

Ecole Publique d'Ingénieurs en 3 ans

Enoncé du TP1

SIMULATION NUMERIQUE

Année 2023-2024

Sophie EVE
Gislaine MARIE

sophie.eve@ensicaen.fr
gislaine.marie@ensicaen.fr



www.ensicaen.fr

TP1 – INITIATION A LA CAO

L'objectif de ce TP est de vous initier à la lecture de plan et à la création de géométrie CAO (Conception assistée par ordinateur) qui sont la base pour la suite d'une étude par éléments finis. Ce TP est réalisé sous Catia V5 qui est un logiciel couramment utilisé dans les bureaux d'études. Les fichiers issus de la CAO peuvent ensuite être exportés pour étudier la tenue mécanique (voir thermique) des pièces ou structures par la méthode des éléments finis que nous verrons dans les TP suivants.

1. Définitions

Modèle solide

Le modèle solide est le type le plus complet de modèles géométriques utilisés dans les systèmes CAO. Il contient toutes les géométries filaires et surfaciques permettant de décrire entièrement les arêtes et les faces du modèle.

En plus des données géométriques, les modèles solides intègrent également les informations de topologie, qui relient les géométries entre elles. La topologie désigne par exemple quelles faces (surfaces) se rejoignent sur quelles arêtes (courbes). Cette capacité rend l'ajout de composants plus facile.

Composants

Le document CATIA contient des éléments individuels appelés "composants". Les composants se divisent en 2 catégories :

- Les composants issus d'un contour : basés sur une esquisse 2D, qui sera en général transformée en un solide 3D par extrusion, rotation, balayage ou lissage ;
- Les composants d'habillage : appliqués directement sur le modèle solide, par exemple les congés et les chanfreins.

Modèle

Le modèle CATIA est entièrement associatif avec les dessins et les pièces ou assemblages auxquels il se rapporte. Les modifications du modèle se reflètent automatiquement sur les dessins, pièces et/ou assemblages qui lui sont associés. Réciproquement, toute modification apportée au contexte du dessin ou de l'assemblage est répercutée sur le modèle.

Les cotes et relations utilisées pour créer un composant étant stockées dans le modèle, vous pouvez ainsi saisir l'objectif de conception et modifier facilement le modèle à partir de ses paramètres :

- Les cotes pilotantes sont les cotes utilisées lors de la création d'un composant. Elles contiennent les cotes associées à la géométrie de l'esquisse, ainsi que celles associées au composant lui-même. Exemple : extrusion cylindrique. Le diamètre de l'extrusion est défini par

le diamètre du cercle esquissé, la hauteur de l'extrusion est, elle, définie par la profondeur d'extrusion appliquée au cercle.

- Les relations contiennent des informations telles que le parallélisme, la tangence ou la concentricité. Ce type d'informations est généralement transféré aux dessins en utilisant les symboles de contrôle d'éléments. En saisissant ces informations d'esquisse, CATIA vous permet de saisir entièrement votre objectif de conception.

Arbre des spécifications

CATIA affiche graphiquement dans l'arbre des spécifications, la structure basée sur les composants, ainsi que d'autres données non graphiques concernant le modèle.

L'arbre des spécifications indique l'ordre dans lequel les composants ont été créés, et permet d'accéder facilement à toutes les informations associées aux composants et éléments.

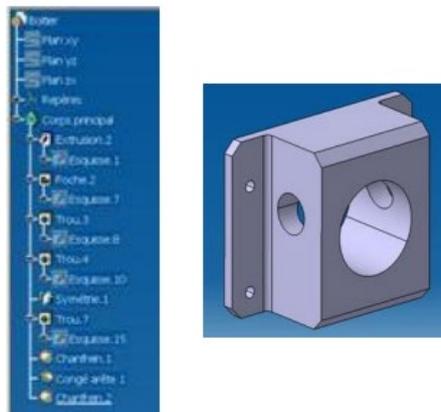


Figure 1 - Exemple d'arbre de spécification et pièce associée

Esquisse et pré-planification

L'esquisse à main levée, qui constitue un type de pré-planification, avant même le début du modelage de la pièce à l'aide du logiciel, est une stratégie excellente pour s'assurer que le résultat souhaité sera maintenu clair et précis. La pré-planification vous permettra d'être efficace dans la conception d'un modèle robuste qui fournisse à la fois flexibilité et stabilité lors de toutes modifications ultérieures...

Les facteurs suivants contribuent à l'intégration de l'objectif de conception :

- Les relations automatiques (implicites). Basées sur la façon dont la géométrie est esquissée, les relations automatiques fournissent les relations géométriques standards qui affectent les objets, telles que le parallélisme, la perpendicularité, l'horizontalité et la verticalité.
- Les équations. Reliant les cotes mathématiquement, les équations constituent une façon externe de forcer les modifications.
- Les relations supplémentaires. D'autres relations, telles que la concentricité, la coïncidence ou des distances, ajoutées au modèle lors de sa création fournissent une autre façon d'appliquer la géométrie liée.

- La cotation. L'application de cotes à une esquisse reflète la façon dont on veut que l'esquisse soit modifiable et/ou certains de ses éléments contrôlés. Les exemples suivants montrent différents objectifs de conception d'une esquisse :

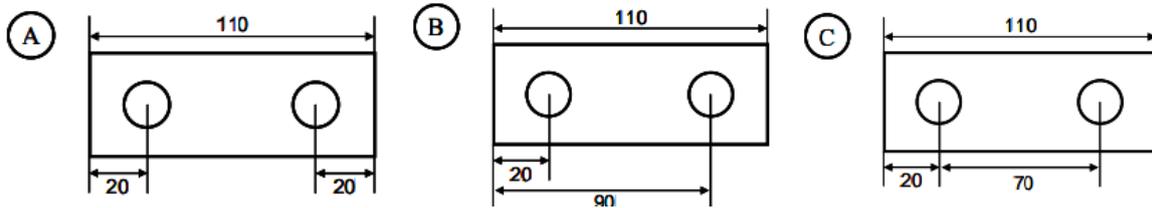


Figure 2 - Exemples de cotations

Méthodologies de conception

Outre le choix de la méthode de cotation d'une esquisse, celui des composants et de la méthodologie de modelage affecte aussi l'objectif de conception. Prenons l'exemple d'une révolution pour obtenir la pièce suivante :

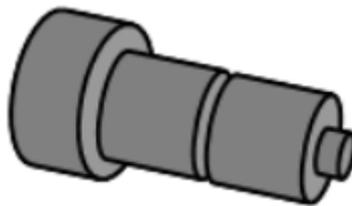


Figure 3 - Pièce finale

Cette pièce peut être créée de différentes façons :

- L'approche "en couches". Par extrusions successives, on crée la pièce partie par partie, en ajoutant une couche ou un élément sur le précédent jusqu'à obtention du résultat souhaité. La modification de l'épaisseur ou de la forme d'une couche produit des effets en cascades : elle change la position ou l'emplacement de toutes les autres couches créées ensuite.

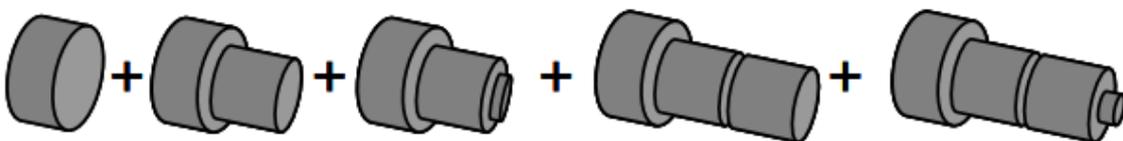


Figure 4 - Méthode par couche

- L'approche "tour de potier". Cette approche consiste à créer la pièce en tant que composant unique de révolution. Une seule esquisse représentant la section croisée comporte toutes les informations et cotes nécessaires à la création de la pièce comme composant unique. Alors que cette approche peut paraître la plus efficace, le fait d'avoir

toutes les informations de conception dans un composant unique limite la flexibilité et peut rendre les modifications difficiles.

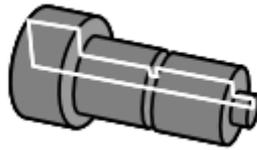


Figure 5 - Méthode par révolution unique

- L'approche "fabrication". Cette approche limite la façon dont la pièce peut être fabriquée. Appliquée à notre exemple, cette approche consiste à démarrer avec une pièce baril et à retirer de la matière en utilisant une série de coupes. - -

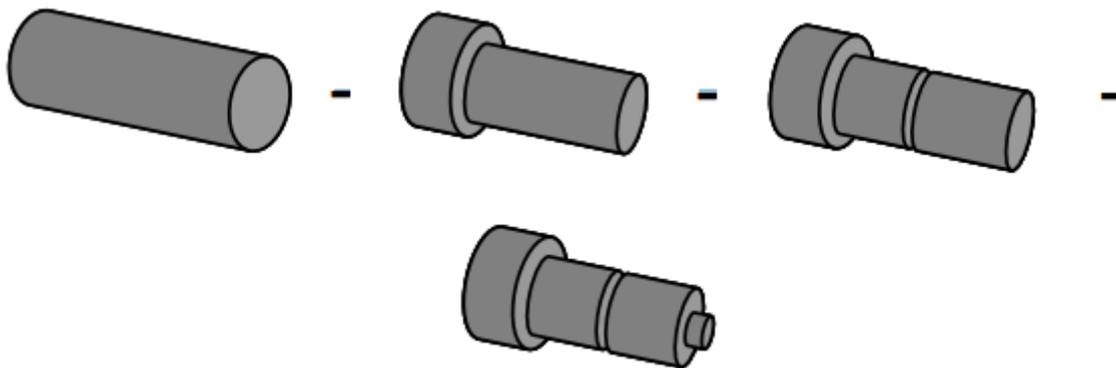


Figure 6 - Méthode par retraits successifs de matière

2. Usage de Catia

Utilisation de la souris

CATIA, comme toutes les applications d'environnement Windows, présente une interface à manipuler principalement avec la souris.

MB1 = clic gauche / MB2 = clic molette / MB3 = clic droit

Manipulation de l'objet de conception

- Déplacement : clique MB2
- Rotation : clique MB2 + MB1
- Zoom : clique MB2 + MB1 ou MB3 et on relâche

Manipulation de l'arbre des spécifications

- Déplacement : glissé/déposé MB1
- Zoom : roulette MB2
- Cacher l'arborescence : touche F3
- Activer/Désactiver l'arborescence : clique MB1 dans la structure de l'arborescence
- Développer/Réduire l'arborescence : clique MB1 sur le +/- de l'arborescence

Sélection d'objets à la souris :

- Deux façons de sélectionner les éléments, en utilisant MB1 de la souris :
 - Soit directement sur l'objet à partir du modèle
 - Soit sur son composant dans l'arborescence
- Sélection de plusieurs objets : en maintenant appuyé la touche Ctrl et en utilisant MB1 de la souris.

CATIA diffère des autres applications Windows du fait qu'on peut contrôler l'ordre de sélection des éléments et des outils. Il est ainsi possible de :

- Sélectionner d'abord le ou les objets à traiter, puis l'outil définissant l'opération à exécuter
- Sélectionner d'abord l'outil définissant l'opération à exécuter, puis le ou les objets à traiter.

Attention, cette caractéristique de CATIA est à double tranchant : si un objet a été sélectionné par inadvertance, l'icône cliquée par la suite s'y applique !!! Pour appliquer un outil à plusieurs objets, on peut soit :

- Sélectionner les objets ensemble avec la touche Ctrl,
- Double-cliquer sur l'icône de l'outil pour rendre cet outil actif jusqu'à ce qu'on le dé-clique.

Conception volumique

Pour entrer dans l'atelier de conception 3D Part Design, sélectionner le menu Démarrer > Conception mécanique > Part Design, et entrer un nom pour la pièce. L'enregistrement de la pièce s'effectue avec l'extension .CATPart. Une nouvelle pièce contenant 3 plans de référence

par défaut apparaît : ce sont toujours les premiers éléments de l'arbre des spécifications, et ils servent de base pour la création des composants. Leurs noms dérivent des plans auxquels ils sont parallèles, par rapport au système de coordonnées de la pièce : - Plan XY, - Plan YZ, - Plan ZX.



Figure 7 - Plans de référence

Dans l'atelier Part Design, chaque nouvelle pièce 3D démarre par la création d'un contour 2D, l'**esquisse**, qui va être utilisée pour créer les éléments 3D. Ce contour 2D est créé avec l'atelier Sketcher. Cet atelier Sketcher est un atelier de travail en 2D. Les éléments créés dans le Sketcher sont exclusivement des éléments FILAIRES 2D. Dans l'atelier Part Design, la géométrie créée dans le Sketcher est affichée sous la forme d'une seule esquisse. Pour accéder à cet atelier, vous devez sélectionner un support d'esquisse planaire, c'est-à-dire **le plan sur lequel**

l'esquisse est créée, puis cliquer sur l'icône Sketcher



Les esquisses peuvent être créées, soit sur un plan de référence (plans XY, YZ ou ZX), soit sur une face de n'importe quelle géométrie existante. Le contour, pour le premier composant d'un modèle, doit être créé sur un plan de référence. Les esquisses sont contraintes de façon à pouvoir être modifiées rapidement par simple modification des côtes.

Le statut de contrainte d'une esquisse est indiqué par sa couleur :

- Vert indique que l'esquisse **est entièrement contrainte** (ce que l'on recherche): la géométrie est fixe et ne peut pas être déplacée sans modifier les valeurs des dimensions
- Blanc indique que l'esquisse est **sous-contrainte** : il reste encore des degrés de liberté
- Violet indique que l'esquisse est **sur-contrainte** : il y a trop de contraintes
- Rouge indique que les contraintes de l'esquisse sont incohérentes : l'esquisse ne peut pas être mise à jour avec les contraintes actuelles

Une fois que le contour esquissé a été créé, sa géométrie en solide 3D peut être générée. Il est important de commencer par un composant de base stable. Généralement, ce composant représente la **forme d'origine ou la fondation** sur laquelle toute la géométrie de la pièce peut être ajoutée ou retirée. Il est recommandé de sélectionner les éléments de base appropriés à la forme d'origine ou à la fonction de la pièce. Ceci ne nécessite pas que le niveau de détails d'un composant de base soit entièrement défini. Par exemple, des congés, des trous, des poches ou d'autres composants n'ont pas besoin d'être créés à l'origine comme faisant partie de l'esquisse du composant de base, ils seront créés plus tard. Une fois le composant de base sélectionné, la conception est terminée par ajout ou retrait de matière.

Les composants qui **ajoutent de la matière** sont :

- L'extrusion 
- La révolution 
- La nervure 
- Le raidisseur

Les composants qui **retirent de la matière** sont :

- Le trou 
- La poche 
- La gorge 
- La rainure 

Des outils de conception « rapide », tels que les répétitions (rectangulaires ou circulaires), les miroirs,... ainsi que les composants « d'habillage » (congès, chanfreins,...), différentes formes de trous (borgnes, lamés, chanfreinés, oblongs, taraudés,...) sont également directement disponibles.

3. Mise en pratique 1 - Boîtier

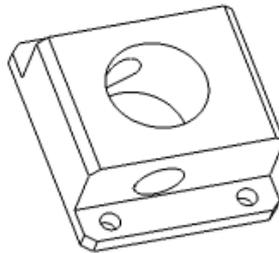


Figure 8 - Boîtier

Cette première pièce permet de voir les ajouts/retraits de matière par extrusions/poches, les trous, les composants d'habillage (chanfreins ici), et également d'appréhender la conception en utilisant les symétries et les répétitions (rectangulaires ici). On se place dans le cadre d'une approche de conception en fabrication.

- 1) Créer par EXTRUSION un bloc ayant les dimensions extérieures de la pièce.
- 2) Creuser les dégagements sur les côtés en utilisant l'outil POCHE. On pourra éventuellement créer une première poche, puis la seconde par symétrie de la première.
- 3) Percer le gros trou à l'avant de la pièce en utilisant l'outil TROU, puis de la même façon percer le trou latéral traversant le premier.
- 4) Percer un des petits trous sur la partie mince de la pièce (outil TROU), et créer les autres par une REPETITION RECTANGULAIRE de ce premier trou.
- 5) Ajouter les CHANFREINS (les composants d'habillage ne se répètent pas, mais vous pouvez conserver l'icône CHANFREIN active en la double-cliquant).

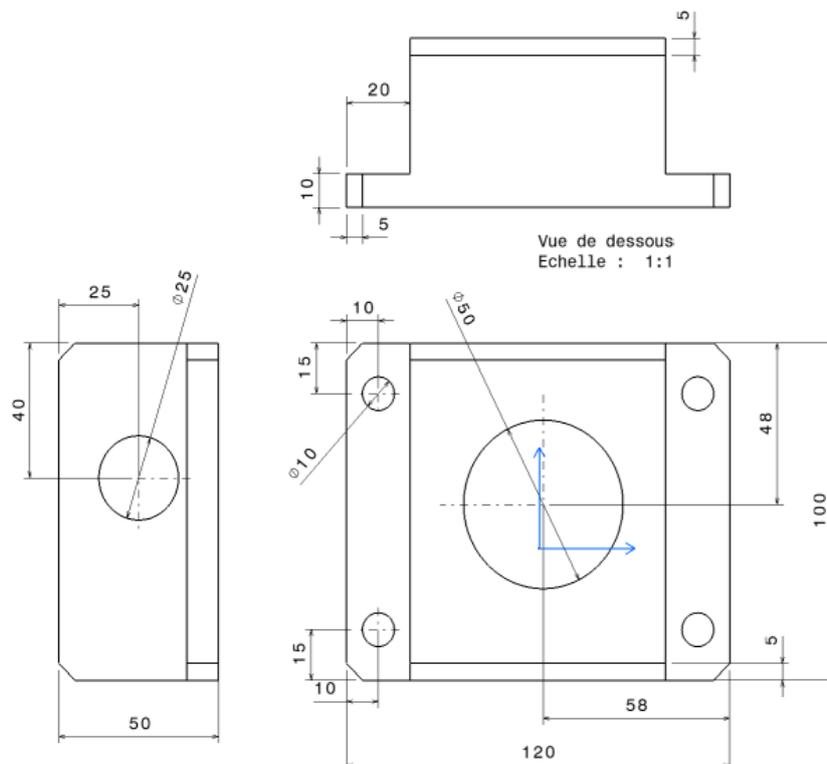


Figure 9 - Plan du boîtier

4. Mise en pratique 2 – Bride de détecteur

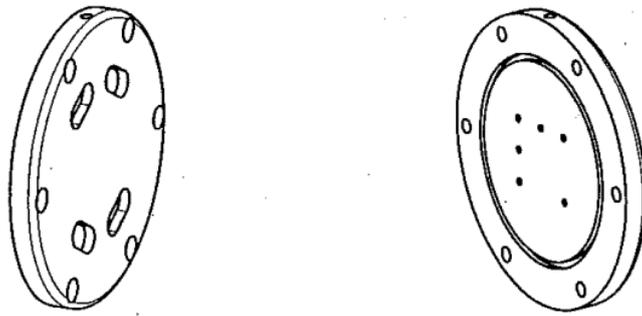


Figure 10 - Bride de détecteur

Partie 1 : Cette première partie de la pièce permet de revoir les notions abordées dans le premier TP, à savoir les ajouts/retraits de matière par extrusions/poches, les trous (lamés et oblongs), les composants d'habillage (congs ici), et également l'utilisation des symétries et des répétitions (circulaires ici). On ajoute ici des contraintes de positionnement des composants dans l'espace et les uns par rapport aux autres. On peut ici se placer dans le cadre d'une approche de conception en fabrication.

- 1) Créer par EXTRUSION le disque de matière servant de support à cette pièce.
- 2) Creuser la gorge en utilisant l'outil POCHE.
- 3) Percer les trous lamés extérieurs en utilisant l'outil TROU et la REPETITION CIRCULAIRE. Attention à vous placer sur la bonne face de la pièce (côté sans gorge).
- 4) Percer les trous oblongs (profondeur = 10, non précisée sur le dessin) (outil POCHE) en respectant le positionnement (perpendiculaires par rapport à un axe à 30°), et en utilisant une REPETITION CIRCULAIRE (les éléments « en trop » peuvent être supprimés en cliquant sur le point au centre des éléments ajoutés lors de l'aperçu).
- 5) Percer les petits trous sur la face arrière de la pièce, en utilisant là encore l'outil TROU et la REPETITION RECTANGULAIRE, avec suppression des items en trop. Attention une fois encore au positionnement de ces trous.
- 6) Percer le trou sur l'arête de la pièce (outil TROU, avec taraudage). Pour bien positionner ce trou, on pourra être amené à créer un nouveau plan.
- 7) Ajouter le CONGES sur le bord du disque

Eléments du plan de la pièce :

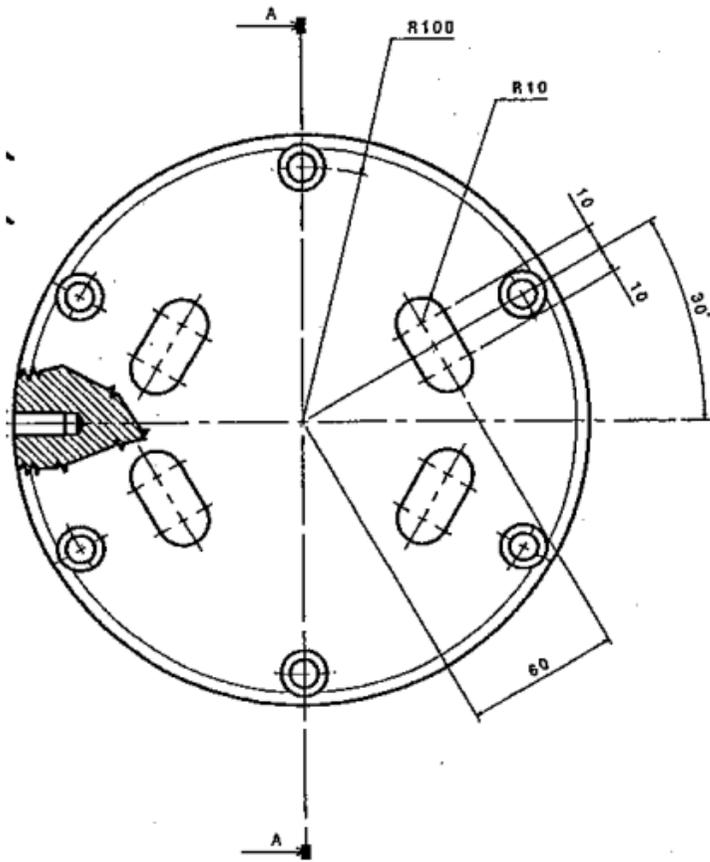


Figure 11 - Bride : Vue de dessus

Profondeur des 4 trous oblongs : 5mm

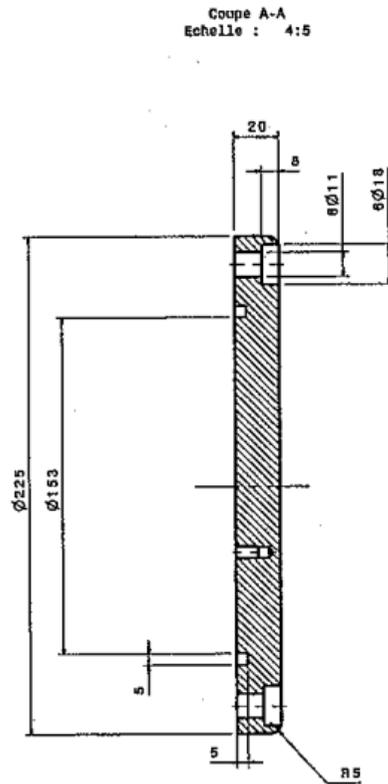


Figure 12 Bride : Vue de coupe

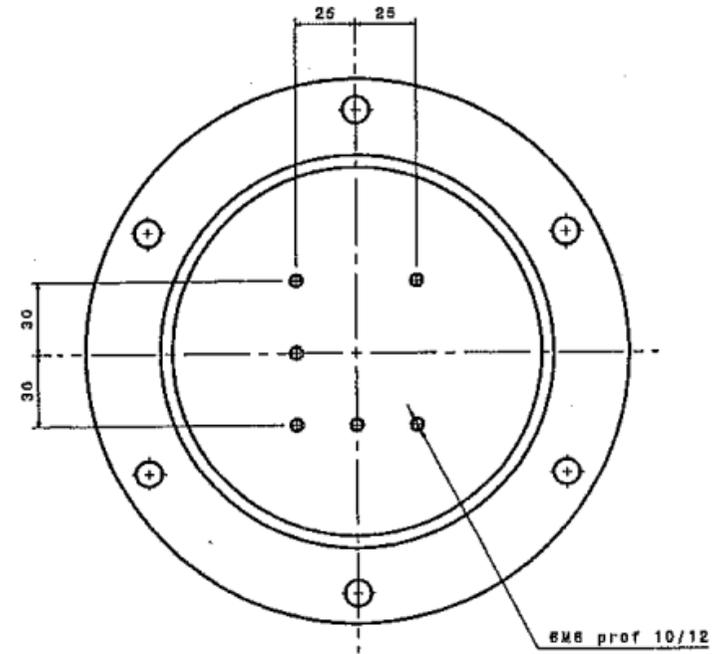


Figure 13 - Bride : Vue de dessous



Ecole Publique d'Ingénieurs en 3 ans

6 boulevard Maréchal Juin, CS 45053
14050 CAEN cedex 04

