

Ministère de l'Éducation Nationale
Direction de l'Enseignement Scolaire

STRUCTURES MÉTALLIQUES

**TUTORIAUX
SOLIDWORKS**

**TOUTES
FORMATIONS**



Avant propos

Les évolutions des technologies, des contenus de formation et des pratiques pédagogiques nécessitent une adaptation constante des connaissances des enseignants.

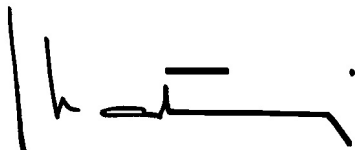
La formation continue des professeurs qui en découle est organisée essentiellement autour des services académiques de formation des personnels.

Le réseau national de ressources STRUCTURES MÉTALLIQUES, sous l'autorité de la Direction de l'Enseignement Scolaire et de l'Inspection Générale développe une politique de ressources pour la formation continue des enseignants.

Au travers des différents dossiers et fascicules élaborés par des professeurs du «terrain», le réseau permet de soutenir et d'accompagner cette formation, c'est-à-dire :

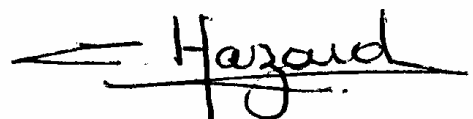
- ❑ favoriser l'auto-formation des enseignants, à leur rythme, selon leurs besoins et sur leur lieu de travail ;
- ❑ proposer des réponses aux besoins et aux problèmes posés;
- ❑ apporter des informations aux corps d'inspection qui sont les relais avec le «terrain»;
- ❑ élaborer des supports de formation pouvant être utilisés par les inspecteurs et les services académiques de formation.

C'est dans cette optique que vous sont proposés les dossiers ressources STRUCTURES MÉTALLIQUES.



Guy MATTEUDI
Inspecteur Général

Groupe Sciences et Techniques Industrielles



Claude HAZARD
Inspecteur Général Honoraire

Les travaux présentés concernent trois tutoriaux destinés à la formation des enseignants à la conception de maquettes volumiques à l'aide de SOLIDWORKS

Ils sont adaptables à la pédagogie d'enseignement dans des classes de tout niveau.

Ce dossier à été élaboré par :

Mr Thierry TACQUET

Professeur de Construction à
l'IUFM Villeneuve d'Ascq (59)

Coordination du réseau de ressources
M. Claude LEBERT
Professeur à l' IUFM des Pays de la Loire



Réseau National de Ressources Structures Métalliques
IUFM - 23, rue du Recteur Schmitt - BP 92235 - 44322 Nantes Cedex 3
Téléphone - Fax : 02.40.93.38.32
Mél : crsm@paysdelaloire.iufm.fr – <http://www.crdp-nantes.cndp.fr/crsm>

SOMMAIRE

INTRODUCTION Page 4

THEME D'ETUDE 1 : CONDENSEUR Page 6

THEME D'ETUDE 2 : SUPPORT DE RESERVOIR Page 18

THEME D'ETUDE 3 : TUYAUTERIE Page 26

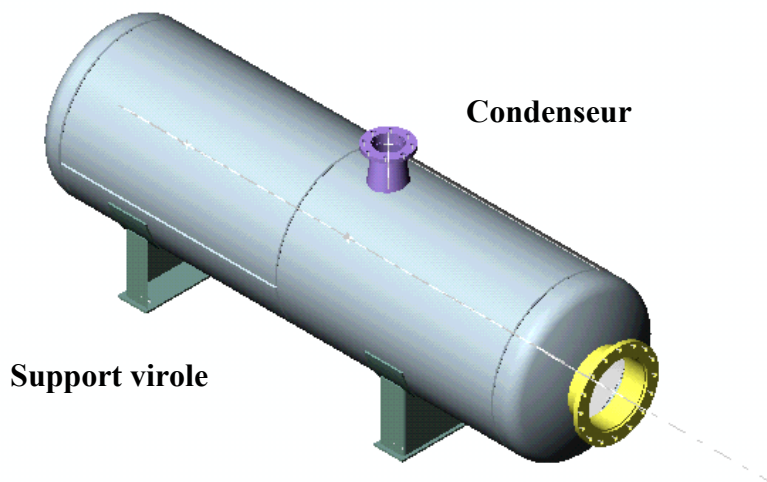
INTRODUCTION ET OBJECTIFS

Les travaux présentés concernent trois tutoriaux destinés à la formation des enseignants à la conception de maquettes volumiques à l'aide de **SOLIDWORKS**.

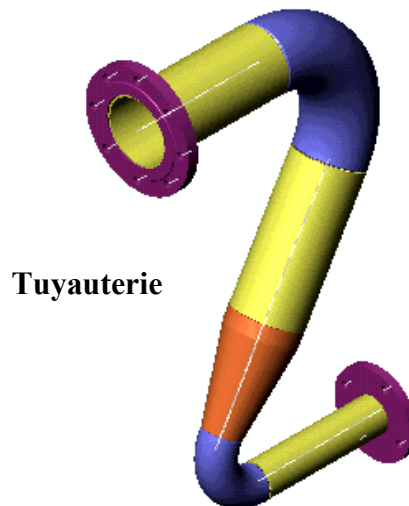
Ils sont adaptables à la pédagogie d'enseignement dans les classes de Bac Pro, de baccalauréat Sti option structures métalliques et dans les classes de BTS réalisation d'ouvrages chaudronnés.

Les titres de ces tutoriaux sont : *Condenseur, support-virole, tuyauterie*

Les deux premiers tutoriaux se complètent puisqu'ils réalisent la maquette suivante.



Le dernier réalise la tuyauterie ci-contre



L'expérience acquise en formation montre qu'il est souvent inutile de trop détailler les consignes de travail, car les formés recherchent à juste raison l'autonomie et lisent mal les textes qui commentent les figures !

Les commentaires qui suivent précisent les objectifs suivis et les pré-requis nécessaires à chaque tutorial.

Condenseur

Les pièces qui le constituent sont relativement simples; cependant leur taille oblige à une bonne compétence dans la manipulation des outils de visualisation.

Les échelles des polices de caractère sont à choisir avec soin, si on veut travailler avec confort !

Les assemblages de pièces posent les mêmes problèmes, car les sélections de surfaces sont souvent délicates (utiliser des "*filtres de sélection*", ainsi que l'outil "*sélectionner autre*" et *Y/N* obtenu par clique droit).

Je ne vous conseille donc pas de démarrer par celui là si vos connaissances sont modestes.

Pré-requis :

Fonctions simples de création de pièces simples :

- manipulation des entités d'esquisse - outils d'esquisse - contraintes géométriques -

Objectifs :

Apprendre une méthodologie de création de pièces de grande dimension. Appliquer les méthodes d'assemblage qui se rapprochent le plus des méthodes de fabrication.

Support-virole

Cette maquette est idéale pour débiter.

Les pièces qui la constituent sont suffisamment simples et détaillées pour ne pas pénaliser les débutants.

Pré-requis :

Bases du logiciel : ouvrir un fichier pièce, ouvrir une esquisse, manipuler les outils élémentaire d'esquisse, appliquer des relations de géométrie, coter.

Objectifs :

Conforter les acquis, définir la cotation d'une esquisse et la contraindre, positionner complètement géométriquement des éléments simples.

Éditer un éclaté.

Tuyauterie

Cet ensemble permet à la fois de réorganiser les acquis précédents grâce à deux aides de création de pièces (aide pour la bride, aide pour la réduction concentrique) mais aussi d'aborder assez complètement *les familles de pièces et les configurations de pièces*.

Pré-requis :

Bases du logiciel : ouvrir un fichier pièce, ouvrir une esquisse, manipuler les outils élémentaires d'esquisse, appliquer des relations de géométrie, coter.

Objectifs :

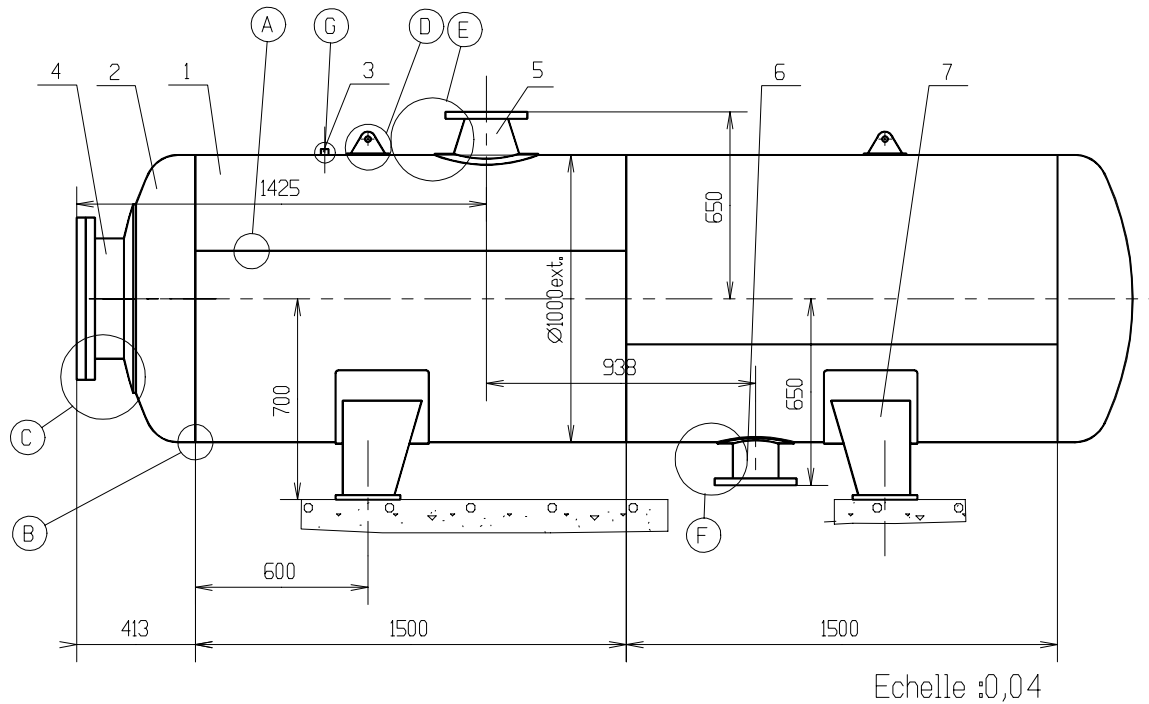
Configurations, familles de pièces sous EXCEL, assemblage plus complexe.

THEME D'ETUDE 1

CONDENSEUR

OBJECTIFS ET DONNEES

On donne le plan d'un appareil horizontal destiné à condenser de la vapeur d'eau.
L'objectif est la définition pas à pas de la maquette virtuelle sous le modèleur volumique solidworks.



Le plan ci dessus représente en vue extérieure simplifiée, un réservoir horizontal destiné à condenser de la vapeur d'eau.

L'intérieur de l'appareil n'est pas étudié.

Cette capacité horizontale se compose des éléments suivants :

- (1) Deux viroles de \varnothing extérieur 1000, longueur 1500 réalisées à partir de tôle de 4000×1500
- (2) Deux fonds emboutis type GRC (grand rayon de carre), hauteur de bord droit 60
- (3) Une prise de température (bossage taraudé) pour sonde filetée G3/4 longueur 20
- (4) Une tubulure pour trou d'homme DN400 fermée par un couvercle manœuvré par palan
- (5) Une tubulure tronconique d'arrivée de vapeur de dimensions : DN150 – DN200
- (6) Une tubulure de sortie d'eau condensée réalisée par un tube de DN 150
- (7) Deux supports standards NF E 86330 de type berceau

CALCUL

L'étude de calcul est faite selon le code d'appareil à pression **C.O.D.A.P**

Données de calcul

Catégorie C :

Pression de calcul : 8 bar

Température de calcul : 100°C

Matériaux : - *Virole et fonds S235 tubes TU37b*

Contrainte de calcul pour la virole et les fonds : 60 MPa

Contrainte de calcul pour les tubes : 50 Mpa

Coefficient de soudure : Catégorie C : $z = 0,7$

Surépaisseur de corrosion : 1 mm

Nota : On admettra les valeurs suivantes qui dépendent des qualités de tôle et des procédés de fabrication :

- Amincissement des tôles en fabrication : 0,1

- Tolérance en moins sur les épaisseurs de brut : 0,2

Résultats d'étude

Virole :

- épaisseur nominale de commande 12 mm

Trou d'homme :

- tube \varnothing ext. 406,4 épaisseur 8,8 selon NF A 49111

- bride plate à souder PN10 DN400 NF A 29.282

- couvercle de même épaisseur que la bride sur joint ép. 3 assemblé par Vis H M24-100.54- 8.8 et écrou H M24-8.8.

- anneau renfort de largeur 116 épaisseur 10.

Fonds :

- GRC à grand rayon de carre : épaisseur de commande 14 mm

Tubulure d'entrée :

- entrée : bride PN10 DN 150

- tube \varnothing 168,3 épaisseur 4,5 ; longueur 40mm.

- réduction concentrique NF A 49184 \varnothing 219,1 épaisseur 5,9 - \varnothing 168,3 épaisseur 4,5 ; longueur 220.

- Anneau renfort largeur 66 épaisseur 4 .

Tubulure de sortie :

- tube pénétrant non débouchant \varnothing 168,3 épaisseur 4,5 ; longueur 162mm.

- anneau renfort largeur 54, épaisseur 4.

METHODE DE TRAVAIL

Virole

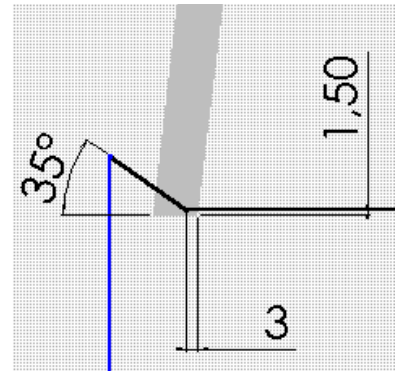
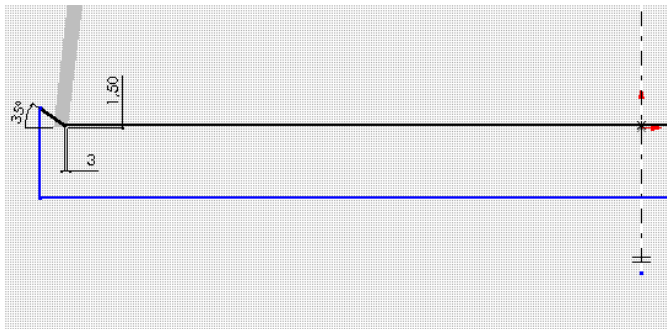
La partie cylindrique constituant le corps de l'appareil sera constituée de quatre demi-viroles assemblées par soudure (les soudures ne seront pas créées ; en effet, seules les préparations de bord sont intéressantes en fabrication).

Création d'une demi-virole :

- tracer sur le plan P1 une esquisse d'arc de rayon ext. 500 et d'angle au centre 180°, et effectuer un *bossage extrusion de pièce mince* (épaisseur 12) sur une longueur de 1500.

Préparations des bords :

- *Faces rectilignes* : tracer sur le plan P1 (le même que le précédent) l'esquisse suivante :

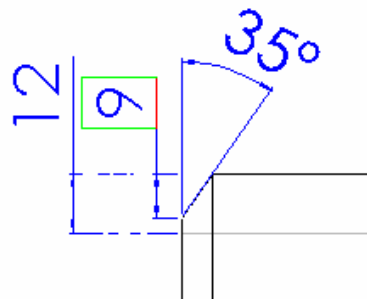


- Effectuer la symétrie d'esquisse et procéder à un *enlèvement de matière par extrusion*.

- *Faces demies circulaires* :

Sélectionner les arêtes circulaires et effectuer une *fonction chanfrein* de 9mm à 35°.

Cette méthode permet d'obtenir rapidement un talon de 3 mm.



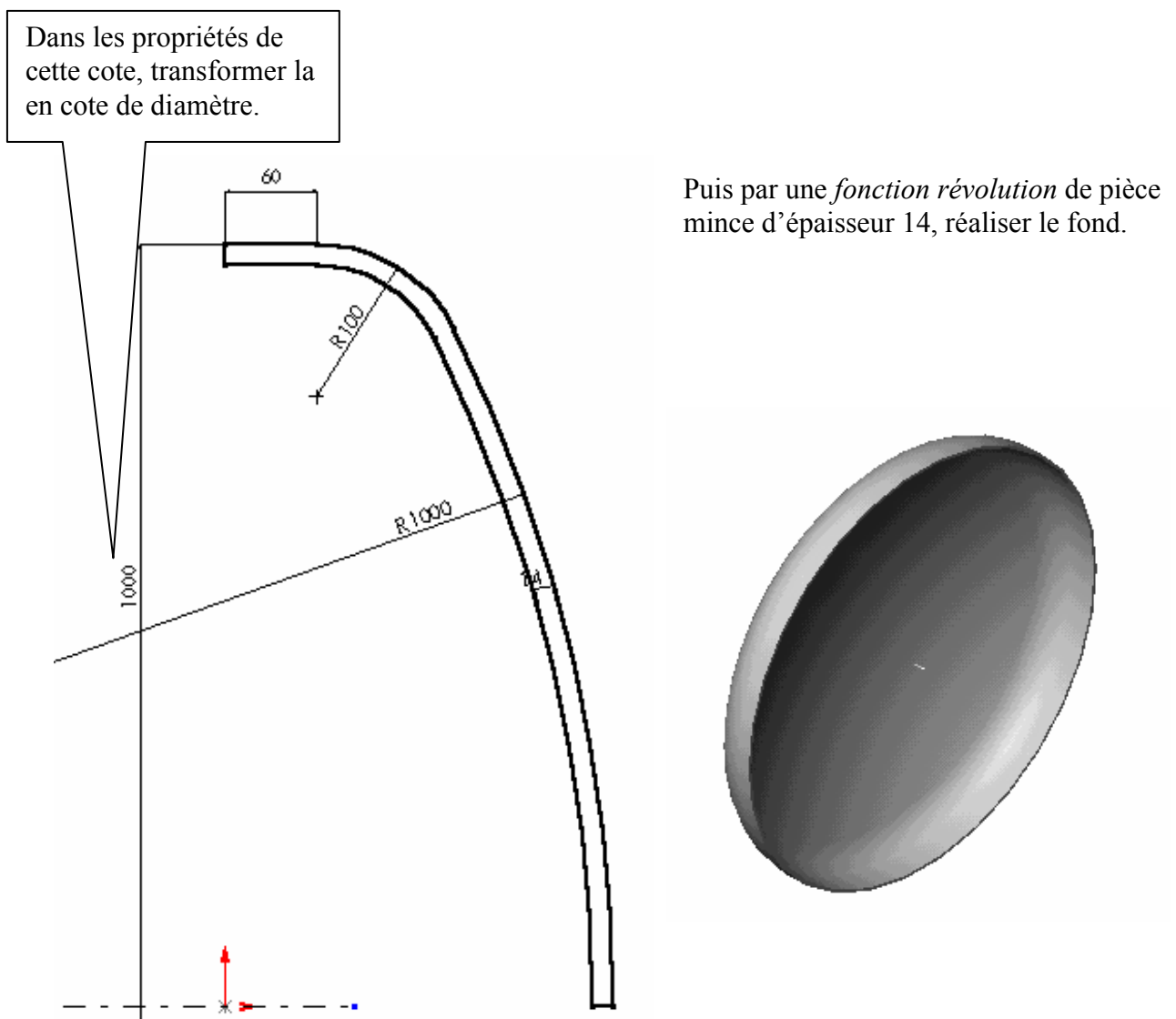
Sauvegarder sous le nom : **demi-virole**

Fond torisphérique à grand rayon de carre

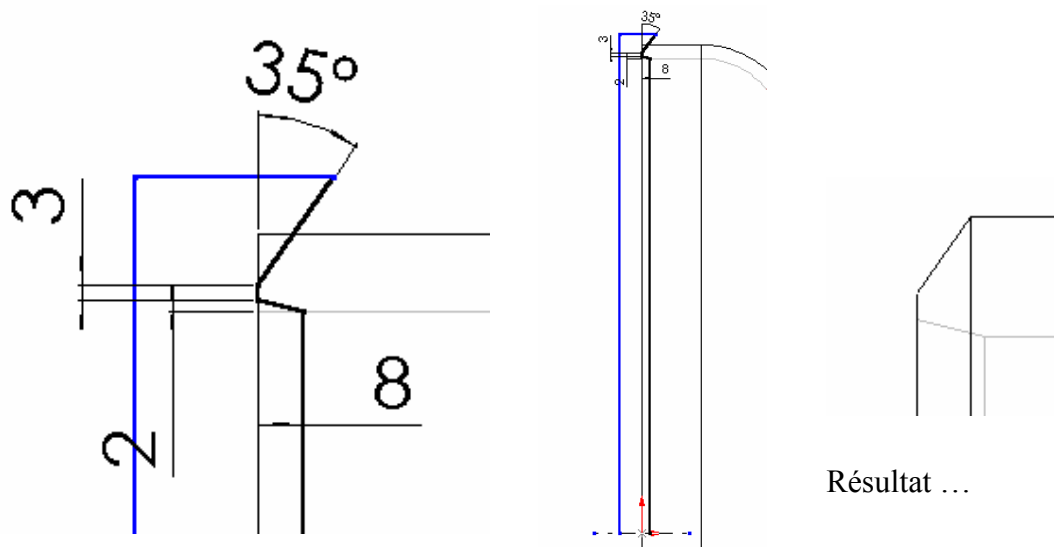
Ce type de fond est constitué d'une portion de sphère de rayon R , d'un tore de rayon $r = R/10$ appelé rayon de carre, et d'un cylindre de diamètre extérieur $D = R$, et de hauteur H (bord droit).

Méthode de travail :

Créer une esquisse contenant l'arc de rayon extérieur 1000 de *centre situé sur l'axe*, le rayon de carre de 100 et le segment de bord droit de longueur 60, *toutes ces entités étant tangentes* entre elles. Attention : il est conseillé de faire coïncider la base du fond avec l'origine ; ceci permettra de *placer la face plane dans le plan 3*.



Préparation de bord avec amincissement (délardage)



Sur le plan P1, effectuer l'esquisse ci dessus et demander un *enlèvement de matière par révolution*.

Sauvegarder la pièce ainsi créée : FOND.

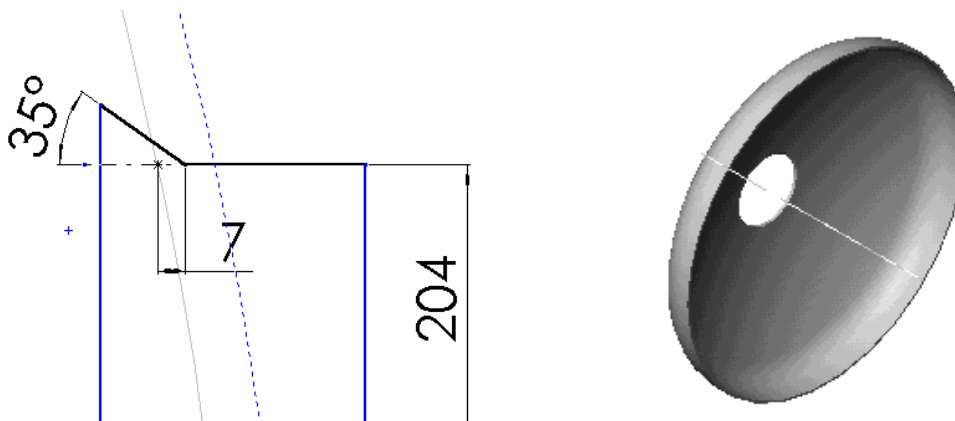
Fond torisphérique à grand rayon de carre alésé côté trou d'homme

Effectuer simultanément l'alésage et la préparation de bord correspondant au passage du tube « trou d'homme » par *enlèvement de matière par révolution*.

Remarques : pour placer la cote 7 mm, vous devez d'abord créer *un point* à l'intersection de la ligne et du cercle intérieur.

L'alésage a pour rayon 204 mm.

Fermer l'esquisse jusqu'à l'axe et faire un *enlèvement de matière par révolution*.



En utilisant l'outil *mesurer*, déterminer la distance entre le plan 3 (contenant la face plane de ce fond) et l'arête circulaire intérieure obtenue avec la dernière préparation de bord. Cette mesure est de l'ordre de 217 mm.

Utiliser cette cote pour créer un plan 4 décalé du plan 3, qui servira à assembler le tube trou d'homme.

Sauvegarder cette pièce sous le nom : FOND ALESE.

Tubes trou d'homme et sortie d'eau :

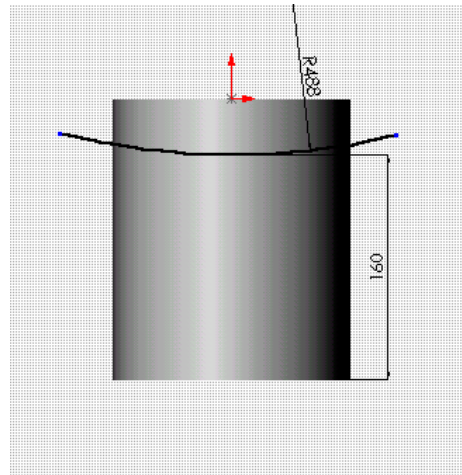
Tube trou d'homme :

- Réaliser un tube de $\varnothing_{\text{ext.}} 406,4$ ép. 8,8 longueur 144 par usage de la fonction « *bossage extrusion d'une pièce mince* ».
- Exécuter l'arrondi de rayon 3 sur l'arête intérieure d'entrée par la fonction *congé d'arête*.

Tube sortie d'eau :

- Réaliser un tube de $\varnothing_{\text{ext.}} 168,3$ ép.4,5 longueur 200 environ de la même façon et faire par *enlèvement de matière par extrusion* la coupe intersection de cylindre de façon à ne pas déboucher dans la virole. La longueur du tube est alors de 160.

Nota : la cote de 160 est obtenue en modifiant les propriétés de la cote entre l'arc et la ligne de base du cylindre.
Cote au minimum de l'arc.



Brides

Définir une bride plate série PN10 de DN150 pour tube de $\varnothing 168,3$ et décliner une configuration pour définir la bride de DN400 pour tube $\varnothing 406,4$.

Un document d'aide est fourni si nécessaire.

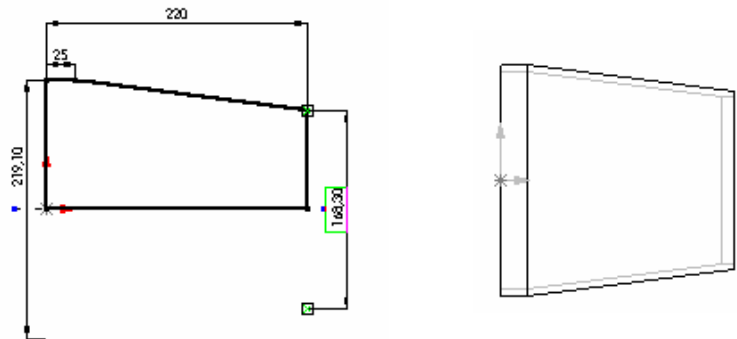


Tubulure tronconique d'entrée

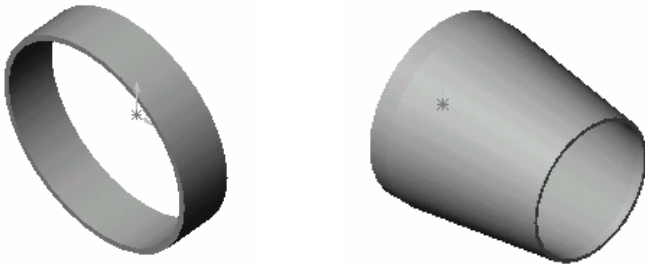
Elle est constituée d'une réduction concentrique de dimensions 219,1×5,9 - 168,3×4,5 longueur 220.

Méthode :

- Esquisse suivante, en modifiant les propriétés des cotes 219,1 et 168,3 entre ligne et ligne de construction, de façon à les rendre du type « diamètre ».
- *bossage révolution*.
- *coque* d'épaisseur 5,9.
- *enlèvement matière par extrusion* côté ép. 4,5



Cette réduction sera soudée, côté bride, à un tube de \varnothing ext. 168.3 ép. 4,5 et longueur 40, qu'il vous faudra définir par *bossage extrusion de pièce mince*.

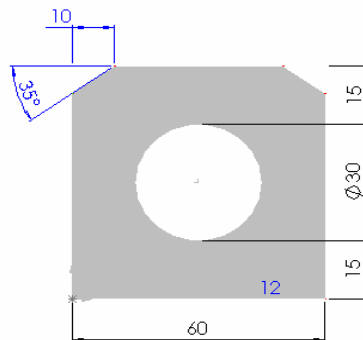


Faire les préparations de bord en employant la fonction chanfrein (angle 35° et 2 à 3 mm de talon)

Oreilles de levage

Elles sont réalisées à partir d'un plat de largeur 60 ép. 12 percé d'un trou de \varnothing 30 pour passage des manilles de soutien des élingues.

Coter au minimum de matière la position du trou par rapport aux plans bas et haut de l'oreille (cotes 15)



ASSEMBLAGES

Procédons tout d'abord à des sous assemblages qui sont en fait à l'image de la fabrication.

Assemblage des éléments constituant le trou d'homme

Dans un nouvel assemblage :

- Assembler le fond alésé avec le tube d'homme :
 - contrainte de coaxialité
 - contrainte de coïncidence entre le plan 4 (qui appartient au fond) et la face plane du tube (côté rayon)
 - pas de contrainte d'orientation
- Sauvegarder l'assemblage sous le nom : « **trou d'homme** »



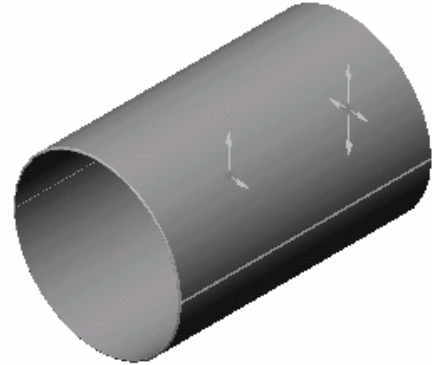
- Amener dans l'assemblage « trou d'homme » la bride DN 400.
- Placer une contrainte de coaxialité entre son alésage et le tube.
- Placer une contrainte de distance de 12 mm entre la face avant de la bride et la face extrême du tube.
- placer une coïncidence de plan entre un plan de la bride et un plan de l'assemblage de façon à orienter angulairement la bride.
- Contrôler visuellement en affichant la visualisation en coupe par le plan 1 de l'assemblage.



Assemblages des éléments constituant le corps

Ouvrir un nouvel assemblage.

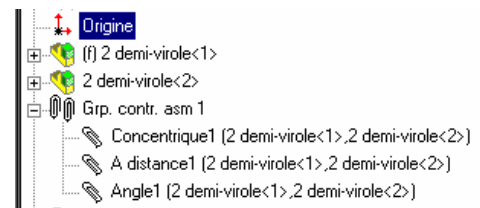
- Insérer deux fois deux **demi-viroles**.
- Placer une contrainte de coaxialité entre elles.
- Placer une contrainte de coïncidence des faces planes de bout.
- Placer une contrainte d'angle entre les bords plans des faces à souder ($0,15^\circ$ à $0,5^\circ$ en tâtonnant) de façon à laisser un jeu de soudage d'environ 3mm.



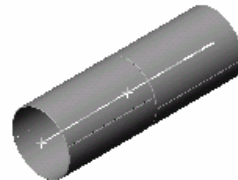
Enregistrer cet assemblage : 2 demi-viroles

Ouvrir un nouvel assemblage

- Insérer deux fois l'assemblage précédent.
- placer une contrainte de concentricité
- placer une contrainte de coïncidence des faces planes
- placer une contrainte d'angle qui oriente les lignes de soudure (distance de 50 mm environ)

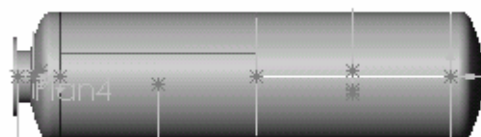


Enregistrer cet assemblage sous le nom : virole



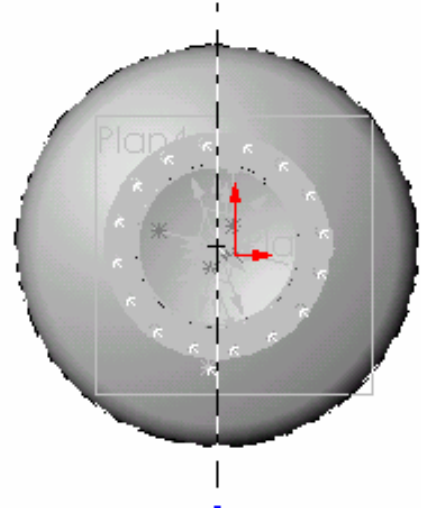
Assemblage avec les fonds

- Insérer les deux fonds et les assembler en respectant les jeux de soudure de 3mm.
- Placer les contraintes de concentricité et de distance (3 mm pour les jeux de soudure) qui permettent les mises en position du fond et de l'assemblage du trou d'homme précédemment fait.



Perçage du trou d'entrée dans le corps :

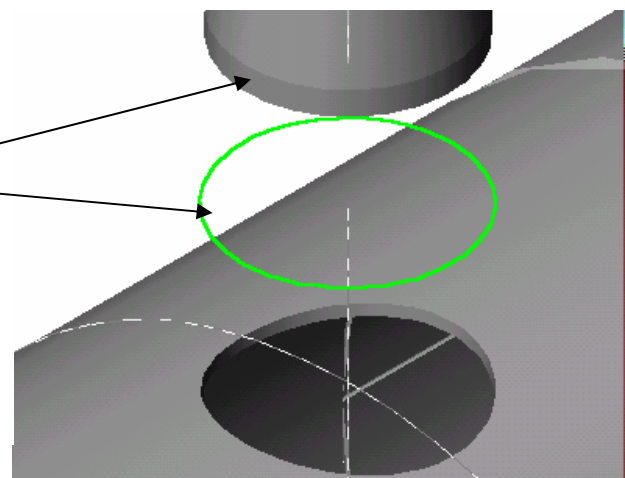
- Ouvrir un nouvel assemblage.
- Insérer l'assemblage précédent « virole et fonds ».
- Insérer l'assemblage « entrée ».
- Créer un plan décalé de 1425-32 (épaisseur de la porte du trou d'homme).
- Ouvrir une esquisse dans ce plan :
- Convertir le \varnothing extérieur de la virole
- Transformer ce cercle en ligne de construction (propriétés de la ligne)
- Tracer une ligne de construction verticale. Cette ligne sera appelée « axe d'entrée ».
- Contraindre cet axe d'entrée à passer par le centre du cercle de construction précédent.
- Quitter l'esquisse.
- Appliquer une contrainte de coaxialité entre l'axe de l'assemblage « entrée » et la ligne précédente « axe d'entrée ».



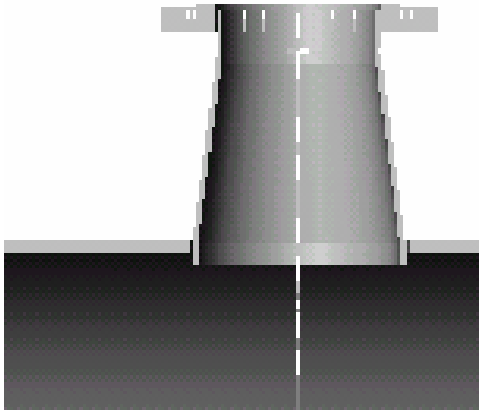
Réalisation du trou dans la virole :

- Créer un plan normal à l'axe d'entrée.
- Sélectionner la demi virole située dans l'axe d'entrée et éditer cette pièce.

- Dans le plan précédemment créé, ouvrir une esquisse.
- Sélectionner le cercle extérieur de la réduction conique et convertir ce cercle dans l'esquisse.
- Effectuer un *enlèvement de matière par extrusion* du type « jusqu'à la surface » en sélectionnant la surface intérieure de la virole.

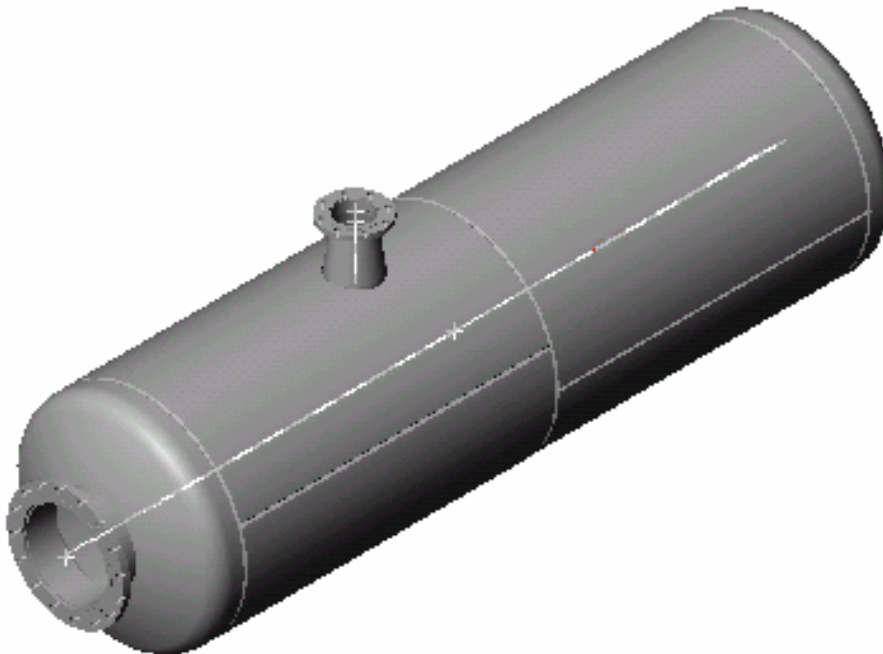


Mise en place de la tubulure



- Placer approximativement la tubulure d'entrée de façon à ce qu'elle pénètre légèrement l'intersection intérieure de la virole.
- Par « outils » et « mesure », mesurer la distance séparant l'axe de la virole et le plan circulaire de la tubulure
- Placer une contrainte de distance égale ou inférieure à la valeur lue.

Résultat de cet assemblage partiel :



THEME D'ETUDE 2

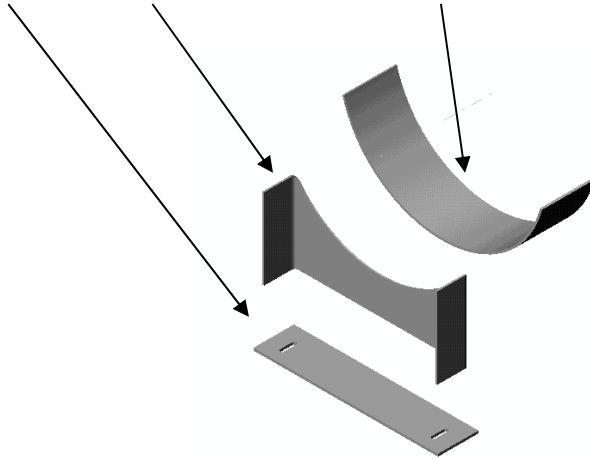
SUPPORT DE RESERVOIR

Vous allez dessiner un support mécano-soudé pour une capacité horizontale de $\varnothing 1000$. Ce support est conforme à la norme **E 86 330**. Le plan au format A3 en définit les cotes.

PREMIERE ETAPE

Création des pièces composant le support de $\varnothing 1000$. Pour cela il faut créer :

- la **semelle**, la **paroi ou toile** et la **fourrure** (*portion de virole qui réalise le berceau*).



Semelle

L'esquisse comprend toutes les découpes ; un simple bossage-extrusion suffit à générer la pièce :

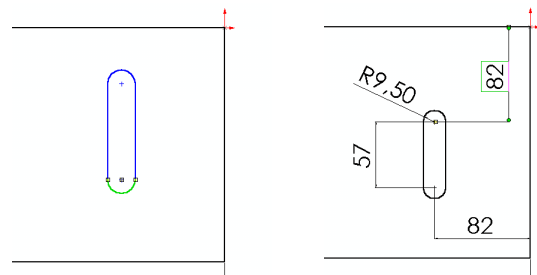
Méthode de création :

1. Ouvrir une esquisse

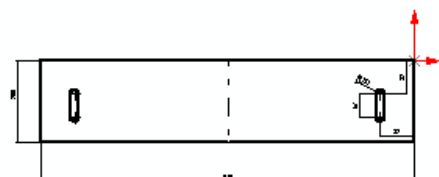
2. tracer un rectangle de dimensions 910x200, ainsi qu'une ligne de construction passant par les milieux des grands côtés.



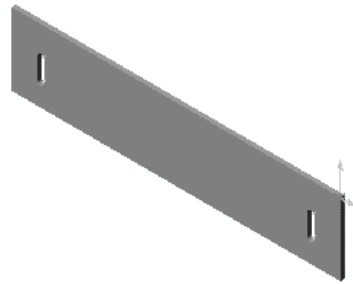
3. tracer deux segments verticaux et deux arcs tangents. Coter. Attention à sélectionner les arcs et non les centres



4. Sélectionner l'ensemble du trou oblong et la ligne de construction, puis demander une symétrie.

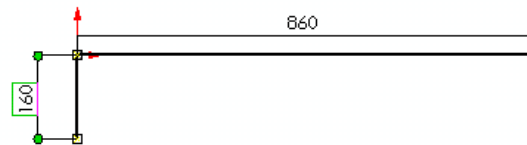


5.Extruder en bossage d'épaisseur 12 mm.

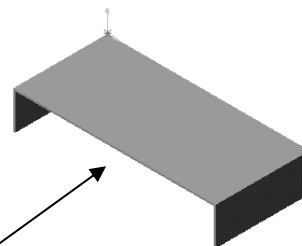


Paroi

- Ouvrir un nouveau fichier Pièce
- Dans une esquisse tracer le contour coté ci contre.



- Effectuer un bossage extrusion de hauteur 400 mm en *fonction mince*. Attention au sens de l'épaisseur située vers l'intérieur du "U"

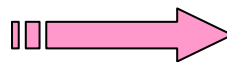


- Insérer une fonction de pliage

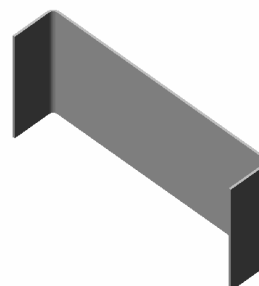


Fonction pli :

Après avoir sélectionné la face intérieure médiane de la paroi, imposer un rayon intérieur de 16 mm et garder les autres paramètres (pertes au pli et facteur K).



résultat

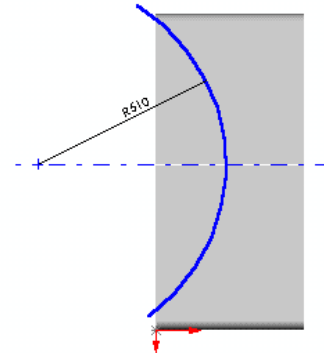


Découpe circulaire :

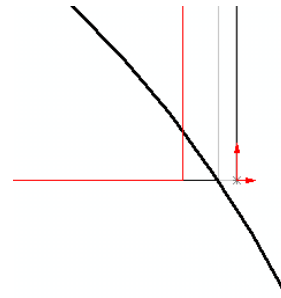
Le rayon intérieur de cette découpe est égal à 510 mm (Rayon extérieur de la virole + épaisseur de la fourrure) et la découpe doit impérativement être tangente à la paroi intérieure du « U »

Méthode :

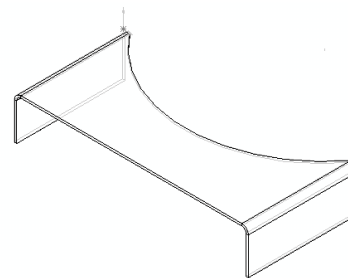
- Sur la face externe du "U", ouvrir une esquisse.
- Tracer un arc "*par son centre*" et une ligne de construction passant par son centre.
- Coter le rayon.



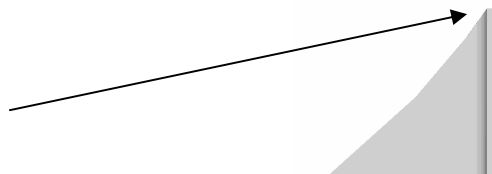
- Dans la boîte de dialogue contrainte, demander *la coïncidence* de l'arc et de l'arête intérieure de l'épaisseur de la paroi.



- Demander un enlèvement de matière à travers tout, en gérant bien les directions d'enlèvement.



- Veiller à contrôler ces zones intersections

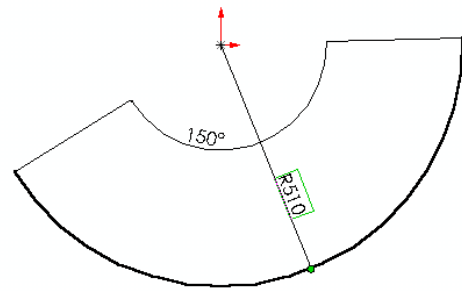


Fourrure

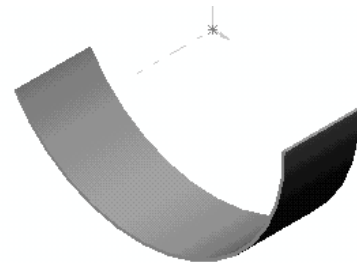
Une simple esquisse et une *extrusion pièce mince* épaisseur 10 longueur 260 suffit à créer la pièce.

Méthode :

- Tracer un arc de centre l'origine.
- Coter le rayon et l'angle au centre (il faut pour ce dernier sélectionner le centre de l'arc, puis les **deux** extrémités)

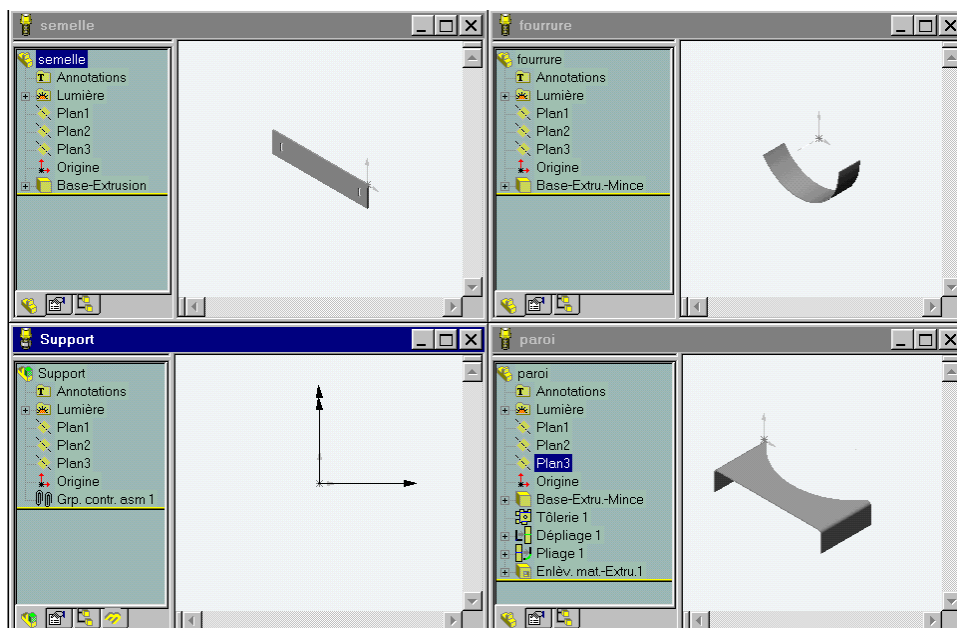


- Extruder sur une longueur de 260 mm.
- Attention au sens de l'épaisseur située à l'intérieur du "U"



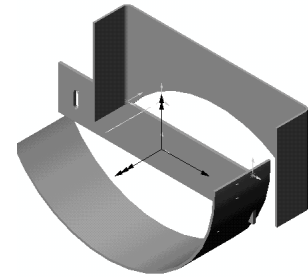
ASSEMBLAGE DES COMPOSANTS

Tous les fichiers **PIECE** précédents étant ouverts, ouvrir un fichier d'assemblage et multi-fenêtrer.



La fenêtre d'assemblage **étant active**, faire glisser les fichiers *semelle*, *paroi* et *fourrure* dans le plan d'assemblage.

Vous constatez que les pièces sont dans l'arbre de création et devant chacune d'elle, un petit signe (f) ou (-) indique si la pièce est **fixée ou encore libre**.



Déplacer les à l'aide de la main de façon à observer leur mobilité.

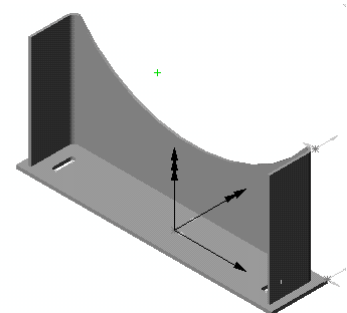


Positionnement de la paroi sur la semelle :

3 contraintes sont nécessaires :

- une coïncidence de plan
- deux distances entre plans.

conseil : filtrer les surfaces

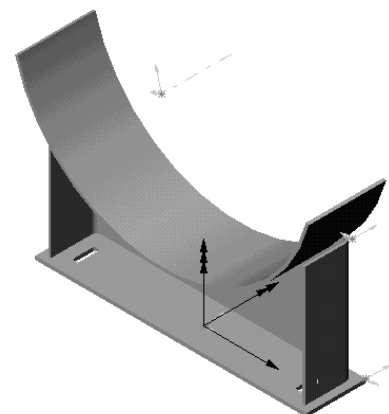
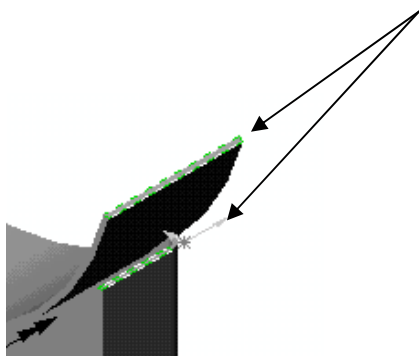


Positionnement de la fourrure sur la paroi :

3 contraintes sont nécessaires :

- Une coaxialité des surfaces cylindriques
- une distance de 50 mm entre plans
- une orientation *angulaire* entre deux faces

Conseil : utiliser l'outil "mesurer" pour déterminer facilement cet angle.



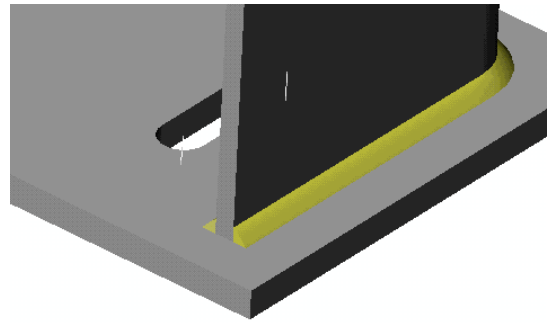
SOUDURES

Insérer les composants « soudure » entre les faces adjacentes de la semelle et de la paroi.

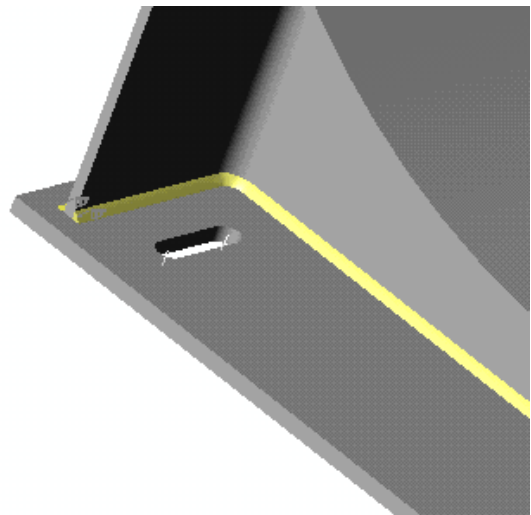
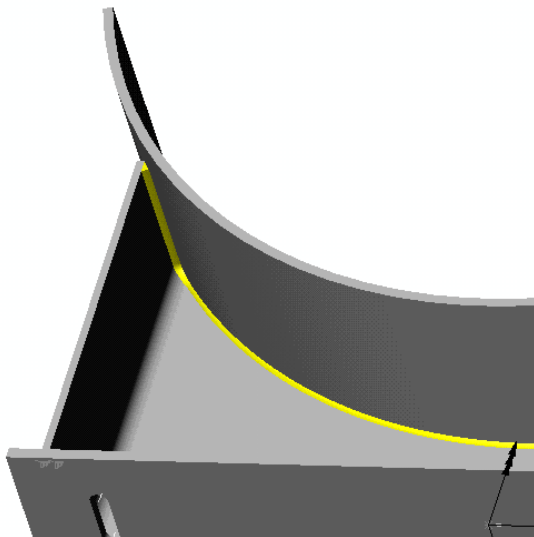
Notas :

"Le rayon de soudure" représente la hauteur du cordon.

Il faut *soigneusement sélectionner* les surfaces pour établir les cordons.



Il est possible que des problèmes surviennent lors de l'établissement des soudures entre la fourrure et la paroi... Dans ce cas, coter les sur la mise en plan sans les représenter.



CREATION D'UN ECLATE

- Sélectionner l'arbre des configurations :



- Par clic droit sur l'icône de titre, ajouter une nouvelle configuration que vous appellerez par exemple "Eclaté"

- Par clic droit sur cette configuration, demander un éclaté automatique.

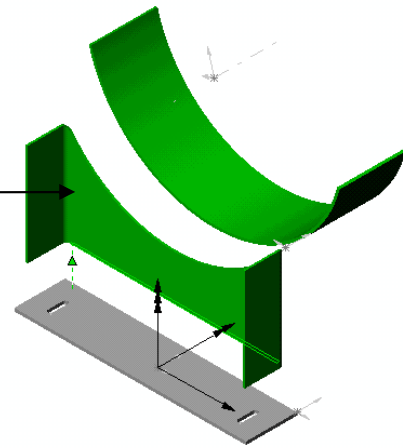
- Retourner dans l'arbre feature manager



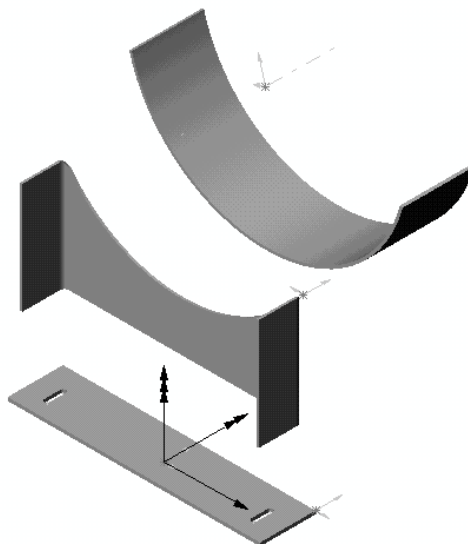
- Par clic droit sur les cordons (bead1 2 3) les cacher.

- Insérer une vue éclatée : choisir « *automatique* » et valider.

- Modifier alors les directions et (ou) les cotes des vecteurs de déplacement en déplaçant à l'aide de la souris les petits carrés verts qui représentent les poignées des vecteurs de translation.



- Organiser au mieux les étapes d'éclatement.



MISE EN PLAN

- Ouvrir un fichier de mise en plan.
- Insérer la vue de face et la vue de gauche.
- Insérer une vue de dessus coupe A-A et deux détails comme ceux réalisés sur le plan fourni.

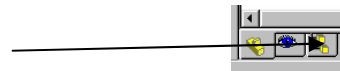
THEME D'ETUDE 3

TUYAUTERIE

FAMILLE DE PIECES ET CONFIGURATIONS

- Compléter éventuellement l'habillage du tableau.

- Cliquer alors sur l'icône « **arbre des configurations** »



Les différentes configurations créées sont visibles. Double - cliquer dessus pour les tracer !...



Sauver « bride plate »

COURBE A SOUDER

Dessin d'une courbe à souder

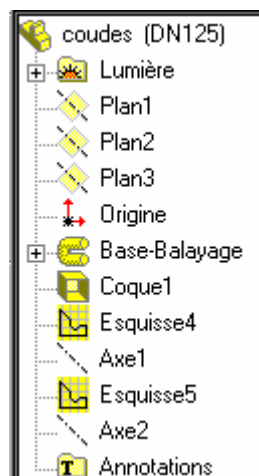
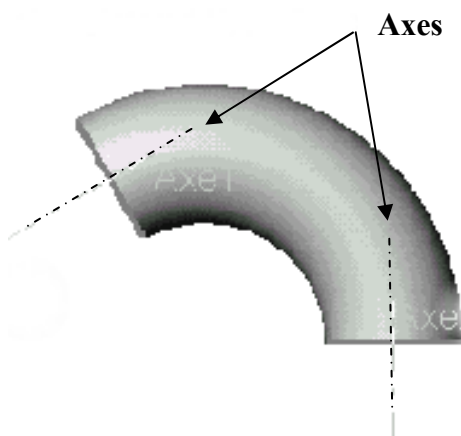
Dessiner la courbe à souder **modèle 3d DN32** pour un tube de \varnothing ext. 38 (voir la documentation page 32 pour les dimensions)

Méthode : (l'ordre est important)

- Ouvrir une esquisse ; tracer un **arc de centre donné** et passant par 2 points ; coter au diamètre correspondant et l'angle à 120° (sélectionner **à la fois** les extrémités de l'arc et son centre).
- Ouvrir une autre esquisse dans un **plan (à créer) contenant une extrémité** de l'arc précédent et **perpendiculaire** à celui ci ; tracer un cercle de \varnothing ext. égal à celui du tube ;
- Effectuer un balayage.
- Effectuer une coque d'épaisseur égale à celle du coude de la documentation.

IMPORTANT : Pour pouvoir assembler ces coudes (qui sont des portions de tore) vous devez créer **des axes aux extrémités**. Pour cela, à chaque extrémité, ouvrir une esquisse et convertir un cercle (le \varnothing int. Par ex) ; quitter l'esquisse et **créer un axe** (de type « **point et surface** ») passant par le centre de ce cercle et contenant le plan de section droite d'extrémité. Ces axes serviront aux contraintes de coaxialité dans les assemblages avec les tubes.

- Sauvegarder avec le nom « **coudes** »



configuration



configuration en cours

Création de plusieurs configurations d'une même pièce :

Créer par exemple 3 configurations de **coudes** : **DN50, DN65, DN125**

ATTENTION à respecter les phases de travail :

- Cliquer sur l'icône « **configuration** » et par clic droit sur le nom de « **coudes** »
- **Ajouter une configuration** et donner-lui le nom de **DN65** ; sélectionner cette « **DN65** »
- Repartir dans la configuration en cours et modifier les cotes de votre coude de façon à obtenir les cotes du coude DN65.
- **Attention à cocher la puce « pour cette configuration » dans le masque de saisie**
- Procéder de la même façon pour le coude DN125.
- Cela fait, il vous suffit de **double-cliquer** sur les configurations pour les dessiner

REDUCTION CONCENTRIQUE

N'en définir **qu'une seule**, celle dont les \varnothing extérieurs sont de **139.7 et 76.1. (DN 125-DN.65)**. Avoir toujours le souci de concevoir la pièce avec un système de cotation identique à celui qui la définit dans la documentation.

Méthode au choix, la plus simple étant un **bossage par révolution du profil extérieur, puis une coque d'épaisseur la plus forte**, puis un **enlèvement de matière** par extrusion pour engendrer l'amincissement coté petit diamètre. Une aide est proposée page 34 en cas de besoin. Sauvegarder sous le nom « **réduction** »

CONFIGURATIONS DE TUBE

Dessiner un tube **DN125 de $\varnothing_{ext.}$ 139,7 ép. 4** de longueur 300 (bossage extrusion pièce mince) et décliner une configuration pour un tube **DN65 de $\varnothing_{ext.}$ 76,1 ép.2,9**.

Sauvegarder sous le nom « **Tube** »

TUYAUTERIE FINALE

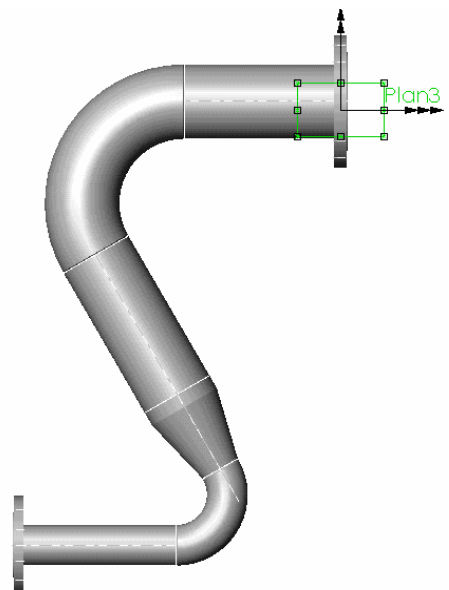
Créer un assemblage pour réaliser le tronçon de tuyauterie suivant.

Afficher *les axes temporaires et les axes* de façon à les voir pour permettre les assemblages.

Par souci de simplification on respectera les conditions suivantes :

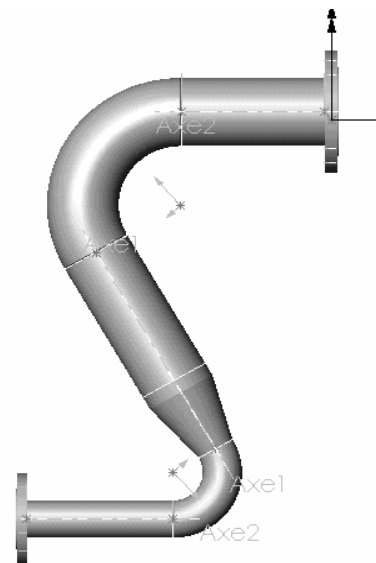
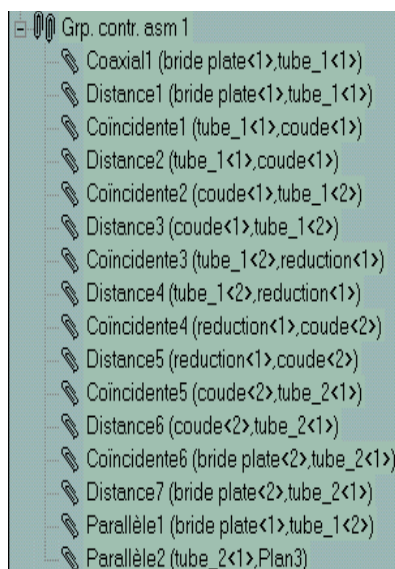
Départ : DN125 - Arrivée : DN 65

- Tous les tubes ont même longueur : **300 mm**
- Les 2 coudes sont de même angle égal à **120°**.
- Les faces d'étanchéité des brides sont en retrait de **3 mm par rapport aux tubes**
- Les jeux de soudure sont de **2 mm**.
- Les faces planes des brides sont **parallèles**.
- La ligne de tuyauterie est **parallèle à un plan de projection (ici plan 3)**.



ASSEMBLAGES

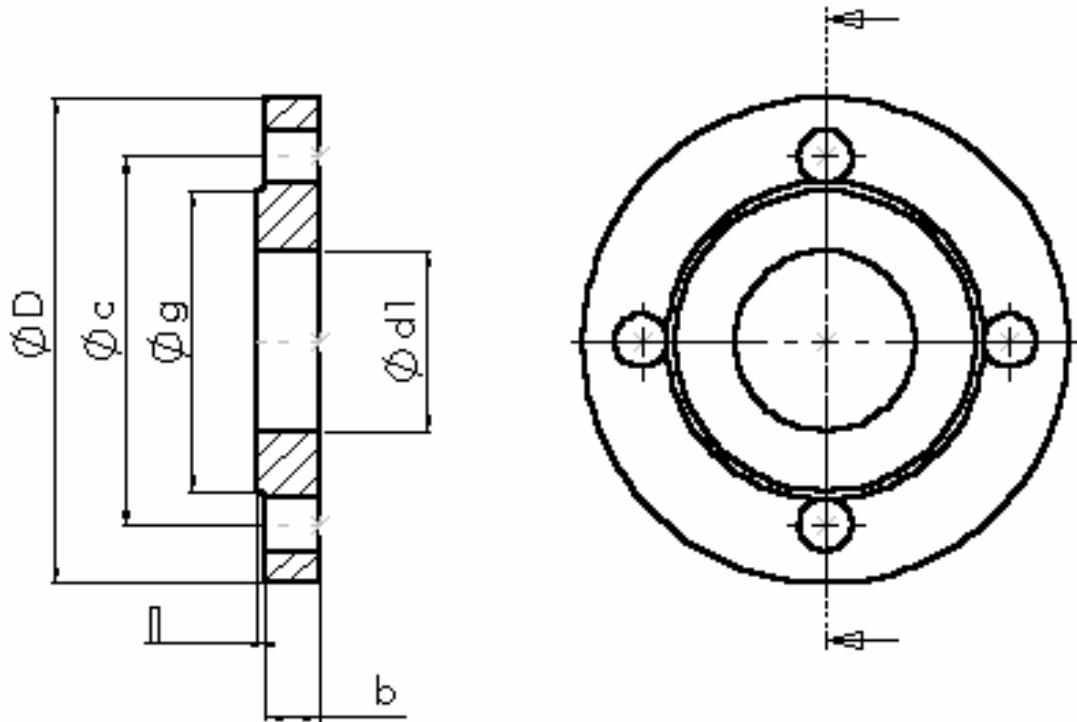
1. Insérer la bride DN 125 dans le document d'assemblage (elle devient fixe par défaut).
2. Insérer (par glissement sur fenêtrage en mosaïque si le fichier est déjà ouvert) le fichier tube de DN 125.
 - a. Placer une contrainte de coaxialité de son axe avec celui de la bride.
 - b. Placer une contrainte de distance (2mm) entre le plan d'appui de la bride et la face plane (à souder) du tube.
3. Insérer la courbe à souder DN125
 - a. Placer une contrainte de coaxialité entre l'axe de la courbe et celui du tube.
 - b. Placer une contrainte de distance (2 mm) entre les faces planes à souder.
 - c. Placer une contrainte de parallélisme entre l'axe du tube et le plan 3 (par exemple), de façon à orienter la tuyauterie.
4. Insérer à nouveau un tube DN125 .
 - a. Placer une contrainte de coaxialité entre l'axe de la courbe et celui du tube.
 - b. Placer une contrainte de distance (2 mm) entre les faces planes à souder.
5. Insérer la réduction concentrique
 - a. Placer une contrainte de coaxialité entre l'axe de la réduction et celui du tube.
 - b. Placer une contrainte de distance (2 mm) entre les faces planes à souder.
6. Insérer une courbe à souder DN65
 - a. Placer une contrainte de coaxialité entre son axe et celui du tube.
 - b. Placer une contrainte de distance (2 mm) entre les faces planes à souder.
7. Insérer un tube DN65
 - a. Placer une contrainte de coaxialité entre son axe et celui de la courbe à souder.
 - b. Placer une contrainte de distance (2 mm) entre les faces planes à souder.
 - c. Placer une contrainte de parallélisme entre l'axe du tube DN 65 et le plan 3 (par exemple), de façon à orienter la tuyauterie.
8. Insérer la bride DN65
 - a. Placer une contrainte de coaxialité entre son axe et celui de la courbe à souder.
 - b. Placer une contrainte de distance (2 mm) entre les faces planes à souder.



DOCUMENTATION DIMENSIONNELLE

Bride plate à souder - série PN10

Suivant NF E 29 282



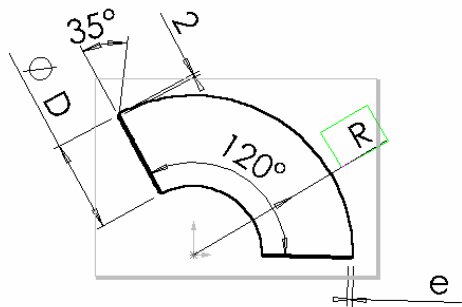
Le rayon du congé est égal à la hauteur j du bossage

Boulons

Diamètre - nominal DN	Diamètre du tube d	Diamètre d'alésage d ₁	D	b	c	Nombre de boulons	Ø des boulons	Ø de passage	σ	j
50	60.3	61.1	165	18	125	4	M16	18	102	3
65	76.1	77.1	185	18	145	4	M16	18	122	3
125	139.7	141.4	250	24	210	8	M16	18	184	3
300	323.9	326.8	460	32	410	12	M24	28	370	4

Courbe à souder modèle 3d

Suivant norme NF A 49.182

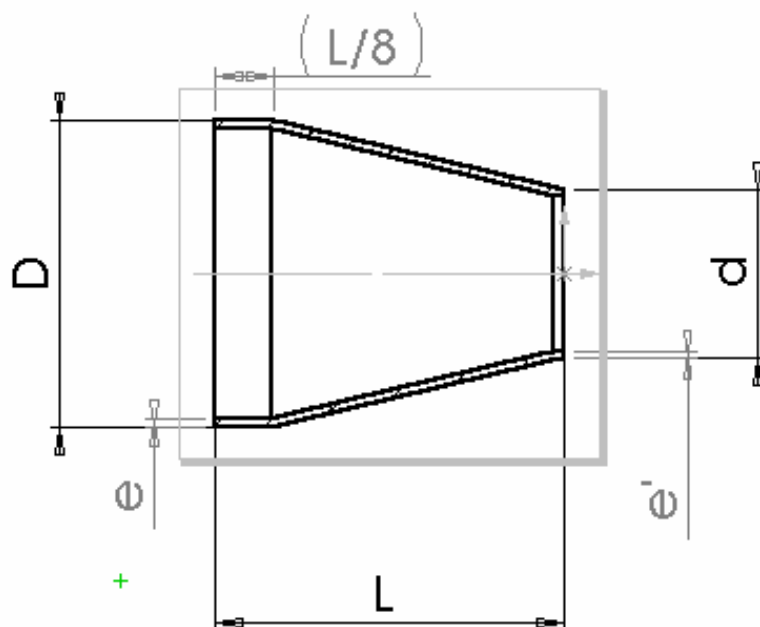


Ø nominal	D	e	R
DN 32	38	2.6	45
DN 50	60.3	2.9	76
DN 65	76.1	2.9	95
DN 125	139.7	4	190.5

R est le rayon moyen

Réduction concentrique

Suivant norme A 49.184



Grand Diamètre		Petit diamètre		
D	e	d	e'	L
139.7	4	76.1	2.9	159

METHODE POUR DEFINIR UNE BRIDE

Bride plate à souder PN10

(Choisir la DN 50 pour la configuration de base)

Bossage- extrusion (création de la rondelle) :

Ouvrir une esquisse sur le plan de face. Tracer deux cercles concentriques de diamètres d_1 et D centrés sur l'origine et extruder le bossage à l'épaisseur b .

Enlèvement de matière par extrusion (perçage d'un trou) :

Sur la face avant de la bride, ouvrir une esquisse. Tracer un cercle de diamètre c . Sélectionner ce cercle et le transformer (dans le feature manager) en « ligne de construction » (texture en trait mixte). Tracer ensuite un cercle centré sur le précédent et de diamètre égal à celui du trou de passage de boulon.

Enlever la matière «à travers tout »

Répétition circulaire (perçage des 4 trous) :

Appeler la fonction répétition circulaire ; sélectionner l'axe temporaire de la bride (afficher "axes temporaires»), sélectionner la fonction précédente (enlèv. Mat. Extrus) et demander 4 occurrences sur 360° en *cochant un espacement constant*

Bossage- extrusion (portée de joint) :

Sélectionner la face avant et ouvrir une esquisse. Sélectionner le cercle d'alésage de $\varnothing d_1$ et le convertir dans votre esquisse (outils d'esquisse). Tracer un second cercle de $\varnothing g$ centré sur le précédent.

Effectuer un bossage extrusion de hauteur j .

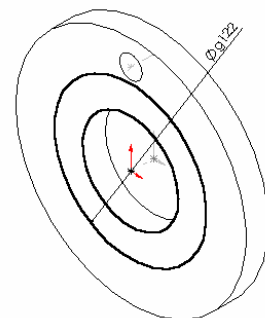
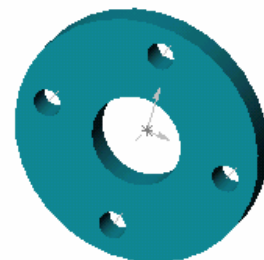
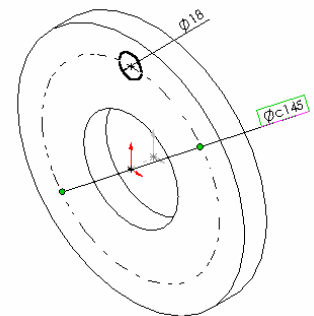
Congé

Sélectionner l'arête à raccorder et effectuer un congé de rayon égal à j .

Équation permettant de lier j avec le rayon du congé précédent.

Faire apparaître les cotes de fonction (clic bouton droit sur annotations)

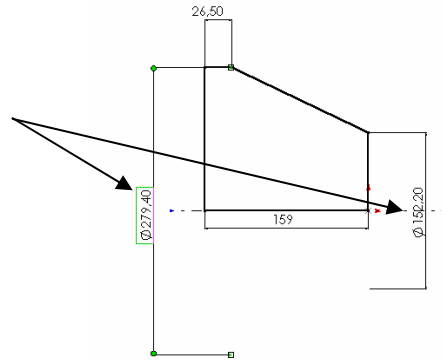
Par «outils », insérer une équation liant les cotes : " $D1@Congé1$ " = " $D1@Boss.-Extru.1$ "



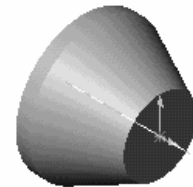
METHODE POUR DEFINIR LA REDUCTION CONCENTRIQUE

Tracer l'esquisse suivante.

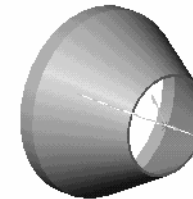
- Coter en respectant les valeurs.
- Modifier les propriétés des cotes qui détermineront les diamètres D et d (propriétés, diamètre... de la cote)
- Installer une équation qui définit la longueur de la partie "cylindrique future" (cote de 26,5) : cette cote sera égale à $L/8$ (ici $L = 159$)



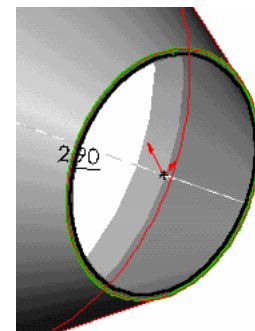
Effectuer un bossage de révolution.



Effectuer une coque d'épaisseur la plus forte en sélectionnant les deux surfaces planes d'extrémité.



Sur la face plane la plus petite, **ouvrir une esquisse**.
Sélectionner le cercle extérieur et "décaler" de e'
Ici $e' = 2,9$ mm.



Effectuer un enlèvement de matière par extrusion du type "à travers tout".

