

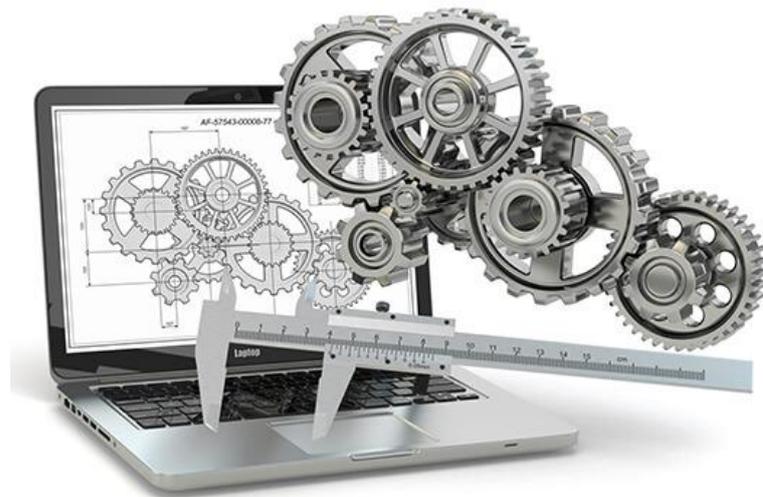
Ministère de l'enseignement et de la recherche scientifique
Centre Universitaire Ahmed ZABANA de RELIZANE
Institut de Technologie
Département de Génie Mécanique

Polycopie

Conception Assistée par Ordinateur

(Cours & Exercices d'application)

Domaine Sciences et Technologies - Master Académique - Unité Découverte



Dr. BENDAOUDI Seif-Eddine

SOMMAIRE

AVANT PROPOS	4
CHAPITRE I : CAO - CONCEPTION ASSISTEE PAR ORDINATEUR	5
1. INTRODUCTION.....	5
2. DEFINITION DE LA CAO	5
3. AVANTAGES.....	6
4. EXEMPLES D'APPLICATIONS	6
5. MATÉRIELS ET LOGICIELS	7
6. PRINCIPES DE LA CAO	7
7. PROCESSUS INDUSTRIEL	7
8. PRÉCAUTIONS.....	8
9. COMPÉTENCES	9
10. CREATION D'UN MODELE.....	9
11. ANALYSES & SIMULATION	9
12. CONCLUSION.....	10
CHAPITRE II : INTRODUCTION AU LOGICIEL SOLIDWORKS	11
1. DEFINITION	11
2. FONCTIONNEMENT.....	11
3. CONCEPTS DE BASE	11
4. PRODUITS ASSOCIES & EXTENSIONS DES FICHIERS.....	12
CHAPITRE III : FORMATION DE BASE	14
1. INTERFACE UTILISATEUR DE SOLIDWORKS.....	14
2. INTENTION DE CONCEPTION	14
3. CHOIX DU MEILLEUR PROFIL.....	15
4. CHOIX DU PLAN.....	16
5. CHOIX DE LA GEOMETRIE	16
6. PRÉSENTATION DE RELATIONS D'ESQUISSE.....	17
7. ETAT D'ESQUISSE.....	18

8.	LES DIFFÉRENTS TYPES D'ESQUISSES	18
9.	COTATION DE L'ESQUISSE	19
CHAPITRE IV : EXERCICES D'APPLICATION		20
1.	OBJECTIFS.....	20
2.	PRE-REQUIS NECESSAIRES	20
3.	CONDITIONS.....	20
4.	A PROPOS DES EXERCICES D'APPLICATION.....	20
5.	CREATION D'ESQUISSE & FONCTION D'EXTRUSION.....	21
6.	MODELISATION DE BASE DES PIECES.....	24
7.	FONCTIONS DECALAGE, SYMETRIE ET DEPOUILLE	28
8.	FONCTION REPETITION	32
9.	FONCTIONS REVOLUTION & BALAYAGE.....	36
10.	FONCTIONS COQUES & NERVURES	40
REFERENCES.....		44

AVANT PROPOS

Ce polycopié intitulé conception assistée par ordinateur est une matière de l'unité découverte du domaine sciences et techniques. Il s'adresse aux étudiants de premier semestre master académique (LMD). Le contenu de ce polycopié est rédigé sous forme de cours détaillés, avec des exercices d'application et d'entraînement sur la conception à l'aide d'un logiciel CAO. Ce contenu est structuré en quatre chapitres. Le chapitre I traite le concept de la CAO. Le chapitre II concerne la présentation d'un des outils indispensable pour la conception assistée par ordinateur. Il expose une bibliographie sur la solution SOLIDWORKS, utilisé par une grande majorité des concepteurs et des ingénieurs pour ces fonctionnalités de conception puissantes, et son interface intuitive. Le chapitre III aborde une formation de base sur la conception mécanique, qui traite la philosophie du fonctionnement du SOLIDWORKS et la manipulation de ce dernier. Le dernier chapitre de cette polycopie regroupe plus de vingt exercices d'application ; chaque exercice fournit les étapes à suivre afin de réaliser la conception de la pièce finie. L'objectif principal de ce chapitre est de se familiariser avec la conception assistée par ordinateur, en mettant en application les différentes fonctions et les outils fournis par le logiciel CAO.

CHAPITRE I : CAO - CONCEPTION ASSISTEE PAR ORDINATEUR

1. INTRODUCTION

On peut décrire la conception ou le design comme un processus itératif au cours duquel un objet est conçu et modifié afin qu'il puisse remplir des fonctions bien définies et se conformer à un ensemble de contraintes.

On identifie plusieurs étapes dans cette démarche:

- a) Création d'un modèle de l'objet,
- b) Analyses, essais et simulation,
- c) Construction de prototypes,
- d) Modifications,
- e) Réalisation de l'objet.

À quelques variantes près dans l'enchaînement de ces étapes, la méthodologie est la même que l'objet, soit un barrage, un circuit électrique, une pièce mécanique, ...etc.

L'ensemble des activités de conception sont les moyens ou média utilisés par le concepteur. Ayant des caractéristiques communes, ces derniers se divisent généralement comme suit.

- I. **Outils analytiques.** Formules empiriques et équations issues de modèles mathématiques. Ceux-ci sont utilisés aussi bien lors de la création d'un modèle, lors de son analyse, ou des modifications;
- II. **Information.** Propriétés et caractéristiques de toutes sortes, design antérieurs, etc. Ces informations auxquelles l'ingénieur fait appel sont contenues dans des manuels, dans sa propre mémoire, dans des plans, etc. Leurs formes sont variées : chiffrées, graphiques, textuelles. On a recours aux informations également à toutes les phases du processus de conception;
- III. **Communication.** L'ingénieur doit communiquer ou consacrer les résultats de son travail à l'une ou l'autre des phases. Par exemple, il lui faut communiquer la forme du modèle pour la réalisation d'un prototype, ou bien les résultats d'un calcul de contraintes pour réaliser certaines modifications. Les modes de communication sont graphiques, chiffrés ou bien textuels.

2. DEFINITION DE LA CAO

La CAO comprend l'ensemble des programmes et des techniques de modélisation qui permettent la conception de modèles et de produits. La CAO permet aussi de simuler et donc

de tester virtuellement les produits avant de les fabriquer. Il est ensuite aisé de transmettre les informations à la Fabrication Assistée par Ordinateur (FAO).

On trouve parfois le programme DAO (Dessin Assisté par Ordinateur), mais ces outils ne permettent que la création de plans.

3. AVANTAGES

Sous l'effet de fortes pressions provenant de la compétitivité économique, pour de meilleurs produits (et à meilleur prix), l'industrie est forcée de hausser la productivité du personnel technique. Il est vite apparu qu'à l'aide de l'informatique, des économies appréciables sont possibles pour chacune des différentes phases du processus de design.

- I. **Création du modèle.** À l'aide des systèmes CAO disponibles sur le marché, la création et la présentation d'un objet (pièce, circuit, etc.) est grandement facilitée.
On peut également étudier l'objet sous divers angles et en tirer des copies à volonté à différents niveaux de réalisme (Vue 3D, rendu réaliste, dessin technique assisté, bibliothèque de modèle, import/export sous plusieurs formats).
- II. **Analyse.** Les caractéristiques de l'objet, une fois créé, sont immédiatement disponibles pour des programmes d'analyse ou de simulation (éléments finis, vibrations, réponses en fréquence..) et, en retour, l'utilisateur reçoit les résultats de ces calculs sous forme graphique ou tableau pour évaluer si l'objet est conforme aux contraintes.
- III. **Modifications.** Suite à l'analyse ou à la simulation, des modifications sont faciles et rapides à incorporer, au modèle informatique. Avec un tel outil, il est possible d'envisager plusieurs solutions et de choisir la plus adéquate.
A titre d'exemple, on cite dans l'industrie de l'automobile pour la mise au point d'un nouveau modèle.

L'utilisation d'un outil tel que la Conception Assistée par Ordinateur ne signifie pas forcément de disposer de tous les autres outils numériques. La CAO peut être un premier pas vers les outils numériques pour une petite structure qui commence à s'équiper. Elle ne nécessite que l'acquisition d'ordinateurs et d'un logiciel de CAO.

4. EXEMPLES D'APPLICATIONS

L'utilisation de la CAO s'applique à tous les secteurs, indépendamment des outils de production. Quelle que soit la discipline, les logiciels de CAO sont orientés métier avec des fonctionnalités intégrées. On trouvera donc des logiciels de CAO dans des domaines tels que :

La mécanique ; L'électronique ; L'architecture ; L'ameublement ; La confection ; L'orthopédie et la prothèse...etc.

5. MATÉRIELS ET LOGICIELS

Il existe d'innombrables outils CAO, l'idéal étant de disposer d'un outil de CFAO qui intègre la conception et la fabrication assistées par ordinateur.

La mise en place de tels outils au sein d'une entreprise nécessite une étude approfondie afin de déterminer la solution optimale pour couvrir l'ensemble de la chaîne numérique. Il est à noter que de nombreux utilitaires (ou modules) orientés métiers (tôlerie, BTP...) complètent ces logiciels.

6. PRINCIPES DE LA CAO

La CAO permet de concevoir et donc de dessiner en 3 dimensions des éléments de bases simples, puis de les assembler afin de réaliser des ensembles plus ou moins complexes. Tous ces éléments de base sont stockés dans des bases de données et peuvent donc être réutilisés dans chaque nouvelle étude par l'ensemble des utilisateurs du système. Elle permet ainsi une standardisation des produits. Elle nécessite par contre de bien organiser et hiérarchiser le référencement des ensembles et sous-ensembles ainsi créés.

4.1 Visualisation & Simulation

Au cours de la conception, la visualisation des produits se fait en 3D. Le contrôle visuel des assemblages est ainsi facilité, d'autant plus qu'il existe des modules de simulation qui permettent de valider les solutions choisies.

4.2 Traitement des données

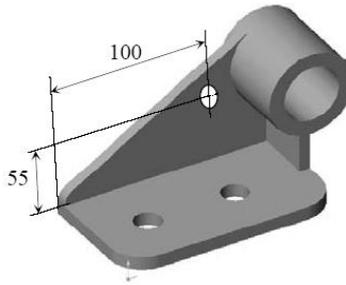
Tous les éléments constituant le produit étant contenus dans les fichiers générés par le logiciel de CAO, il est ensuite possible de créer de façon automatique les documents nécessaires à la fabrication, à savoir les plans et les nomenclatures des sous-ensembles et des ensembles.

Les fichiers CAO pourront ensuite être exportés vers des logiciels de FAO afin de créer les programmes de pilotage des MOCN (Machines-outils à commande numérique).

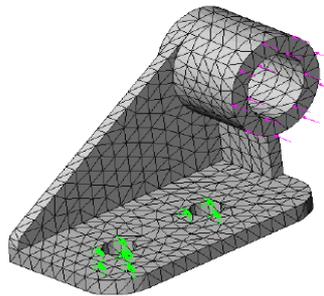
7. PROCESSUS INDUSTRIEL

Le processus industriel regroupe les trois activités suivantes :

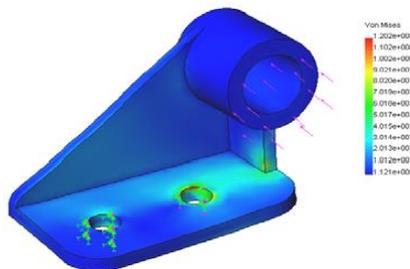
A. **Mise en forme.** Modélisation géométrique des courbes et surfaces.



B. **Discrétisation.** Procéder à une simplification d'un système par un modèle représentant ce système et, éventuellement, son environnement (le milieu).



C. **Simulation.** Pour étudier les résultats d'une action sur un élément sans réaliser l'expérience sur l'élément réel.



8. PRÉCAUTIONS

La CAO est connue pour être encore une des applications les plus gourmandes en ressources informatiques. Il aura fallu le développement d'ordinateurs individuels suffisamment puissants pour assurer des fonctions très lourdes en calcul numérique :

- Modélisation numérique
- Simulation mécanique et calcul des matériaux
- Représentation graphique, Dessin de plan
- Manipulation d'objets 3D
- Gestion de grands assemblages.

Il est donc nécessaire de prévoir pour les postes de CAO, des ordinateurs (ou stations de travail) puissants (processeur, mémoire, carte graphique) équipés d'écrans conséquents et de souris filaires, voir de souris 3D (ou space pilot). Il faut prévoir également la création d'un réseau informatique avec serveur permettant la communication entre les différents utilisateurs ainsi que le stockage des fichiers et des bibliothèques de composants (avec système de sauvegarde).

9. COMPÉTENCES

L'utilisation de tels outils nécessite forcément des ressources internes spécialisées ou de faire appel à une ressource externe.

- ✓ **Facile.** L'entreprise peut mettre en œuvre seule l'usage.
- ✓ **Moyenne.** L'entreprise doit posséder des connaissances en « Chaine Numérique » pour mettre en œuvre.
- ✓ **Difficile.** L'entreprise doit avoir une ressource interne spécialisée ou faire appel à une ressource externe.

10. CREATION D'UN MODELE

À l'aide des applications de la CAO disponibles sur le marché, la création géométrique d'un objet (pièce, circuit, etc.) est grandement facilitée. On peut également étudier l'objet sous divers angles et en tirer des copies à volonté à différents niveaux de réalisme.

11. ANALYSES & SIMULATION

Les caractéristiques de l'objet, une fois créé, sont immédiatement disponibles pour des programmes d'analyse ou de simulation (éléments finis, vibrations, réponses en fréquence..) et, en retour, l'utilisateur reçoit les résultats de ces calculs sous forme graphique pour évaluer si l'objet est conforme aux contraintes.

Il est évident que la CAO n'est qu'un outil, mais un outil qui modifie l'exercice de la profession du concepteur et permet de faire un meilleur travail. Par exemple, dans le domaine des structures, les programmes d'analyses sont devenus très précis et complets de manière à ce que le comportement d'éléments telles les poutres, etc., peut être analysé avec beaucoup plus de fiabilité et de détails qu'avec les formules empiriques utilisées auparavant. Il est alors envisageable d'optimiser un design par l'utilisation itérative de ces outils et de déceler des comportements qui ne seraient apparus que lors de la réalisation du prototype (ou pire, lors du produit fini). Cette approche est en vigueur depuis plusieurs années dans les domaines de

haute technologie (aviation, nucléaire, électronique ...) où les méthodes traditionnelles sont devenues désuètes.

12. CONCLUSION

Il est évident que la CAO n'est qu'un outil, mais un outil qui modifie l'exercice de la profession de l'ingénieur et permet de faire un meilleur travail. Par exemple, dans le domaine des structures, les programmes d'analyses sont devenus très précis et complets de manière à ce que le comportement d'éléments telles les poutres, etc., peut être analysé avec beaucoup plus de fiabilité et de détails qu'avec les formules empiriques utilisées auparavant. Il est alors envisageable d'optimiser un design par l'utilisation itérative de ces outils et de déceler des comportements qui ne seraient apparus que lors de la réalisation du prototype (ou pire, lors du produit fini).

Cette approche est en vigueur depuis plusieurs années dans les domaines de haute technologie (aviation, nucléaire, électronique ...) où les méthodes traditionnelles sont devenues désuètes.

La progression de ces méthodes avancées de conception est rapide et à moyen terme, elles seront utilisées dans la plupart des entreprises.

CHAPITRE II : INTRODUCTION AU LOGICIEL SOLIDWORKS

1. DEFINITION

Solidworks est un logiciel de CAO, appartenant à la société Dassault Systèmes, fonctionnant sous Windows.

Le logiciel SolidWorks permet de :

- Concevoir des objets en 3D de manière très précise.
- Développer des produits
- Vérifier la conception des fichiers créés
- Détenir une bibliothèque des fichiers 3D
- Mettre en place des mises en plan 2D
- Créer des images et animations des objets 3D
- Estimer le coût de la fabrication des objets 3D

2. FONCTIONNEMENT

Le logiciel est un modelleur 3D utilisant la conception paramétrique, basé sur des fonctions dont les deux principales catégories sont : les fonctions esquissées et les fonctions appliquées.

- **Fonctions esquissées.** Fonction basée sur une esquisse 2D. Elle est généralement transformée en volume par extrusion, révolution, balayage, coulissage.
- **Fonctions appliquées.** Fonction créée directement sur le modèle volumique. les congés et les chanfreins sont des exemples de ce type de fonction.

3. CONCEPTS DE BASE

Le logiciel génère 3 types de fichiers relatifs à trois concepts de base : la pièce, l'assemblage et la mise en plan. Ces fichiers sont en relation, c-à-d que toute modification à n'importe quel niveau, se répercute vers tous les fichiers concernés.

3.1 Pièce

Une pièce est la réunion d'un ensemble de fonctions volumiques avec des relations géométriques et autres (ajout retrait)... Cette organisation est appelée sur l'arbre de construction.

Parmi les fonctions génératrices, on trouve :

- **Extrusion.** Déplacement d'une section droite dans une direction perpendiculaire à la section. La section est définie dans une esquisse.
- **Révolution.** Déplacement d'une section droite autour d'un axe.
- **Balayage.** Déplacement d'une section droite le long d'une trajectoire.

D'autres fonctions, plutôt orientées métier intègrent des notions :

- **Congés et chanfreins.**
- **Nervures.**
- **Dépouilles.**
- **Coque.**
- **Trous normalisés (perçages, mortaises...).**
- **Plis de tôle...**

Des fonctions d'ordre logiciel comme la répétition linéaire, circulaire, curviligne ou par symétrie...

Les possibilités d'éditations sont complétées par un ensemble d'outils de mesures géométriques par lesquels il est possible de connaître le volume de la pièce, son poids, la position de centre de masse, sa matrice d'inertie, la surface...

3.2 Assemblage

Les assemblages sont obtenus par le rapprochement de pièces. La mise en position de pièces est définie par un ensemble de contraintes d'assemblage associant, deux entités respectives par une relation géométrique (coïncidence, tangence, coaxialité...). Le mécanisme monté possédant des mobilités, peut être manipulé virtuellement. On peut alors aisément procéder à des réglages à l'aide des différents outils disponibles (déplacement composants, détection de collision ou d'interférence, mesure des jeux, etc.)

3.3 Mise en plan

Les mises en plan concernent à la fois les pièces (dessin de définition) ou les assemblages (dessin d'ensemble). Son principe est créer une projection de l'objet. Pour aboutir à un plan fini d'une pièce on peut estimer mettre 2 fois moins de temps qu'avec un outil DAO (temps de conception et exécution du dessin).

4. PRODUITS ASSOCIES & EXTENSIONS DES FICHIERS

Un certain nombre de modules complémentaires qui s'interfacent avec Solidworks :

- SolidWorks Simulation.
- SolidWorks Flow Simulation.
- SolidWorks Motion.
- SolidWorks Routing.
- SolidWorks Toolbox.

Le logiciel SolidWorks supporte plusieurs formats de fichier 3D notamment:

- 3D XML, ACIS, Adobe Photoshop, JPEG, TIFF, PDF.....

CHAPITRE III : FORMATION DE BASE

1. INTERFACE UTILISATEUR DE SOLIDWORKS

L'interface utilisateur de SOLIDWORKS est une interface basée sur Windows. A ce titre, elle se comporte de la même manière que les autres applications Windows. Les aspects les plus importants de l'interface sont indiqués ci-dessous (Fig III.1).

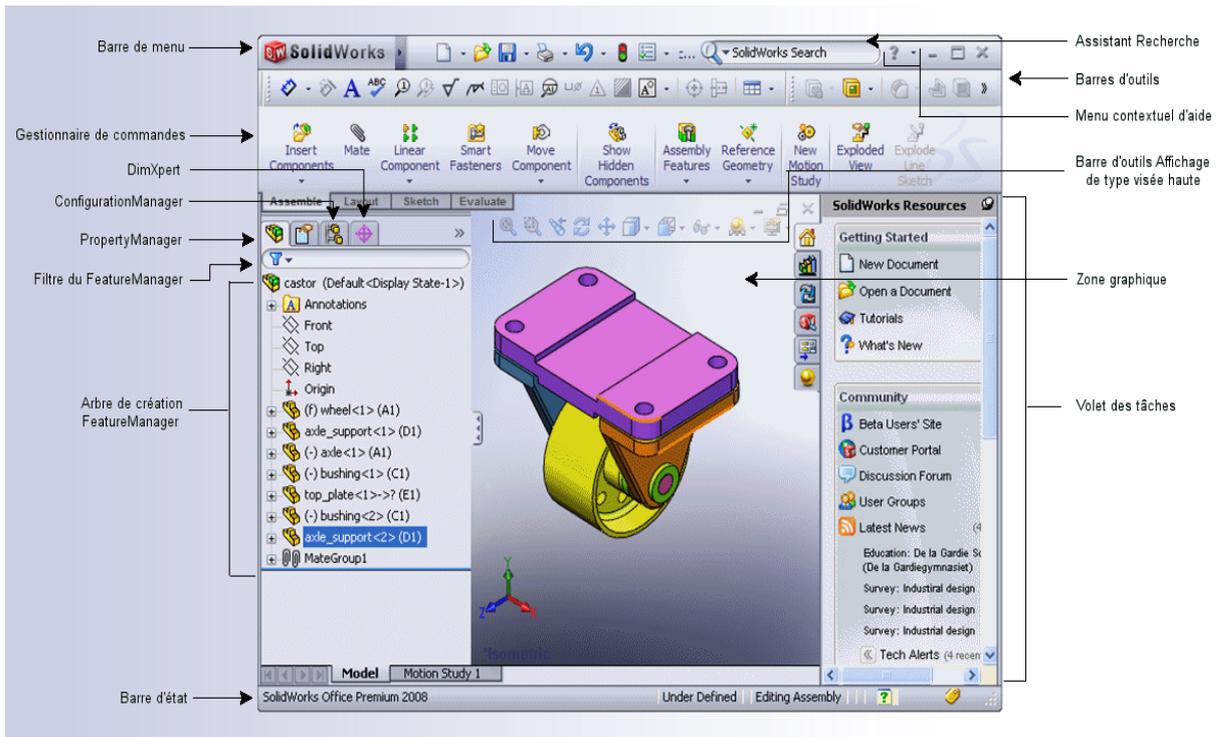


Figure III.1. Interface SOLIDWORKS

2. INTENTION DE CONCEPTION

Afin d'utiliser efficacement un modéleur paramétrique tel que SOLIDWORKS, vous devez examiner l'intention de conception avant d'entamer la modélisation. L'intention de conception correspond à la planification du comportement d'un modèle soumis à des modifications. La façon dont le modèle est créé détermine comment il sera modifié.

Plusieurs facteurs interviennent dans la saisie de l'intention de conception :

- les relations d'esquisse automatiques (parallèles, perpendiculaires, horizontales, et verticales).
- Equations (relier les cotes algébriquement).
- Les relations ajoutées (concentriques, tangentes, coïncidences et colinéaires).
- La cotation.

- **Exemple d'intention de conception.** Quelle esquisse cotée, parmi les esquisSES montrées dans Fig III.2, qui conserve les perçages à une distance de **20mm** de chaque extrémité quelle que soit la largeur globale du plateau, initialement définie à **100mm**.

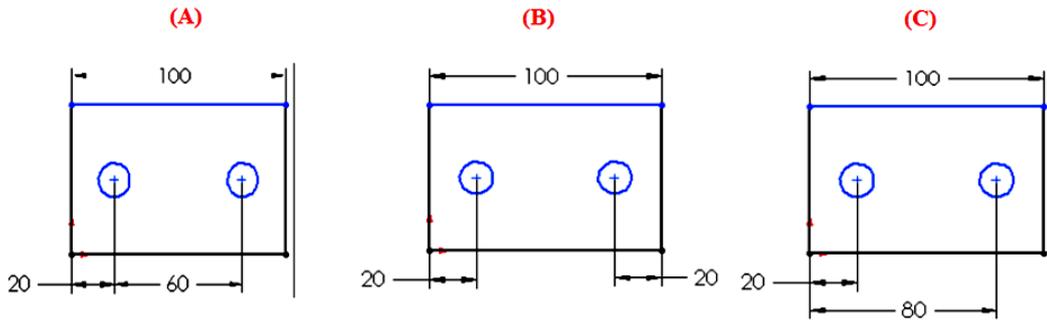


Figure III.2. Exemple d'intention de conception

3. CHOIX DU MEILLEUR PROFIL

Avant de commencer une esquisse, il convient de choisir le meilleur profil. Le tableau III.1 ci-après donne des exemples de choix du meilleur profil pour l'esquisse.

Tableau III.1. Choix du meilleur profil

Pièce					
Meilleur profil extrudé					

- **Exemple du choix d'un meilleur profil.** Choisir le meilleur profil parmi les différents profils donnés ci-après.

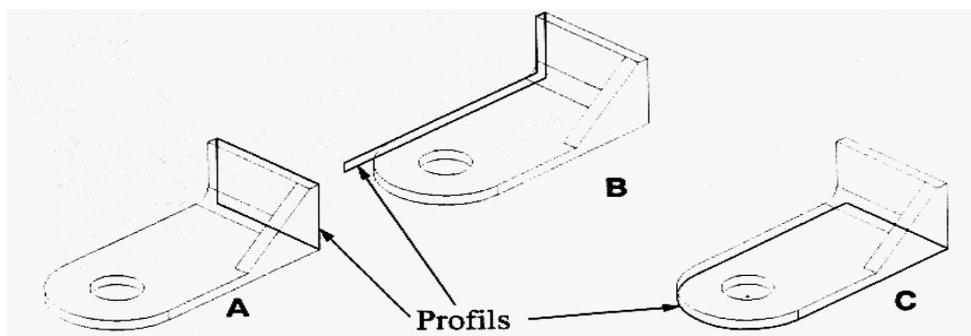


Figure III.3. Exemple du choix d'un meilleur profil

➤ **Réponse.**

- **Profil A.** Plusieurs enlèvements de matière et bossage pour enlever ou ajouter de la matière.
- **Profil B.** Bonne forme de base mais nécessite plus de travail pour façonner l'extrémité arrondie.
- **Profil C.** Meilleur profil voir image suivante

4. CHOIX DU PLAN

Lors du choix du plan d'esquisse approprié, on prend en compte :

- L'apparence qui détermine comment la pièce sera orienté dans les vues standard, dans une vue par exemple ISOMETRIQUE. En plus, elle détermine la manière d'examiner le modèle en le créant (voir exemple sur Fig III.4).
- L'orientation de la pièce dans un assemblage.

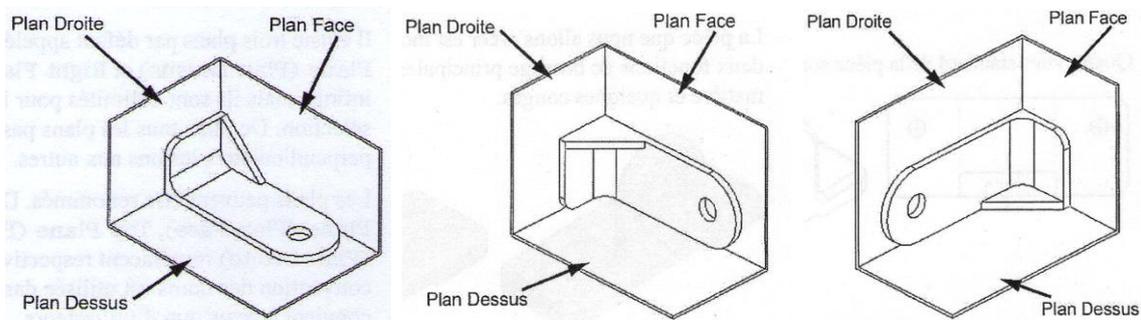


Figure III.4. Exemple du choix du plan d'esquisse

5. CHOIX DE LA GEOMETRIE

Pour créer une nouvelle pièce, plusieurs géométries d'esquisse sont disponibles à partir du bandeau principal (Fig III.5.). Le tableau III.2 expose quelques exemples d'entités d'esquisse, ainsi que le bouton utilisé pour leurs création et la géométrie obtenue.



Figure III.5. Barre des outils d'esquisse

Tableau III.2. Outils et géométries d'esquisse

Entité d'esquisse	Bouton de barre d'outils	Exemple de géométrie	Entité d'esquisse	Bouton de barre d'outils	Exemple de géométrie
Ligne			Parabole		
Cercle			Spline		
Arc par son centre			Polygone		
Arc tangent			Rectangle		
Arc par 3 points			Parallélogramme		
Ellipse			Point		
Ellipse partielle			Ligne de construction		

6. PRÉSENTATION DE RELATIONS D'ESQUISSE

Les relations d'esquisse servent à forcer un élément d'esquisse à un comportement donné (Tableau III.3). La figure III.6 montre un exemple d'une esquisse totalement contrainte à l'aide des relations d'esquisse.

Tableau III.3. Relations d'esquisse

Relation	Avant	Après	Relation	Avant	Après
Coïncidence (ligne / point d'extrémité)			Horizontale (une ou plusieurs lignes)		
Fusion (deux points d'extrémité)			Horizontale (deux points d'extrémité)		
Parallèle (deux lignes)			Verticale (une ou plusieurs lignes)		
Perpendiculaire (deux lignes)			Verticale (deux points d'extrémité)		
Colinéaire (deux lignes)			Egale (deux lignes)		
Point milieu (ligne / point d'extrémité)			Egale (deux arcs ou cercles)		

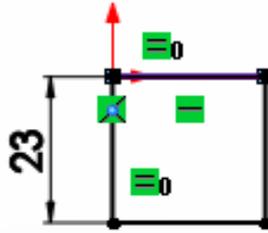


Figure III.6. Exemple des relations d'esquisse

6.1 Modifier / supprimer des relations d'esquisse

Pour modifier ou supprimer les relations d'esquisse, vous devez cliquer ou faire passer le curseur sur l'entité afin d'afficher les détails sur Cotations/Relations d'esquisse dans la barre d'outils.

6.2 Ajouter des relations d'esquisse

D'autre part, pour ajouter des relations d'esquisse, il y a deux possibilités

1. Dans la barre d'outils Esquisse, cliquez sur Ajouter des relations
2. Maintenez la touche Ctrl enfoncée et sélectionnez les deux lignes. Le PropertyManager affiche uniquement les relations valables pour la géométrie sélectionnée.

7. ETAT D'ESQUISSE

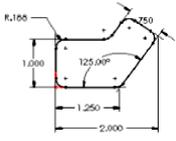
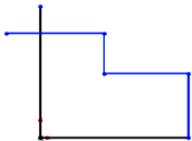
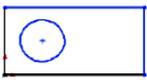
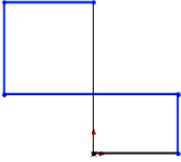
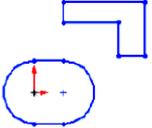
Les esquisses peuvent, à tout moment, être dans l'un des deux états de contrainte suivants :

- **Esquisse sous-contrainte.** La contrainte de l'esquisse est inadéquate, mais l'esquisse peut quand même être utilisée pour créer des fonctions. La géométrie d'une esquisse sous-contrainte apparaît en **BLEU** (par défaut).
- **Esquisse totalement contrainte.** L'esquisse contient des informations complètes. La géométrie totalement contrainte apparaît en **NOIR** (par défaut).

8. LES DIFFÉRENTS TYPES D'ESQUISSES

Les différents types d'esquisses entraînent différents résultats. Ces types sont résumés dans le tableau ci-après.

Tableau III.4. Types d'esquisse

Types d'esquisses	Description	Types d'esquisses	Description
	Esquisse « Standard » typique constituée d'un contour bien fermé.		Les angles ne sont pas bien fermés. Les angles doivent être fermés.
	Esquisse renfermant plusieurs contours emboîtés. Permet de créer un bossage avec enlèvement de matière interne.		L'esquisse contient un contour entrecroisé.
	Esquisse constituée d'un contour ouvert. Permet de créer une fonction mince d'épaisseur constante.		L'esquisse de la première fonction contient des contours disjoints.

9. COTATION DE L'ESQUISSE

La cotation permet de donner une certaine mesure à un objet (ligne, cercle, ...) ainsi que de donner une certaine mesure entre des objets. Pour coter, il faut cliquer Cotation intelligente (Figure III.7), ensuite cliquez simplement sur les extrémités de l'objet à coter, puis, dans la fenêtre qui s'affiche, donnez la valeur de la cote.



Figure III.7. Outils de cotation

CHAPITRE IV : EXERCICES D'APPLICATION

1. OBJECTIFS

- Dessiner des pièces en 3D.
- Se familiariser avec les commandes et fonctions avancées
- Etablir un dessin de définition pour les pièces (mise en plan).

2. PRE-REQUIS NECESSAIRES

- Connaissances en dessin technique 1^{ère} niveau.
- Savoir lire un dessin.
- Savoir utiliser le système d'exploitation Windows.

3. CONDITIONS

Mise à disposition d'un ordinateur et du logiciel SOLIDWORKS.

4. A PROPOS DES EXERCICES D'APPLICATION

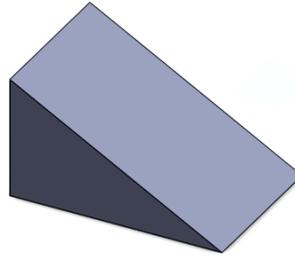
Les exercices ci-après ont pour objectif de vous apprendre les étapes à suivre pour construire des modèles paramétriques de pièces et créer de simples mises en plan, en utilisant le logiciel de conception mécanique 3D.

Les mises en plan et les cotes utilisées dans ces exercices n'ont pas pour but de refléter un standard particulier de mise en plan. En fait, cela est dû que ces exercices ont été conçus pour encourager l'étudiant à utiliser les informations couvertes sur les mises en plan.

5. CREATION D'ESQUISSE & FONCTION D'EXTRUSION

EXERCICE 1 :

Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.



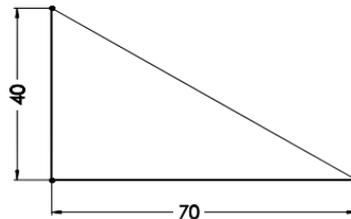
1. *Nouvelle pièce.*

Créez un nouveau fichier de pièce.

2. *Créez une esquisse.*

Créez cette esquisse sur le plan *Face (Front Plane)* en utilisant des lignes, des relations automatiques et des cotes.

Contraindre totalement l'esquisse.



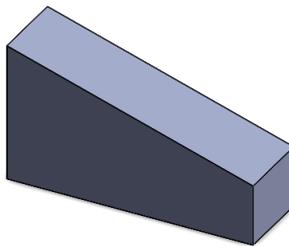
3. *Extruder.*

Extruder l'esquisse à une profondeur de **50 mm**.

4. *Enregistrer la pièce.*

EXERCICE 2 :

Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.



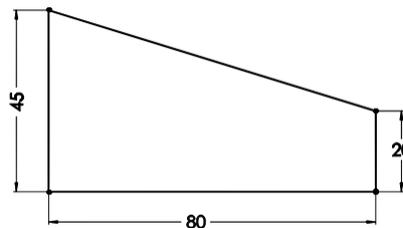
1. *Nouvelle pièce.*

Créez un nouveau fichier de pièce.

2. *Créez une esquisse.*

Créez cette esquisse sur le plan *Face (Front Plane)* en utilisant des lignes, des relations automatiques et des cotes.

Contraindre totalement l'esquisse.



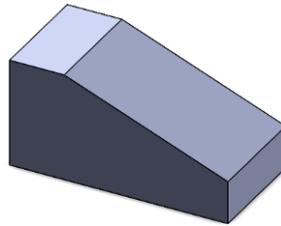
3. *Extruder.*

Extruder l'esquisse à une profondeur de **25 mm**.

4. *Enregistrer la pièce.*

EXERCICE 3 :

Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.



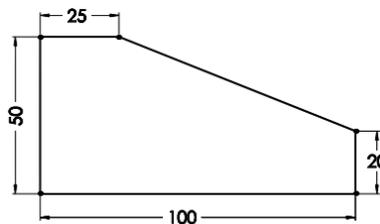
1. *Nouvelle pièce.*

Créez un nouveau fichier de pièce.

2. *Créez une esquisse.*

Créez cette esquisse sur le plan *Face (Front Plane)* en utilisant des lignes, des relations automatiques et des cotes.

Contraindre totalement l'esquisse.



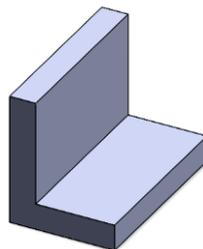
3. *Extruder.*

Extruder l'esquisse à une profondeur de **50 mm**.

4. *Enregistrer la pièce.*
-

EXERCICE 4 :

Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.



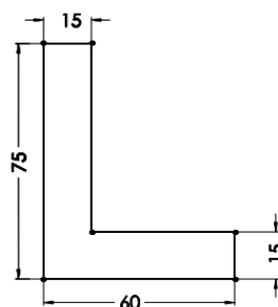
1. *Nouvelle pièce.*

Créez un nouveau fichier de pièce.

2. *Créez une esquisse.*

Créez cette esquisse sur le plan *Face (Front Plane)* en utilisant des lignes, des relations automatiques et des cotes.

Contraindre totalement l'esquisse.



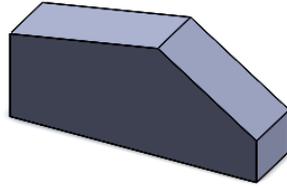
3. *Extruder.*

Extruder l'esquisse à une profondeur de **100 mm**.

4. *Enregistrer la pièce.*

EXERCICE 5 :

Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.



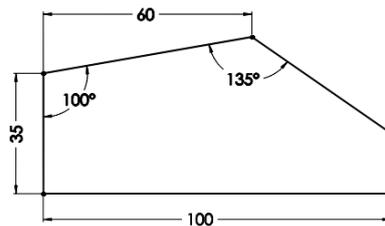
1. Nouvelle pièce.

Créez un nouveau fichier de pièce.

2. Créez une esquisse.

Créez cette esquisse sur le plan *Face (Front Plane)* en utilisant des lignes, des relations automatiques et des cotes.

Contraindre totalement l'esquisse.



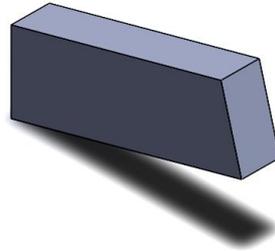
3. Extruder.

Extruder l'esquisse à une profondeur de **25 mm**.

4. Enregistrer la pièce.

EXERCICE 6 :

Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.



1. Nouvelle pièce.

Créez un nouveau fichier de pièce.

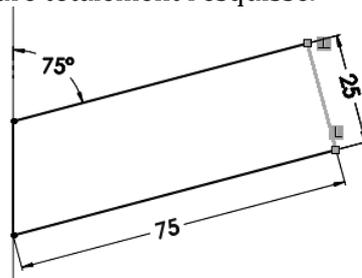
2. Créez une esquisse.

Créez cette esquisse sur le plan *Face (Front Plane)* en utilisant des lignes, des relations automatiques.

Montrez les relations de type Perpendiculaire et Verticale.

3. Cotes

Ajoutez des cotes pour contraindre totalement l'esquisse.



4. Extruder.

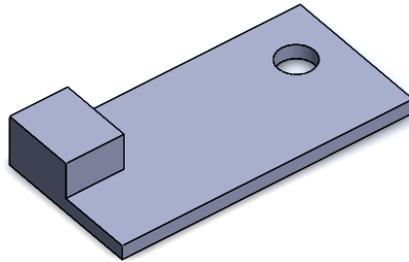
Extruder l'esquisse à une profondeur de **12 mm**.

5. Enregistrer la pièce.

6. MODELISATION DE BASE DES PIÈCES

EXERCICE 7 :

Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.

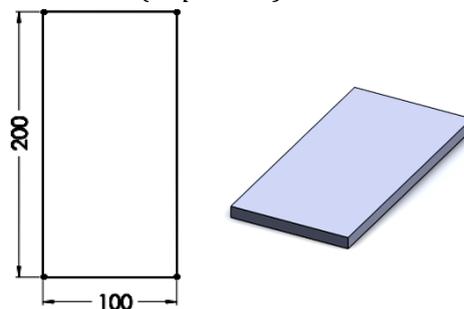


1. *Nouvelle pièce.*

Créez un nouveau fichier de pièce.

2. *Esquissez la fonction de base.*

Créez cette esquisse sur le plan *Dessus (Top Plane)*.



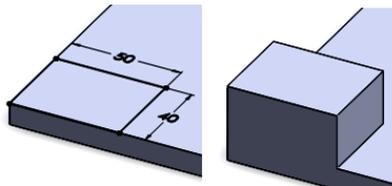
3. *Extruder.*

Extruder l'esquisse à une profondeur de **10 mm**.

4. *Bossage.*

Créez une nouvelle esquisse sur la face supérieure du corps volumique.

Extruder un bossage de **25 mm**.



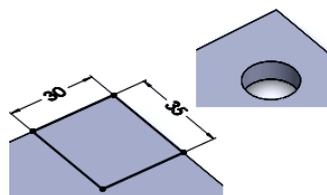
5. *Assistance pour le perçage.*

Cliquez sur Assistance pour le perçage.

Réglez les propriétés du perçage comme suit :

- Type de perçage : Rainure
- Standard : ANSI Métrique
- Type : Tailles de perçage
- Taille : ϕ 25 mm
- Condition de fin : A travers tout

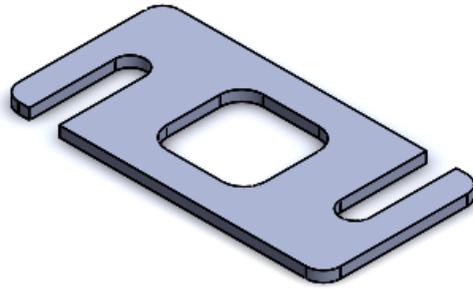
Cliquez sur l'onglet Positions. Placez le perçage sur la face indiquée.



6. *Enregistrer la pièce.*

EXERCICE 8 :

Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.

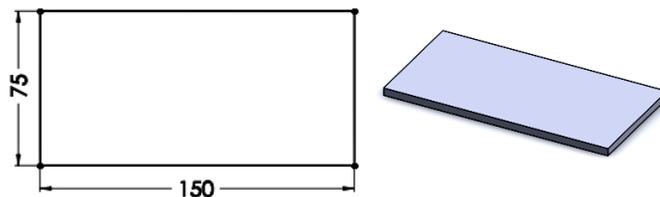


1. *Nouvelle pièce.*

Créez un nouveau fichier de pièce.

2. *Esquissez la fonction de base.*

Créez cette esquisse sur le plan *Dessus (Top Plane)*.



3. *Extruder.*

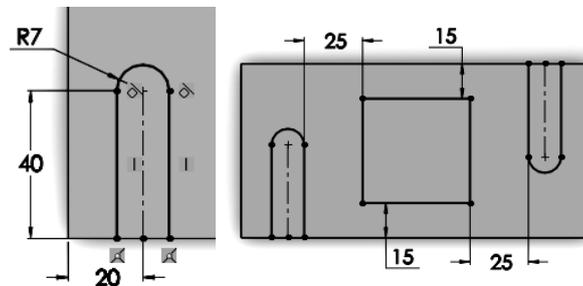
Extruder l'esquisse à une profondeur de **5 mm**.

4. *Créer une rainure et extruder un rectangle par enlèvement de matière.*

Créez une nouvelle esquisse sur la face supérieure du corps volumique.

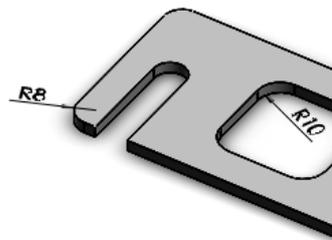
Ajoutez les géométries et les cotes comme montré.

Extruder un enlèvement de matière, en sélectionnant toute les géométries, avec la condition de fin : A travers tout.



5. *Congés*

Ajoutez des congés de **R10 mm** et de **R8 mm** aux arrêtes comme montré.



6. *Mise en plan*

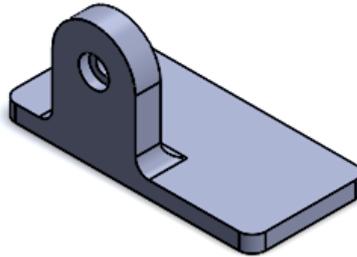
Créez la mise en plan de la pièce en utilisant les vues suivantes :

Vue de face ; Vue de dessous ; Vue de droite ; Vue isométrique.

7. *Enregistrer la pièce.*

EXERCICE 9 :

Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.

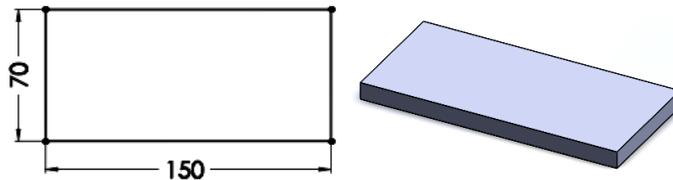


1. *Nouvelle pièce.*

Créez un nouveau fichier de pièce.

2. *Esquissez la fonction de base.*

Créez cette esquisse sur le plan *Dessus (Top Plane)*.



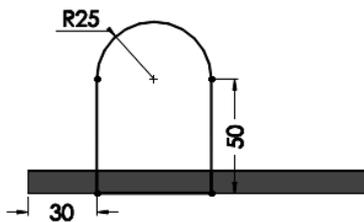
3. *Extruder.*

Extruder l'esquisse à une profondeur de **10 mm**.

4. *Bossage.*

Créez une nouvelle esquisse sur la face indiquée du corps volumique.

Extruder un bossage de **15 mm**.



5. *Assistance pour le perçage.*

Cliquez sur Assistance pour le perçage.

Réglez les propriétés du perçage comme suit :

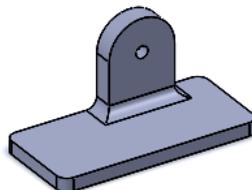
- Type de perçage : Chambrage
- Standard : ANSI Métrique
- Type : Tête cylindrique
- Taille : M8
- Condition de fin : A travers tout

Cliquez sur l'onglet Positions. Placez le perçage sur le centre de l'arc.



6. *Congés*

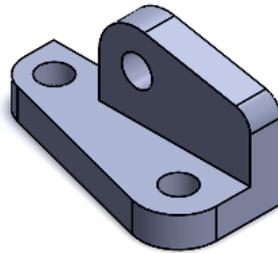
Ajoutez des congés de **R8 mm** aux arêtes comme illustré.



7. *Enregistrer la pièce.*

EXERCICE 10 :

Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.

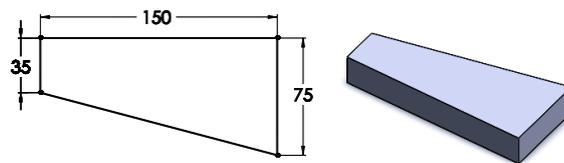


1. *Nouvelle pièce.*

Créez un nouveau fichier de pièce.

2. *Esquissez la fonction de base.*

Créez cette esquisse sur le plan *Dessus (Top Plane)*.



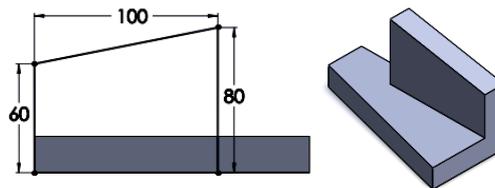
3. *Extruder.*

Extruder l'esquisse à une profondeur de **20 mm**.

4. *Bossage.*

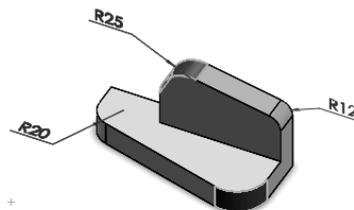
Passez à l'orientation de vue *Arrière* et créez une nouvelle esquisse sur la face du corps volumique.

Extruder un bossage de **20 mm**.



5. *Congés*

Ajoutez des congés de **R25**, **R20** et **R12 mm** aux arrêtes comme illustré.

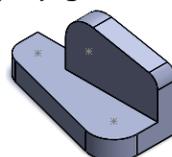


6. *Assistance pour le perçage.*

Réglez les propriétés du perçage comme suit :

- Type de perçage : Rainure
- Standard : ANSI Métrique
- Type : Tailles de perçage
- Taille : 20 mm
- Condition de fin : A travers tout

Cliquez sur l'onglet *Positions*. Placez le perçage sur les centres de l'arc comme indiqué.

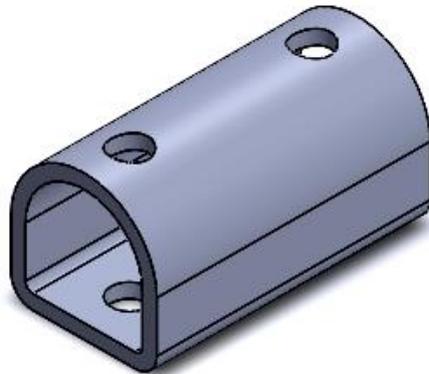


7. *Enregistrer la pièce.*

7. FONCTIONS DECALAGE, SYMETRIE ET DEPOUILLE

EXERCICE 11 :

Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.



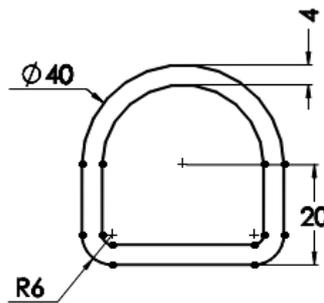
1. *Nouvelle pièce.*

Créez un nouveau fichier de pièce.

2. *Esquissez puis décalez les entités.*

Créez cette esquisse sur le plan *Face (Front Plane)*.

Cliquez sur décaler les entités pour créer l'entité décalée de l'esquisse de **4 mm** vers l'intérieur.

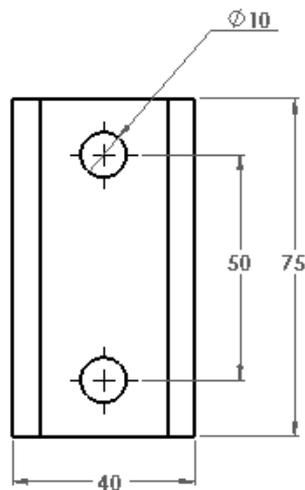


3. *Extruder.*

Extrudez l'esquisse à une profondeur de **75 mm**.

4. *Enlèvement de matière.*

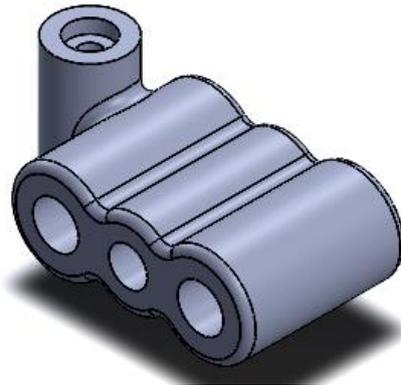
Utilisez les graphiques suivants pour créer la pièce.



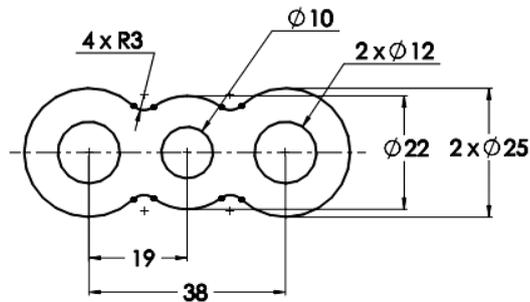
5. *Enregistrer la pièce.*

EXERCICE 12 : PORTE-OUTIL

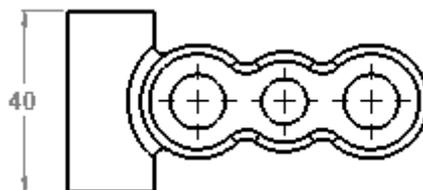
Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.



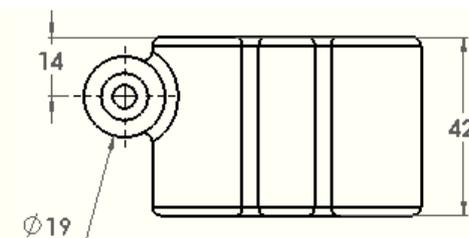
1. *Nouvelle pièce.*
Créez un nouveau fichier de pièce.
2. *Esquisser et extruder.*
Créez cette esquisse sur le plan *Face (Front Plane)*.



Extruder l'esquisse, en utilisant la condition de fin *Plan milieu*, à une profondeur de **42 mm**.
Créez une 2^{ième} esquisse sur le plan de *Dessus (Top Plane)*, comme illustré ci-après.
Extrudez à une profondeur de **40 mm**.



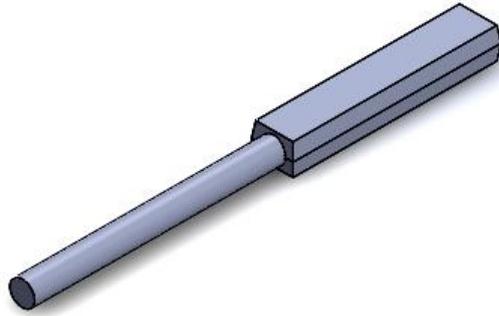
3. *Perçage.*
Créez un perçage de taille **M5**.



4. *Congés.*
Tous les congés sont de **2 mm** de rayon.
5. *Enregistrer la pièce.*

EXERCICE 13 : POIGNEE DE CLE

Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.



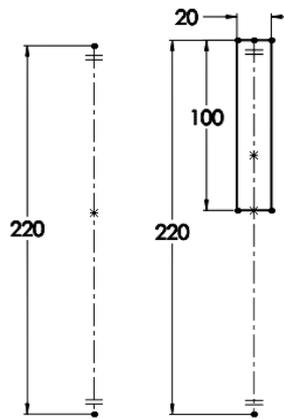
1. *Esquissez une ligne de construction.*

Esquissez une ligne de construction verticale partant de l'origine, sur le plan *Dessus (Top Plane)*.

2. *Symétrie dynamique*

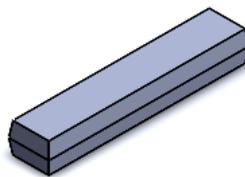
Sélectionnez la ligne de construction et activez la symétrie dynamique.

Utilisez l'outil ligne pour créer cette esquisse en partant de l'extrémité supérieure de la ligne de construction.



3. *Extruder.*

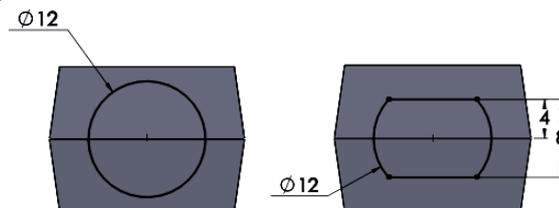
Extruder l'esquisse ci-dessus en réglant la condition de fin sur Plan milieu, à une profondeur de **15 mm**. Activez Dépouille et réglez l'angle à **8°**.



4. *Esquisser le cercle.*

Créez une nouvelle esquisse sur le plan de *Face (Front Plane)*.

Ajoutez un cercle à l'origine et le coter.



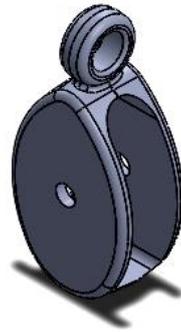
5. *Extrusion jusqu'à la prochaine surface.*

Extrudez l'esquisse en réglant la condition de fin sur Jusqu'à la prochaine surface.

6. *Enregistrer la pièce.*

EXERCICE 14 : POULIE

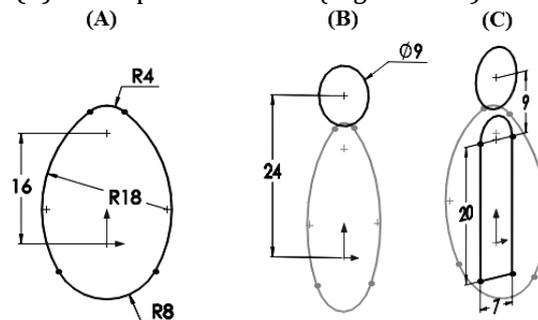
Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.



1. Créer les esquisses.

Créez l'esquisse (A) sur le plan Face (Front Plane).

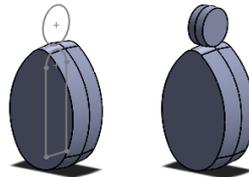
Créez les esquisses (B) et (C) sur le plan de Droite (Right Plane).



2. Extrusion avec dépouille.

Extruder l'esquisse (A) de **10 mm** avec la condition Plan milieu et un angle de dépouille de **6°**.

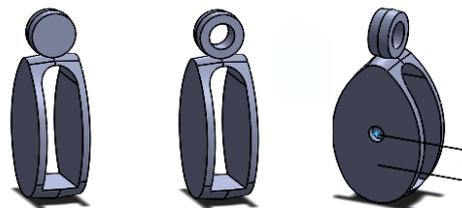
Extrudez l'esquisse (B) de **4 mm** en Plan milieu et avec la même angle de dépouille.



3. Enlèvement de matière et perçage.

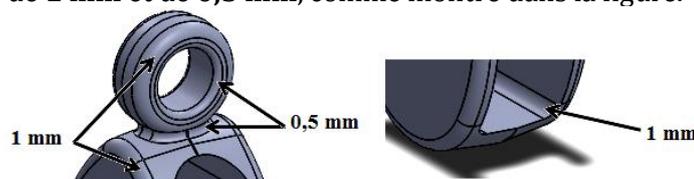
Créez un enlèvement de matière de l'esquisse (C) avec la condition A travers tout dans les deux directions.

Ajoutez un perçage de **5 mm** de diamètre sur le crochet et un 2^{ième} perçage de **3 mm**, centré au-dessus de l'origine.



4. Congés.

Ajoutez des congés de **1 mm** et de **0,5 mm**, comme montré dans la figure.

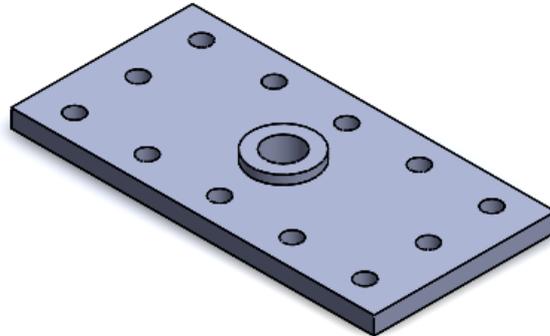


5. Enregistrer la pièce.

8. FONCTION REPETITION

EXERCICE 15 : PIECE MECANIQUE

Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.



1. *Nouvelle pièce.*

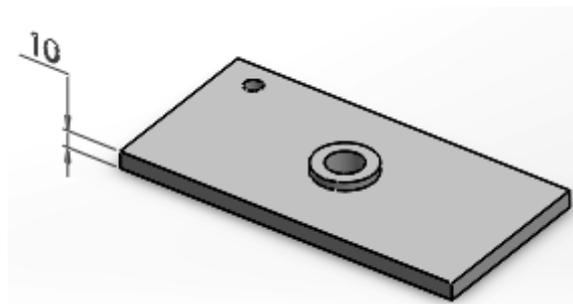
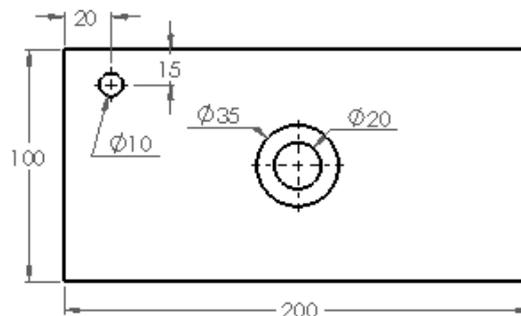
Créez un nouveau fichier de pièce.

2. *Créer la pièce.*

Utilisez l'intention de conception et les graphiques suivants pour créer la pièce.

3. *Fonction d'origine.*

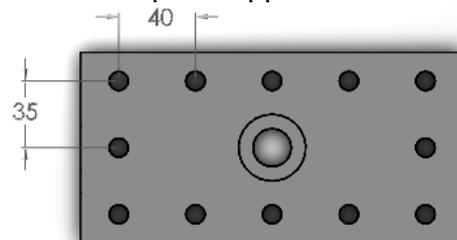
Créez l'enlèvement de matière par une fonction séparée.



4. *Répétition linéaire.*

Créez une répétition en utilisant la fonction d'origine en utilisant les cotes indiquées ci-dessous.

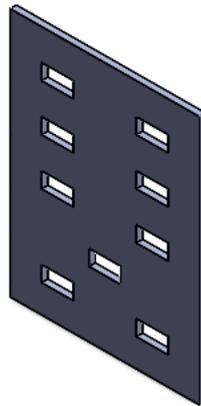
Utilisez l'option Occurrences à omettre pour supprimer les occurrences non désirées.



5. *Enregistrer la pièce.*

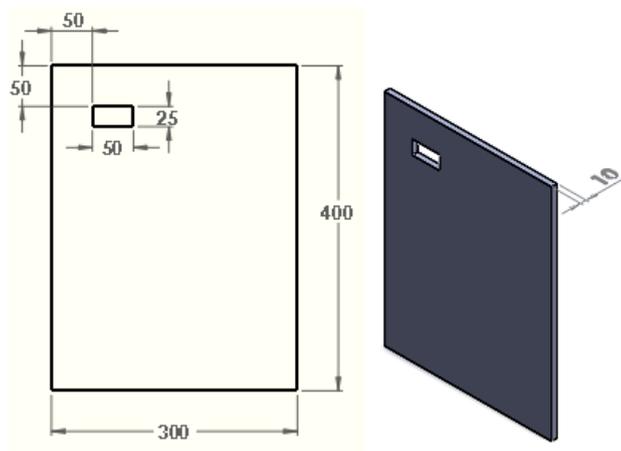
EXERCICE 16 : CACHE BOITIER

Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.

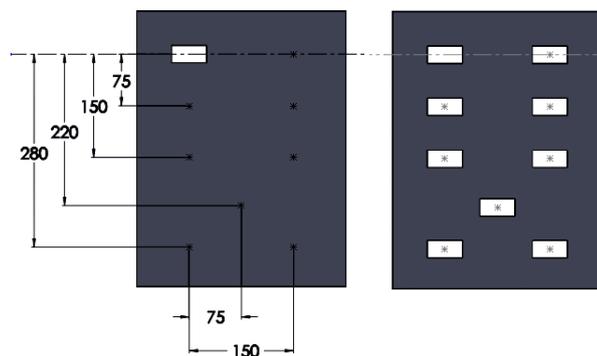


1. *Nouvelle pièce.*
Créez un nouveau fichier de pièce.

2. *Créer la pièce.*
Utilisez les graphiques suivants pour créer la pièce.
Créez l'enlèvement de matière par une fonction séparée.



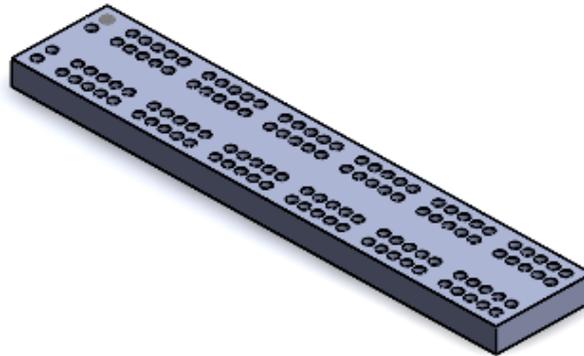
3. *Répétition pilotée par une esquisse.*
Utilisez les cotes indiquées pour contraindre l'esquisse utilisée dans la répétition pilotée par une esquisse.



4. *Enregistrer la pièce.*

EXERCICE 17 : PIECE MECANIQUE

Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.



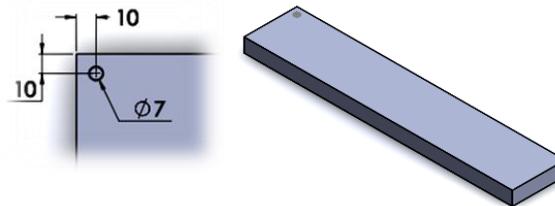
1. *Fonction de base.*

Créez un bloc de **75 x 380 x 20 mm**. Il sera utile d'utiliser un plan centré le long de la direction de la longueur.



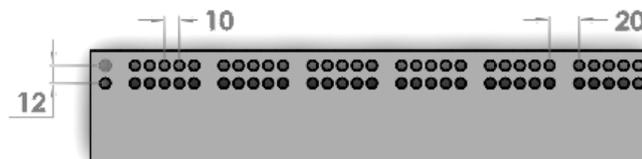
2. *Fonction d'origine.*

Créez la fonction d'origine à l'aide de l'assistance pour le perçage et en choisissant un trou ANSI MM.



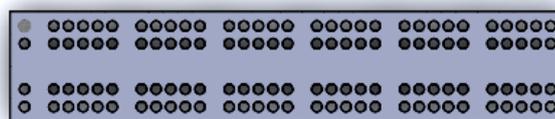
3. *Répétition.*

Répétez le perçage, en omettant des occurrences comme montré dans la figure ci-dessous.



4. *Répéter la répétition.*

Symétrisez la répétition pour créer un arrangement symétrique de perçage.



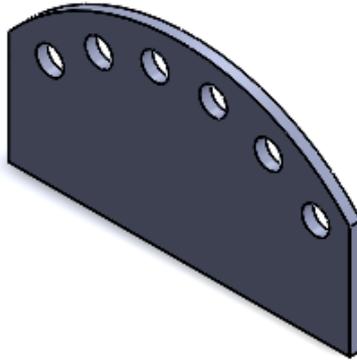
5. *Changer.*

Changez le diamètre du perçage en le réglant à **8 mm** et reconstruisez.

6. *Enregistrer la pièce.*

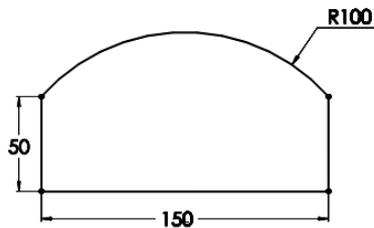
EXERCICE 18 : PIECE MECANIQUE

Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.



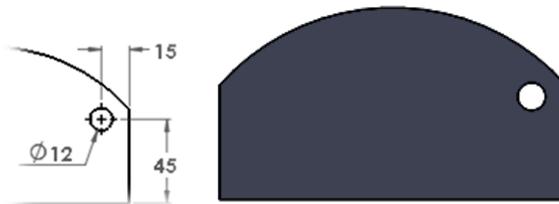
1. *Fonction de base.*

Créez l'esquisse ci-après et extrudez à une profondeur de **5 mm**.



2. *Fonction d'origine.*

Créez la fonction d'origine à l'aide de l'enlèvement de matière comme indiqué sur la figure ci-dessous.



3. *Répétition.*

Répétez le trou, en utilisant la répétition pilotée par une courbe, en réglant le nombre d'occurrences à **6** et l'espacement à **30 mm**.



4. *Enregistrer la pièce.*

9. FONCTIONS REVOLUTION & BALAYAGE

EXERCICE 19 : BRIDE

Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.



1. *Nouvelle pièce.*

Créez un nouveau fichier de pièce.

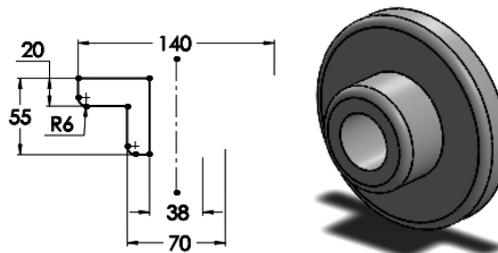
2. *Créer la pièce.*

L'intention de conception de cette pièce est la suivante :

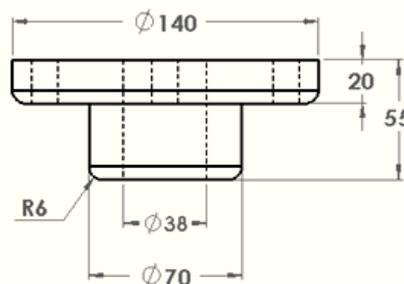
- Les perçages dans la répétition sont uniformément espacés.
- Les perçages ont des diamètres égaux.
- Tous les congés sont égaux (**R6 mm**).

3. *Vues cotées.*

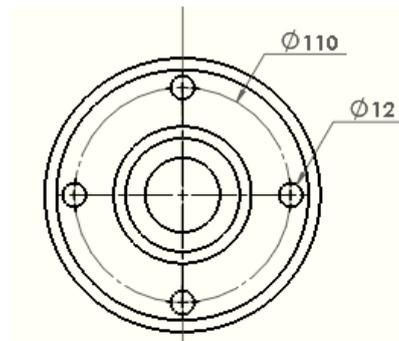
Utilisez la description de l'intention de conception et les graphiques suivants pour créer la pièce.



Vue de dessus



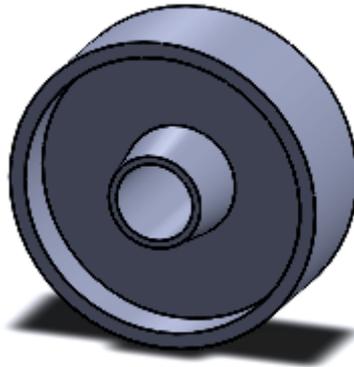
Vue de face



4. *Enregistrer la pièce.*

EXERCICE 20 : MOLETTE

Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.



1. *Nouvelle pièce.*

Créez un nouveau fichier de pièce.

2. *Créer la pièce.*

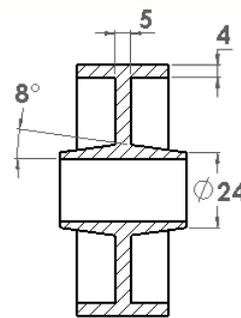
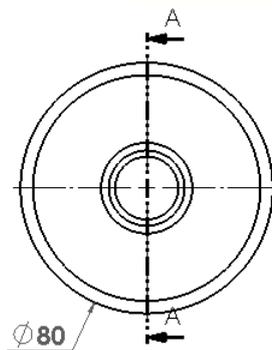
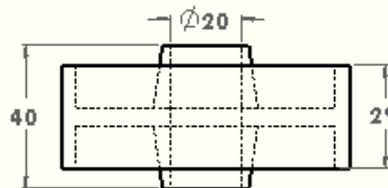
L'intention de conception de cette pièce est la suivante :

- La pièce est symétrique par rapport à l'axe du moyeu.
- Le moyeu à une dépouille.

3. *Vues cotées.*

Utilisez la description de l'intention de conception et les graphiques suivants pour créer la pièce.

Vue de dessus

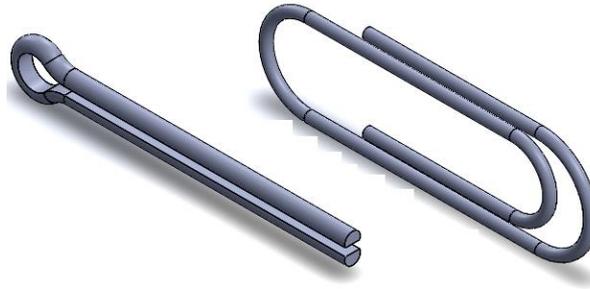


COUPE A-A

4. *Enregistrer la pièce.*

EXERCICE 21 : GOUPILLE FENDUE & ATTACHE-LETTRE

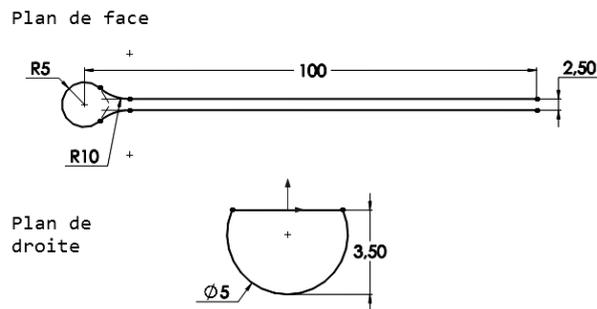
Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.



A. GOUPILLE FENDUE

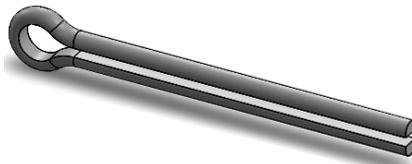
1. Profil & Trajectoire.

Esquissez le profil et la trajectoire sur le plan indiqué comme illustré ci-après.

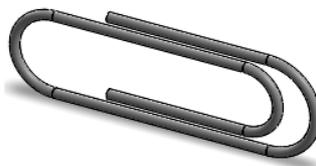
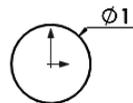
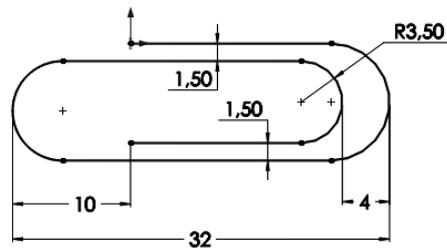


2. Balayage.

Utilisez la fonction balayage pour créer la pièce en se basant sur le profil et la trajectoire.



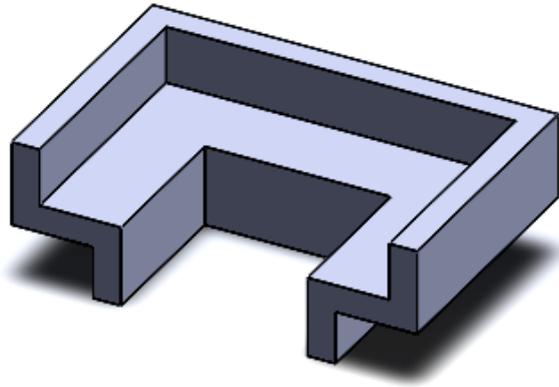
B. ATTACHE-LETTRE



3. Enregistrer la pièce.

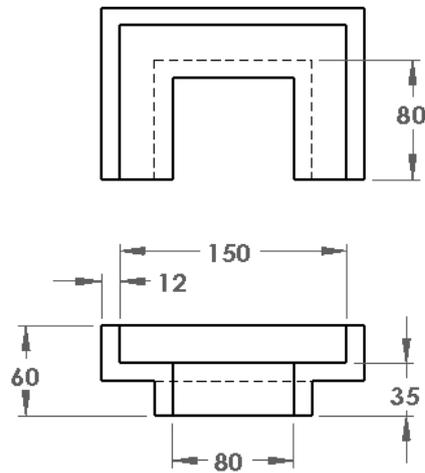
EXERCICE 22 : PIÈCE MECANIQUE

Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.



1. Profil & Trajectoire.

Utilisez les graphiques suivants pour créer le profil adéquat et la trajectoire afin de créer la pièce en utilisant la fonction balayage.

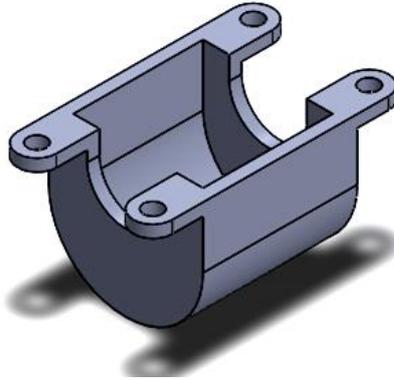


2. Enregistrer la pièce.

10. FONCTIONS COQUES & NERVURES

EXERCICE 23 : PIECE MECANIQUE

Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.



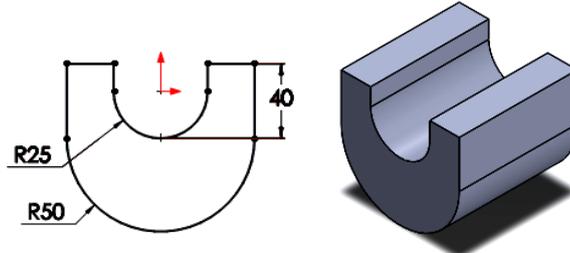
1. *Nouvelle pièce.*

Créez un nouveau fichier de pièce.

2. *Esquisser et extruder*

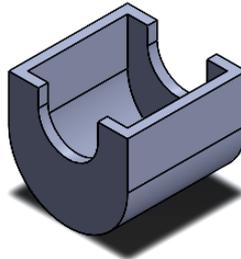
Créez cette esquisse sur le plan de Face.

Extrudez l'esquisse, en utilisant la condition de fin Plan milieu, à une profondeur de **100 mm**.



3. *Coque*

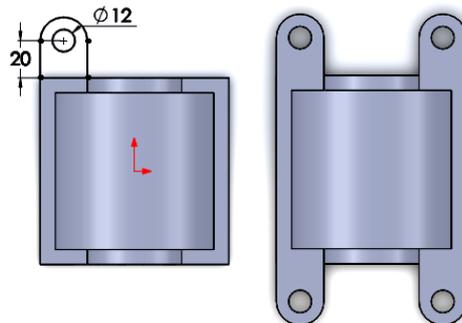
Cliquez sur la fonction coque pour créer des parois minces, en réglant l'épaisseur à **8 mm** puis sélectionnez les faces à enlever.



4. *Pattes*

Créez l'esquisse puis extrudez à **8 mm** comme indiqué.

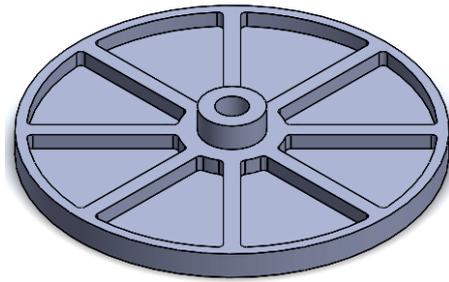
Symétrisez la fonction pour créer les autres pattes.



5. *Enregistrer la pièce.*

EXERCICE 24 : PLATEAU DE COMPRESSION

Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.



1. *Nouvelle pièce.*

Créez un nouveau fichier de pièce.

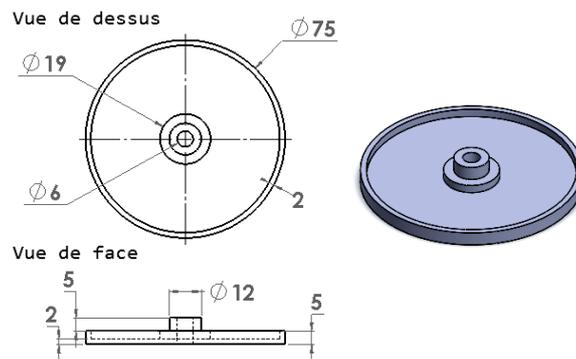
2. *Intention de conception.*

L'intention de conception de cette pièce est la suivante :

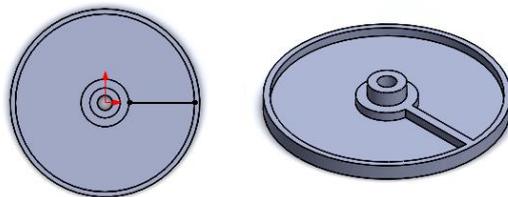
- La pièce est symétrique.
- Les nervures sont uniformément espacées.
- Tous les congés et arrondis sont de **1 mm**.

3. *Créer la fonction de base.*

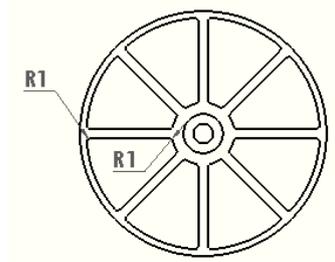
Utilisez la description de l'intention de conception et les graphiques suivants pour créer la fonction de base.



4. *Créer la nervure.*



5. *Congés et répétition.*



6. *Enregistrer la pièce.*

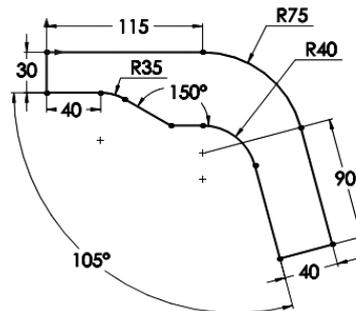
EXERCICE 25 : CACHE SECHE-CHEVEUX

Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.



1. *Esquisse.*

Créez cette esquisse sur le plan de face.

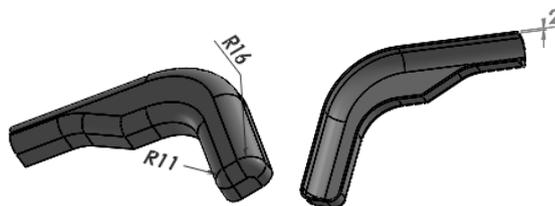


Extrudez l'esquisse à une profondeur de **25 mm**.

2. *Dépouille, arrondis et coque.*

Ajoutez une dépouille de **2°** à toutes les faces, à l'exception de la face de sortie, en utilisant la face arrière comme face neutre.

Ajoutez des arrondis comme illustré.

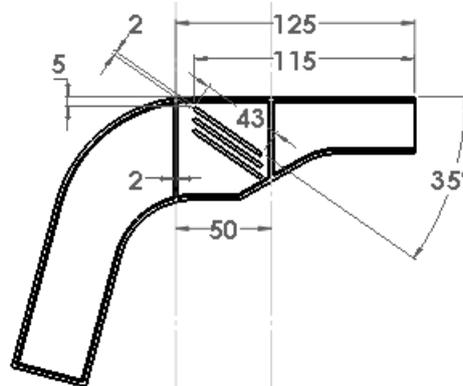


3. *Terminer la pièce.*

Complétez cette pièce en utilisant les instructions suivantes.

Les nervures et les événements ont la même taille.

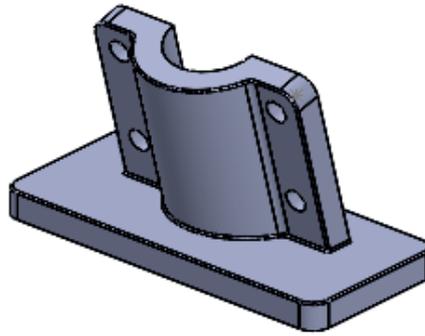
Les événements sont espacés uniformément de **6 mm**.



4. *Enregistrer la pièce.*

EXERCICE 26 : PIÈCE MECANIQUE

Créez cette pièce en utilisant les informations et les cotes fournies.

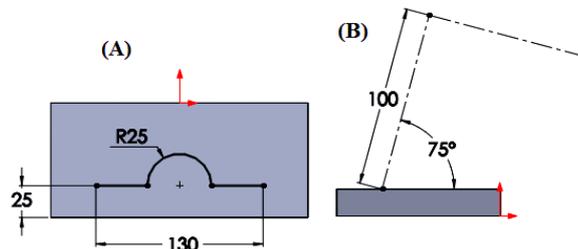


1. *Esquisser et extruder*

Créez un volume de **200 x 90 x 15 mm**.

Créez l'esquisse A sur la face de dessus du volume.

Créez l'esquisse B sur la face de droite du volume.

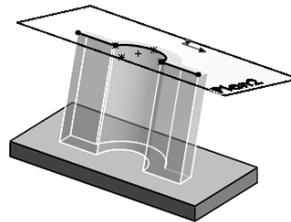


2. *Convertir les arrêtes*

Créez un plan (1) par rapport à l'esquisse B et convertir les arrêtes de l'esquisse A.

3. *Fonction mince*

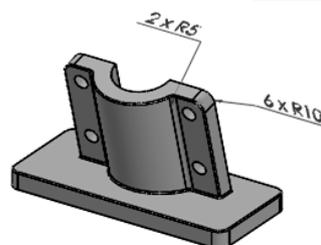
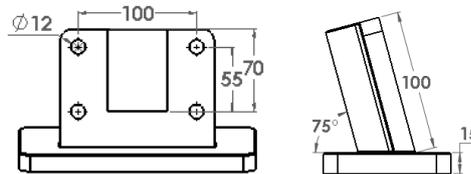
Extrudez l'esquisse, en utilisant l'option « Fonction mince », à une profondeur de **15 mm**.



4. *Terminer la pièce.*

Complétez cette pièce en utilisant les graphiques ci-après.

Sauf indication contraire, tous les congés et arrondis font **1 mm**.



5. *Enregistrer la pièce.*

REFERENCES

1. SITES INTERNET :

- https://fr.wikipedia.org/wiki/Conception_assist%C3%A9e_par_ordinateur.
- http://help.solidworks.com/2017/french/SolidWorks/sldworks/c_introduction_toplevel_topic.htm.

2. LES OUVRAGES :

- **Conception assistée par ordinateur (CAO), Techniques de l'ingénieur,**
Auteur(s) : Patrick GILLET, Date de publication : 10 août 1994
- **Guide de l'étudiant du logiciel SolidWorks. Dassault Systèmes « Solidworks education ».**
- **Principes de l'utilisation de Solidworks, Training Solidworks 2013. ALCAD Works**