le déplacement maximum du point de mesure par rapport à sa position nominale.

Le type de calcul à afficher par défaut est défini dans les settings de l'application.

Le type de calcul peut être changé sur un/plusieurs points de mesure à l'aide d'un clic droit sur la sélection « Change Calculation Type display » :



Objectif, Résultat

La valeur objectif (Target) est définie dans MECAmaster, dans la fenêtre de définition du point de mesure. La valeur affichée dépend du type de calcul affiché.

La valeur résultat (Result) est le résultat du calcul réalisé par MECAmaster pour le calcul affiché.

ATTENTION : Comme pour la grande majorité des valeurs dans MECAmaster, les résultats et objectifs sont définis sous forme de valeur centrée, à demi-intervalle.

Coefficient et indicateur de faisabilité

Coefficient

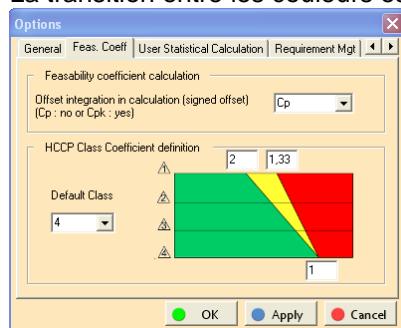
Le coefficient de faisabilité est calculé selon la formule définie dans les settings de Modele Analyzer. Elle est soit du type Cp, soit du type CpK.
Ce coefficient donne une indication quant à la faisabilité de l'exigence.

Indicateur

L'indicateur est défini selon la classe de faisabilité :

- 1 → Rouge
- 2 → Orange
- 3 → Noir
- 4 → Vert

L'indicateur final dépend du coefficient de faisabilité et de la criticité du point de mesure (HCPP Class). La transition entre les couleurs est définie via les settings :



La couleur noire s'applique quand aucune valeur objectif n'est renseignée (et donc pas de coefficient de faisabilité).

Les coefficients et indicateurs se mettent à jour automatiquement avec le type de calcul affiché.

Coefficient d'avertissement.

Le coefficient d'avertissement (⚠) ajoute une information à l'indicateur de faisabilité. Il est là pour alerter l'utilisateur si les résultats sont très éloignés de l'objectif (soit bien plus grands, soit bien plus petits).

Mode Liste / Mode Comparaison

D'une manière usuelle, tous les points de mesure sont listés dans le tableau ligne par ligne, l'un en dessous de l'autre. Cela signifie que l'ajout d'une seconde étude à une première ajoute en fin de tableau tous les points de mesure qui proviennent de la seconde étude.

Dans le cas où l'utilisateur souhaiterait comparer deux scénarios d'une même étude, il peut passer en mode « comparaison ». Le nom de configuration devient alors un paramètre de colonne et non plus un paramètre de ligne.

Pour illustrer ce propos, voici l'affichage du tableau de synthèse en mode liste et en mode comparaison après l'import de deux études sur le même modèle (et donc les mêmes points de mesure) : l'une appelée Config 1 et la seconde Config 2 :

List Mode

- Requirement -	- Name of the Tolerance -	Config. Name	lat	cul	a	Calc. Result
Jeu 2	Jeu 2 - 1	Config 1				0,479
Jeu 2	Jeu 2 - 1	Config 2				0,454
Jeu 2	Jeu 2 - 2	Config 1				0,479
Jeu 2	Jeu 2 - 2	Config 2				0,454
Jeu 2	Jeu 2 - 3	Config 1				0,419
Jeu 2	Jeu 2 - 3	Config 2				0,394
Jeu 2	Jeu 2 - 4	Config 1				0,371
Jeu 2	Jeu 2 - 4	Config 2				0,346
Jeu Ja1	Jeu Ja1 - 1	Config 1				0,989
Jeu Ja1	Jeu Ja1 - 1	Config 2				0,989
Jeu Ja1	Jeu Ja1 - 2	Config 1				0,950
Jeu Ja1	Jeu Ja1 - 2	Config 2				0,950
Jeu Ja1	Jeu Ja1 - 3	Config 1				0,989
Jeu Ja1	Jeu Ja1 - 3	Config 2				0,989
Jeu Ja2	Jeu Axial Ja2	Config 1				0,904
Jeu Ja2	Jeu Axial Ja2	Config 2				0,904
Jeu Ja2	Jeu Axial Ja2 - 2	Config 1				0,904
Jeu Ja2	Jeu Axial Ja2 - 2	Config 2				0,904
jeu Jr1	Jeu radial Jr1 - 1	Config 1				0,108
jeu Jr1	Jeu radial Jr1 - 1	Config 2				0,133
Jeu Jr2	Jeu radial Jr2 - 2	Config 1				0,786
Jeu Jr2	Jeu radial Jr2 - 2	Config 2				0,673
Jeu Jr2	Jeu radial Jr2 - 1	Config 1				0,525
Jeu Jr2	Jeu radial Jr2 - 1	Config 2				0,505

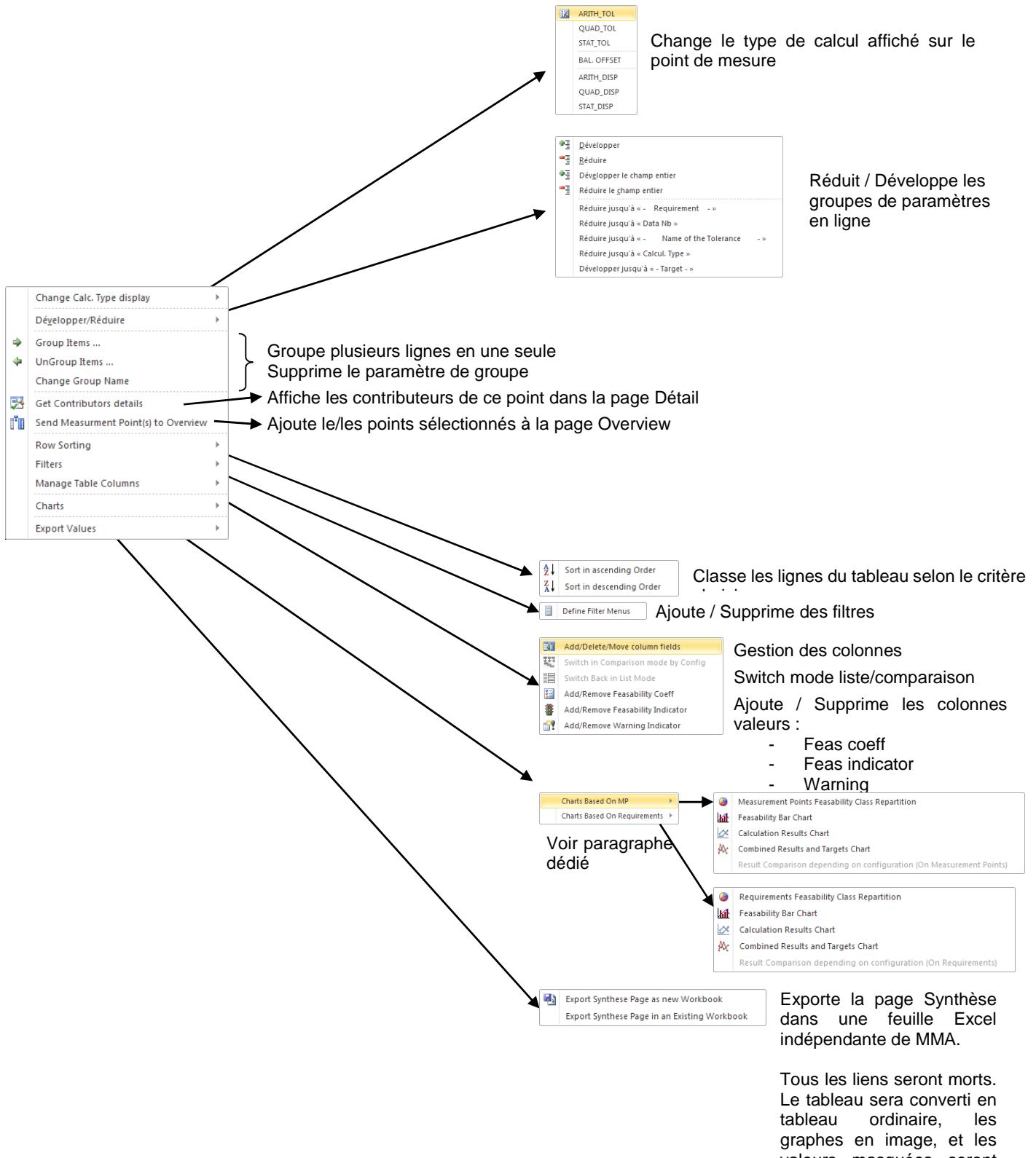
Comparison Mode

- Requirement -	- Name of the Tolerance -	Config. Name	Config 1	Config 2
Jeu 2	Jeu 2 - 1		0,479	0,454
Jeu 2	Jeu 2 - 2		0,479	0,454
Jeu 2	Jeu 2 - 3		0,419	0,394
Jeu 2	Jeu 2 - 4		0,371	0,346
Jeu Ja1	Jeu Ja1 - 1		0,989	0,989
Jeu Ja1	Jeu Ja1 - 2		0,950	0,950
Jeu Ja1	Jeu Ja1 - 3		0,989	0,989
Jeu Ja2	Jeu Axial Ja2		0,904	0,904
Jeu Ja2	Jeu Axial Ja2 - 2		0,904	0,904
jeu Jr1	Jeu radial Jr1 - 1		0,108	0,133
Jeu Jr2	Jeu radial Jr2 - 2		0,786	0,673
Jeu Jr2	Jeu radial Jr2 - 1		0,525	0,505

Certains des templates sont construits pour être en mode liste et d'autres en mode comparaison directement. Vous pouvez choisir le template en fonction de votre analyse.

Menu Contextuel sur le tableau d'analyse

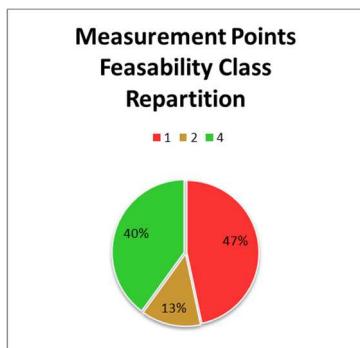
L'utilisateur a accès aux différentes commandes proposées ou bien via le ribbon Excel, ou bien via le menu contextuel :



Graphiques

Quelques graphiques ont été prédéfinis dans MMA pour aider à l'analyse. Ils peuvent être tracés à la demande via le ribbon ou le menu contextuel.

Graphique sur les classes de faisabilité (Exigence ou Point de Mesure)

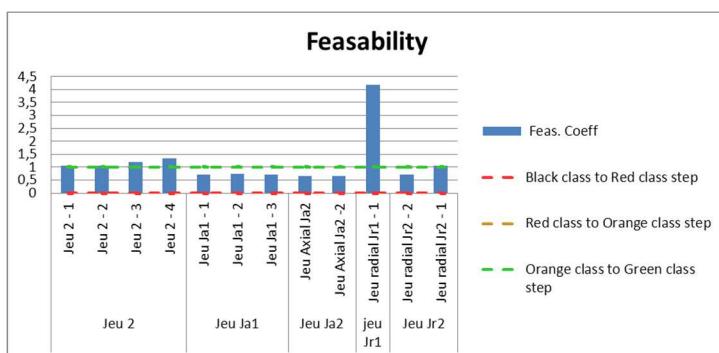


Ce graphe est un camembert qui affiche le pourcentage d'Exigences / Points de mesure pour chaque classe de faisabilité (4 = vert, 3 = noir, 2 = orange, 1 = rouge)

Le graphique sur les exigences (Requirements) prend uniquement en compte les résultats sur les exigences globales.

Le graphique sur les points de mesure prend en compte chaque point de mesure indépendamment des autres sans tenir compte de son appartenance à une exigence particulière.

Histogramme de Faisabilité (Exigence ou Point de Mesure)

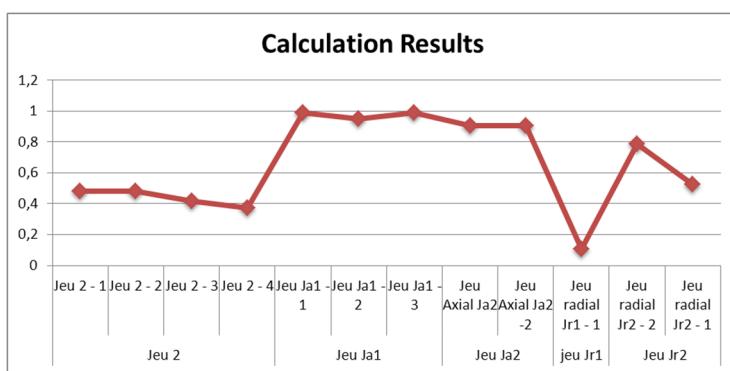


Ce graphique est un histogramme qui affiche le coefficient de faisabilité pour chaque Exigence / Point de mesure.

Les transitions entre chaque classe de faisabilité (Vert / Orange / Rouge) sont rappelées via des lignes en pointillés.

Vous pouvez soit afficher tous les points de mesure ou seulement les exigences.

Graphique des résultats du calcul (Exigence ou Point de Mesure)

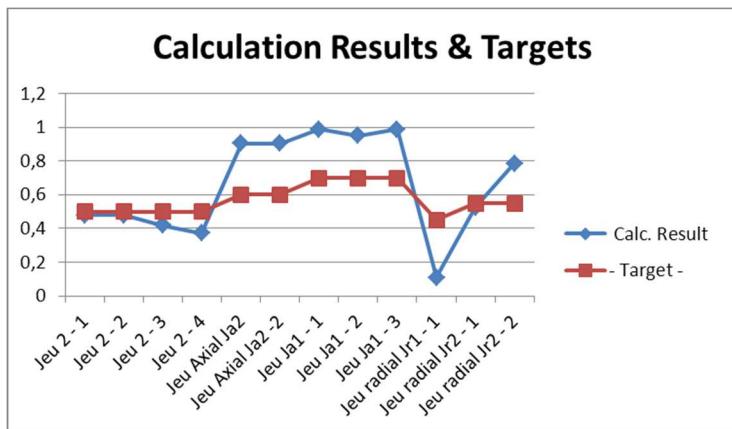


Ce graphique est une courbe qui indique en ordonnée le résultat numérique du calcul MECAmaster sur le point de mesure / l'exigence mentionnée en abscisse.

Le type de calcul est celui du tableau de synthèse.

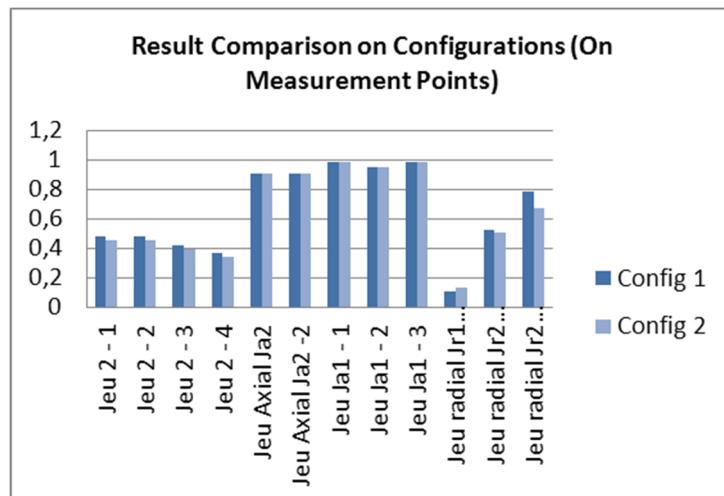
Vous pouvez soit afficher tous les points de mesure soit seulement les exigences.

Graphique combiné résultats / objectifs (Exigence ou Point de Mesure)



Les informations sont identiques au graphique précédent, mais cette fois traçant à la fois le résultat et l'objectif demandé.

Comparaison des résultats (Exigence ou Point de Mesure)



Ce graphique est un histogramme de comparaison de plusieurs configurations. Il trace en abscisse les points de mesure / exigences, en ordonnée le résultat calculé par MECAmaster, et en série les différentes configurations visualisées.

Vous pouvez soit afficher tous les points de mesure ou seulement les exigences.

Filtres

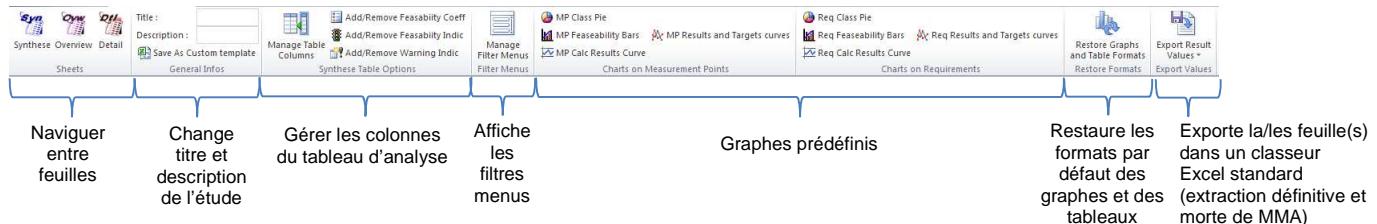
Voir le paragraphe à propos des propriétés Excel sur tableau d'analyse pour plus d'explication sur ce point.

MECA master

la conception mécanique

Ribbon

Un onglet spécifique ("MMA-Synthèse") sera automatiquement sélectionné sur le ribbon de la feuille Synthèse donnant accès aux commandes principales de l'application sur cette feuille :



FEUILLE OVERVIEW

Information Générale

La feuille Overview de MMA est une feuille détaillée et globale dans laquelle toutes les tolérances définies en input du modèle et toutes les contributions calculées en output sont présentes. Elle est utilisée en général pour comparer facilement les contributeurs sur deux ou plusieurs points de mesures.

Présentation de la Page

La présentation dépendra du template utilisé. Certains des éléments illustrés ici peuvent donc différer dans votre exploitation.

The screenshot shows the MMA_template_V2E2.xlsx Microsoft Excel spreadsheet. The top ribbon has tabs for Fichier, Accueil, MMA - Overview, Nouvel onglet, Insertion, Mise en page, Formules, Données, Révision, Affichage, and Création. The MMA - Overview tab is selected. Below the ribbon, there are buttons for Synthèse Overview Detail, Title:, Description:, Manage Table Columns, Add all MPs to table, Clear Overview Table, Manage Filter Menus, Apply Filter Menus, Comparison Graph, Contribution Type, Contribution Type, Charts, Restore Graphs and Table Formats, Restore Formats, Export Result Values, and Export Values. The main area contains a table with columns: Data Name, Data #, Data Typ, Name of the Part, Tol Typ, Tolerance Description, Tol Val, BalOff Val, and General Entity %.

Data Name	Data #	Data Typ	Name of the Part	Tol Typ	Tolerance Description	Tol Val	BalOff Val	General Entity %
Plan Cale / Rotor AR	4	DI X	cale	ORI	Cote CalmP ar aléatoire Face Appui Cale	0,025000		0,00%
Plan Cale / Rotor AR	4	DI X	cale	POS	Cote CalmP ar aléatoire Face Appui Cale	0,500000		74,87%
Centrage ADM / Carter AR	14	LA XZ	int carter ref effig / adm	INT	Dimension Cylindre Centrage ADM sur CARTER AR (30H8)	0,019500		0,03%
ADM / Carter AR	15	PO X	carter ref effig / adm	INT	(Dimension Cylindre Centrage ADM sur Carter (5,5 s8))	0,014200		0,14%
Cartonage Radial AR	16	DP XZ	carter ar	OPR	Localisation Cylindre cartonage ar Roulant/Perpendiculaire Cylindre centrage peller Rotor	0,005000		0,00%
Cylindre Rotor / Carter AR	18	CY YZ	int rotor ar / carter ar	INT	Dimension Cylindre Centrage Peller Rotor 30H7/Dimension Peller Rotor	0,010300		0,04%
Buée Rotor / Stator	19	PO X	carter av	POS	Position Face Buée Rotor AV	0,000000		0,03%
Jeu 2-1	24	TP X	carter ref effig	POS	Localisation face proximité avec Carter	0,200000		2,42%
Jeu 2-1	24	TP X	adm	POS	Localisation Face pour proximité avec	0,000000		0,00%
Jeu 2-2	25	TP X	carter ref effig	POS	Localisation Face pour proximité avec	0,200000		2,42%
Jeu 2-2	25	TP X	adm	POS	Position Face pour proximité avec	0,000000		0,00%
Jeu J1-1	28	TP X	rotor ar	POS	Position Face Ar rotor AR jeu axial	0,000000		0,61%
Jeu J1-1	28	TP X	carter ar	POS	Position Face Arri ère Stator AR pour jeu axial	0,250000		3,78%
Jeu J1-2	29	TP X	rotor ar	POS	Position Face Ar rotor AR pour jeu axial	0,000000		0,61%
Jeu J1-2	29	TP X	carter ar	POS	Position Face Arri ère Stator AR pour jeu axial	0,250000		3,78%
Jeu J1-3	30	TP X	rotor ar	POS	Position Face Arri ère Stator AR pour jeu axial	0,000000		0,61%
Jeu J1-3	30	TP X	carter ar	POS	Position Face Arri ère Stator AR pour jeu axial	0,250000		3,78%
Jeu J1-4	31	TP X	rotor ar	POS	Position Face Rotor AR Jeu Axial Interne	0,000000		0,61%
Jeu J1-4	31	TP X	carter av	POS	Position Face Rotor AR Jeu Axial Interne	0,000000		0,61%
Jeu Axial J1-2	32	TP X	rotor ar	POS	Position Face Rotor AR-Jeu Axial Interne	0,000000		0,61%
Jeu Axial J1-2	32	TP X	carter av	POS	Tolérance linéaire	0,100000		0,61%
Jeu radial J1-1	33	TP Z	rotor ar	POS	Coaxialité Surface Rotor Ar pour jeu Radial Jrl	0,025000		0,04%
Jeu radial J1-1	33	TP Z	carter ar	POS	Coaxialité Cylindre Stator pour Jeur radial	0,025000		0,04%

Comme sur la page de synthèse, vous aurez accès à :

- Un entête (1)
- Le tableau principal d'analyse (2)
- Un/Des graphiques (3) (pas sur ce template)
- Un/Des filtres (4) (pas sur ce template)
- Logo(s) (5)

La position relative des éléments les uns par rapport aux autres est définie dans le template.

Entête

L'entête global rappellera le nom et la description associée à l'étude en cours. Ces éléments sont prédéfinis avant export dans MECAmaster. Néanmoins, ils peuvent être modifiés à tout moment via :

- L'onglet général des settings de l'application
- L'onglet Excel « MMA-Overview » dans la zone « iinfos générales »

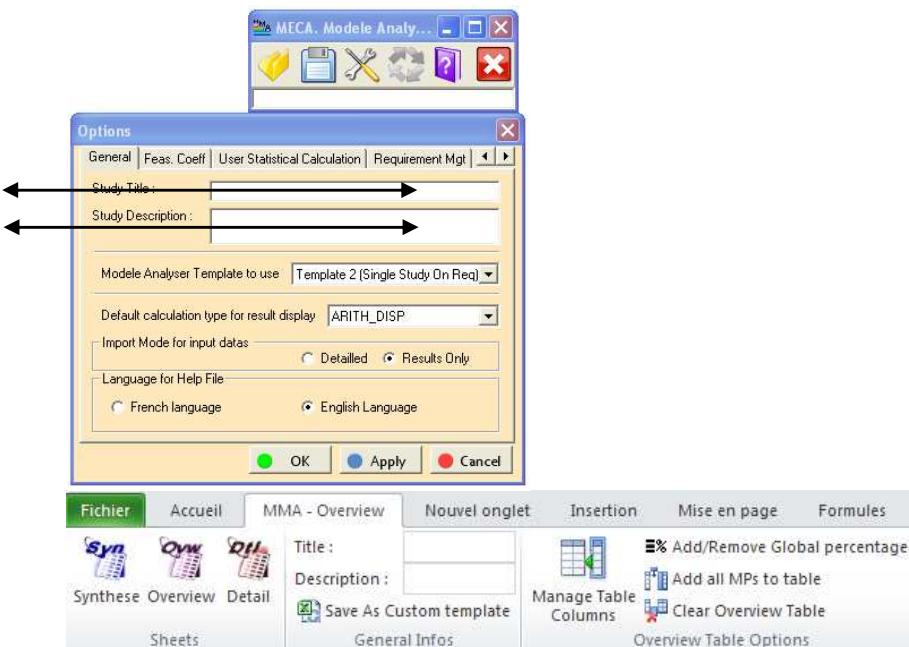


Tableau d'analyse

Ce tableau est en fait un tableau croisé sur lequel toutes les valeurs définies en input sont rappelées en lignes, et tous les points de mesure visualisés sont définis en colonnes dans la zone de calcul.

Les contributions des inputs sur les outputs sont les valeurs croisées à l'intersection des lignes / colonnes du tableau.

Deux zones principales apparaissent dans le tableau :

- La zone des paramètres
- La zone des valeurs calculées par MECAmaster

Data Name	Data I	Data Ty	Name of the Part	Tol Ty	Tolerance Description	Tol Val.	BalOff Val.	General Contrib %	31-Jeu2-1	35-Jeu2-2	38-Jeu2-3	29-Jeu2-4	30-Jeu2-5	31-Jeu2-6	32-Jeu2-7	33-Jeu2-8	34-Jeu2-9
Plan Cale / Rotor AR	4.DI.X	cale	DRI	POS	Cote Cale/Parallélisme Face Appui Cale	0,0025000		0,00%	0,000	0,000	0,002	0,002	0,002	0,002	0,000	0,000	
Plan Cale / Rotor AR	4.DI.X	cale	POS	POS	Cote Cale/Parallélisme Face Appui Cale	0,500000		74,87%	0,000	0,000	0,498	0,498	0,498	0,498	0,498	0,498	
Centrage ADM / Carter AR	14.LA.XZ	int carter ref effig / adm	INT	INT	Dimension Cylindre Centrage ADM sur CARTER AR (30H8)	0,01650		0,03%	0,027	0,027	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
ADM / Carter AR	15.PO.X	ext carter ref effig / adm	INT	INT	Dimension Cylindre ext carter ref effig / adm sur Carter (5.S8)	0,00000		0,14%	0,024	0,024	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Reference Simple H2	16.PO.X	ext carter ref effig / adm	INT	INT	Dimension Cylindre ext carter ref effig / adm sur Carter (5.S8)	0,00000		0,00%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Cylindre Rotor / Carter AR	18.CY.YZ	int rotor ar / carter ar	INT	INT	Dimension Cylindre face Rotor / Carter AR (30H7)/Dimension Paliere Rotor	0,00300		0,04%	0,000	0,000	0,005	0,005	0,013	0,013	0,000	0,000	
Buseé Rotor / Stator	19.PO.X	carter ar	POS	POS	Position Face Buse Rotor AV	0,80000		3,03%	0,000	0,000	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	
Jeu 2-1	24.TP.X	carter ar	POS	POS	Position Face proche avec Carter AR	0,200000		2,42%	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Jeu 2-1	24.TP.X	carter ar	POS	POS	Position Face proche avec Carter AR	0,00000		0,00%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Jeu 2-2	25.TP.X	carter ref effig	POS	POS	Localization face proche avec Carter AR	0,250000		2,42%	0,000	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Jeu 2-2	25.TP.X	adm	POS	POS	Position Face pour proximité avec ADM	0,00000		0,01%	0,000	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Jeu.Ja1-1	28.TP.X	rotor ar	POS	POS	Position Face Ar rotor AR jeu axial	0,100000		0,61%	0,000	0,000	0,190	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Jeu.Ja1-1	28.TP.X	rotor ar	POS	POS	Position Face Ar rotor AR jeu axial	0,250000		3,78%	0,000	0,000	0,250	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Jeu.Ja1-2	29.TP.X	rotor ar	POS	POS	Position Face Ar rotor AR jeu axial	0,00000		0,00%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Jeu.Ja1-2	29.TP.X	carter ar	POS	POS	Position Face Arriege Stator AR pour jeu axial	0,250000		3,78%	0,000	0,000	0,000	0,250	0,000	0,000	0,000	0,000	
Jeu.Ja1-3	30.TP.X	rotor ar	POS	POS	Position Face Arrotor AR jeu axial	0,00000		0,01%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Jeu.Ja1-3	30.TP.X	carter ar	POS	POS	Position Face Arriege Stator AR pour jeu axial	0,250000		3,78%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,250	0,000	0,000	0,000	
Jeu Axial.Ja2-2	31.TP.X	rotor ar	POS	POS	Position Face Arriege Stator AR pour jeu axial interne	0,00000		0,01%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Jeu Axial.Ja2-2	32.TP.X	rotor ar	POS	POS	Position Face Rotor AR-Jeu Axial Interne	0,00000		0,00%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Jeu Axial.Ja2-2	32.TP.X	carter ar	POS	POS	Tolérance linéaire 4	0,00000		0,61%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Jeu radial.Ja1-1	33.TP.Z	carter ar	POS	POS	Coastalité Surface Rotor AR pour jeu radial.Ja1	0,025000		0,04%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,025	
Jeu radial.Ja1-1	33.TP.Z	carter ar	POS	POS	Coastalité Cylindre Stator pour Jeu radial	0,025000		0,04%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,025	

Zone des paramètres

Zone des valeurs calculées

MECA master

la conception mécanique

Les contributeurs sont classés par input, et non pas par donnée MECAmaster, en conséquence, pour une donnée MECAmaster on aura plusieurs lignes associées dans le tableau :

→ Exemple d'un contact cylindrique (POS et ORI sur chaque pièce; INT et Int EXC sur l'interface) :

Remarque à propos des valeurs de tolérance POS :

Dans les normes de tolérancement, une tolérance de position limite deux défauts : un défaut de translation de la surface (ou axe) et un défaut d'orientation de la surface (ou axe) dans l'IT défini. Dans MECAmaster Assembly, les deux sensibilités affichées dans les résultats textes sont les influences associées à ces deux mouvements : TRN pour translation, ORI pour orientation.

Dans MMA, la valeur de sensibilité affichée (pour un défaut POS) sera **l'influence de la tolérance de position**. C'est à dire soit l'influence de translation TRN, soit l'influence d'orientation ORI selon les cas (si la position est associée à un défaut d'orientation ou non, ...)

Zone des paramètres des contributeurs

La zone des paramètres peut être constituée des paramètres suivants (paramètres d'entrée associés aux contributeurs) :

- **Data Nb** Identifiant numérique unique d'une donnée MECAmaster dans un modèle (défini automatiquement par MECAmaster, il correspond en général à l'ordre d'apparition de la donnée dans l'arbre CATIA)
- **Data Type** : Type de la donnée MECAmaster
- **Data Name** : Nom de la donnée MECAmaster défini par l'utilisateur dans la fenêtre de définition
- **First Part**: Première Pièce de la donnée MECAmaster sur laquelle est définie la valeur de tolérance/offset
- **Second Part**: Deuxième Pièce de la donnée MECAmaster sur laquelle est définie la valeur de tolérance/offset
- **Name of the part** : Nom de la pièce sur laquelle est définie la valeur de tolérance/offset
- **Tolerance description** : Commentaire associé à la valeur dans MECAmaster (ie le champ "infotol" de la donnée défini en Pièce 1, Pièce 2 ou interface de la donnée)
- **Criteria 1, 2, 3, 4, 5** critères de la donnée MECAmaster
- **Tol Type** : le type associé à la valeur numérique du contributeur parmi les possibilités suivantes :
 - o POS pour une tolérance définie dans le champ Position
 - o ORI pour une tolérance définie dans le champ Orientation
 - o INT pour une tolérance définie dans le champ Interface
 - o int EXC pour un offset non signé défini dans le champ Interface
 - o pos EXC pour un offset non signé défini dans un champ Pièce
 - o Rot pour une tolérance angulaire en radian (RAD)
 - o Comp1, Comp2, Comp3 pour les tolérances définis dans les Champs 1 / 2 / 3 des données "ancien mode" (Pivot, Glissière, Pivot Glissant, Hélicoïdale, encastrement, ...)
 - o ...

La valeur de tolérance définie en input (ou l'offset non signé) et la valeur d'influence associée sont des paramètres que l'on ne peut pas masquer dans le tableau d'analyse.

L'affichage et l'ordre des colonnes de cette zone est définie via la commande « Manage Table Columns » du Ribbon ou du menu contextuel.

Zone des valeurs calculées

Dans la zone des valeurs calculées, vous trouverez une colonne pour chaque point de mesure associé à la feuille Overview. Le nom de la colonne est défini sous le format suivant : "Data Nb" – "Nom du point de mesure".

La valeur croisée Ligne/Colonne est la contribution de la valeur input (en ligne) sur le point de mesure (en colonne).

L'ajout de Points de Mesure à la feuille Overview se fait via la feuille de synthèse, avec un clic droit : "Send MP(s) to Overview".

La suppression de Points de Mesure de la feuille Overview se fait via un clic droit dans la colonne de la feuille Overview : « Remove Selected MP(s) from Overview ».

Une colonne additionnelle peut être ajoutée à la table : "General Contrib %".

Il s'agit du pourcentage de contribution globale de la valeur input (en ligne) sur l'ensemble des points de mesures importés dans la feuille Overview. Si aucun point de mesure n'est importé, la contribution globale sera calculée sur l'ensemble des points de mesure disponibles.

Pour ajouter/enlever la colonne « General Contrib % », utiliser la commande « Add/Remove Global Percentage » à partir du ribbon ou du menu contextuel.

Type de contribution affichée

La contribution affichée dans la zone des valeurs calculées du tableau d'analyse peut être soit :

- La « contribution arithmétique »
- La « contribution quadratique »
- La « contribution en Offset Non Signé »

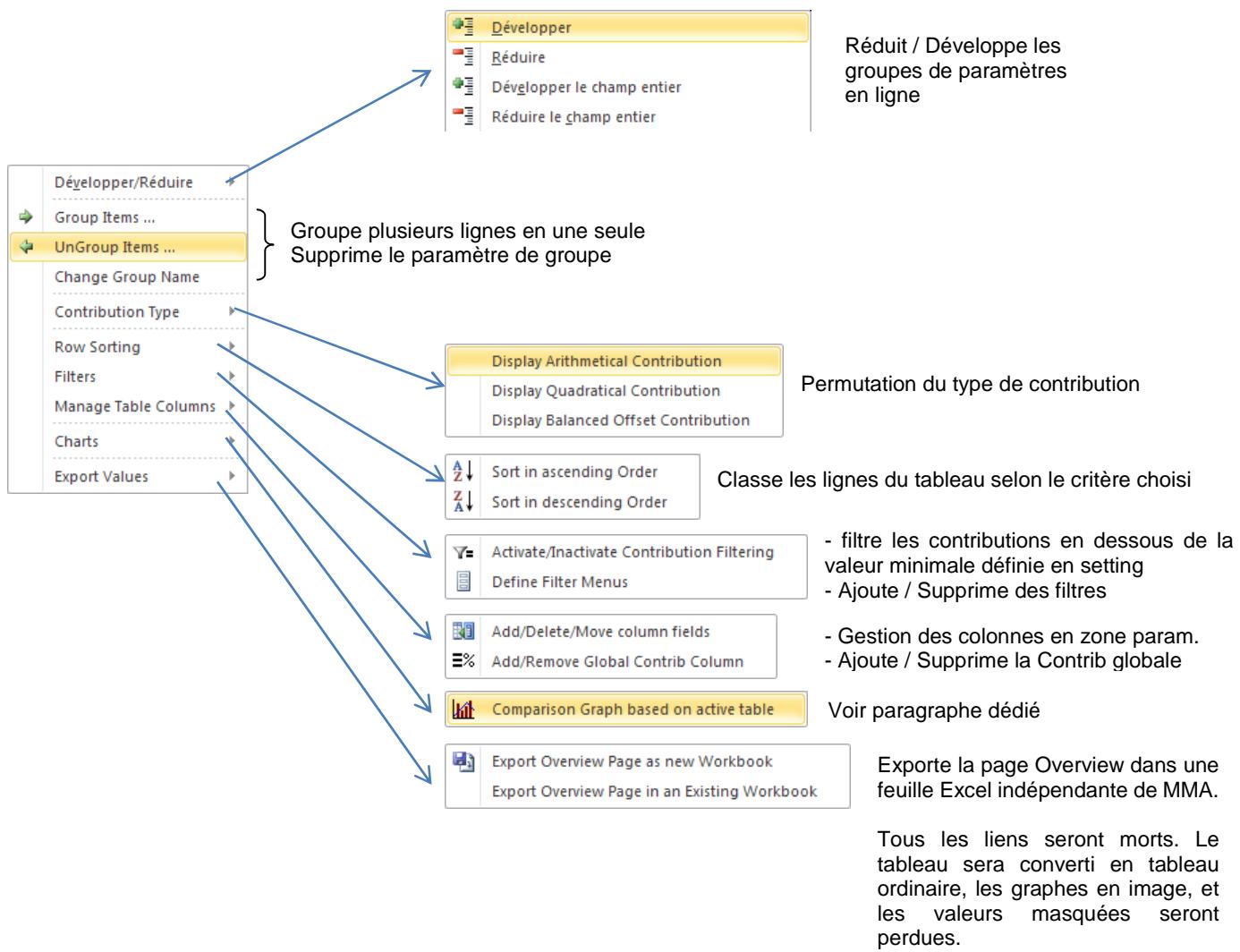
La contribution visualisée à l'instant t est rappelée dans le coin haut gauche du tableau d'analyse, respectivement par l'information ; "Contrib." ou "Contrib. Stat." ou "Contrib Bal Offset".

La permutation du type de contribution se fait via la commande "Contribution Type" accessible du ribbon ou du menu contextuel.

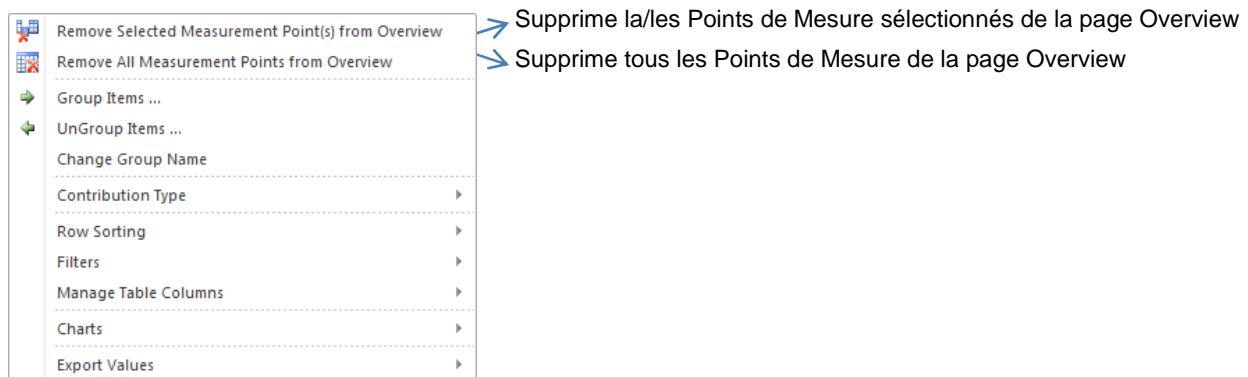
Menu contextuel du tableau d'analyse

Les principales actions possibles sur le tableau d'analyse sont accessibles via le ribbon et le menu contextuel.

Description du menu contextuel dans la zone de paramètres :



Le menu contextuel dans la zone des valeurs calculées est le même que le précédent avec néanmoins deux commandes spécifiques ajoutées en tête du menu :



Graphiques

Quelques graphiques ont été prédéfinis dans MMA pour aider à l'analyse. Ils peuvent être tracés à la demande via le ribbon ou le menu contextuel.

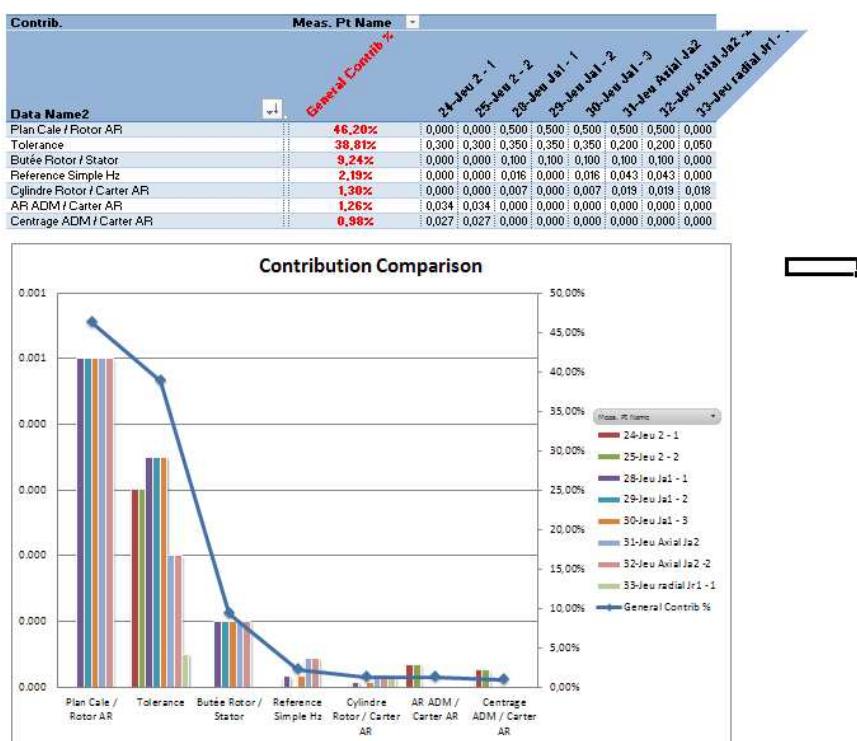
Vous n'aurez accès qu'à un graphique seulement sur cette page Overview. Ce graphique est en fait le graphe associé au tableau d'analyse présentant en abscisse les paramètres ordonnés par sous-groupes et en ordonnée les contributions sur les points de mesure.

Les Points de Mesures sont les séries du graphique en histogramme.

La contribution Globale en % est quant à elle représentée par une série en ligne continue avec une échelle dédiée.

Tout changement dans le tableau d'analyse (Filtre / Regroupement / ...) sera automatiquement appliqué au graphique également.

Exemple d'illustration ci-dessous :



Remarque : pour que le graphique puisse être lisible, il est recommandé de limiter au maximum les paramètres affichés dans la table.

Ribbon

Un onglet spécifique (“MMA-Overview”) sera automatiquement sélectionné sur le ribbon de la feuille Overview donnant accès aux commandes principales de l’application sur cette feuille :



FEUILLE DETAILLEE

Information Générale

La feuille détaillée de MMA est associée à 1 point de mesure calculé. Dans cette feuille, l'utilisateur aura accès aux informations détaillées des contributeurs, au résultat affiché sur le point de mesure analysé.

Contrairement aux autres résultats affichés dans l'application MECAmaster directement, les contributeurs sont ici listés et ordonnés par tolérance (définie en input) et non pas par donnée (Liaisons / Contacts / ...).

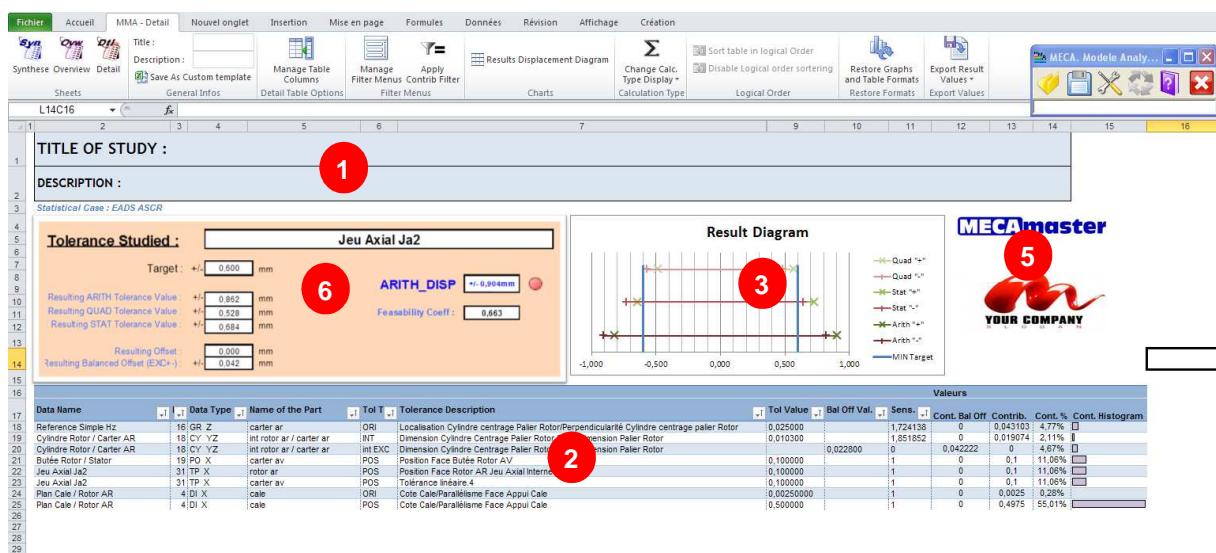
Cette feuille est construite pour afficher un résultat sous forme de listing "1D" comme on pourrait le faire manuellement dans Microsoft Excel.

La feuille détaillée est accessible par un clic droit sur un point de mesure à partir de la feuille de synthèse, via la commande « Get Contributors Detail ».

Attention, contrairement à la feuille de comparaison "Overview" un point seulement peut être affiché à la fois dans cette

Présentation de la Page

La présentation dépendra du template utilisé. Certains des éléments illustrés ici peuvent donc différer dans votre exploitation.



Sur cette Feuille du classeur MMA on obtient ici :

- Un entête (1)
- Le tableau principal d'analyse (2)
- Un/Des graphiques (3)
- Un/Des filtres (4) (non utilisés sur le template illustré)
- Logo(s) (5)
- Un résumé des résultats détaillés sur le point de mesure (6)

La position relative des éléments les uns par rapport aux autres est définie dans le template.

Entête

L'entête global rappellera le nom et la description associée à l'étude en cours. Ces éléments sont prédéfinis avant export dans MECAmaster. Néanmoins, ils peuvent être modifiés à tout moment via :

- L'onglet général des settings de l'application
- L'onglet Excel « MMA-Detail » dans la zone « infos générales »

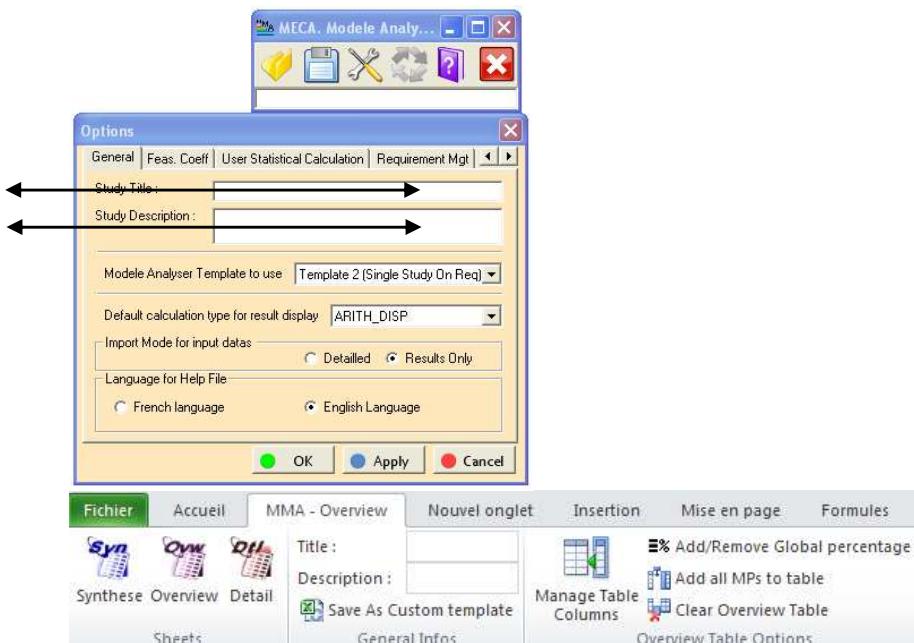


Tableau d'analyse

Ce tableau constitue l'élément principal de la feuille de détail. Il présente la liste des contributeurs majoritaires sur le calcul effectué (en tolérance ou en balanced offset) classés par poids. Un filtre est appliqué par défaut pour masquer toutes les valeurs non significatives.

Les contributeurs sont listés ligne par ligne, comme sur la page de comparaison « Overview ».

Deux zones principales apparaissent dans le tableau :

- La zone des paramètres
- La zone des valeurs calculées par MECAmaster

Data Name	Data Type	Name of the Part	To T	Tolerance Description	Valeurs
					Valeurs
Reference Simple Hz					
Oyente Rotor / Carter AR	18 CY YZ	int rotor ar / carter ar	INT	Dimension Cylindre Centrage Pales Rotor	0,025000 1,724138 0 0,043103 0,11%
Oyente Rotor / Carter AR	18 CY YZ	int rotor ar / carter ar	INT EXC	Dimension Cylindre Centrage Pales Rotor 38H7/Dimension Paler Rotor	0,010300 1,851852 0 0,03074 2,11%
Buée Rotor / Stator	19 PO X	carter av	POS	Position Face Butée Rotor AV	0,022800 0 0,042222 0 4,87%
Jeu Axial Ja2	31 TP X	rotor ar	POS	Position Face Rotor AR Jeu Axial Interne	0,100000 1 0 0,1 11,05%
Jeu Axial Ja2	31 TP X	carter av	POS	Tolérance linéaire 4	0,100000 1 0 0,1 11,05%
Plan Cale / Rotor AR	4 DI X	cale	ORG	Cote Cale/Parallélisme Face Appui Cale	0,00250000 0,0025 0,0025 0,0025 0,23%
Plan Cale / Rotor AR	4 DI X	cale	POS	Cote Cale/Parallélisme Face Appui Cale	0,500000 1 0 0,4975 55,01%

Zone des paramètres

Zone des valeurs calculées

Remarque à propos des valeurs de tolérance POS :

Dans les normes de tolérancement, une tolérance de position limite deux défauts : un défaut de translation de la surface (ou axe) et un défaut d'orientation de la surface (ou axe) dans l'IT défini. Dans MECAmaster Assembly, les deux sensibilités affichées dans les résultats textes sont les influences associées à ces deux mouvements : TRN pour translation, ORI pour orientation.

Dans MMA, la valeur de sensibilité affichée (pour un défaut POS) sera **l'influence de la tolérance de position**. C'est à dire soit l'influence de translation TRN, soit l'influence d'orientation ORI selon les cas (si la position est associée à un défaut d'orientation ou non, ...)

Zone des paramètres des contributeurs

La zone des paramètres peut être constituée des paramètres suivants (paramètres d'entrée associés aux contributeurs) :

- **Data Nb** Identifiant numérique unique d'une donnée MECAmaster dans un modèle (défini automatiquement par MECAmaster, il correspond en général à l'ordre d'apparition de la donnée dans l'arbre CATIA)
- **Range** : Identifiant unique associé à la tolérance. Placé en première colonne du tableau, il permettra de « casser » le regroupement par critère identique et d'ordonner le tableau ligne par ligne.
- **Data Type** : Type de la donnée MECAmaster
- **Data Name** : Nom de la donnée MECAmaster défini par l'utilisateur dans la fenêtre de définition
- **First Part**: Première Pièce de la donnée MECAmaster sur laquelle est définie la valeur de tolérance/offset
- **Second Part**: Deuxième Pièce de la donnée MECAmaster sur laquelle est définie la valeur de tolérance/offset
- **Name of the part** : Nom de la pièce sur laquelle est définie la valeur de tolérance/offset du contributeur
- **Tolerance description** : Commentaire associé à la valeur dans MECAmaster (ie le champ "infotol" de la donnée défini en Pièce 1, Pièce 2 ou interface de la donnée)
- **Criteria 1, 2, 3, 4, 5** critères de la donnée MECAmaster
- **Tol Type** : le type associé à la valeur numérique du contributeur parmi les possibilités suivantes :
 - o POS pour une tolérance définie dans le champ Position
 - o ORI pour une tolérance définie dans le champ Orientation
 - o INT pour une tolérance définie dans le champ Interface
 - o int EXC pour un offset non signé défini dans le champ Interface
 - o pos EXC pour un offset non signé défini dans un champ Pièce
 - o Rot pour une tolérance angulaire en radian (RAD)
 - o Comp1, Comp2, Comp3 pour les tolérances définis dans les Champs 1 / 2 / 3 des données "ancien mode" (Pivot, Glissière, Pivot Glissant, Hélicoïdale, encastrement, ...)
 - o ...

La valeur de tolérance définie en input (ou l'offset non signé) et la valeur d'influence associée sont des paramètres que l'on ne peut pas masquer dans le tableau d'analyse.

L'affichage et l'ordre des colonnes de cette zone est définie via la commande « Manage Table Columns » du Ribbon ou du menu contextuel.

Zones des valeurs calculées

Les colonnes dans la zone des valeurs calculées ne sont pas personnalisables, vous y trouverez:

- La Contribution (mm) de la valeur de tolérance définie sur le point de mesure calculé
- La Contribution (mm) de l'offset non signé défini sur le point de mesure calculé
- La Contribution (%) des valeurs de tolérances / d'offset non signé
- L'Histogramme de contribution (base sur les pourcentages de contributions)

Selon le type de calcul affiché, le tableau fera apparaître soit la contribution, soit la contribution de l'offset non signé, soit les deux.

Type de calcul

Le type de calcul affiché dans la page de détail est lié au type de calcul affiché sur le point de mesure dans la page de synthèse.

Il peut être modifié soit via la page de synthèse soit via cette page de détail par un clic droit et la commande « Change Calc type display ».

Modele Analyzer propose les types de calculs suivants :

- **ARITH_TOL** : résultat au pire cas sur les tolérances uniquement
- **QUAD_TOL** : résultat quadratique sur les tolérances uniquement
- **STAT_TOL** : résultat statistique sur les tolérances uniquement (voir les options pour définir le type de calcul statistique)
- **BAL_OFFSET** : résultat sur les offsets "+-" uniquement
- **ARITH_DISP** : déplacement maximum au pire cas (intègre les tolérances ET les offsets "+-")
- **QUAD_DISP** : déplacement maximum quadratique (intègre les tolérances ET les offsets "+-")
- **STAT_DISP** : déplacement maximum statistique (intègre les tolérances ET les offsets "+-") (voir les options pour définir le type de calcul statistique)

Globalement les résultats _TOL ne prennent pas en compte les valeurs d'offsets "+-" (~ dans MECAmaster) définis. Ces résultats donnent la tolérance résultante sur le point de mesure.

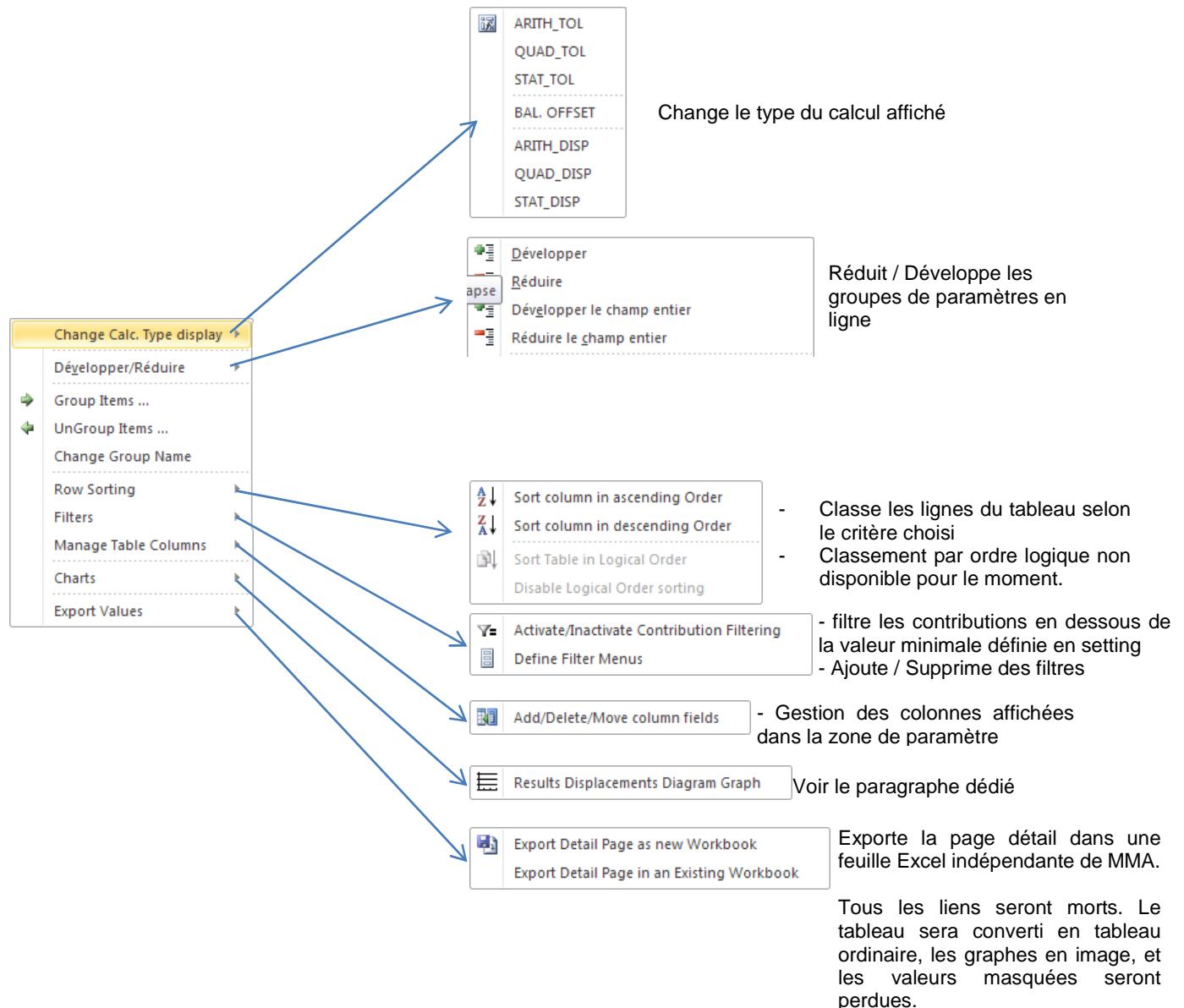
Le résultat BAL_OFFSET ne prend en compte que les valeurs d'offsets "+-" (~ dans MECAmaster). Il donne le décalage possible dans un sens ou dans l'autre sur le point de mesure compte tenu de tous les décentrages non signés (généralement les jeux nominaux).

Les résultats _DISP prennent en compte et les tolérances, et les offsets "+-" (~ dans MECAmaster). Ils indiquent le déplacement maximum du point de mesure par rapport à sa position nominale.

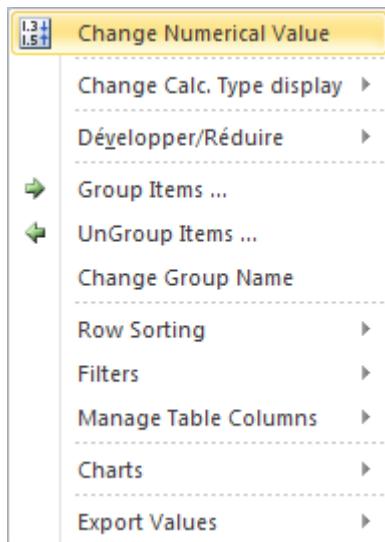
Le type de calcul à afficher par défaut est défini dans les settings de l'application.

Menu conceptuel associé au tableau d'analyse

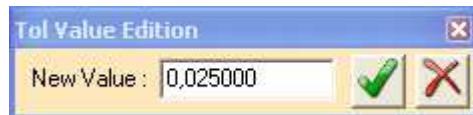
L'utilisateur a accès aux différentes commandes proposées ou bien via le ribbon Excel, ou bien via le menu conceptuel :



Sur une valeur numérique autorisée (tolérance ou offset non signé), l'utilisateur aura accès selon sa configuration à une commande supplémentaire en tête du menu contextuel : « Change Numerical Value ».



Cette commande permet de modifier une valeur numérique. Elle est seulement active en mode connecté à MECAmaster, puisque les résultats doivent être recalculés par MECAmaster après le changement :



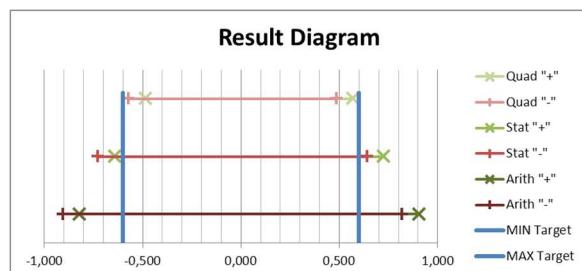
Une fois la valeur modifiée, l'utilisateur peut demander à MECAmaster de mettre à jour les résultats en cliquant sur le bouton de recalcu de la barre d'outil MMA.

NB : Cette possibilité de changer les valeurs numériques est aussi accessible en page Overview.

Graphiques

Quelques graphiques ont été prédéfinis dans MMA pour aider à l'analyse. Ils peuvent être tracés à la demande via le menu contextuel ou le ribbon Excel.

Sur la page de détail, seul un graphique prédéfini est accessible aujourd'hui.



Le Result Diagram aide à visualiser où se situe le résultat du calcul par rapport aux objectifs pour les 3 types de calculs :

- Statistique
- Quadratique
- Arithmétique

Pour chaque calcul, le côté “+” est lié à un offset non signé pris avec une valeur positive, le côté “-“ respectivement avec une valeur négative.

Exemple :

Si l'offset non signé est = +/- 1mm
Et le résultat de tolérance = +/- 3mm

Le diagramme sera : côté “+” → intervalle [-2; +4] mm
Côté “-“ → intervalle [-4; +2] mm

Le résultat possible en déplacement pour cette mesure serait donc [-4;+4] mm ...

Résultats détaillés sur le point de mesure

Ce cadre est un résumé des informations et des résultats généraux sur le point de mesure calculé, faisant apparaître :

Tolerance Studied :	Jeu Axial Ja2	
Target : +/-	0,600	mm
Resulting ARITH Tolerance Value : +/-	0,862	mm
Resulting QUAD Tolerance Value : +/-	0,528	mm
Resulting STAT Tolerance Value : +/-	0,684	mm
ARITH_DISP	+/- 0,904mm	
Feasability Coeff :	0,663	
Resulting Offset : +/-	0,000	mm
Resulting Balanced Offset (EXC+-) : +/-	0,042	mm

- Le nom du point de mesure
- L'objectif (Target) / les résultats standards sur le point de mesure (ARITH, QUAD et STAT Tolérance ; Balanced offset, Resulting Offset)
- Le coefficient de faisabilité et indicateur associé (comme en page synthèse)
- Le type de calcul affiché (qui peut être change soit via cette page, soit en page synthèse)
- Le résultat final exprimé sur le type de calcul demandé

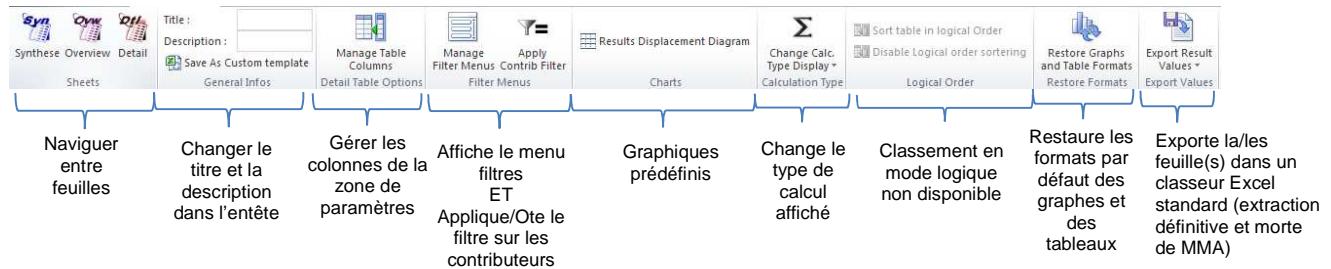
Le changement du type de calcul appellera une fonction de mise à jour, notamment de la liste des contributeurs et pourcentages associés.

Rappel sur les valeurs résultats exprimés :

- **resulting offset** : est le décentrage résultant (offset signé) de toutes les valeurs décentrées définies en input dans MECAmaster (EXC in MECAmaster)
- **Arithmetical Tolerance** : est le résultat final impliquant uniquement les valeurs de tolérance et ignorant tous les offsets pour un calcul au pire cas (Résultat Arithmétique dans MECAmaster)
- **Quad Tolerance** : est le résultat final impliquant uniquement les valeurs de tolérance et ignorant tous les offsets pour un calcul RSS (Résultat Statistique dans MECAmaster)
- **BAL.OFFSET**: est le résultat final impliquant uniquement les valeurs d'offset non signés (EXC "+-" dans MECAmaster)
- **Arithmetical Displacement** : est la combinaison du résultat arithmétique et du Bal. Offset pour identifier, au pire des cas, le déplacement maximum possible à partir de la valeur nominale.
- **Quad Displacement** : est la combinaison du résultat RSS et du Bal. Offset pour identifier, en RSS, le déplacement maximum possible à partir de la valeur nominale.
- **Stat Displacement** : idem, mais impliquant le résultat statistique.

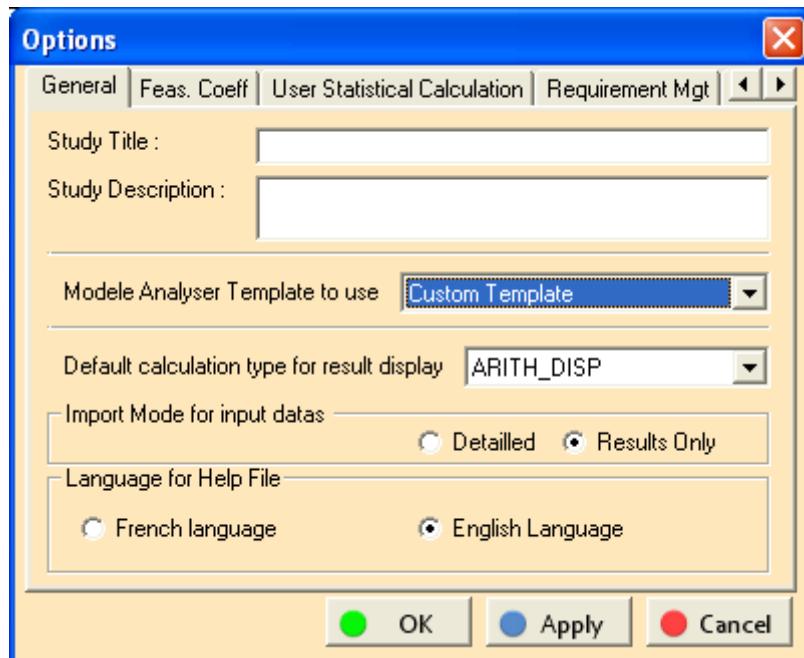
Ribbon

Un onglet spécifique ("MMA-Detail") sera automatiquement sélectionné sur le ribbon de la feuille détail donnant accès aux commandes principales de l'application sur cette feuille :



SETTINGS

General



Cet onglet définit les paramètres généraux de MMA.

Study Title and Description:

- ➔ Change les entêtes des pages du classeur MMA

Modele Analyser template to use :

- ➔ Définit quel template utiliser au chargement d'un fichier MmStudy dans MMA. Il existe 5 possibilités différentes, 4 d'entre elles sont prédéfinies :
 - **Template 1** (Single Study on MP) : dédié à l'exploitation d'une ou plusieurs études en mode liste sans aucune gestion des exigences (sauvegardé dans le répertoire d'installation)
 - **Template 2** (Single Study on Req) : dédié à l'exploitation d'une ou plusieurs études en mode liste avec gestion des exigences (Tous les graphiques / tables seront initialisés en mode Requirement) (sauvegardé dans le répertoire d'installation)
 - **Template 3** (Comparison on MP) : dédié à la comparaison de 2 ou plus de configurations de la même étude sans aucune gestion des exigences. (sauvegardé dans le répertoire d'installation)
 - **Template 4** (Comparison on Req) : dédié à la comparaison de 2 ou plus de configurations de la même étude avec gestion des exigences (Tous les graphiques / tables seront initialisés en mode Requirement) (sauvegardé dans le répertoire d'installation)
 - **Custom Template** : Template sauvegardé par l'utilisateur via la commande du ribbon "Save as custom template". Le classeur actif deviendra un nouveau template pour les suivants. (sauvegardé dans le répertoire de travail (répertoire user))

Tous les templates peuvent être remplacés par l'utilisateur s'il le souhaite.

Default Calculation type for result display:

- ➔ Définit le type de calcul par défaut à afficher en page synthèse sur les points de mesure.

Import mode for input datas :

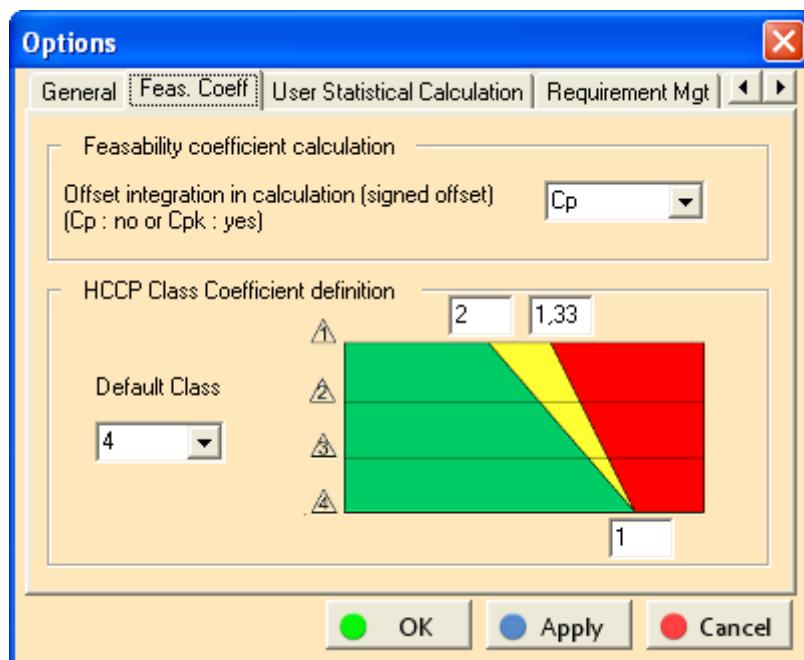
En mode détaillé, toutes les informations (contributeurs) sur tous les points de mesure sont chargées à l'ouverture en mémoire.

En mode Result Only, les informations détaillées sur les points de mesure (contributeurs) sont chargés à la demande en mémoire.

Language for Help file :

Définit la langue de la documentation associée au bouton Help.

Feasibility Coeff



Cet onglet définit toutes les informations relatives aux informations de faisabilité.

Fesability coefficient calculation :

- ➔ Définit le type de coefficient de faisabilité :
 - type Cp : Coeff = Objectif / Résultat,
 - type Cpk :

$\text{Coeff} = \text{Min} \{ (\text{Obj(lim sup}) - \text{décentrage})/\text{Résultat} ; (\text{décentrage} - \text{obj(lim inf})/\text{Résultat} \}).$

HCPP Class Coefficient Definition

En utilisant la définition de criticité (hierarchy) dans MECAmaster, vous pouvez définir la classe HCPP sur chaque point de mesure directement dans MECAmaster.

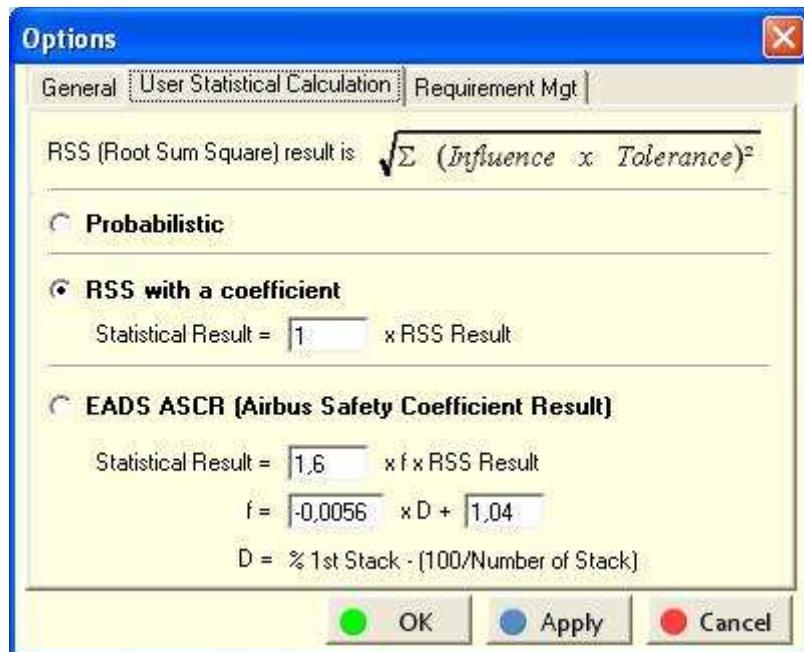
Les coefficients standards HCPP sont définis numériquement de 1 à 4 : 1 pour les exigences de confort, et 4 pour les exigences critiques.

Vous pouvez associer une classe par défaut pour tous les points de mesure où aucune classe n'est renseignée.

La transition entre une faisabilité Verte / Orange / Rouge est paramétrable via le schéma ici.

Dans l'exemple de la copie d'écran, pour une classe HCPP de 1, la transition Rouge à Orange sera obtenue pour un coefficient de faisabilité de 1,33 et la transition d'Orange à Vert le sera pour un coefficient de 2.

User statistical calculation

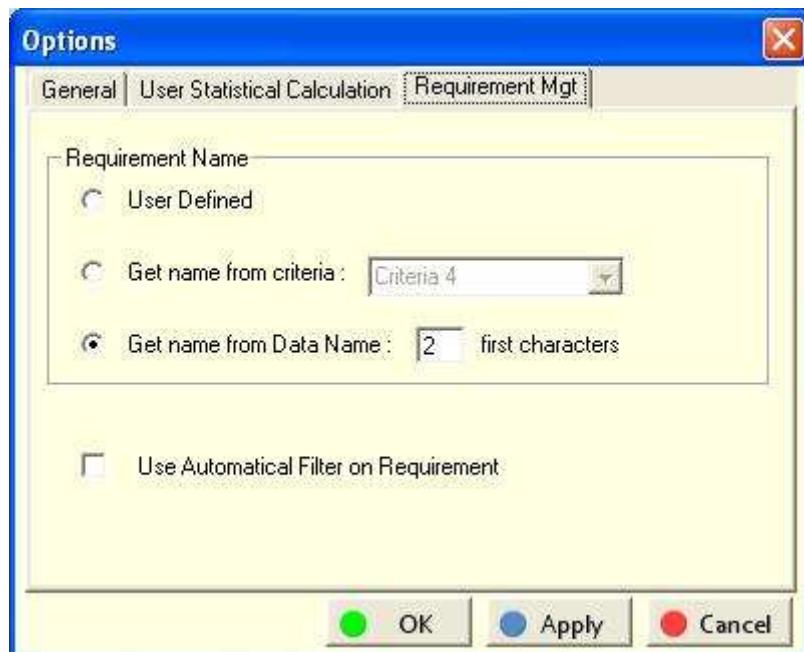


Cet onglet règle les options statistiques à appliquer aux calculs type STAT dans MMA.

Les différentes possibilités sont :

- calcul probabiliste
- calcul quadratique avec un coeff
- calcul EADS ASCR (Airbus Safety Coefficient Result)

Requirement Management



Cet onglet règle les paramètres du filtrage par exigence de la feuille de synthèse.

Requirement Name

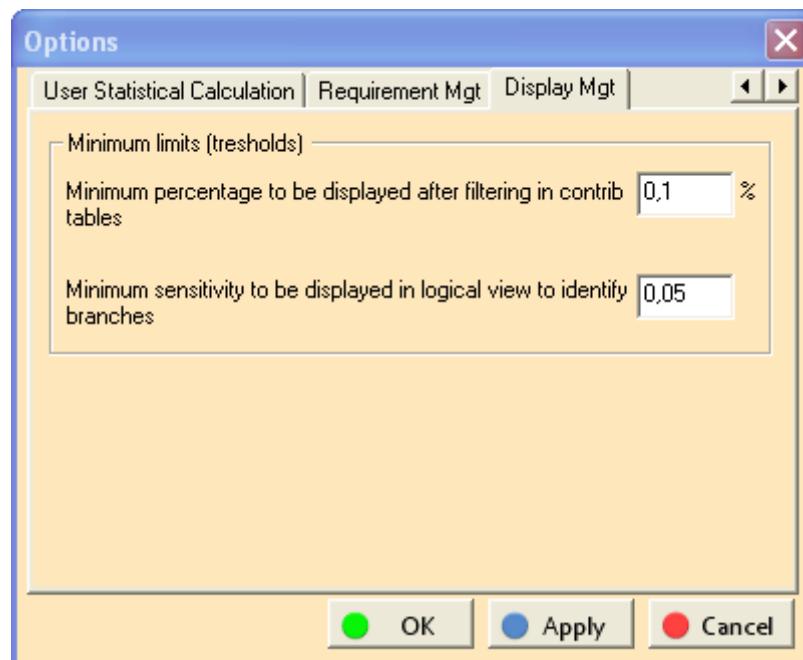
Définit comment est trouvé le nom de l'exigence associée à une tolérance :

- Définition manuelle dans la feuille de synthèse
- A partir d'un des quatre critères de la donnée dans MECAmaster
- A partir des premiers caractères du nom de la donnée

Use Automatical Filter on requirement

Active par défaut le filtrage par exigence dans la feuille de synthèse dès la création du fichier

Display Management



Cet onglet règle les paramètres d'affichage des différentes feuilles

Minimum percentage to be displayed after filtering

Règle le seuil à partir duquel filtrer les contributions dans les différentes feuilles.

Minimum sensitivity to be displayed in logical view to identify branches:

Vue logique non disponible, cette valeur est sans effet.

Modification manuelle du fichier de settings

Pour pouvoir sauvegarder les préférences utilisateurs, MECAmaster Modele Analyser utilise un fichier de configuration « mma.ini » situé dans le répertoire de travail de l'application.

Il est possible de modifier manuellement le fichier de settings, notamment pour le prédéfinir dans un contexte « entreprise » ...

Les settings sont organisés dans le fichier ini comme au niveau de l'interface et sont donc regroupés par catégories. Les catégories apparaissent entre crochets dans le fichier, elles doivent nécessairement être définies dans l'ordre présenté :

[General]	→ correspond à l'onglet "General"
[Feasability]	→ correspond à l'onglet "Feas. Coeff"
[User Statistical Calculation]	→ correspond à l'onglet "User Stat. Calculation"
[Requirement Mgt]	→ correspond à l'onglet "Requirement Mgt"
[Display Mgt]	→ correspond à l'onglet "Display Mgt"

Chaque settings est alors défini sous la forme :

NomDuSetting = ValeurDuSetting

sous la catégorie auquel il appartient. L'ordre de définition des settings dans la catégorie n'est pas important (ils peuvent être définis dans n'importe quel ordre).

Règle générale :

La valeur par défaut du setting sera appliquée pour la session MECAmaster si le setting :

- n'est pas défini dans le fichier (ou si le fichier est absent)
- est mal défini dans le fichier :
 - o Mal orthographié
 - o Valeur non conforme
 - o Situé dans une mauvaise catégorie

Attention, la casse est importante.

Exemple de contenu de fichier mma.ini :

```
[General]
MMCUSTOMTEMPLATE=2
MMDETAILLEDMODE=Vrai
MMLANG=FR
[Feasability]
MMCOEFFTYPE=Vrai
MMDEFAULTHCPP=2
MMVTOO_1=2,1
MMOTOR_1=1,1
[User Statistical Calculation]
MMUSERSTAT=EADS_ASCR
[Requirement Mgt]
MMREQNAME=1
[Display Mgt]
MMFILTERMIN=0,2
```

Catégorie [General]

Settings « Utilisateurs »

[General]

MMCUSTOMTEMPLATE=0

0 si le template « Custom Template » est sélectionné
 1 si le template « 1 : Single Study on MP » est sélectionné
 2 si le template « 2 : Single Study on Req » est sélectionné
 3 si le template « 3 : Comparison on MP » est sélectionné
 4 si le template « 4 : Comparison on Req » est sélectionné
 Valeur par défaut = 1

MMDEFAULTCALC=QUAD_TOL

ARITH_DISP pour « Default calcul type » défini sur ARITH_DISP

ARITH_TOL pour « Default calcul type » défini sur ARITH_TOL
 QUAD_DISP pour « Default calcul type » défini sur QUAD_DISP
 QUAD_TOL pour « Default calcul type » défini sur QUAD_TOL
 STAT_DISP pour « Default calcul type » défini sur STAT_DISP
 STAT_TOL pour « Default calcul type » défini sur STAT_TOL
 BAL_OFFSET pour « Default calcul type » défini sur BAL.

OFFSET

Valeur par défaut = QUAD_TOL

MMDETAILEDMODE=0

1 si « Import Mode for input... » est défini en « Detailed »
 0 si « Import Mode for input... » est défini en « Results Only »

Valeur par défaut = 0

MMLANG=EN

FR si la langue de l'aide est en français

EN si la langue de l'aide est en anglais

Valeur par défaut = EN

Catégorie [Feasability]

Settings « Utilisateurs »

[Feasability]

MMCOEFFTYPE=0

0 si le « Feasability coeff » est de type « Cp »
 1 si le « Feasability coeff » est de type « CpK »
 Valeur par défaut = 0

MMDEFAULTCPP=4

1, 2, 3 ou 4 suivant la classe HCPP par défaut
 Valeur par défaut = 4

MMVTOO_1=2

Décimal pour transition Vert > Orange en classe HCPP 1
 Valeur par défaut = 2

MMOTOR_1=1,33

Décimal pour transition Orange > Rouge en classe HCPP 1
 Valeur par défaut = 1,33

MMVTOR_4=1

Décimal pour transition Vert > Rouge en classe HCPP 4
 Valeur par défaut = 1

Catégorie [User Statistical Calculation]

Settings « Utilisateurs »

[User Statistical Calculation]

MMuserstat=RSS_COEFF

PROBAB si l'option stat choisie est « Probabilistic »
RSS_COEFF si l'option stat choisie est « RSS with a coeff »
EADS_ASCR si l'option stat choisie est « EADS ASCR »
Valeur par défaut = RSS_COEFF

MMrsscoeff=1,5

Décimal qui définit la valeur multiplicatrice du calcul RSS
Valeur par défaut = 1,5

MMascrcoeff=1,6

Décimal paramètre du calcul EADS ASCR
Valeur par défaut = 1,6

MMascrf1=-0,0056

Décimal paramètre du calcul EADS ASCR
Valeur par défaut = -0,0056

MMascrf2=1,04

Décimal paramètre du calcul EADS ASCR
Valeur par défaut = 1,04

Catégorie [Requirement Mgt]

Settings « Utilisateurs »

[Requirement Mgt]

MMreqname=0

0 si « Requirement Name » est défini sur « User Defined »
1 si « Requirement Name » est défini sur « ... from Criteria »
2 si « Requirement Name » est défini sur « ... from Data

Name »

Valeur par défaut = 0

MMreqnamelen=6

Entier qui définit le nombre de caractères en « Get Name
from

criteria »

Valeur par défaut = 6

MMreqcrit=Criteria 1

Criteria 1 si « Get name from Criteria » est défini sur le 1
Criteria 2 si « Get name from Criteria » est défini sur le 2
Criteria 3 si « Get name from Criteria » est défini sur le 3
Criteria 4 si « Get name from Criteria » est défini sur le 4
Criteria 5 si « Get name from Criteria » est défini sur le 5
Valeur par défaut = Criteria 1

Catégorie [Display Mgt]

Settings « Utilisateurs »

[Display Mgt]

MMfiltermin=0,1

Décimal entre 0 et 100 qui définit « Minimum percentage to
be

displayed after filtering contributions ... »

Valeur par défaut = 0,1

MMInfluencemin=0,05

Décimal qui définit « Minimum sensitivity to be displayed in logical view to identify branches »

Valeur par défaut = 0,05

A PROPOS

MECAmaster Modele Analyzer (MMA) V1.2 est compatible à partir de Excel 2010. Pour toutes autres versions antérieures (2002 → 2010), utiliser la version V1.1.

MECAmaster Modele Analyser est sous copyright MECAmaster 2013 © Tous Droits Réservés.