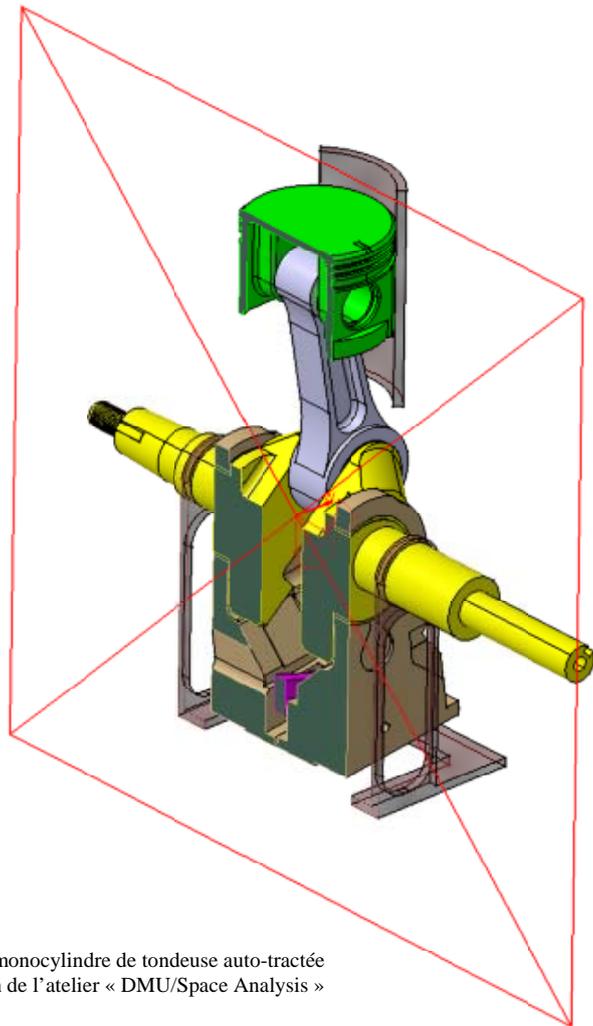


Formation au logiciel CATIA V5

Guide d'utilisation 3.3



Moteur monocylindre de tondeuse auto-tractée
Utilisation de l'atelier « DMU/Space Analysis »

TABLE DES MATIERES

1.	INFORMATIONS PRATIQUES	5
1.1.	Le logiciel CATIA	5
1.2.	Que faire avec la CAO en projet ?	5
1.3.	Comment fabriquer des pièces définies en CAO ?	6
1.4.	Obtenir de l'aide sur l'utilisation de Catia	6
1.4.1.	Aide pour utiliser Catia	6
2.	PRESENTATION GENERALE DE CATIA V5	7
2.1.	Organisation des modules.....	7
2.2.	Associativité des modules	8
2.3.	Environnement de travail.....	8
2.4.	Manipulation, capture des vues et affichage des objets	9
2.5.	Sélection des objets.....	10
2.6.	Arbre des spécifications	11
2.7.	Personnalisation des différentes options	11
3.	GESTION DES FICHIERS CREES	12
3.1.	Création d'un modèle	12
3.2.	Gestion des enregistrements.....	12
4.	MODULE CONCEPTION MECANIQUE	13
4.1.	Présentation des ateliers	13
4.2.	Atelier « Sketcher »	14
4.2.1.	Présentation de l'atelier	14
4.2.2.	Principes de l'esquiseur	14
4.2.3.	Liste des contraintes	15
4.2.4.	Reconnaissance automatique des contraintes	15
4.2.5.	Commandes générales de gestion de l'esquisse	16
4.2.6.	Création d'objets graphiques.....	16
4.2.7.	Création et modification de splines	16
4.2.8.	Création de contraintes.....	17
4.2.9.	Opérations sur les objets	18
4.2.10.	Barre d'outils de l'esquiseur	19
4.3.	Atelier « Part Design »	20
4.3.1.	Présentation de l'atelier	20
4.3.2.	Liens entre les ateliers « Part Design » et « Sketcher »	20
4.3.3.	Composants issus d'un contour	21

4.3.4.	Composants d'habillage	25
4.3.5.	Composants de transformation	27
4.4.	Atelier “ Wireframe and Surface Design ”	29
4.4.1.	Présentation de l'atelier	29
4.4.2.	Méthodologies de création et d'utilisation des surfaces	29
4.4.3.	Génération d'éléments filaires	29
4.4.4.	Génération de surfaces	29
4.5.	Atelier « Assembly Design »	30
4.5.1.	Présentation de l'atelier	30
4.5.2.	Méthodologies de création et d'assemblage des pièces	30
4.5.3.	Contraintes géométriques d'assemblage	31
4.5.4.	Exemple	31
4.5.5.	Manipulation et visualisation des pièces	32
4.6.	Atelier « Drafting »	33
4.6.1.	Génération automatique des vues	33
4.6.2.	Génération manuelle des vues	33
4.6.3.	Génération automatique des cotes	33
4.6.4.	Ajout d'un cartouche	33
4.7.	Atelier « Maquette numérique / DMU Kinematics »	34
4.7.1.	Présentation de l'atelier	34
4.7.2.	Définition des liaisons	34
4.7.3.	Définition des commandes	35
4.7.4.	Simulation avec des commandes	35
4.7.5.	Création d'une « expérience »	35
4.7.6.	Création et restitution d'un film	35
5.	MODULE ANALYSE & SIMULATION	36
5.1.	Présentation des ateliers	36
5.2.	Présentation de l'atelier « Calculs de Structure »	36
5.3.	Méthodologie pour le calcul de structure	37
5.4.	Définition de la taille du maillage	37
5.4.1.	Taille générale du maillage	37
5.4.2.	Taille locale du maillage	38
5.4.3.	Boite d'adaptivité	38
5.5.	Pièces virtuelles	39
5.5.1.	Rôles des pièces virtuelles	39
5.5.2.	Les différents types de pièces virtuelles	39
5.6.	Restrictions	40
5.6.1.	Rôles des restrictions	40
5.6.2.	Types de restrictions	40
5.7.	Connexions entre pièces	41
5.7.1.	Rôles des connexions	41
5.7.2.	Types de connexions	41
5.8.	Charges	42
6.	AUTRES ATELIERS UTILES	44
6.1.1.	Conception Mécanique / Functional Tolerancing & Annotations	44

6.1.2.	Maquette numérique / DMU Space Analysis	44
6.1.3.	Conception et Analyse ergonomiques	44
7.	FORMULES, PARAMETRAGE ET FAMILLE DE PIECES	45
7.1.	Présentation	45
7.2.	Configuration de Catia	45
7.3.	Formule dans une esquisse	45
7.4.	Paramètres en mode pièce	46
7.4.1.	Créer un paramètre	47
7.4.2.	Utiliser un paramètre	47
7.5.	Famille de pièce	47
8.	EXEMPLES ET EXERCICES	49
8.1.	Exercices sur les esquisses	49
8.1.1.	Esquisse 1	49
8.1.2.	Esquisse 2	50
8.1.3.	Esquisse 3	50
8.2.	Exercices sur les pièces	51
8.2.1.	Pièce 1	51
8.2.2.	Pièce 2	52
8.2.3.	Pièce 3	53
8.2.4.	Pièce 4	54
8.2.5.	Pièce 5	55
8.2.6.	Pièce 6	56
8.3.	Exercices sur les assemblages	57

1. Informations pratiques

1.1. Le logiciel CATIA

Catia [Computer Aided Three-dimensional Interactive Application] est un logiciel développé par la société Dassault Systemes. Il regroupe un nombre important de modules totalement intégrés dans un seul et même environnement de travail . Ces modules permettent de modéliser une géométrie (CAO), de réaliser des analyses et des simulations (IAO), de mener une étude d'industrialisation (conception des outillages) , de générer les programmes de commande numérique pour les machines outils (FAO), d'établir les plans d'usines etc

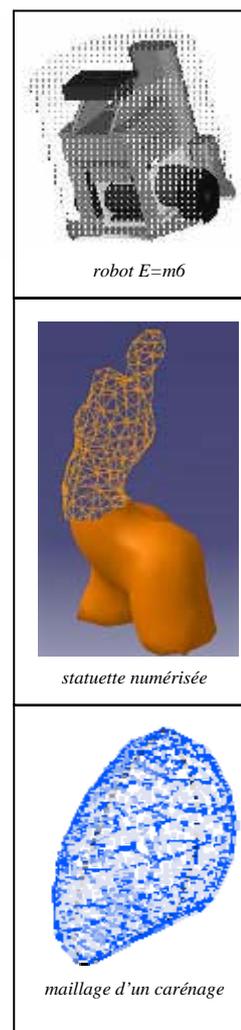
L'ensemble de ces fonctionnalités permettent de mettre en œuvre la « *maquette numérique* » et de définir de façon conjointe le produit et certains processus qui lui sont liés (on parle alors d'*ingénierie concourante produit/process*).

La version 5 de Catia est sortie en 2000 et sa dénomination commerciale est « Catia V5 ». Des mises à jour (release) sont régulièrement proposées : R1, R2 ...R20 (version actuelle au 08/12/10). Pour toutes ces versions des correctifs (service packs) sont également disponibles : SP1, SP2 ...SP7. Au final, la dénomination précise d'une configuration doit être du type « Catia V5R19 SP5 ». Enfin, 3 déclinaisons sont possibles P1, P2 et P3 qui se distinguent par le nombre de fonctionnalités proposées.

1.2. Que faire avec la CAO en projet ?

L'utilisation des différents modules de CATIA V5 que nous détaillerons par la suite vous permettra de :

- **Réaliser des études de conception** notamment « en configuration » qui permet de définir une pièce directement dans sa configuration définitive dans un assemblage. Exemple : implantation des différents éléments d'un robot E=m6 en prenant en compte l'encombrement des composants standards achetés (moteur, réducteur, batterie etc). et les contraintes du cahier des charges fonctionnelles (poids, encombrement, cinématique de certains sous-ensembles etc).
- **Définir des surfaces géométriques complexes** difficilement sinon impossible à obtenir par d'autres moyens. Exemple : définition d'un carénage possédant des propriétés de continuité C1 ou C2
- **obtenir des images et des animations de synthèse** en vue de les inclure dans un dossier d'avant-projet. Exemple : réalisation d'un film permettant de visualiser les impacts de la reconception d'une chaîne de conditionnement
- **Réaliser des simulations** cinématiques, dynamiques, analyses modales ou de calculs de structure en vue d'une vérification de performances ou d'une optimisation. Exemple : calculs de structure sur un châssis tubulaire de l'engin de l'Eco-Marathon Shell en vue de son dimensionnement.
- **Traiter un nuage de points issus de la numérisation 3D d'une pièce mécanique** en vue de sa reproduction ou de son intégration dans la définition d'un modèle géométrique. Exemple : numérisation d'une statuette et réalisation d'une copie en résine par le procédé de stéréolithographie.



Toutes les activités décrites ci-dessus s'intègrent en général dans une boucle d'optimisation au cours de laquelle on parcourt plusieurs fois 3 étapes clés : définition, analyse et modification. L'intérêt de l'outil CAO est de permettre l'intégration partielle ou totale de ces 3 étapes dans un seul et unique environnement de travail, le passage d'une étape à la suivante se réalisant de façon quasi transparente. Toutefois, une grande rigueur dans la définition du modèle géométrique doit être observée afin de permettre au logiciel d'interpréter correctement les intentions du concepteur. Il est également essentiel d'évaluer la validité des résultats issus des différents modules d'analyse (notamment en calculs de structure).

Utiliser un logiciel de CAO ne se réduit donc pas à définir le plus rapidement possible la géométrie figée d'une ou plusieurs pièces mécaniques. Le modèle CAO défini doit permettre le parcours d'une ou plusieurs boucles d'optimisation. N'attendez pas que votre modèle ne "fonctionne pas" comme vous le souhaitiez pour demander ce qu'il aurait été souhaitable de faire, car il est souvent sinon toujours bien trop tard ...

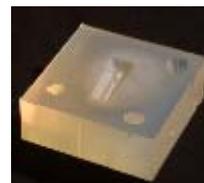
1.3. Comment fabriquer des pièces définies en CAO ?

La fabrication de pièces mécaniques peut se faire par les moyens suivants :

- **Prototypage rapide** : c'est un procédé permettant d'obtenir en quelques heures une pièce mécanique en résine ou en ABS à partir de son modèle CAO.



- **Moulage de pièces plastiques en petite série** : à partir d'un modèle en résine obtenu en prototypage rapide, on peut obtenir une petite série de pièces en plastique.



- **Usinage conventionnel unitaire** : à partir d'un modèle 3D, vous pouvez obtenir des dessins de définition 2D (encore appelés « mises en plan ») sur lesquels toutes les côtes de fabrication seront automatiquement mentionnés. Ces plans permettront aux techniciens de l'école de réaliser vos pièces sur des machines conventionnelles (fraiseuses, tours, perceuses etc).
- **Usinage à commande numérique** : à partir du modèle CAO 3D, il s'agit de générer les codes permettant d'usiner la pièce sur une machine à commande numérique. Pour cela, il est nécessaire d'utiliser le module de FAO intégré à CATIA (non abordé ici).

1.4. Obtenir de l'aide sur l'utilisation de Catia

1.4.1. Aide pour utiliser Catia

Pour vous aider, vous pouvez consulter :

- La documentation en ligne qui est accessible par la commande « ? / Contenu, Index, Recherche » sous Catia.
- Le « compagnon Catia » qui est un ensemble de tutoriaux vous permettant de prendre en main l'environnement de façon autonome. Il est accessible par la commande : « ? / Catia user companion » et s'exécute dans votre navigateur web par défaut
- Le site web <http://cao.etudes.ecp.fr> qui propose des informations sur Catia à l'ECP régulièrement mises à jour

2. Présentation générale de CATIA V5

2.1. Organisation des modules

Catia V5 est organisé en modules appelés ici « Ateliers ». Ils sont structurés dans l'arbre des ateliers suivants :

	Infrastructure
	Conception Mécanique [Mechanical] Modélisation volumique de pièces mécaniques et d'assemblages, tolérancement, tolérances etc. C'est le module par lequel on commence le travail de modélisation d'une pièce.
	Forme [Shape Design & Styling] Modélisation surfacique avancée : travail de design sur des formes extérieures d'un carter, carénage, traitement d'un nuage de points issus d'une numérisation 3D
	Analyse & Simulation [Analysis] Maillage – Calculs de structure – Analyses modales
	Construction d'usine [Plant] Maillage – Calculs de structure – Analyses modales
	Fabrication par CN [NC Manufacturing] Génération automatique d'un programme pour machines à commande numérique
	Maquette numérique [Digital Mock-Up : DMU]
	Equipements & Systèmes [Equipment & Systems Engineering]
	Conception & Analyse ergonomique

Chaque groupe comporte de nombreux ateliers. Nous nous contenterons, dans le présent polycopié, de décrire les ateliers les plus utilisés pour les travaux réalisés en projet (grisés dans le tableau ci-dessus).

:

2.2. Associativité des modules

Pour réaliser une étude sous Catia, il vous faudra sans doute utiliser plusieurs ateliers. Par exemple :

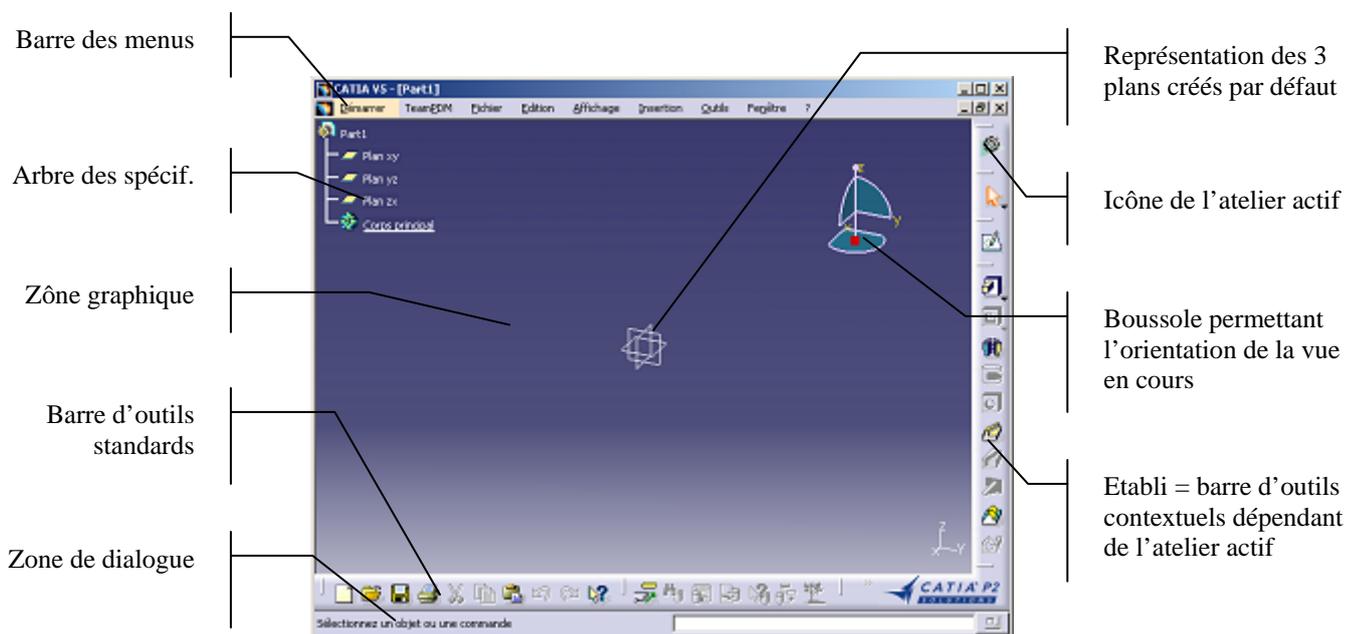
- *Conception Mécanique / Part design* pour la modélisation volumique
- *Forme / Generative Shape Design* pour la modélisation de surfaces avancées
- *Analyse & Simulation / Generative Structural Analysis* pour le calcul de structure
- *Conception Mécanique / Drafting* pour la mise en plan des pièces à produire

Catia V5 vous permet de naviguer dans les différents ateliers en gardant un lien entre les différents modèles créés. La modification dans un atelier impacte ainsi tous les modèles qui lui sont liés, c'est ce que l'on appelle l'associativité des modèles.

Au cours de votre modélisation, les extensions des fichiers créés sont les suivantes :

Extension	Contenu
.CATPart	Part design : modélisation de la géométrie des pièces
.CATDrawing	Drafting : mises en plan (dessins techniques 2D)
.CATProduct	Assembly design : modélisation d'un assemblage
.CATAnalysis	Analyse & Simulation : calculs de structure, analyses modales
.CATProcess	?

2.3. Environnement de travail



Le système des barres d'outils est entièrement personnalisable. On peut ainsi **afficher ou supprimer une barre** d'outil par la commande *Affichage / Barre d'outils*, on peut déplacer une barre d'outils par un glisser-déposer y compris dans la zone graphique (barre d'outils volante) etc.

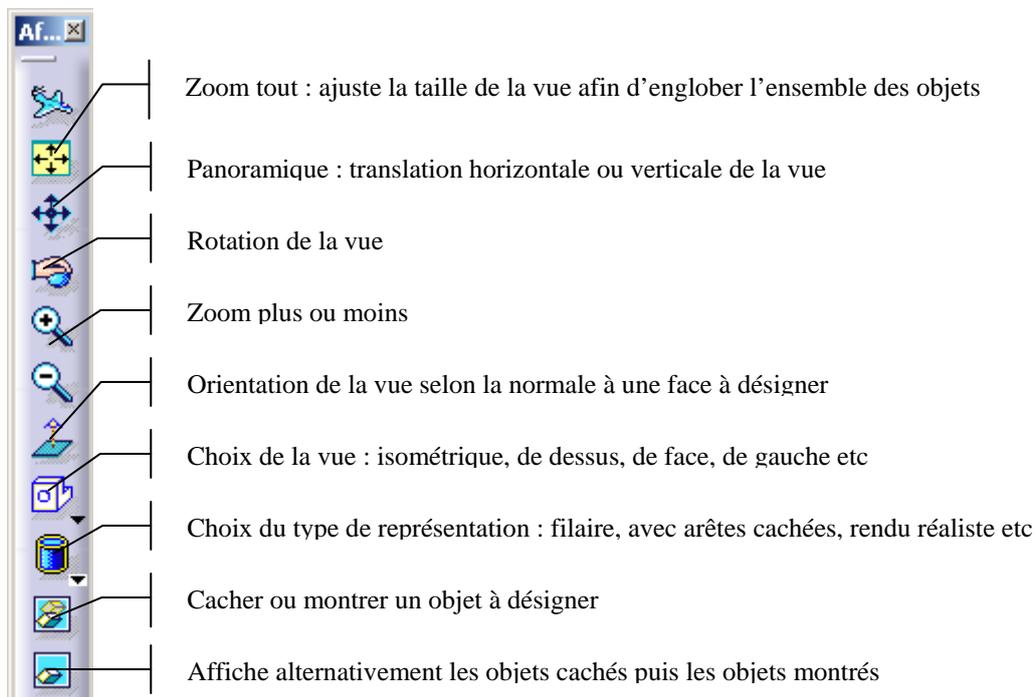
Lorsque la place est insuffisante sur l'un des côtés pour afficher la totalité des barres s'y trouvant, celles qui ne sont pas affichées sont accessibles en cliquant sur le signe >> (peu visible !)



Un simple clic sur un icône permet de réaliser une commande et de désactiver celle-ci après sa réalisation. Un double-clic permet de rendre cette commande active de façon permanente.

2.4. Manipulation, capture des vues et affichage des objets

Les commandes principales sont contenues dans la barre d'outils « Affichage » :



CACHER OU MONTRER UN OBJET

Deux espaces de travail sont à votre disposition :

- Espace des objets montrés (sur fond bleu foncé) : EOM
- Espace des objets cachés (sur fond vert clair) : EOC

Pour cacher un objet : utilisez la commande « Cacher ou Montrer » et désignez l'objet. Celui-ci se trouve alors dans l'EOC qui n'est pas affiché.

Pour voir les objets cachés : utiliser la commande « Afficher alternativement les objets cachés ... ». L'EOC est alors affiché à la place de l'EOM

Pour montrer un objet : utiliser la commande « Cacher ou Montrer » dans l'EOC. L'objet désigné réintégrera alors l'EOM

Vous pouvez également utiliser la commande « Cacher/Montrer » du menu contextuel (bouton droit) relatif à un objet.

DEFINIR LA VUE A LA SOURIS

Les vues peuvent être définies grâce à la souris sur la zone graphique :

- Bouton du milieu (appui-déplacement-relachement) : panoramique de la vue
- Bouton du milieu (appui) puis bouton droit (appui-relachement): zoom avant ou arrière de la vue
- Bouton du milieu et bouton droit (appui-déplacement-relachement) : rotation de la vue

DEPLACEMENT ET ZOOM DE L'ARBRE

L'arbre des fonctions peut être manipulé indépendamment des objets de la zone graphique. Pour cela :

- Appliquer les commandes ci-dessus en pointant à la souris le trait vertical de l'arbre

- Double-cliquez sur le trait vertical de l'arbre puis appliquez les commandes ci-dessus (les objets de la zone graphique sont alors grisés). Pour revenir à la normale, double-cliquez à nouveau sur le trait vertical de l'arbre

CAPTURE DE L'ENVIRONNEMENT GRAPHIQUE

La capture d'une image ou d'une séquence animée se fait par le menu « outils/image/ »



Capture de l'écran de travail. Les options sont données par le 2^{ème} icône à partir de la gauche (pour définir un fond blanc par exemple). Le cliché est réalisé grâce à l'icône « appareil photo »

Permet de visionner et de gérer l'ensemble des captures réalisés pendant la session

Réalise une capture vidéo de l'écran. Permet par exemple d'enregistrer la déformation d'un solide dans l'atelier de calcul de structure

2.5. Sélection des objets

- **Sélection simple**

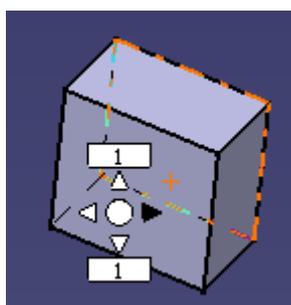
Une sélection se fait en désignant un objet et en cliquant sur le bouton gauche de la souris.

- **Sélection multiple**

Pour sélectionner plusieurs éléments, maintenir enfoncée la touche CTRL du clavier pendant les sélections.

- **Sélection d'un élément caché**

En utilisant les flèches haut et bas du clavier, vous pouvez sélectionner une géométrie cachée. En utilisant les flèches droite ou gauche, vous naviguez dans les différents niveaux de l'arbre des spécifications (on passe ainsi de la face, au corps et à la pièce).



Exemple de sélection d'une face cachée : la face arrière du parallélépipède est désignée en activant les touches haut ou bas du clavier alors que le pointeur de la souris est positionnée sur la face avant.

Pour sélectionner le corps ou toute la pièce, utilisez les touches gauche et droite du clavier.

A noter, que ces commandes peuvent être aussi effectuées grâce aux triangles représentés ci-contre. Le cercle central permet lui de valider la sélection courante

2.6. Arbre des spécifications

L'arbre des spécifications est une représentation graphique structurée du modèle en cours de réalisation.

Dans l'exemple ci-contre, on peut observer que l'on travaille sur Part2, que 3 plans de référence ont été créés automatiquement, qu'un corps principal est constitué d'une extrusion basée sur « esquisse.1 ».

Au fur et à mesure que vous utiliserez de nouveaux ateliers, l'arbre du modèle s'enrichira de nouveaux items.

Vous aurez ainsi à votre disposition un historique complet de votre conception. La sélection d'un élément pouvant se faire indifféremment dans la zone graphique ou dans l'arbre des spécifications.

L'arbre des spécifications présente également l'avantage de permettre l'activation d'un menu contextuel à l'objet désigné. Dans l'exemple donnée ci-contre, le menu contextuel à la fonction « extrusion » permet de la supprimer, la cacher, la copier, la mettre à jour etc.

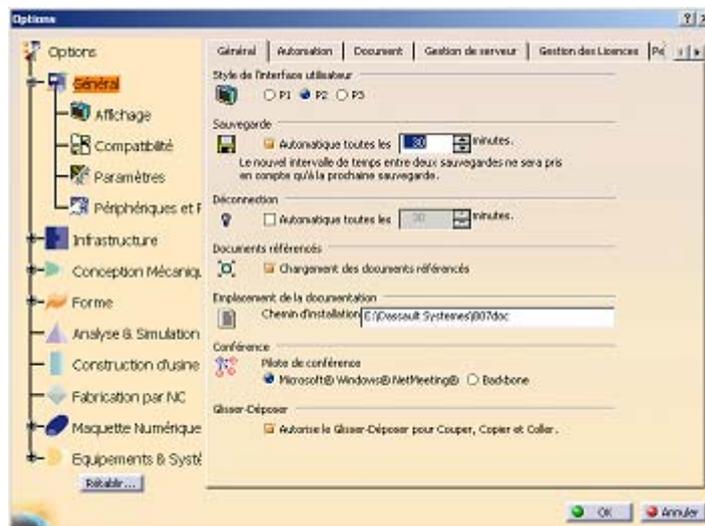
Si l'arbre n'apparaît pas dans votre fenêtre, utilisez la commande « *Affichage/Arbre des spécifications* » ou la touche **F3**.

Attention : cliquer sur l'un des traits verticaux blancs de l'arbre revient à désactiver la zone graphique principal (celle-ci est alors représentée en couleurs sombres) afin de permettre le déplacement et le zoom de l'arbre. Pour réactiver la zone graphique, cliquer à nouveau sur l'un des traits verticaux blancs



2.7. Personnalisation des différentes options

La définition des options et paramètres de l'ensemble des modules de Catia se fait grâce à la commande « *Outils/Options* » :



Dans un premier temps, il est conseillé d'utiliser la personnalisation des modules avec extrêmement de vigilance et de prudence voire de laisser toutes les valeurs par défaut.

3. Gestion des fichiers créés

3.1. Création d'un modèle

La gestion des modèles peut dérouter le débutant. Deux possibilités lui sont offertes :

- Commande **Fichier / Nouveau** puis sélection du type de modèle à créer, par exemple « **part** ». L'atelier activé est automatiquement sélectionné en fonction du type de modèle. Pour un modèle « Part », c'est l'atelier « Part design » qui est choisi
- Commande **Démarrer / Groupe d'atelier / Atelier**. A la différence de la commande précédente, on spécifie le type d'atelier à activer et Catia détermine automatiquement le type de modèle à créer. Par exemple : si l'on choisit, l'atelier « Forme / Generative Shape Design », on créera une nouvelle pièce (CATPart) et on activera par défaut l'atelier « Generative Shape Design »

L'utilisation d'un atelier n'implique pas nécessairement la création d'un nouveau fichier. Par exemple, les données liées à l'utilisation des ateliers « Conception Mécanique / Part Design » et « Forme / Generative Shape Design » seront stockées dans un seul fichier ayant pour extension .CATPart

Certains ateliers toutefois imposent la création d'un nouveau fichier avec une extension différente. C'est le cas par exemple de l'atelier « Analyse et Simulation / Generative Structure Analysis ». Dans ce cas, le logiciel vous demandera de nommer ce nouveau fichier

3.2. Gestion des enregistrements

D'une façon générale, il est conseillé au débutant de sauvegarder l'ensemble des travaux relatifs à un même système dans un répertoire unique. On évite ainsi d'éventuels problèmes liés à la résolution de chemins absolus ou relatifs (notamment dans le cas d'une recopie du modèle).

- **Enregistrer**

Cette commande s'utilise de façon très classique afin de sauvegarder le travail en cours. Si celui-ci est un assemblage, Catia vous proposera de sauvegarder l'ensemble des modèles dont il dépend.

- **Enregistrer sous**

Cette commande permet de faire une copie du travail en cours sous un nouveau nom. Dans le cas où la pièce intervient dans un assemblage chargé en mémoire, la nouvelle version sera substitué à l'ancienne dans cet assemblage.

- **Enregistrer tout**

Permet de sauvegarder l'ensemble des modèles présents en mémoire.

- **Gestion des enregistrements**

Permet de lister l'ensemble des modèles présents en mémoire et de définir leurs chemins d'accès ainsi que leurs noms de fichiers.

4. Module Conception Mécanique

4.1. Présentation des ateliers

Le module de conception mécanique comprend les ateliers suivants (en gris, les ateliers utilisés le plus fréquemment) :

	Part design	Modélisation volumique de pièces mécaniques
	Assembly design	Modélisation d'assemblages de pièces mécaniques
	Interactive drafting	
	Generative drafting	Mise en plan de pièces mécanique (dessins techniques)
	Sketcher	Esquisse 2D
	Structure design	
	Wireframe & Surface	Modélisation des surfaces et éléments filaires. Atelier complémentaire de l'atelier « Part design »
	Sheetmetal Design	Atelier de tolérances.
	Sheetmetal Production	
	Functional Tolerancing	
	Mold tooling design	

Quelques remarques :

- L'atelier « Part Design » fait appel automatiquement et de façon transparente pour l'utilisateur à l'atelier « Sketcher » pour la réalisation de contours 2D.
- L'atelier « Wireframe et Surface » permet de construire des éléments filaires et des surfaces participant à la définition d'une pièce volumique. Cet atelier ne génère pas de fichiers spécifiques : les données sont intégrées dans les fichiers de type CATPart
- L'atelier « Assembly Design » permet l'assemblage de pièces préalablement modélisées mais aussi la conception de pièce en configuration : la définition d'une pièce s'appuie alors sur les pièces déjà créées. Pour cela, il fait appel à l'atelier « Part Design »

4.2. Atelier « Sketcher »

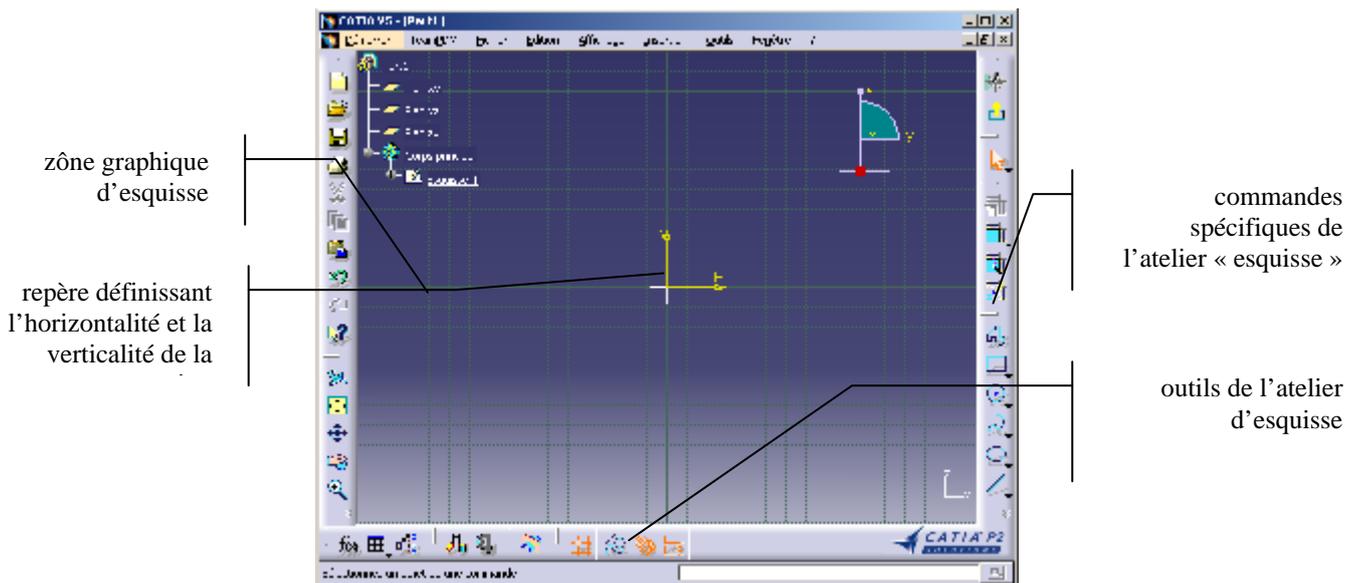
4.2.1. Présentation de l'atelier

Cet atelier permet de définir des contours 2D servant de support aux objets 3D et des courbes servant de guides pour la génération d'objets 3D.

L'atelier s'active, entre autres, grâce à la commande « Esquisses » de l'atelier « Part Design » et en sélectionnant un plan d'esquisse sur lequel seront définis les éléments géométriques 2D



L'environnement de travail est le suivant :



4.2.2. Principes de l'esquiseur

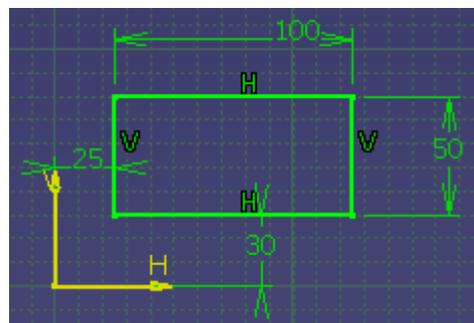
Il s'agit donc de définir un contour. Pour cela, il faut spécifier :

- des éléments géométriques : segments, arcs, cercles, splines etc
- des contraintes dimensionnelles : longueur d'un segment, distance entre deux points etc
- des contraintes géométriques : orthogonalité, parallélisme, alignement etc

Exemple :

Pour la section rectangulaire ci-contre, nous avons défini quatre segments, deux côtes 50 et 100, 2 contraintes d'horizontalité (notées H) et 2 contraintes de verticalité (notées V). *Cet ensemble de spécifications permet de définir de façon explicite et univoque nos intentions de conception.*

Il reste à localiser ce contour par rapport à un repère de référence grâce aux côtes 25 et 30.

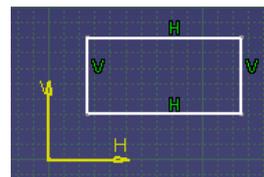


Remarque :

Il existe plusieurs jeux de contraintes possibles pour définir un même contour. C'est au concepteur d'utiliser le jeu le plus approprié pour définir ses intentions de conception. Dans l'exemple précédent, nous aurions pu remplacer la contrainte d'horizontalité du segment du bas par une contrainte de parallélisme entre ce segment et le segment du haut.

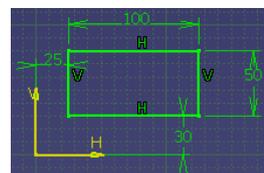
Esquisse sous-contrainte

Quand le nombre de contraintes géométriques n'est pas suffisant pour définir complètement un contour, celui-ci apparaît en blanc. On peut alors modifier les éléments géométriques en les déplaçant à la souris.



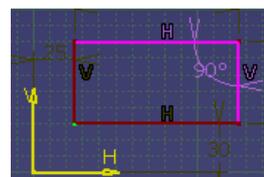
Esquisse correctement contrainte

Quand le contour est parfaitement défini, il apparaît en vert.



Esquisse sur-contrainte

Quand des contraintes géométriques sont redondantes, l'esquisse et les contraintes superflues apparaissent en violet. Une esquisse sur-contrainte ne peut être validée.



Catia permet de définir et d'utiliser des esquisses sous-contraintes, notamment dans le cadre d'avant projet où les intentions de conception ne sont pas totalement définies. Il est toutefois recommandé aux débutants de ne pas utiliser de telles esquisses car son utilisation nécessite d'en connaître tous les impacts sur le modèle.

4.2.3. Liste des contraintes

Les contraintes dimensionnelles et géométriques reconnues sont les suivantes :

Nbre d'élts	Contraintes dimensionnelles
1	Longueur
1	Rayon ou diamètre
1	Demi grand axe (conique)
1	Demi petit axe (conique)
2	Distance
2	Angle

Nbre d'élts	Contraintes géométriques	Symb.
1	Fixité	Ancre
1	Horizontalité	H
1	Verticalité	V
2	Coïncidence	O
2	Concentricité	O
2	Tangence	=
2	Parallélisme	//
2	Point médian	⊕
2	Perpendicularité	L
3	Symétrie	()
3	Points équidistants	⊕

4.2.4. Reconnaissance automatique des contraintes

La déclaration manuelle de toutes les contraintes géométriques est fastidieuse. Catia propose donc de capter vos intentions de conception « à la volée » et de les indiquer automatiquement.



Détection et création automatique de contraintes géométriques lors de la création de l'esquisse.



Détection et création automatique de contraintes dimensionnelles lors de la création de l'esquisse

4.2.5. Commandes générales de gestion de l'esquisse



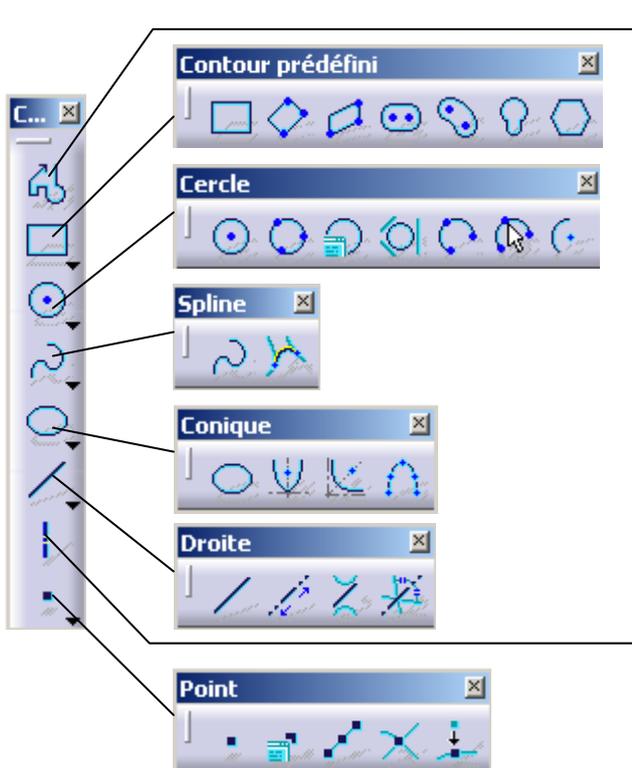
Après une rotation de la vue (pour examiner un détail de la géométrie), permet de revenir à la vue nominale d'esquisse (normale au plan d'esquisse). Permet également de « retourner » la vue : la direction est alors inversée.



Points aimantés : tous les points créés (extrémités de segments, centres de cercles etc) seront calés sur la grille apparaissant dans la zone graphique. Dans le cas contraire, la création des points est libre.

4.2.6. Création d'objets graphiques

L'utilisation des commandes de création d'objets est intuitive et ne sera pas détaillée ici sauf pour les splines. Vous pouvez vous aider des lignes d'aide affichées en bas à gauche de la zone graphique.

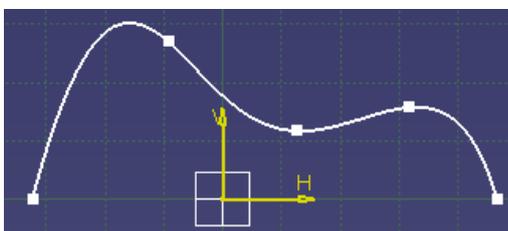


Contour :

- clics gauches successifs = création d'une polyligne
- glisser à partir du dernier point = création d'un arc de cercle
- double clic = arrêt du contour

Axe : utile notamment pour définir l'axe d'un solide de révolution

4.2.7. Création et modification de splines



Une spline est une courbe créée à partir de n points permettant de définir rapidement des formes avec une grande liberté.

Une fois créée, la spline peut être modifiée en déplaçant les points apparaissant ici sous la forme de petits carrés.

Une telle courbe est contrainte si et seulement si tous ses points sont contraints.

Pour modifier une spline (ajout, modification de points), double-cliquer sur la courbe elle-même (et non sur un point).

Vous pouvez alors faire apparaître l'orientation de la tangente en chacun des points. Il sera alors possible de définir des contraintes sur ces tangentes : par exemple, imposer une verticalité en une extrémité et un angle avec une référence horizontale pour l'autre extrémité.



4.2.8. Création de contraintes

Outre la détection automatique de contraintes, on peut définir à posteriori les contraintes géométriques et dimensionnelles d'une esquisse :

 **Boîte de dialogue des contraintes** : utilisez cette commande après avoir sélectionné un ou plusieurs objets. La boîte de dialogue ci-contre apparaît alors. Seules les contraintes applicables à la sélection peuvent être choisies. Pour appliquer une symétrie, il faut sélectionner les deux éléments symétriques puis un élément représentant l'axe de symétrie. Pour l'équidistance, sélectionnez les deux points équidistants puis le point central





Contraintes dimensionnelles et de contact : il y a deux façons d'utiliser ces commandes

- Sélectionner les éléments à contraindre puis activer la commande
- Sélectionner la commande puis les éléments à contraindre. Dans le cas d'une cote dimensionnelle, un premier clic pose une cote de longueur, puis la désignation d'un deuxième élément remplace cette 1^{ère} cote par une cote de distance entre les deux éléments désignés.



Contrainte automatique : le logiciel définit automatiquement les contraintes géométriques et dimensionnelles nécessaires pour définir une esquisse. Une boîte de dialogue demande :

- les éléments à contraindre
- les éléments de référence qui vont servir à localiser le contour (le plus souvent par rapport à H et V)
- les droites de symétrie (optionnelles)



Animation d'une contrainte dimensionnelle : en désignant une contrainte dimensionnelle (cote), le logiciel propose de visualiser les impacts d'une variation de la cote dans un intervalle à spécifier [max ;min]. Cela peut permettre de détecter une erreur dans la transcription des intentions de conception ou d'anticiper d'éventuelles modifications futures des cotes nominales.

4.2.9. Opérations sur les objets



création d'un arrondi (congé) entre deux segments

création d'un chanfrein entre deux segments



outils de relimitation : permet d'ajuster les différentes entités en spécifiant des limites



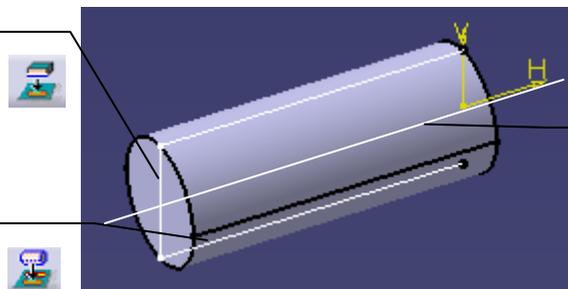
outils de transformation : symétrie, translation, rotation, facteur d'échelle, décalage



Permet d'inclure dans l'esquisse courante des éléments de géométrie 3D déjà définis : projection d'un contour, trace d'une surface etc

Projection d'éléments 3D : des arêtes existantes sont projetées sur le plan d'esquisse

Projection d'edge silhouette : projections des arêtes de contour d'un élément 3D



Intersection d'un objet 3D avec le plan d'esquisse. Permet, entre autres, de « récupérer » l'axe d'un cylindre

4.2.10. Barre d'outils de l'esquisseur

Une barre d'outils dont le contenu est contextuel (il s'adapte à la commande en cours) est active dès l'entrée du module. Certaines commandes ont déjà été vues (grille aimantée et contraintes automatiques)



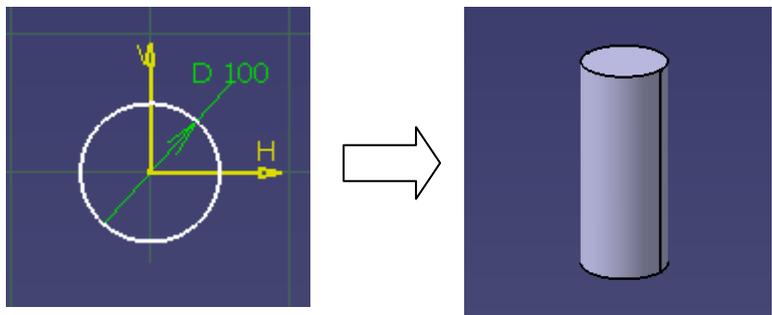
Permet de basculer en mode « Construction » : toutes les entités géométriques créées dans ce mode ne seront pas prises en compte pour la construction de géométrie 3D ; Ce sont des « traits de construction » destinés à faciliter la définition d'une esquisse

Lors de la définition d'un point ou d'une entité faisant appel à un point, vous avez la possibilité de rentrer ses coordonnées cartésiennes (H et V) ou polaires (L et A).

4.3. Atelier « Part Design »

4.3.1. Présentation de l'atelier

Cet atelier permet de créer des objets 3D volumiques à partir d'esquisses 2D ou de modifier des éléments déjà

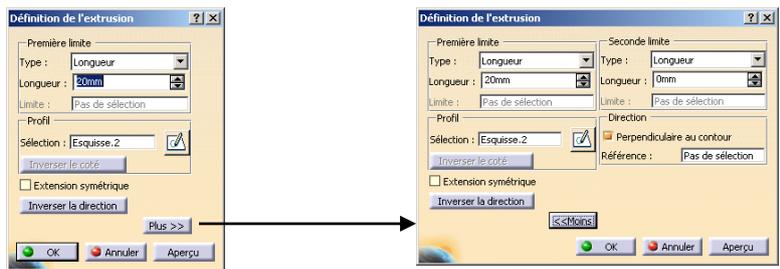


Section circulaire

Volume cylindrique

définis (congés, chanfreins, symétrie etc) :

Lors de la création de certaines fonctions, l'ensemble des paramètres et options n'apparaissent pas par défaut dans la fenêtre d'édition. Pour les visualiser, il faut utiliser le bouton « Plus >> » qui permet d'afficher la fenêtre d'édition étendue.

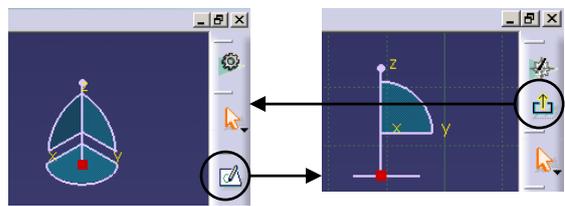


Lors de la définition d'une fonction, il est parfois possible d'éditer les éléments 2D utilisés (profil, courbe guide) sans quitter la commande en cours. Cela permet de modifier un contour et d'en voir immédiatement les impacts sur la fonction solide créée grâce au bouton « Aperçu ».



4.3.2. Liens entre les ateliers « Part Design » et « Sketcher »

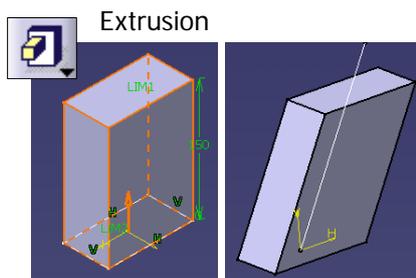
Le passage d'un atelier à l'autre se fait de façon transparente pour l'utilisateur grâce à l'icône représenté ci-contre. A la sortie de l'esquisseur, on se retrouve dans l'atelier « Part Design ».



atelier « Part Design »

atelier « Sketcher »

4.3.3. Composants issus d'un contour



Cette fonction permet de générer des volumes cylindriques en définissant une section et une génératrice. Elle est largement utilisée dans les modélisations volumiques.

Certains paramètres ou options ne sont pas apparents dans la fenêtre de base. Pour les modifier, vous devez utiliser le bouton « Plus >> » de la fenêtre d'édition de la fonction.

Profil	un ou plusieurs contours fermés
Paramètres obligatoires	<input type="checkbox"/> limite d'extrusion dans un sens ou deux. Cette limite peut être définie par : <ul style="list-style-type: none"> • longueur • jusqu'au suivant : l'extrusion pousse jusqu'à rencontrer une surface • jusqu'au dernier : l'extrusion pousse jusqu'à la dernière surface • jusqu'au plan : désignation d'un plan comme limite • jusqu'à la surface : désignation d'une surface comme limite
Paramètres optionnels	<input type="checkbox"/> direction d'extrusion : arête ou surface définissant la normale (par défaut, perpendiculaire au plan d'esquisse) <input type="checkbox"/> extension symétrique : l'extrusion est symétrique par rapport au plan d'esquisse

Extrusion avec dépouilles et congés

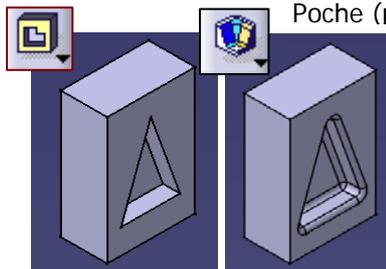


Une dépouille est un terme mécanique qui représente une transformation géométrique qui permet d'incliner une ou plusieurs faces d'une pièce (de quelques degrés). Un congé est le terme mécanique désignant un arrondi entre deux faces d'une même pièce.

Les dépouilles et les arrondis sont systématiquement utilisés pour la conception de pièces moulées (sans dépouilles, une pièce n'est pas « démoulable »). Ces fonctions peuvent néanmoins être utilisées dans d'autres contextes.

Profil	un ou plusieurs contours fermés
Paramètres obligatoires	<input type="checkbox"/> deux limites d'extrusion spécifiées par une longueur et la désignation d'un élément <input type="checkbox"/> angle de dépouille <input type="checkbox"/> élément neutre : les arêtes de cet élément ne bougeront pas après la dépouille <input type="checkbox"/> rayons des congés

Poche (par extrusion) et Poche avec dépouilles et congés

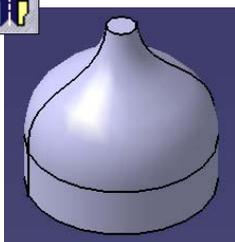


Une poche par extrusion est basée sur le même principe que l'extrusion simple mais le volume généré sera enlevé et non pas ajouté au modèle.

De même pour la poche avec dépouilles et congés

Les paramètres de ces fonctions sont les mêmes que pour l'extrusion simple.

 Révolution



Un tel volume est obtenu par révolution d'un contour autour d'un axe de rotation. Si un axe est présent dans une esquisse alors il sera pris par défaut comme axe de révolution. Si aucun axe n'est présent, il sera demandé de désigner une arête ou un axe lors de la création de la fonction.

A noter que l'insertion d'un repère (Insertion/Repère) peut permettre de définir un tel axe.

Profil	un contour fermé ou ouvert s'il se referme sur l'axe de rotation. Le contour ne doit pas traverser l'axe
Paramètres obligatoires	<input type="checkbox"/> Limites : deux angles à choisir <input type="checkbox"/> Axe de révolution (voir remarque ci-dessus).

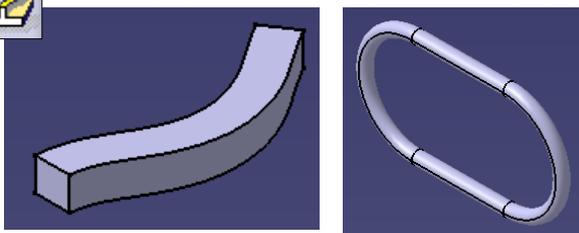
 Gorge



La gorge est l'équivalent d'une révolution pour un enlèvement de matière.

Profil	un contour fermé ou ouvert ne se refermant pas nécessairement sur l'axe de révolution. Dans ce cas, on peut choisir le côté de la matière à enlever (on obtient soit une gorge, soit le complémentaire de cette gorge).
Paramètres obligatoires	<input type="checkbox"/> Limites : deux angles à choisir <input type="checkbox"/> Axe de révolution (voir remarque ci-dessus).

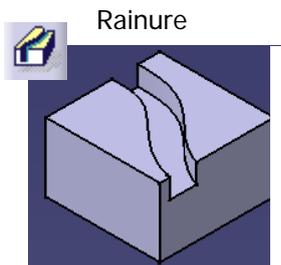
 Nervure (équivalent ProEngineer : balayage)



Le volume est généré en « balayant » un contour le long d'une courbe guide, ouverte ou fermée

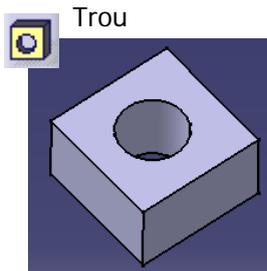
Profil	un contour fermé. Celui-ci n'est pas obligatoirement défini sur la courbe guide.
Courbe guide	un contour ouvert ou fermé
Paramètres obligatoires	Contrôle du profil : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Conserver l'angle (par défaut) <input type="checkbox"/> Direction d'extraction <input type="checkbox"/> Surface de référence

L'option « Extrémités relimitées » permet d'ajuster les surfaces finales d'une nervure aux surfaces déjà créées. Cette fonction n'est opérante que dans certains cas (non listés à ce jour !).



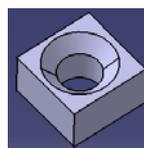
Rainure

Cette fonction est une nervure réalisée en enlèvement de matière. Les deux fonctions nécessitent les mêmes paramètres.

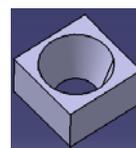


Trou

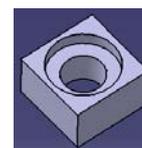
Cette fonction permet de définir des trous de différents types : chanfreinés, coniques, lamés et toute combinaison entre ces trois types. Elle permet également de définir des taraudages (filetage femelle permettant d'accueillir une vis).



chanfreiné



conique



lamé

La définition du trou se fait en désignant la face d'un solide puis en renseignant les différents champs de la boîte de dialogue suivante :

Annotations for the 'Définition du trou' dialog box:

- onglet permettant de définir un lamage, un chanfrein etc (points to the 'Type' tab)
- onglet permettant de définir le taraudage (points to the 'Définition du taraudage' tab)
- cotation du centre du trou dans le plan désigné (voir ci-dessous) (points to the 'Edition de l'esquisse' area)
- longueur du trou (points to the 'Jusqu'au dernier' dropdown)
- diamètre nominal (points to the 'Diamètre' field)
- définition d'un axe (par défaut = perpendiculaire au plan désigné) (points to the 'Axe' section)

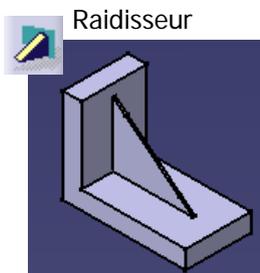
Il est nécessaire de coter le centre du trou par rapport aux éléments géométriques déjà définis. Pour cela, utilisez la commande « Edition de l'esquisse » qui nous amène à l'écran suivant :

Annotations for the 'Edition de l'esquisse' screen:

- Centre du trou dans le plan désigné (points to the center of the hole)
- Cote posée pour localiser le centre du trou (le centre est ici complètement contraint et apparaît donc en vert) (points to the green dimension lines)

Comme toutes les fonctions, il est nécessaire de complètement contraindre le trou à l'aide d'un jeu de côtes dimensionnelles et géométriques. A noter que pour les trous, il est souvent nécessaire de définir des contraintes de coïncidence (avec le centre d'un cercle par ex.) ou de définir une ou plusieurs symétries (avec les côtés d'une section rectangulaire par ex.).

Quand la cotation est réalisée, on sort de l'esquiseur avec l'icône de validation  et on se retrouve à nouveau dans la fenêtre de définition du trou décrite ci-dessus.

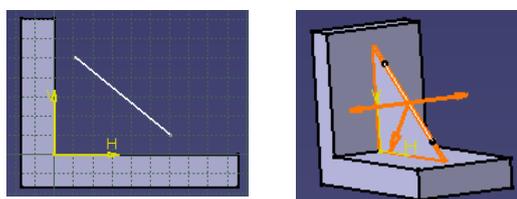


Raidisseur

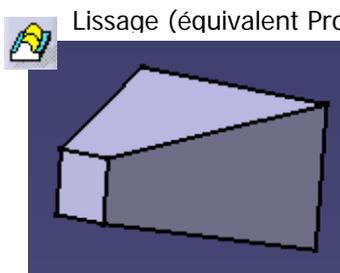
Un raidisseur est un élément permettant de renforcer la tenue mécanique sous charges d'une pièce (à ne pas confondre avec la fonction « nervure » de Catia qui peut prêter à confusion).

L'intérêt de cette fonction est sa rapidité de mise en œuvre.

L'esquisse nécessaire à la création d'un raidisseur peut être très succincte comme indiqué ci-contre. Lors de la création de la fonction, Catia vous demande alors les différentes directions de création pour compléter la géométrie.



Profil	un contour ouvert dont les extrémités ne coïncident pas nécessairement avec les traces des surfaces à joindre (voir ci-dessus)
Paramètres obligatoires	Epaisseur du raidisseur Directions de création

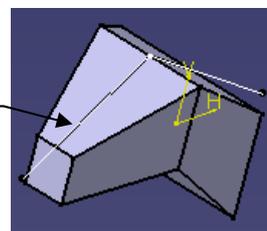


Lissage (équivalent Pro/Engineer : lissage et lissage balayé)

Cette fonction permet de créer un volume à partir de n sections. Catia relie alors les sommets des différents sections en suivant éventuellement des courbes guides que l'on spécifiera.

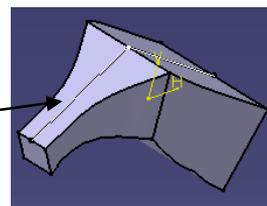
Définition d'un ou plusieurs guides : dans ce cas, la géométrie construite suit au mieux une ou plusieurs courbes de références.

Courbe guidant contraignant la géométrie. Plusieurs courbes peuvent être utilisées (ici une seule)

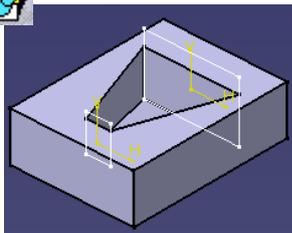


Remilitation de la géométrie : par défaut les limites sont définies par les première et dernière sections utilisées. Il est possible avec cette option de construire la géométrie au delà de ces sections en utilisant les courbes guides

La géométrie est créée tout au long de la courbe guide, dépassant ainsi les première et dernière sections.



 Lissage en retrait



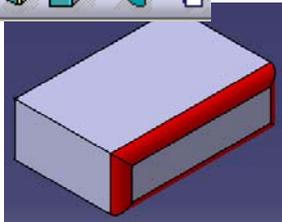
Cette fonction est basée sur les mêmes principes que le lissage mais en enlèvement de matière. Elle utilise les mêmes paramètres et éléments de référence.

La création de coque, carénage et autres formes s'en approchant sera réalisée de préférence en mode surfacique grâce à l'atelier « Wireframe ». Puis la géométrie ainsi obtenue sera transformée en volume. On passe ainsi d'un modèle « fil de fer » à un modèle « surfacique » puis enfin « volumique ».

4.3.4. Composants d'habillage

Les composants d'habillage permettent de modifier la géométrie d'un élément déjà créé :

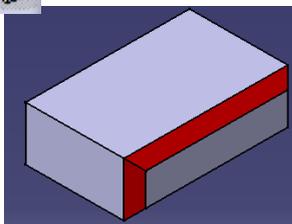
 Congés



Les congés sont des « arrondis » opérés sur des volumes déjà créés. De nombreuses variantes sont disponibles. Seul le congé simple sera ici détaillé.

Objets	<ul style="list-style-type: none"> • une ou plusieurs arêtes • une face (dans ce cas, toutes les arêtes limites de la face sont traitées)
Paramètres obligatoires	<ul style="list-style-type: none"> • Rayon en mm du congé • Propagation : par défaut « Tangence », dans ce cas, tous les objets tangents à l'objet désigné seront traités par la commande (« le congé se propage par tangence »)

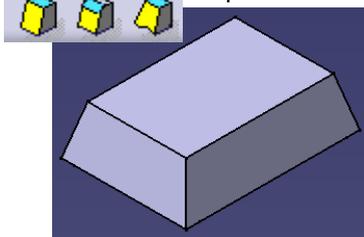
 Chanfrein



Les chanfreins permettent de « casser » les angles vifs sur un volume déjà créé. Ils sont utilisés, entre autres, pour faciliter le montage d'une pièce male dans une pièce femelle.

Objets	<ul style="list-style-type: none"> • une ou plusieurs arêtes • une face (dans ce cas, toutes les arêtes limites de la face sont traitées)
Paramètres obligatoires	<ul style="list-style-type: none"> • « longueur et angle » ou « 2 longueurs » suivant le type de cotation utilisée • Propagation : par défaut « Tangence », dans ce cas, tous les objets tangents à l'objet désigné seront traités par la commande (« le congé se propage par tangence »)

Dépouilles

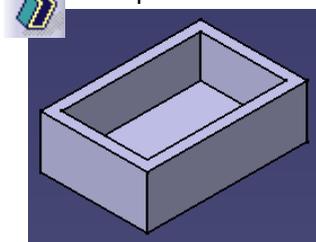


Voir à ce sujet la fonction « Extrusion avec dépouilles ». Ici la dépouille se fait après la création d'un volume par extrusion.

Dans cette opération, l'élément neutre désigne la géométrie de référence qui n'est pas affectée par la dépouille (dans l'exemple ci-contre, l'élément neutre est la face supérieure du parallélépipède).

Objets	<ul style="list-style-type: none"> • Face(s) à dépouiller
Paramètres obligatoires	<ul style="list-style-type: none"> • Angle de dépouille (quelques degrés pour une dépouille de fonderie) • Élément neutre : une face ou un plan • Direction d'extraction, une flèche indique la direction suivie par la dépouille. Pour l'inverser, cliquer sur cette flèche

Coque

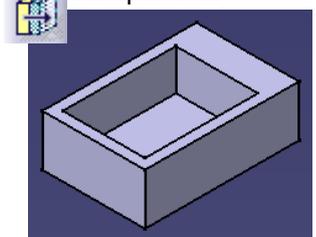


La fonction « coque » permet de réaliser des volumes possédant des parois minces d'épaisseur constante.

Elle est utilisée par exemple pour modéliser des carters. Cette fonction est utilisée à la fin du travail de modélisation après avoir défini la géométrie « en plein ».

Objets	<ul style="list-style-type: none"> • Volume courant (choisi par défaut)
Paramètres obligatoires	<ul style="list-style-type: none"> • épaisseurs des parois (intérieure et/ou extérieure) • Face(s) à retirer : dans l'exemple ci-dessus, face supérieure

Surépaisseur



Permet de décaler une surface incluse dans un volume en spécifiant une longueur de décalage.

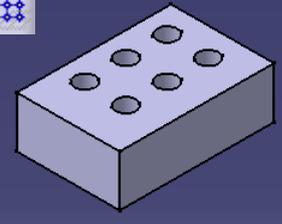
4.3.5. Composants de transformation

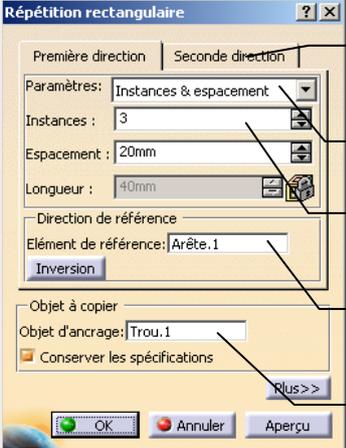
Les composants de transformation permettent d'appliquer des translations, rotations, symétries ... à une géométrie déjà créée :

	Translation d'un solide : on spécifie une direction (arête ou face) et une distance
	Rotation d'un solide : on spécifie une direction (arête) et un angle de rotation
	Symétrie d'un solide : on spécifie une face ou un plan de symétrie. Dans ce cas, le solide de départ n'est pas conservé
	Symétrie d'un solide avec conservation du solide de référence

Les composants de répétition sont extrêmement souples d'emploi : la plupart du temps, ils ne nécessitent pas la création d'objets spécifiques (points, axes, plans) mais s'appuient sur des éléments de la géométrie déjà créée. Leur utilisation est donc très intuitive mais impose néanmoins de prendre un soin particulier à leur paramétrage.

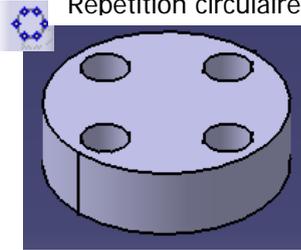
 Répétition rectangulaire

 Permet de répéter selon 1 ou 2 directions une fonction déjà créée (ici un trou)

	Accès à la deuxième direction
	Type de paramétrage pour la cotation de la répétition
	Nombre d'instances (comprend l'objet initial)
	Direction de la 1 ^{ère} répétition, ici une arête (repère créé avant).
	Direction de la 1 ^{ère} répétition, ici une arête (repère créé avant).

L'option « conserver les spécifications » permet de copier les spécifications de l'objet initial à toutes les instances créées lors de la répétition (exemple : « jusqu'au dernier » pour un trou).

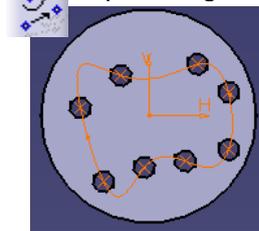
Répétition circulaire



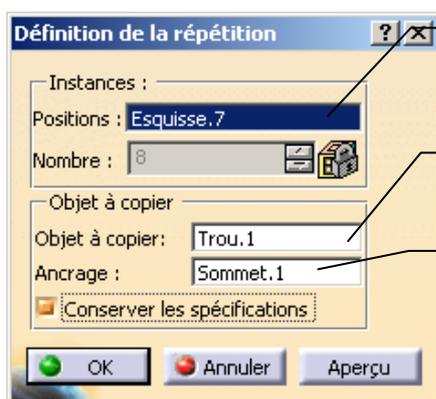
Permet de répéter un objet le long d'un cercle de référence.



Répétition générale



Permet de créer une répétition en spécifiant une courbe sur laquelle la position des instances est repérée par un point.



Esquisse où apparaissent les points définissant les positions des instances de répétition

Objet à répéter

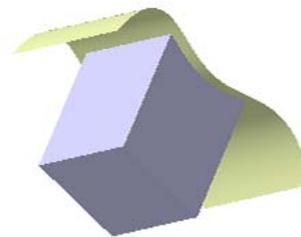
Objet relié à l'objet à répéter qui coïncidera avec les points définissant la position des instance (ici le centre du trou)

4.4. Atelier " Wireframe and Surface Design "

4.4.1. Présentation de l'atelier

Cet atelier permet de définir des surfaces géométriques qui permettront de définir par la suite des éléments volumiques. L'exemple donné ci-contre a été réalisé en extrudant un profil carré jusqu'à la surface jaune réalisée dans l'atelier surfacique.

L'utilisation de cet atelier permet de définir des surfaces en s'attachant aux problèmes de continuité C_0 , C_1 ou C_2 ou à des contraintes d'ordre esthétique.



4.4.2. Méthodologies de création et d'utilisation des surfaces

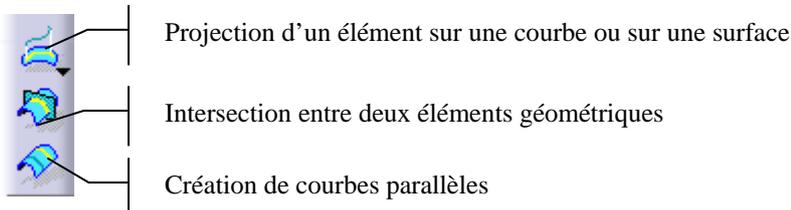
Un même pièce peut faire appel indifféremment aux ateliers « Part Design » ou « Surface Design », les éléments du second pouvant être employés pour la définition d'éléments du premier atelier (comme dans l'exemple ci-contre).

La création de surfaces s'appuie sur des éléments filaires (points, droites, courbes), ces derniers pouvant subir différentes transformation géométrique (intersection, projection etc).

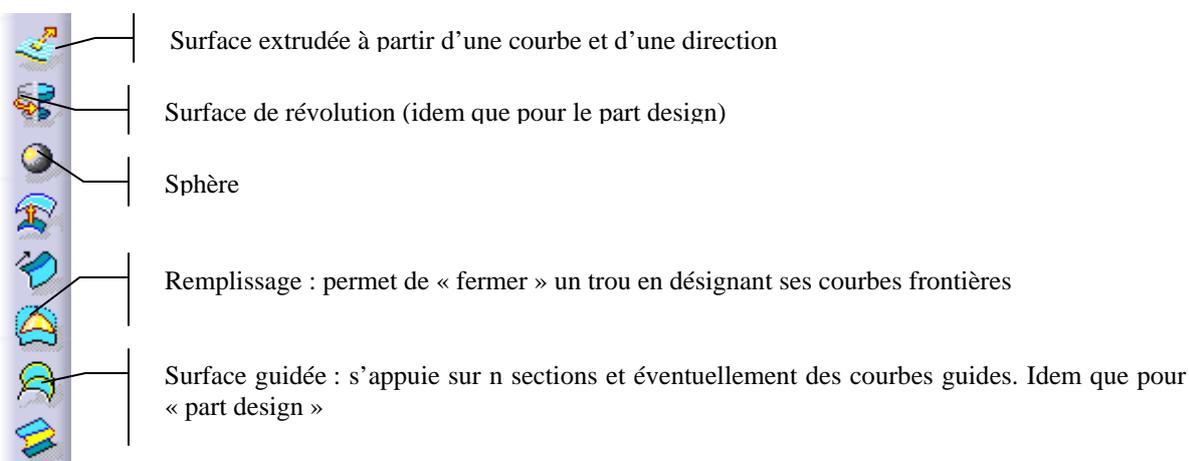
Exemple de scénario typique de création de surface :

- création de n points en utilisant leurs coordonnées cartésiennes absolues
- création d'une spline passant par les n points créés
- création d'une surface par extrusion de la spline dans une direction donnée

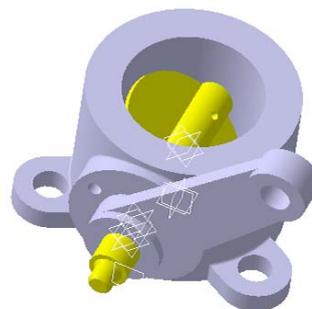
4.4.3. Génération d'éléments filaires



4.4.4. Génération de surfaces



4.5. Atelier « Assembly Design »

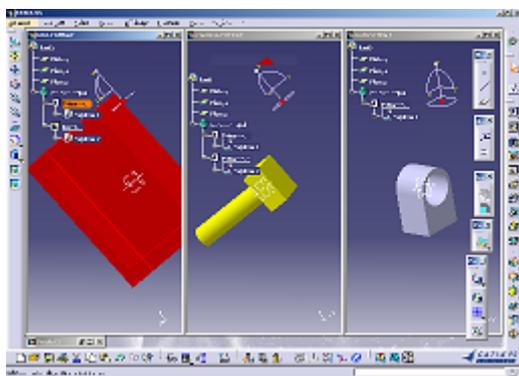


4.5.1. Présentation de l'atelier

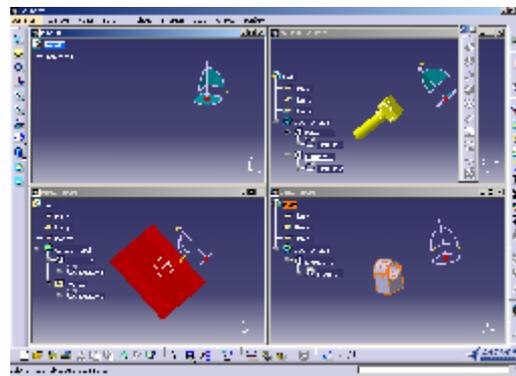
Cet atelier permet de créer des produits constitués de différentes pièces mécaniques réalisées dans l'atelier "Part Design". Les liaisons entre les solides sont définies par l'intermédiaire de contraintes géométriques liant une ou plusieurs entités géométriques des pièces assemblées.

4.5.2. Méthodologies de création et d'assemblage des pièces

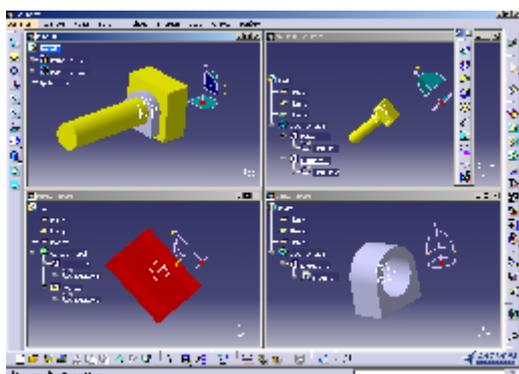
Dans un premier temps, il est conseillé de créer les pièces une à une dans l'atelier « Part design » puis de les assembler dans l'atelier « Assembly design ». Il est également possible de créer les pièces en configuration, c'est à dire en s'appuyant sur la géométrie d'une pièce déjà créée mais cette méthode offre de nombreux inconvénients pour un débutant, notamment celui de générer des contraintes externes entre 2 pièces souvent délicates à gérer.



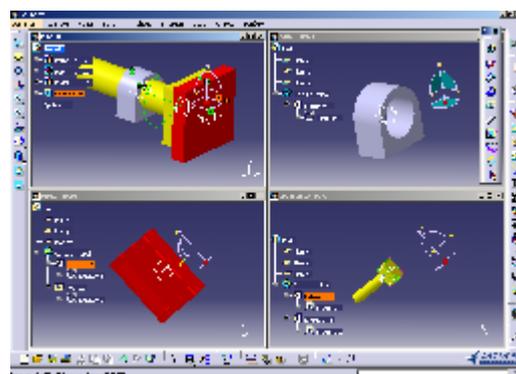
Création des pièces à assembler dans l'atelier « Part Design »



Création d'un produit (pour l'instant vide)



Glisser-déposer des pièces dans le produit



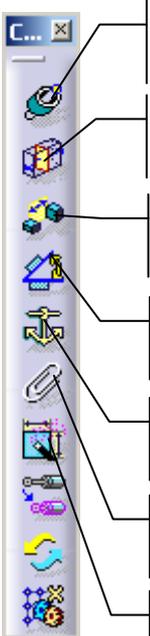
Déclaration des contraintes géométriques

Lors de la modélisation de votre assemblage, la fenêtre graphique n'est pas nécessairement à jour. Pour qu'elle le soit, vous devez utiliser la commande de mise à jour accessible via le menu « Edition/Mise à jour » ou via l'icône représenté ci-dessous :



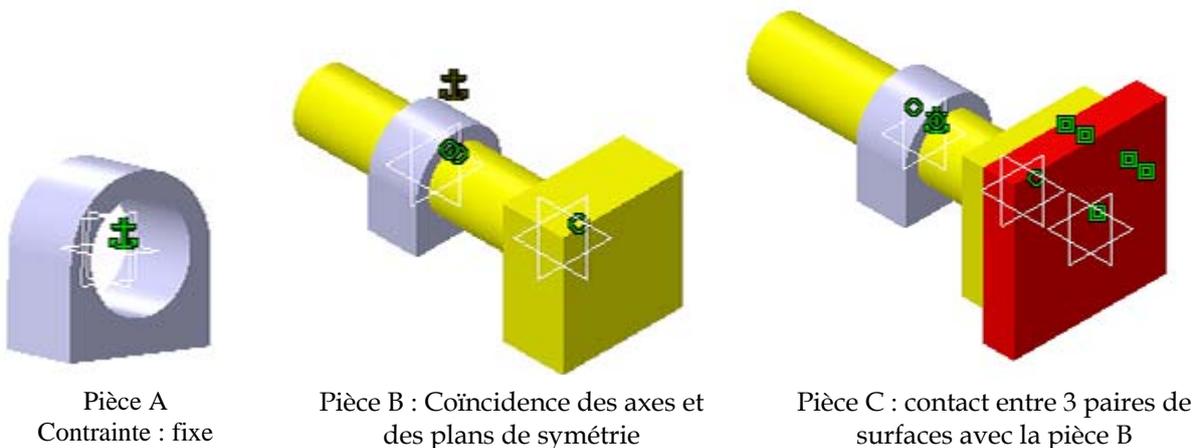
4.5.3. Contraintes géométriques d'assemblage

Les contraintes permettent de positionner les pièces les unes par rapport aux autres et d'ainsi éliminer ou autoriser certains degrés de liberté. Ces contraintes pourront par la suite être converties en une ou plusieurs liaisons mécaniques (glissière, rotule, pivot ...) permettant la simulation de la cinématique du produit.

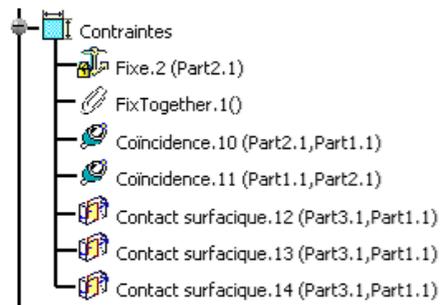


- Coincidence** : permet de déclarer la coïncidence entre deux entités de même nature : 2 axes, 2 plans etc
- Contact** : permet de déclarer le contact entre deux surfaces solides du produit (les plans de référence ne peuvent être utilisés ici)
- Distance** : même chose que contact mais avec un décalage d'une surface par rapport à l'autre. Les plans peuvent être utilisés ici.
- Angle** : permet de spécifier un angle entre deux surfaces
- Fixe** : permet de définir les pièces qui n'ont pas de mouvement par rapport au référentiel de base. Il est conseillé de commencer par fixer le carter avant d'aborder d'autres contraintes.
- Fixité relative** : permet de définir une liaison encastrement (aucun mouvement possible) entre deux pièces du produit.
- Mode rapide** : en activant cette commande, l'utilisateur désigne directement les entités géométriques et CATIA instancie la contrainte la plus adaptée à la désignation

4.5.4. Exemple



Il est à noter que pour un même mécanisme, il existe plusieurs jeux de contraintes possibles. Les contraintes apparaissent dans l'arbre des spécifications de la façon suivante :



4.5.5. Manipulation et visualisation des pièces



Manipulation : permet de déplacer (translation ou rotation) une pièce selon une direction spécifiée. En cochant « Sous contraintes », le déplacement se fait en respectant les contraintes déjà déclarées, ce qui permet de simuler « à la main » la cinématique d'une pièce et observer par exemple une loi d'entrée-sortie

Alignement : permet d'aligner deux entités géométriques afin de réorganiser le positionnement des différentes pièces. Attention, cette commande ne crée pas de contraintes géométriques permanentes mais permet uniquement de manipuler rapidement les objets pour les amener dans une position proche de leur configuration finale.



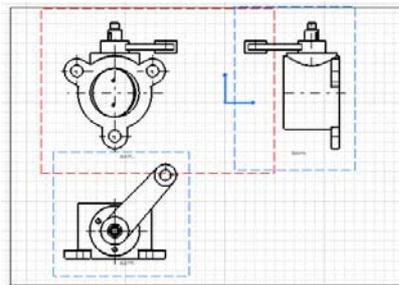
Coupe : permet de couper un assemblage à l'aide d'un plan ou d'une surface à spécifier. Une boîte de dialogue apparaît alors permettant une coupe sélective effectuée sur des pièces à choisir dans une liste. Pour supprimer une coupe, passer par sa représentation dans l'arbre des spécifications.

4.6. Atelier « Drafting »

Cet atelier permet l'établissement de dessins techniques plans (encore appelés « mises en plan ») à partir d'un modèle 3D, pièce ou assemblage.

La génération des différentes vues peut être automatique ainsi que la cotation fonctionnelle qui est alors déduite des paramètres de conception solide (dans la mesure où le modèle solide est correctement paramétré).

Les mises en plan et les modèles sont associatifs : une modification de l'un entraînera une modification de l'autre.



4.6.1. Génération automatique des vues

Après avoir chargé le modèle dont vous souhaitez effectuer la mise en plan, activez l'atelier « *Conception Mécanique / Drafting* ».

La commande « *modifier* » vous permet de modifier le format, son orientation et l'échelle utilisée.

Puis choisissez l'une des 3 mises en plan standards qui se trouvent à droite du rectangle blanc représentant la mise en plan manuelle.



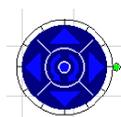
Les 3 vues sont alors automatiquement générées. Il ne vous reste plus qu'à ajuster leurs positions et à éventuellement modifier l'échelle : dans l'arbre des spécifications : *Calque / Propriétés* (bouton droit) / *Echelle*

4.6.2. Génération manuelle des vues

Au moment de choisir la mise en page, sélectionnez le rectangle blanc se situant à gauche de la fenêtre. Un dessin technique vierge apparaît alors. Ré-organisez vos fenêtres avec « *Fenêtre / Mosaïque horizontale* ».



Pour générer la première vue considérée comme vue de face, utiliser la commande ci-contre puis sélectionnez une face du modèle solide. La vue est alors placée sur le dessin technique et une boussole vous permet de l'orienter : glisser-déposer le petit cercle vert suivant l'axe souhaité. Quand la direction est fixée, cliquez sur le fond blanc du dessin.



Pour générer les autres vues, utilisez la commande ci-contre. Elle permet de définir les vues de droite, gauche, dessous et dessus en pointant simplement la souris dans une des quatre zones. Attention la convention est la suivante : la vue de gauche se place à droite, la vue de dessus est dessous etc ...

4.6.3. Génération automatique des cotes



Grâce à cette commande, vous pouvez générer la cotation fonctionnelle à partir des paramètres du modèle 3D. L'option « *Générer toutes les cotes* » doit être cochée à l'activation de la fonction.



Cette commande permet de créer manuellement des cotes en désignant un ou plusieurs éléments géométriques. Elle vient en complément de la commande précédente.

4.6.4. Ajout d'un cartouche

Pour créer un cartouche (espace réservé à l'indication du nom du système dessiné, à l'échelle utilisée etc), activer le calque du fond par « *Edition / Calque du fond* ».



Cette commande lance la création automatique d'un cadre et de tous les éléments relatifs au cartouche. Attention ! Par défaut, le cartouche utilisé est d'une taille imposante (ramenée à un format A4).

Pour revenir à la définition des vues, utilisez la commande « *Edition / Calque des vues* »

4.7. Atelier « Maquette numérique / DMU Kinematics »

4.7.1. Présentation de l'atelier

Cet atelier permet de simuler la cinématique d'un assemblage à 1 ou plus degrés de libertés. La méthodologie à suivre est la suivante :

- Définition des liaisons mécaniques : création d'un mécanisme
- Définition des commandes (degrés de liberté commandés)
- Simulation en agissant sur les commandes précédentes

Pour un même produit, plusieurs mécanismes peuvent être créés dans la même session. On peut ainsi disposer la commande sur l'un ou l'autre des degrés de liberté du système en fonction de l'analyse à mener.

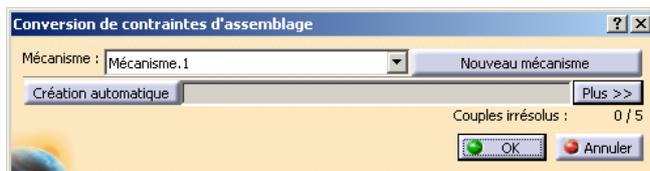
4.7.2. Définition des liaisons

Pour définir les liaisons, vous pouvez vous appuyer ou non sur les contraintes d'assemblage (dans le cas où elles sont définies). Si c'est le cas, vous utilisez alors la création automatique de liaisons.

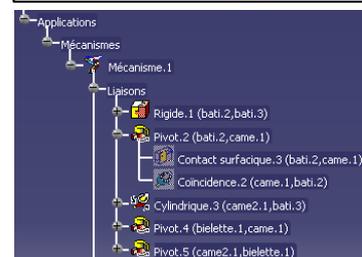
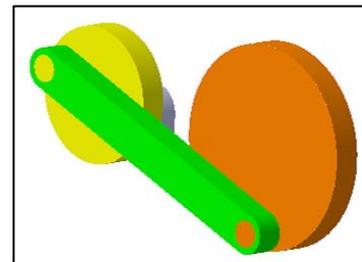
- **Création automatique de liaisons**



Dans l'exemple ci-contre, un mécanisme a été créé sous l'atelier « Assembly Design ». Diverses contraintes ont été définies (coïncidences, contact etc). En activant la création automatique, une nouvelle fenêtre s'ouvre :



Donnez un nom au mécanisme (ici Mécanisme.1), et activez la commande création automatique. Catia convertit alors vos contraintes géométriques en liaisons mécaniques (pivot, prismatique etc). Ces liaisons apparaissent dans l'arbre des spécifications (voir ci-contre).



- **Création manuelle de liaisons**

La barre de commandes représentée ci-dessous permet de créer des liaisons pivots, prismatiques etc. Pour cela, vous devez désigner des contraintes géométriques préalablement définies dans l'atelier « Assembly design ».



Vous pouvez ainsi définir ou redéfinir des liaisons qui n'ont pas été reconnues durant la création automatique.

- **Pièce fixe du mécanisme**



Comme dans l'atelier « assembly design » cette commande permet de définir le bâti du mécanisme. A noter que la création automatique des liaisons définit également automatiquement le bâti.

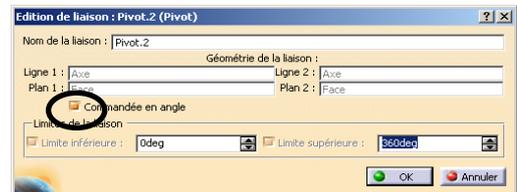
• **Analyse de mécanisme**



Cette commande permet de faire apparaître les caractéristiques principales du mécanisme en un tableau synthétique. Très utile pour faire un bilan des liaisons déjà définies.

4.7.3. Définition des commandes

Une commande permet d'animer un mécanisme en spécifiant les valeurs prises par la position d'une pièce (relativement donc à un degré de liberté du mécanisme). Pour cela, double-cliquez sur la liaison dans l'arbre des spécifications. Sa définition apparaît alors dans la fenêtre. Cliquez sur la commande souhaitée (par exemple ici, commandée en angle) et donnez l'intervalle de variation du paramètre correspondant.



A la fin de la définition de la dernière commande, Catia vous indique que votre mécanisme peut être simulé. A l'inverse, lors de la suppression d'une commande, Catia vous indique que votre mécanisme ne peut être simulé.

4.7.4. Simulation avec des commandes



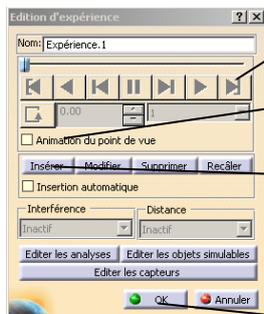
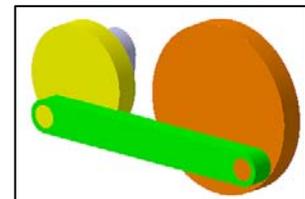
Cela permet de simuler la cinématique de votre produit en spécifiant des valeurs pour les commandes préalablement définies. Vous avez la possibilité de demander un rafraîchissement automatique de la vue en fonction de la valeur de la commande indiquée, ou alors de ne simuler la cinématique qu'« à la demande » en utilisant les touches type « magnétoscope ».



4.7.5. Création d'une « expérience »



Pour réaliser une expérience (convertie par la suite en « film ») permettant de rendre compte d'une cinématique, utilisez cette commande. Sélectionnez dans la fenêtre qui apparaît le mécanisme concerné par la simulation. Apparaissent alors les fenêtres suivantes :



Contrôle de l'expérience

Le film créé peut tenir compte du point de vue (rotation, zoom etc)

Insertion d'une scène : votre film sera créé à partir de n scènes, Catia se chargeant de réaliser une interpolation pour garder une animation fluide de votre système.

Quand l'ensemble des scènes est défini, validez par OK.



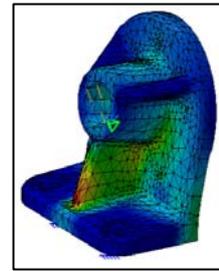
Chaque commande possède sa propre fenêtre indépendante permettant l'ajustement du paramètre correspondant. Quand votre système est positionné selon vos souhaits, enregistrer la position par « Insérer » de la fenêtre ci-dessus.

4.7.6. Création et restitution d'un film



Votre expérience doit être traduite en « film » propre à Catia ou en fichier avi par la 1^{ère} commande ci-contre. Vous pouvez animer le point de vue (si c'est votre expérience le réalise) et définir le pas définissant le nombre de positions intermédiaires (par exemple, un pas de 0,1 permettra de générer 10 positions intermédiaires). Enfin, vous pouvez « rejouer » votre expérience grâce à la 2nde commande représentée ci-contre.

5. Module Analyse & Simulation



5.1. Présentation des ateliers

Les ateliers « Analyse et Simulation » permettent de réaliser des analyses par éléments finis sur une pièce ou un assemblage à savoir :

- **Advance meshing tools** : outils avancés de maillage. N'est pas utilisé pour les études courantes
- **Generative Structural Analysis** : permet de réaliser les études suivantes :
 - **Analyse statique** : il s'agit de dimensionner une pièce mécanique en fonction des efforts appliqués
 - **Analyse modale** : étude des modes propres d'un système avec déclaration de conditions aux limites (encastrement ...)
 - **Analyse modale libre** : étude des modes propres sans déclaration préalable de conditions aux limites
- **Analysis connections** : permet de déclarer des connexions particulières comme des points de soudure.

Nous présentons ci-dessous l'atelier « **Analyse statique** », sachant que les ateliers d'analyse modale sont assez proches et peuvent donc être utilisés sans peine.

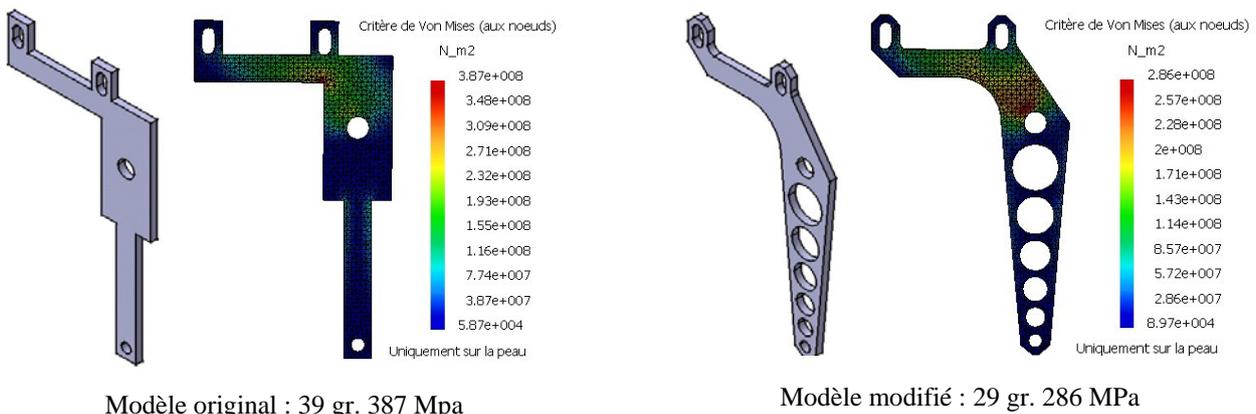
5.2. Présentation de l'atelier « Calculs de Structure »

L'atelier "**Analyse & Simulation/Generative Structural Analysis**" permet de réaliser des calculs de structure sur les modèles géométriques CATIA en vue de leur dimensionnement. Cet atelier est totalement intégré à l'environnement CATIA et ne nécessite aucune connaissance approfondie dans le domaine du calcul. On se place ici dans le cadre de calculs d'avant-projet permettant de vérifier le plus rapidement possible la validité d'une solution.

Mais attention, il convient d'être vigilant quant aux résultats fournis par le logiciel et à leur validité. En effet, l'automatisation poussée de certaines étapes du calcul masque parfois des faiblesses ou des incohérences dans le modèle utilisé. Vous êtes donc invités à toujours prendre conseil auprès de spécialistes des calculs du structure pour valider vos études.

Il faut également se garder de croire qu'un modèle 3D complexe pourra être traité de façon transparente et rapide par le module de calculs de structure. Il est bien souvent nécessaire de ne garder du modèle que des éléments déterminants pour le calcul et de définir avec précision les conditions aux limites (chargement, mobilités).

Exemple d'utilisation de l'atelier « Analyse statique » : reconception d'un support d'étrier de frein dont il s'agit d'optimiser le poids et la résistance aux sollicitations :



5.3. Méthodologie pour le calcul de structure

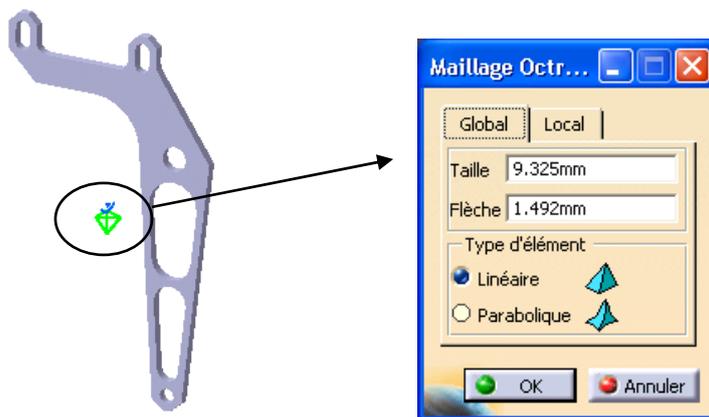
Les différentes étapes à suivre pour réaliser un calcul de structure sur une pièce ou un assemblage est le suivant :

- Modélisation géométrique du système à étudier : « *Part design* » pour les pièces, « *Assembly design* » pour les assemblages
- Affectation d'un matériau aux pièces dans l'atelier Part design : une librairie de matériaux est disponible sous Catia. On peut également éditer ses propres matériaux dans l'atelier : Infrastructure/Material library
- Activation de l'atelier « *Generative Structural Analysis* » puis « *Analyse statique* »
- Détermination de la taille générale du maillage et éventuellement de maillages locaux
- Définition des conditions aux limites : chargement, contraintes, liaisons
- Pour les assemblages, transformations des contraintes géométriques en connexions entre pièces
- Maillage automatique et résolution du problème
- Analyse des résultats : déplacements, contraintes de Von Mises etc.

5.4. Définition de la taille du maillage

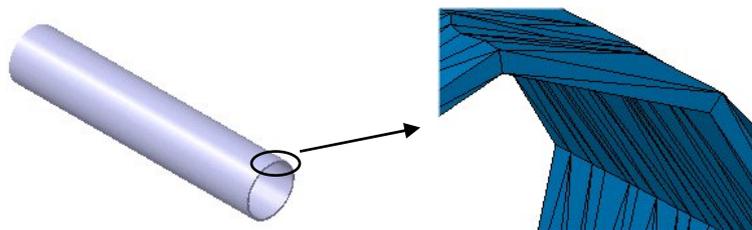
5.4.1. Taille générale du maillage

Lors de l'activation de l'atelier, CATIA définit une valeur de maillage par défaut qui est représentée par un symbole vert dans la fenêtre graphique. La taille de ce symbole est proportionnelle à la taille du maillage retenu. Pour modifier cette valeur par défaut, vous pouvez double-cliquer sur le symbole ou rechercher l'item « *Maillage* » dans l'arbre des spécifications.



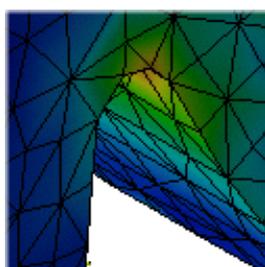
La flèche représente l'erreur maxi admissible entre les frontières du solide et le maillage obtenu.

Attention ! Jusqu'à la release 8 incluse, CATIA ne dispose que d'éléments solides. Le maillage ne fera donc exclusivement appel qu'à ce type d'éléments. Cela peut poser problème pour des solides minces du type plaque, tube etc. Dans l'exemple présenté ci-dessous, la valeur par défaut choisie par CATIA pour la dimension des éléments solides aboutit à un maillage incorrect du tube. Dans ce cas précis, les résultats obtenus sont erronés. Il est alors bien sûr possible de raffiner le maillage en choisissant une taille proche ou inférieure à l'épaisseur du tube mais cela aboutit à des temps de calculs beaucoup plus importants voire prohibitifs !

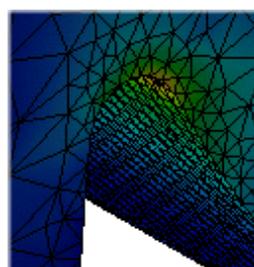


5.4.2. Taille locale du maillage

 Pour l'étude de zone où les variations de contraintes sont importantes, il est nécessaire de raffiner le maillage localement. Le ou les supports peuvent être des points, des lignes ou courbes, des faces ou des surfaces. La valeur indiquée détermine la valeur du maillage imposé sur ces supports. Cette taille locale apparaît alors dans la fenêtre graphique sous la forme d'un symbole vert et dans l'arbre des spécifications sous l'item « **Taille maillage locale** ». Exemple :



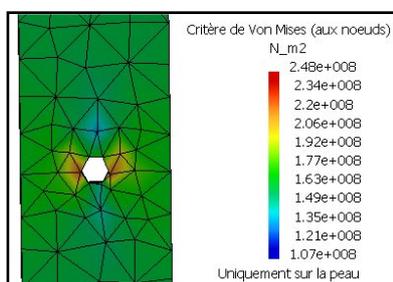
Pas de taille locale



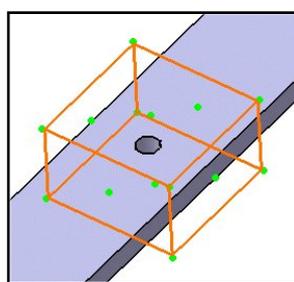
Taille locale au niveau de la saignée

5.4.3. Boite d'adaptivité

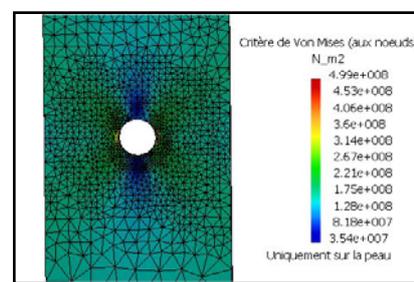
 Cette boîte permet d'affiner de façon sélective le maillage de certaines régions du solide étudié afin de produire de meilleurs résultats. Comme son nom l'indique, l'utilisateur doit spécifier une « boîte » à l'intérieur de laquelle Catia va réaliser une estimation prédictive des erreurs et adapter automatiquement son maillage à la précision souhaitée.



Maillage initial



Boite d'adaptivité



Maillage résultant

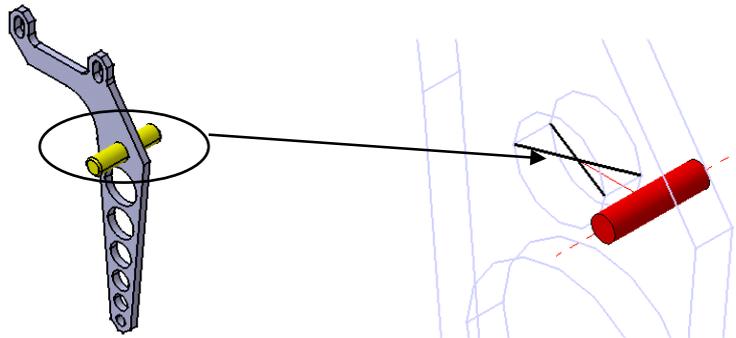
 Cette commande permet de prendre en compte la définition d'une boîte d'adaptivité et de lancer une analyse. L'icône se situe dans la même boîte d'icônes que la commande « Calculer »

5.5. Pièces virtuelles

5.5.1. Rôles des pièces virtuelles

Dans de nombreux cas, on souhaite étudier une pièce dans son environnement sans pour autant modéliser toutes les pièces participant aux liaisons. Pour permettre cela, CATIA nous propose d'utiliser des pièces virtuelles qui ne possèdent aucune géométrie mais qui permettent de définir les conditions aux limites de la pièce étudiée.

Exemple : dans l'exemple ci-dessous, on remplace l'axe jaune par une pièce virtuelle dite « pièce virtuelle rigide », représentée en noir. Cette pièce possède une « poignée » qui permet de la contraindre, comme ici par une liaison pivot glissant représentée en rouge (les liaisons seront vues plus loin).



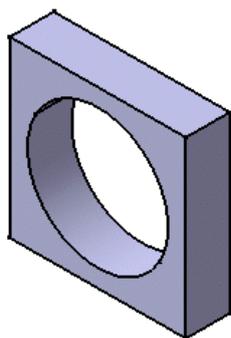
5.5.2. Les différents types de pièces virtuelles



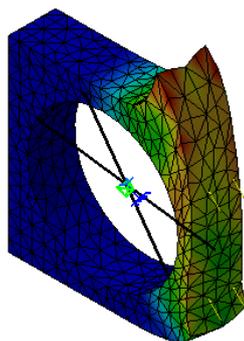
Pièce virtuelle rigide : c'est une pièce virtuelle sans masse indéformable qui transmet totalement l'ensemble des actions (contraintes, charges, masses) à la pièce étudiée. Cette pièce ne prend pas en compte la déformation élastique de la pièce étudiée au niveau de l'interface.



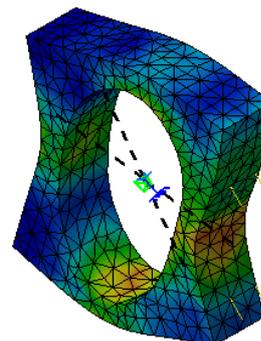
Pièce virtuelle souple : idem que pour la pièce virtuelle rigide excepté la prise en compte de la déformation de la pièce étudiée au niveau de l'interface. Dans l'exemple ci-dessous, la pièce virtuelle rigide contraint la surface cylindrique à ne pas se déformer. Dans le cas d'une pièce souple, la pièce se déforme (par ailleurs dans les 2 cas, la pièce virtuelle est encastrée).



modèle solide



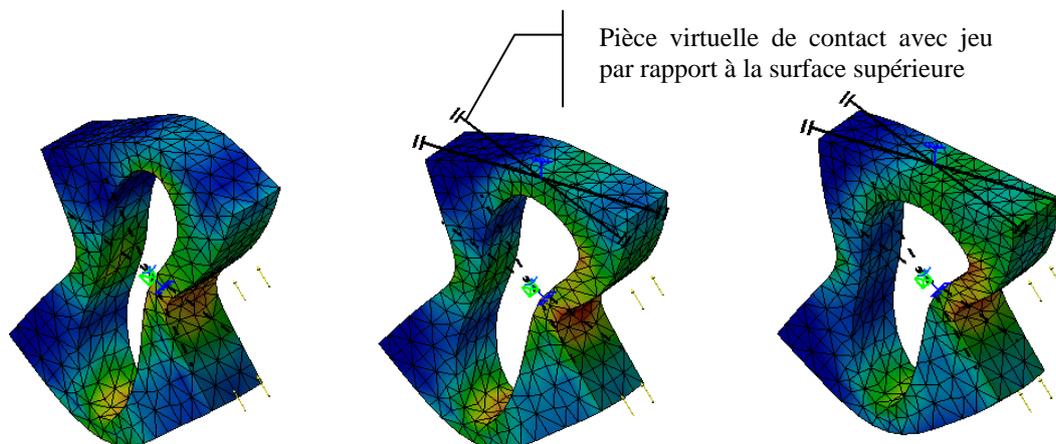
pièce virtuelle rigide



pièce virtuelle souple



Pièce virtuelle de contact : pièce sans masse en contact avec la pièce étudiée et qui interdit l'interpénétration de matière entre les 2 pièces. Dans l'exemple ci-dessous, la première étude montre l'étude de référence, puis l'étude avec une pièce virtuelle de contact sur la face supérieure avec un jeu donné et enfin une étude avec une pièce virtuelle de contact sans jeu. On voit que le jeu permet de spécifier une distance entre la pièce étudiée et la pièce virtuelle de contact :



Enfin il existe deux autres types de pièces virtuelles qui ne seront pas étudiées ici : pièce virtuelle ressort rigide et pièce virtuelle ressort souple.

5.6. Restrictions

5.6.1. Rôles des restrictions

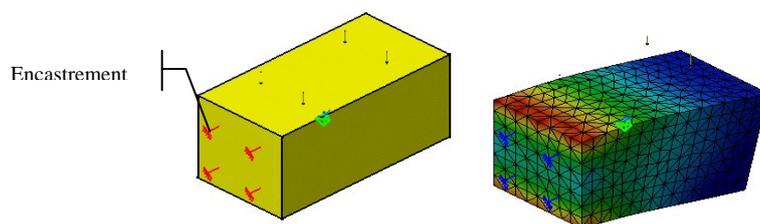
Les restrictions permettent d'éliminer les degrés de liberté de la pièce ou d'un système afin de permettre son étude statique. Quand un ou plusieurs degrés de liberté subsistent, CATIA nous le signale par le message d'erreur « **Singularité détectée** » au moment de la résolution du problème.

Il est à noter que les restrictions sont définies à partir de la pièce étudiée ou d'une pièce virtuelle.

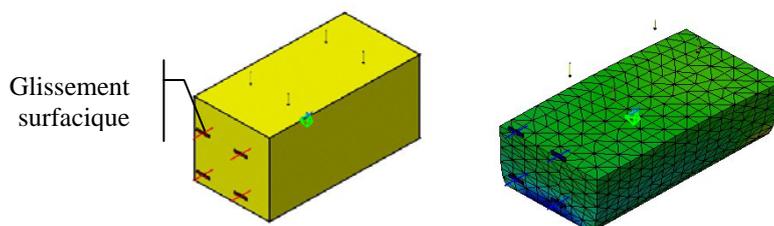
5.6.2. Types de restrictions



Encastrement : Supprime tous les degrés de liberté de l'élément désigné : point, ligne, surface ou pièce virtuelle

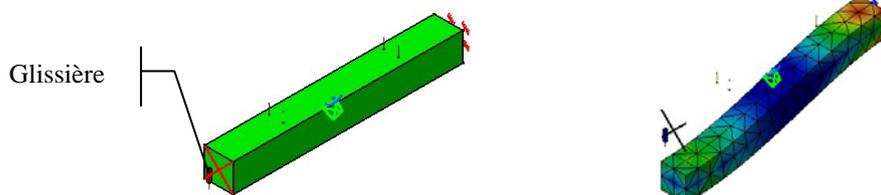


Glissement surfacique : Correspond à une liaison plane entre une face de la pièce et le référentiel :





Glissière : Permet de définir une liaison glissière pour une pièce virtuelle en spécifiant la direction principale de la glissière. Est parfois équivalent à une liaison « Glissement surfacique » pour la pièce étudiée.



Pivot glissant et pivot: Permet de définir une liaison pivot glissant (resp. pivot) pour une pièce virtuelle en spécifiant la direction principale de la liaison. Cf l'exemple donnée en tête de ce chapitre.



Rotule : Permet de définir une liaison rotule définie en un point de la pièce étudiée ou d'une pièce virtuelle.



Contraintes isostatiques et avancée

5.7. Connexions entre pièces

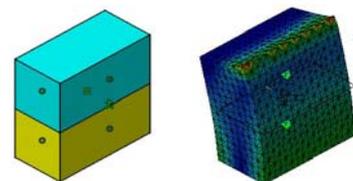
5.7.1. Rôles des connexions

Lors de la définition d'un assemblage, des contraintes géométriques sont définies pour positionner les différentes pièces le constituant. Lors du calcul de structure, il s'agit dans un premier temps de transformer ces contraintes en connexions définissant la nature des liaisons entre 2 pièces.

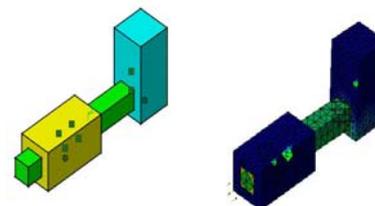
5.7.2. Types de connexions



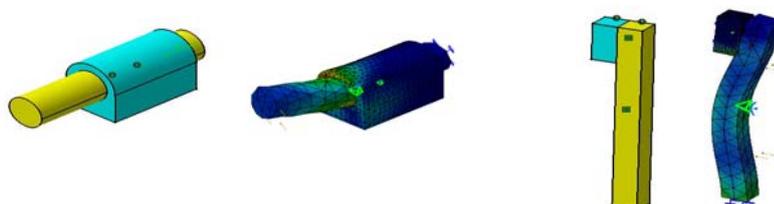
Connexion soudée : définit une liaison encastrement entre deux pièces. Est définie à partir d'un contact entre deux surfaces.



Connexion glissante : définit une liaison plane, il existe donc 2 degrés de liberté dans le plan tangent commun. Est définie à partir d'une contrainte de contact entre deux surfaces. Dans l'exemple ci-dessous, deux connexions glissantes ont été nécessaires pour définir la liaison glissière entre la coulisse et le bâti (une connexion de contact a été par ailleurs définie entre la coulisse et la 3ème pièce).

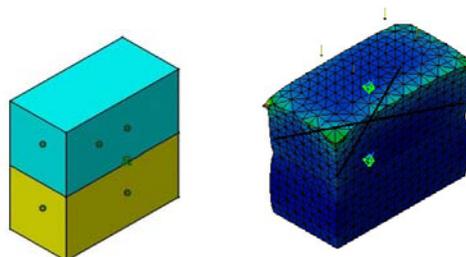


Connexion de contact : permet de définir un contact entre deux pièces qui ne peuvent s'interpénétrer. Les surfaces de contact sont déformables. On peut éventuellement définir un jeu (distance entre les pièces à l'état initial). Est définie à partir d'une contrainte de contact (ex. de droite) ou de coïncidence (ex. de gauche) :

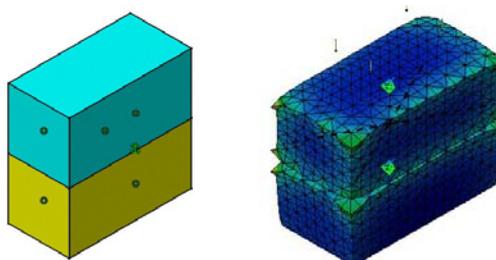




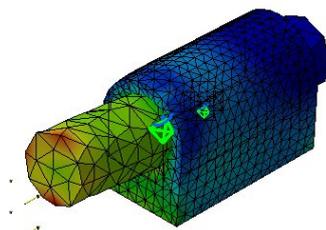
Connexion rigide : définit une liaison encastrement entre deux pièces dont les surfaces de contact sont considérées comme indéformables. Est définie à partir d'une contrainte de coïncidence, décalage ou angle.



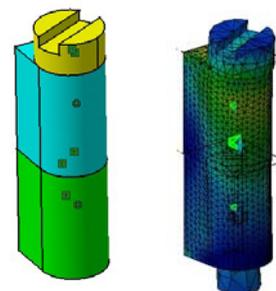
Connexion souple : définit une liaison encastrement mais avec des surfaces de contact déformables. Est définie à partir d'une contrainte de coïncidence, décalage ou angle.



Connexion de frettage : liaisons entre deux pièces frettées (nécessite dans ce cas un jeu négatif). Est définie à partir d'une contrainte de coïncidence.



Connexion de serrage : permet de définir la liaison entre deux pièces par un élément fileté (vis). Permet de définir la force axiale résultant du serrage. Est définie à partir d'une contrainte de contact entre la surface taraudée (ici dans la pièce verte) et la surface fileté (vis jaune) :



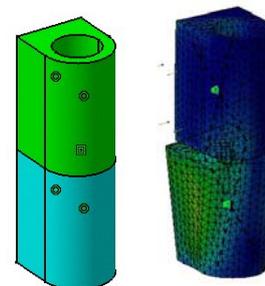
Connexion de serrage virtuel : Permet de simuler la liaison par élément fileté (non présent dans le modèle) entre deux pièces via 2 surfaces coïncidentes :



Connexion de serrage ressort virtuel : idem que la connexion précédente mais on peut en plus préciser la rigidité des 6 ddl.



Connexion point de soudure : simule la liaison par soudure par point (spot welding). Non étudié ici.



5.8. Charges

L'utilisation des différents types de charges est très intuitive et ne sera donc pas détaillée ici.



Pression : permet de définir une charge en N/m² sur une face à désigner



Force distribuée : permet de définir une force en un point, un bord, une face ou une pièce virtuelle.



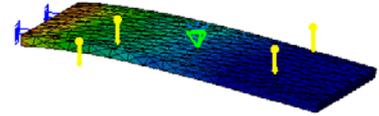
Moment distribué : permet de définir un moment distribué en un point, un bord, une face ou une pièce virtuelle.



Chargement de type palier : permet de définir un chargement de type palier sur un cylindre, un cône ou une surface de révolution



Accélération : définit une accélération, par exemple la pesanteur pour étudier un solide soumis à son propre poids :



Force de rotation

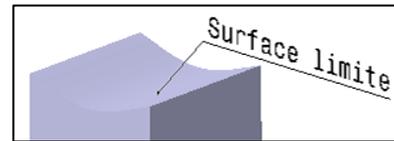


Déplacement imposé

6. Autres ateliers utiles

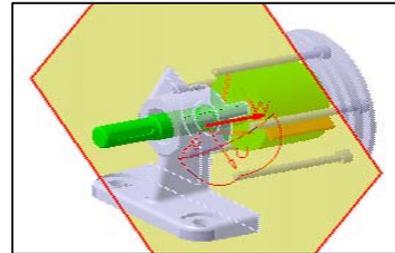
6.1.1. Conception Mécanique / Functional Tolerancing & Annotations

Cet atelier permet de créer des annotations 3D liées à une géométrie, utiles pour la rédaction de rapports par exemple.



6.1.2. Maquette numérique / DMU Space Analysis

Cet atelier permet, entre autres, de générer des coupes et des sections par un plan que l'on peut définir dynamiquement à la souris. Cette fonction permet par exemple, lors de la modélisation d'assemblages complexes, de vérifier manuellement les interférences entre pièces dans une direction donnée.



6.1.3. Conception et Analyse ergonomiques

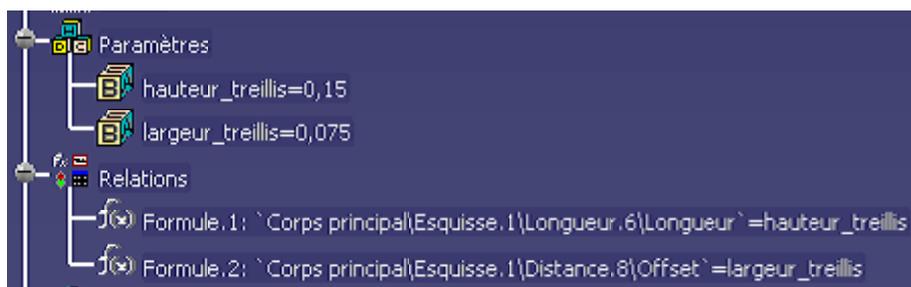
Comme son nom l'indique, cet atelier permet de définir des mannequins virtuels et de les placer dans votre modélisation afin de mener une analyse ergonomique.



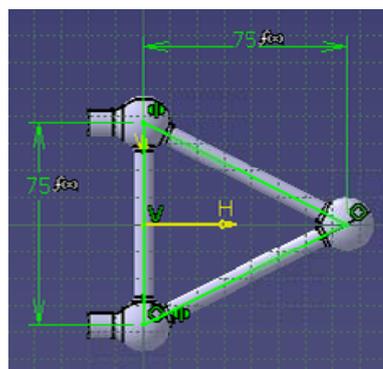
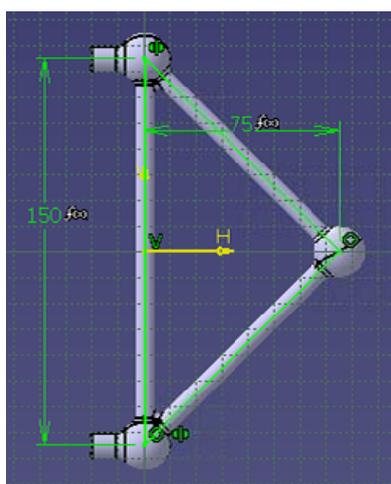
7. Formules, paramétrage et Famille de pièces

7.1. Présentation

Paramétrer un modèle, c'est déclarer explicitement des paramètres et des relations qui vont impacter la géométrie du ou des solides à travers la définition des fonctions présentes dans l'arbre des spécifications :



Dans cet exemple, 2 paramètres « hauteur_treillis » et « largeur_treillis » pilotent la géométrie par l'intermédiaire de deux relations fixant les dimensions de 2 segments de « Esquisse.1 » :



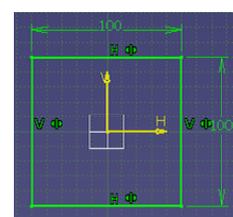
7.2. Configuration de Catia

Pour faire apparaître les paramètres et formules que nous allons créer dans l'arbre des spécifications, il est nécessaire d'activer certaines options disponibles dans la boîte de dialogue « *Outils/Option/Part Design/Affichage* ». Cocher les options : « Paramètres » et « Relations ».

Vous pouvez en profiter pour valider l'ensemble des options présentes dans cet onglet, ce qui vous permettra d'obtenir un arbre des spécifications aussi complet que possible (mais aussi très dense ...).

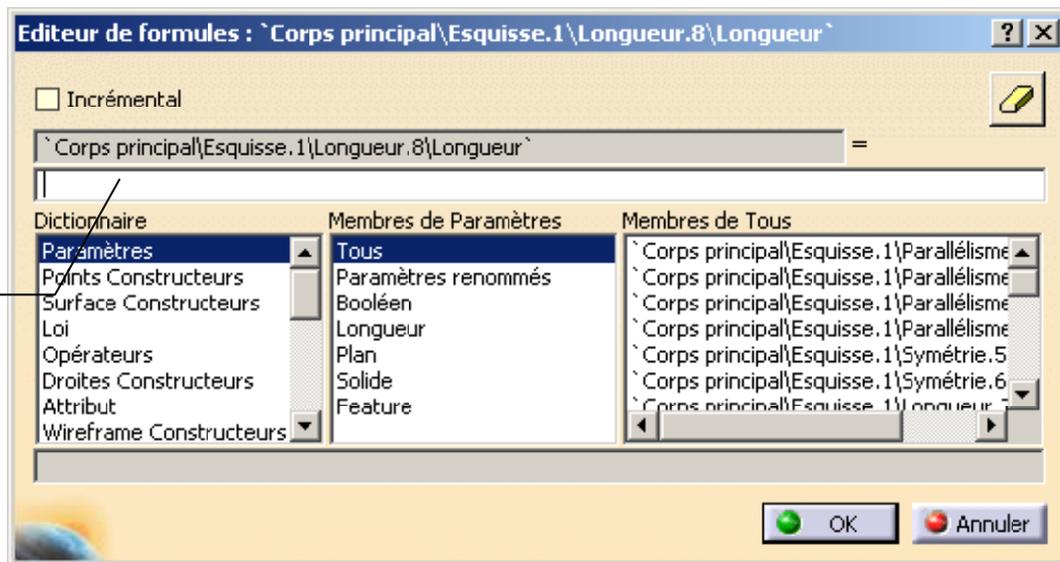
7.3. Formule dans une esquisse

Dans l'exemple ci-contre, l'esquisse est définie par deux côtes de 100 mm ; L'intention de conception « Rendre hauteur et largeur égales » n'est pour l'instant pas pris en compte. Pour le réaliser, nous allons définir une formule interne à l'esquisse : « hauteur=largeur ».

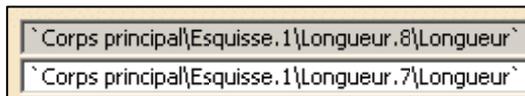


Editer la cote verticale de 100 mm en double cliquant sur le texte « 100 ». Une boîte de dialogue apparaît vous permettant de modifier cette valeur. Dans le champ « Valeur » de cette boîte, activer le bouton droit de la souris et sélectionner la commande « *Editer la formule ...* ». La boîte de dialogue représentée ci-dessous apparaît alors :

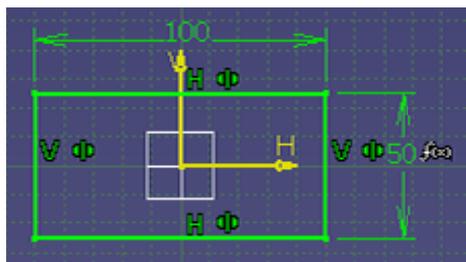
formule déterminant la valeur de la cote en cours d'édition



Cliquer dans le champ se situant à droite du signe = puis désigner une cote de l'esquisse (ici la cote de 100 mm horizontale). La valeur de la cote désignée est alors automatiquement reportée dans le champ :



Vous pouvez éventuellement éditer la formule en spécifiant une équation faisant intervenir plusieurs longueurs, par exemple : '*Corps principal\Essquisse.1\Longueur.7\Longueur*'/2 + 100mm (spécifiez toujours les unités pour éviter les ambiguïtés). Puis valider avec le bouton « Ok ». La cote verticale est maintenant pilotée par une formule, ce que Catia nous indique par le symbole : « *f(x)* » :

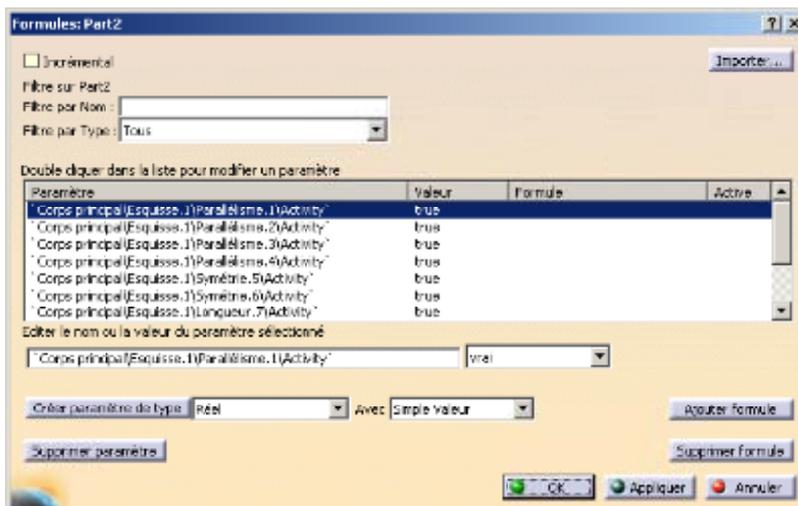


7.4. Paramètres en mode pièce

Activer la commande « Formule » via l'icône :



L'ensemble des paramètres du modèle et les éventuelles formules pilotant leurs valeurs apparaissent alors :



7.4.1. Créer un paramètre

Utiliser la commande « **Créer un paramètre de type** » et sélectionner le type (réel, booléen etc).

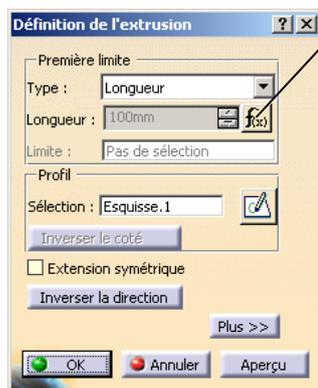
Pour le renommer utiliser le champ « **Editer le nom ou la valeur ...** ».

Pour lui affecter une valeur, saisissez un nombre en n'omettant pas de spécifier les unités : « **100mm** »

Pour piloter la valeur du paramètre par une formule, utiliser la commande « **Ajouter une formule** »

7.4.2. Utiliser un paramètre

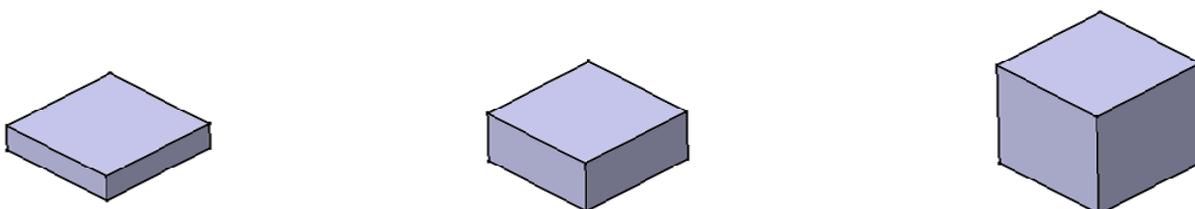
Pour utiliser un paramètre, il faut éditer la formule relative à une donnée (bouton droit dans le champ correspondant) et désigner le paramètre dans l'arbre des spécifications. Dans ce cas le champ devient grisé, ce qui nous indique que la donnée est pilotée par une formule :



Ce bouton permet l'accès rapide à l'édition de la formule de la longueur.

7.5. Famille de pièce

Une famille de pièce est constituée d'instances d'un modèle avec pour chacune d'elles des valeurs de paramètres différents :

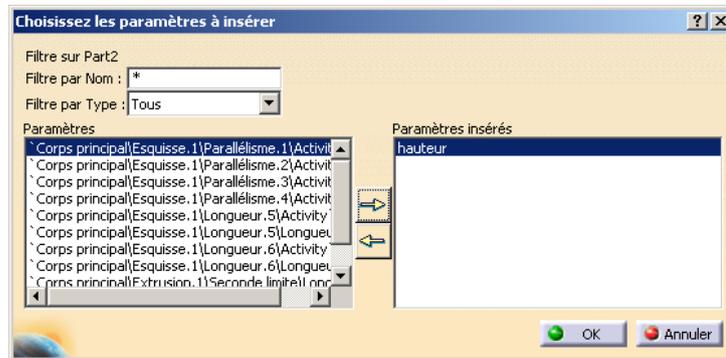


Les jeux de valeurs utilisés seront définis dans un tableur (Excel pour la plate-forme Windows).

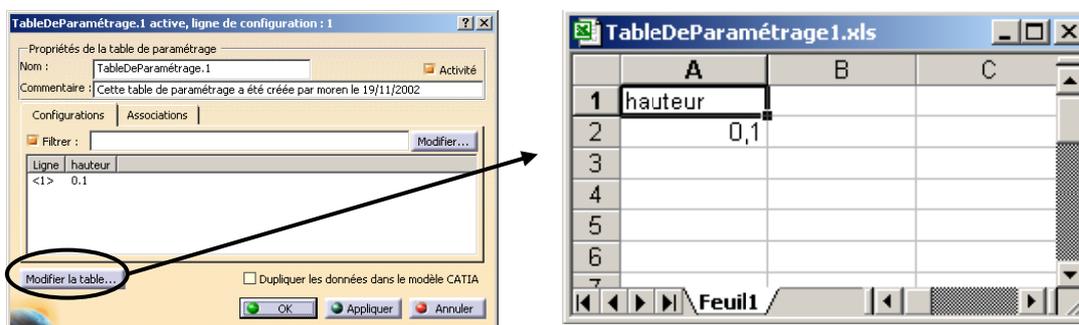
Activer la commande « *Famille* », grâce à l'icône :



Dans la boîte qui vient de s'ouvrir, sélectionner l'option : « *Créer une table de paramétrage avec des paramètres du modèle courant* ». Valider par OK. La boîte de dialogue suivante s'ouvre alors :



Sélectionner alors les paramètres qui vont permettre la génération des différents membres de la famille (ici, seul le paramètre hauteur est sélectionné). On vous demande alors d'enregistrer le fichier de la table sous forme d'un classique fichier de tableur (Excel pour Windows). Une nouvelle fenêtre s'ouvre alors. En utilisant, la commande « *Modifier la table* », vous lancez un tableur et vous pouvez spécifier la valeur de chaque jeu de paramètres :



Pour utiliser l'une des instances ainsi définies, sélectionner le champ « *Relations/TabledeParamétrage/Configuration* » de l'arbre des spécifications :



Cette icône, vous permet de choisir la configuration souhaitée du modèle

L'exemple présenté ici ne comporte, pour la clarté de l'exposé, qu'un seul paramètre. Un nombre quelconque de paramètres peut être utilisé pour la définition d'une famille et permettre ainsi la génération d'une gamme d'éléments standards comme les roulements à billes, les vis, les vérins etc.

Deux instances peuvent se différencier par la présence ou nom d'une fonction solide (trou, congé etc). Pour cela, vous devez utiliser le paramètre « *Activity* » relatif à une fonction (que l'on pourra trouver dans l'arbre des spécifications).

8. Exemples et exercices

8.1. Exercices sur les esquisses

Dans les exercices proposés ci-après, il est important de respecter la cotation donnée et de déclarer explicitement les contraintes géométriques implicites qui ne sont pas nécessairement indiquées sur le dessin de définition.

On rappelle qu'un « schéma » de cotation n'est pas unique : pour une même pièce plusieurs jeux de cotes et de contraintes sont possibles. Il appartient au concepteur de choisir le jeu le plus fonctionnel en fonction de son besoin.

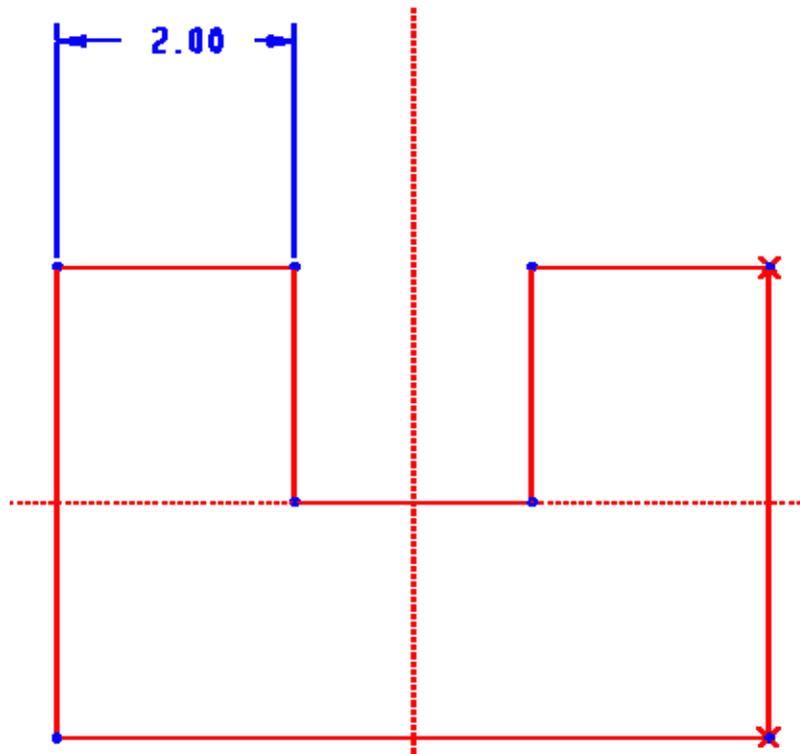
Dans tous les cas, les intentions de conception devront être clairement identifiables, point que l'on pourra vérifier en modifiant un ou plusieurs paramètres.

Enfin, on déconseille au débutant :

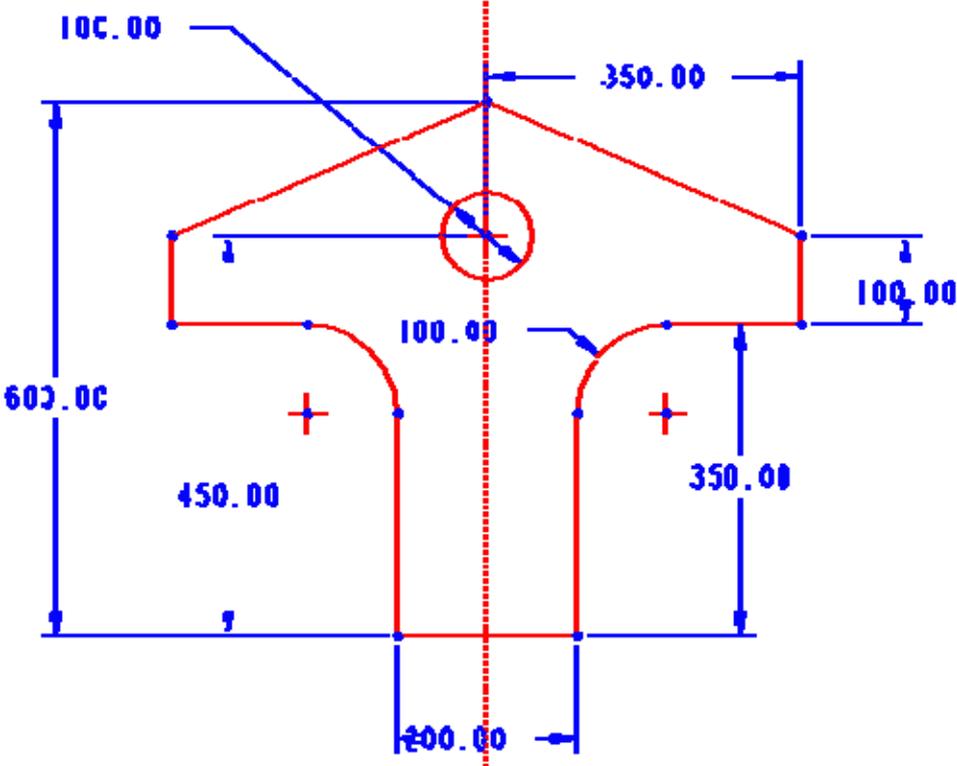
- de ne pas utiliser de sections sous-contraintes
- de faire coïncider les plans de symétries des sections avec les traces des plans de référence
- de déclarer explicitement ces symétries

Au fur et à mesure de la modélisation de votre pièce, vous allez découvrir que ces 3 règles permettent d'éviter de nombreux problèmes !

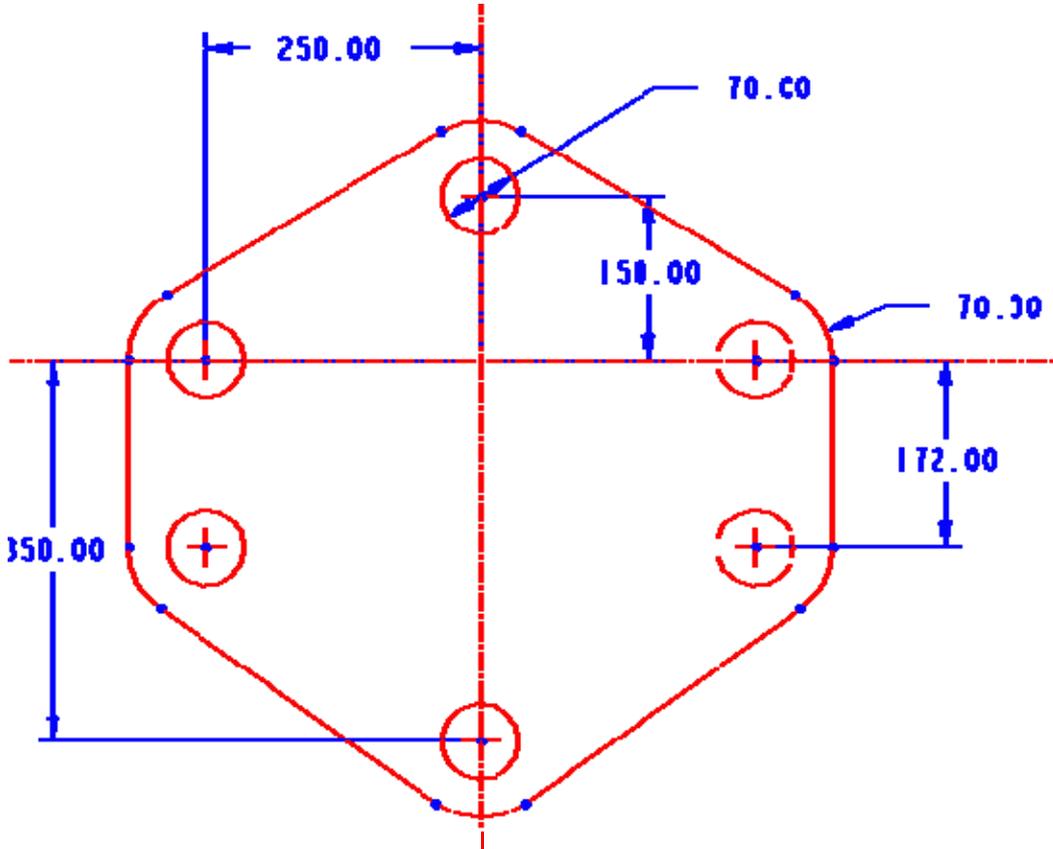
8.1.1. Esquisse 1



8.1.2. Esquisse 2

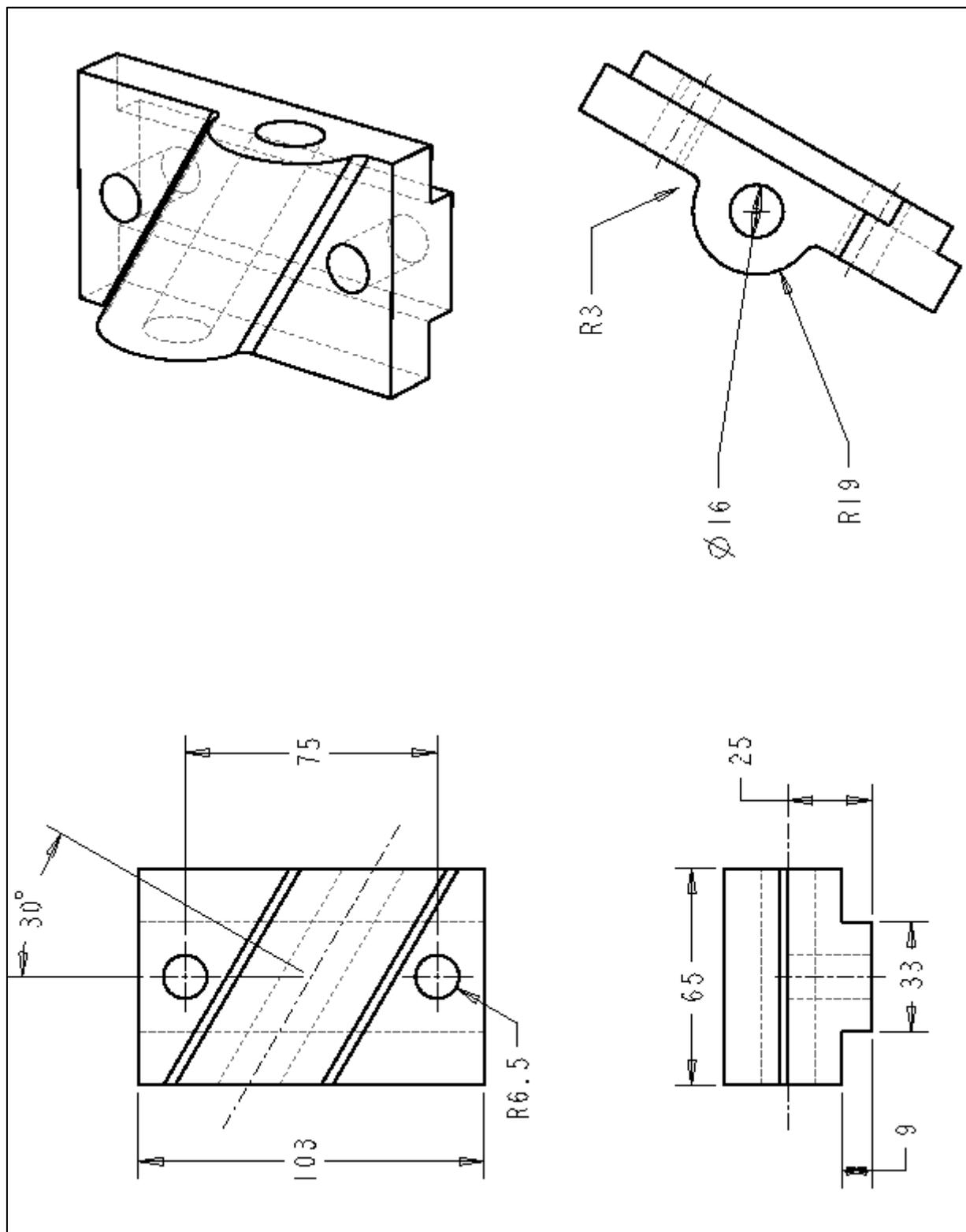


8.1.3. Esquisse 3

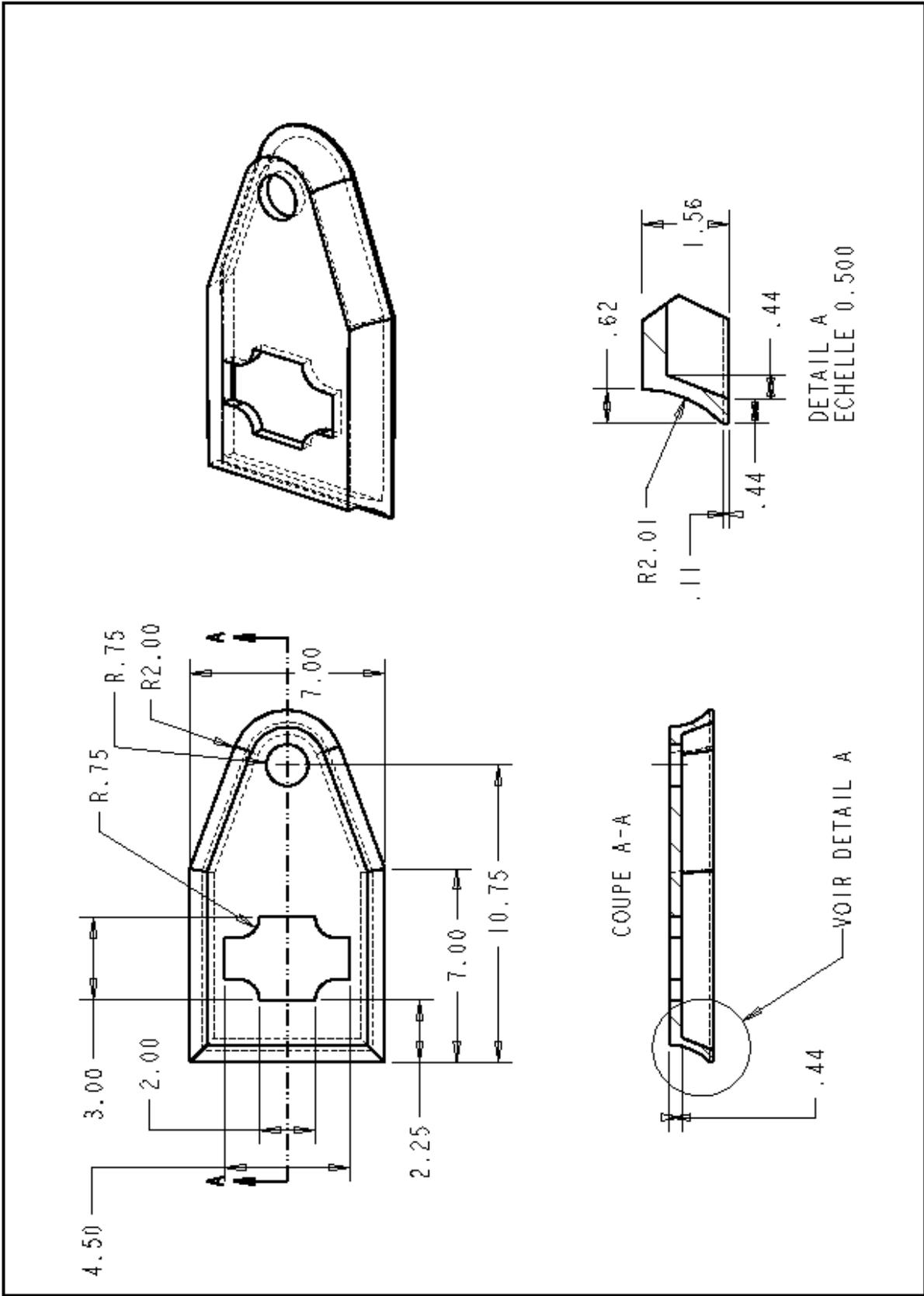


8.2. Exercices sur les pièces

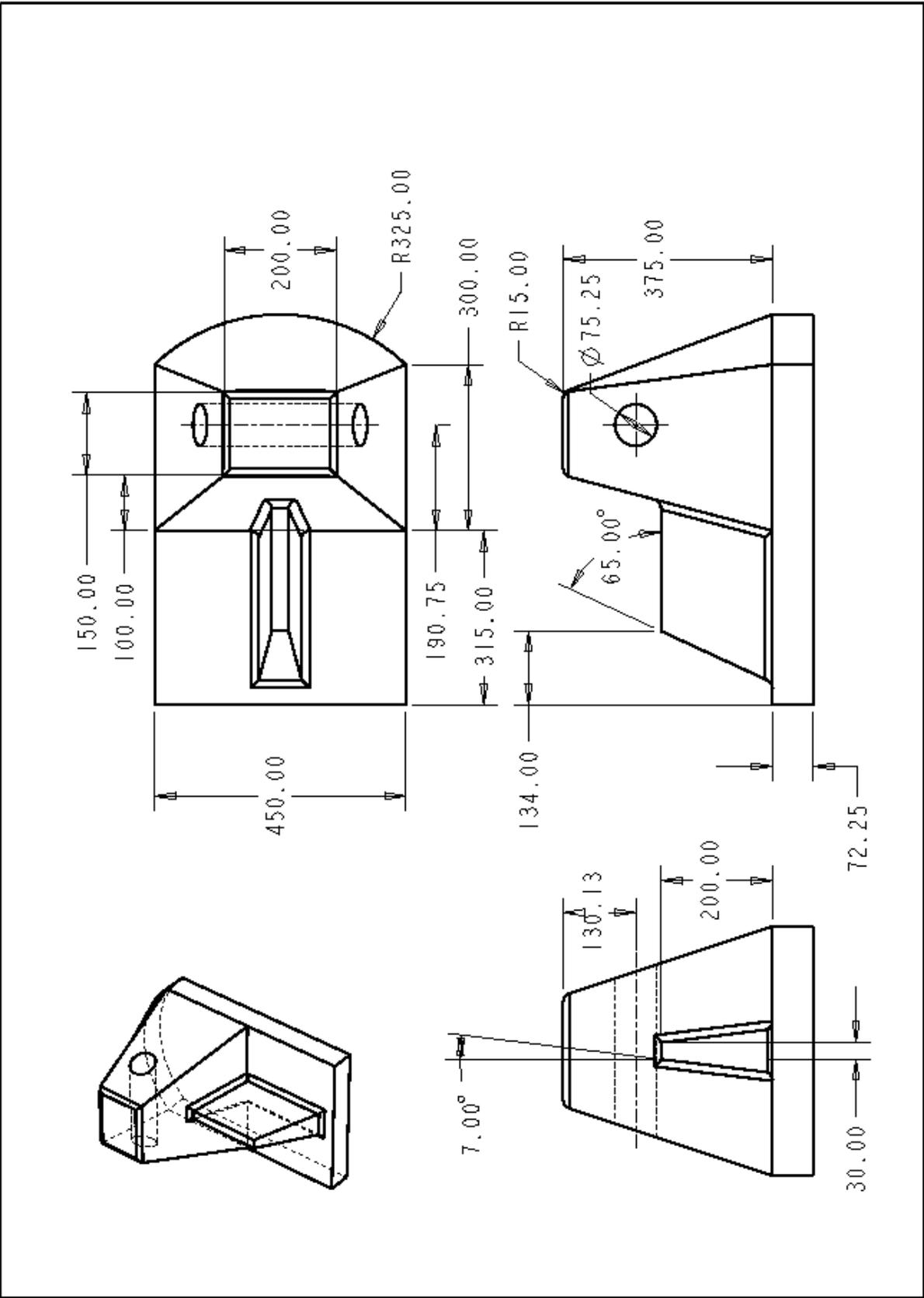
8.2.1. Pièce 1



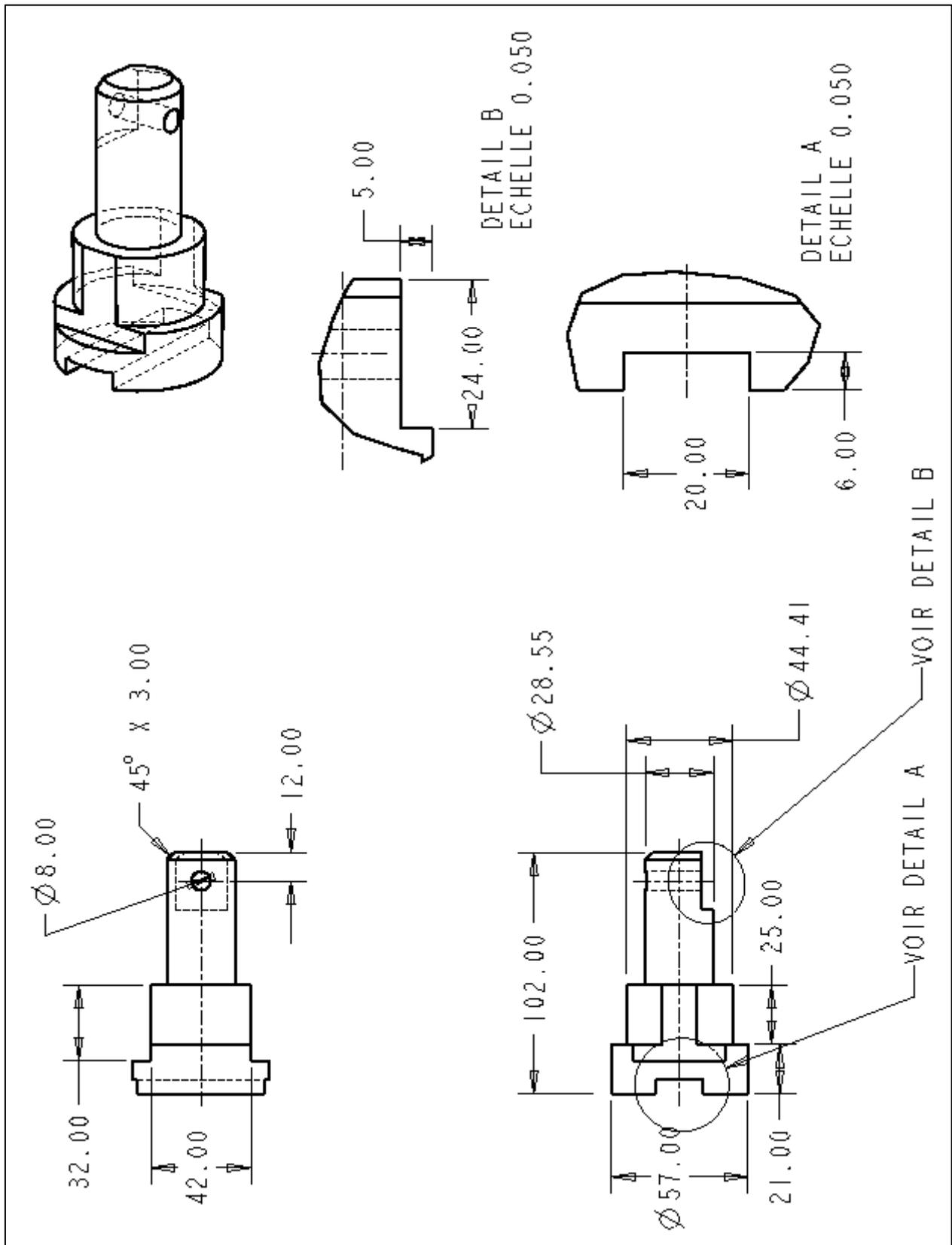
8.2.3. Pièce 3



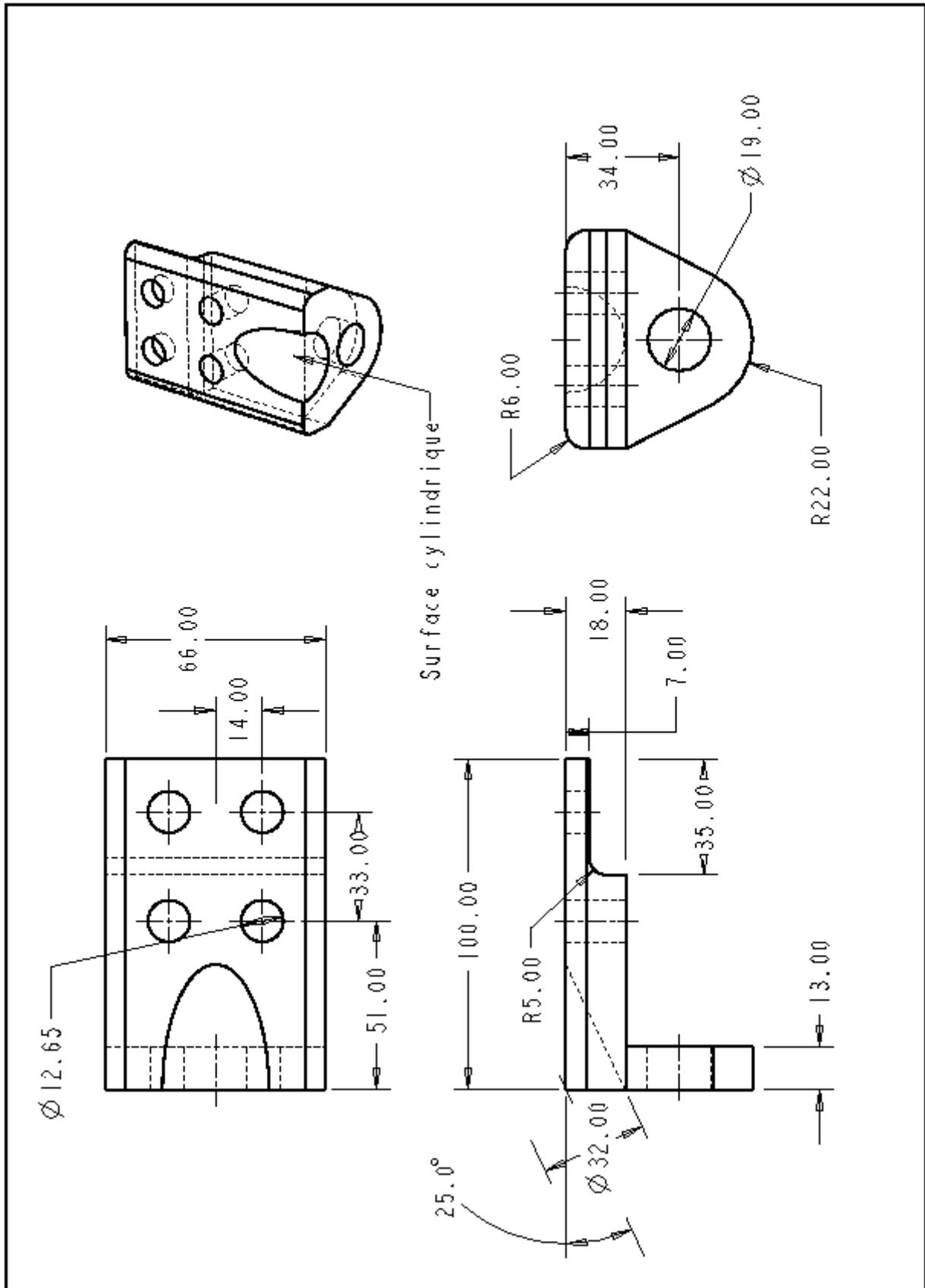
8.2.4. Pièce 4



8.2.5. Pièce 5

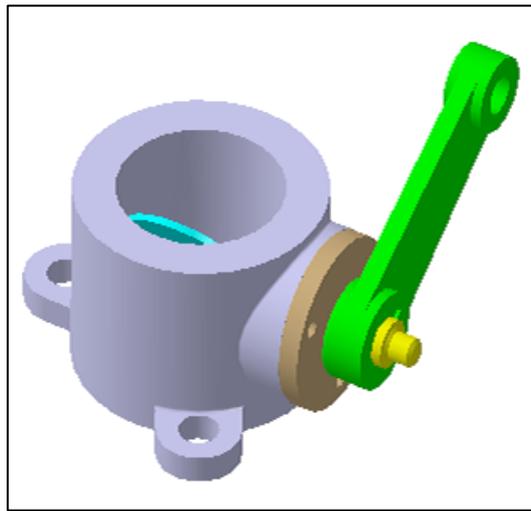


8.2.6. Pièce 6

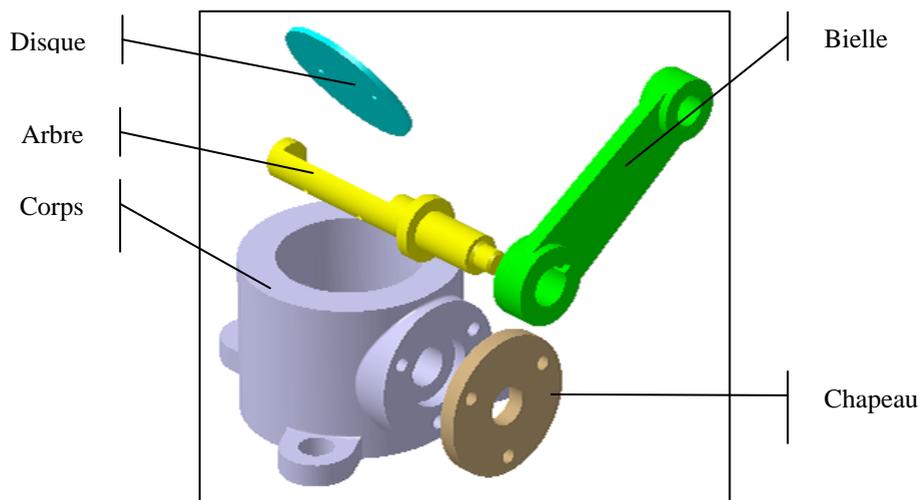


8.3. Exercices sur les assemblages

On se propose de modéliser la vanne suivante :



Vanne (assemblée)



Vanne (éclaté)

Cet exercice vous permettra :

- de modéliser un ensemble de pièces
- de réaliser un assemblage en déclarant un certain nombre de contraintes géométriques
- de simuler la cinématique du système en utilisant l'atelier maquette numérique (DMU)

Lors de la modélisation des pièces, on vous demande :

- de respecter la sémantique des fonctions utilisées
- d'utiliser les fonctions de transformation quand cela est possible (notamment les répétitions)

Lors de la modélisation de l'assemblage, il est important de déclarer les « fixités relatives » qui permettront de faciliter le passage à l'atelier de maquette numérique.

