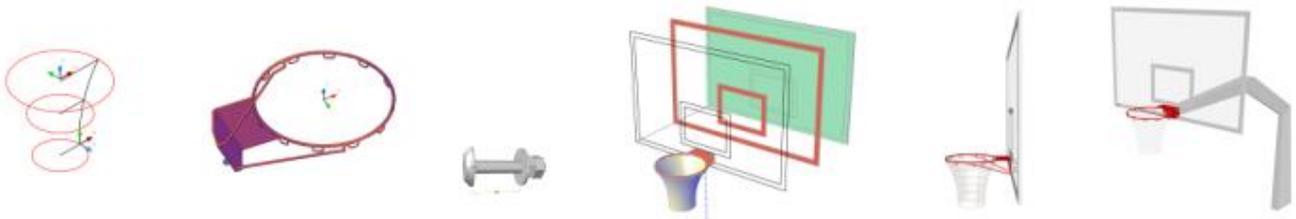


Un exercice de modélisation 3D sur AutoCAD

Voici un exercice de **modélisation AutoCAD** qui fait la part belle aux systèmes de coordonnées utilisateur (**SCU**) ainsi qu'aux spécifications de coordonnées. L'organisation des différentes étapes a pour principe la multiplicité des fichiers sources qui deviendront des **blocs** dans le dessin principal. Ces différents blocs seront parfois *imbriqués* l'un dans l'autre. Cet exercice est compatible depuis la version 2007.



Pré-requis AutoCAD® :

- Le repère orthonormé.
- Il faut déjà être un bon utilisateur du logiciel en 2D. Savoir gérer le mode ORTHO (F8) ainsi que les accrochages aux objets jusqu'aux filtres de points.
- Connaître la documentation et savoir vérifier si une variable est enregistrée dans le dessin.
- Travailler sur des gabarits bien réglés (voir point suivant).
- Connaître un peu la notion de **BLOC** et vérifier à chaque dessin ou à chaque gabarit que les unités d'insertion ne sont pas anglo-saxonnes mais plutôt mètre ou millimètre ou encore *Sans unité*.
- Savoir nettoyer ses objets de construction (voir **DELOBJ.**)
- Etre à l'aise avec les **VUEs** et les styles visuels

Préambule technique :



SCUD, le SCU dynamique

(touche F6)

SCUD doit être désactivé car il perturbe la stabilité des **SCU** sur laquelle est basé ce tutorial.

UCSDETECT est la variable, enregistrée par dessin.



DYN

(touche F12)

C'est important pour les saisies de coordonnées absolue de ne pas l'utiliser à moins de le maîtriser pour cela...

La variable **DYNMODE** pourra être passée à 0 en cas de doute.

UCSORTHO

UCSORTHO va vous gêner s'il est à 1 et chaque fois que vous basculerez dans une vue orthogonale ! Passez le à 0 absolument car il perturbe ainsi la stabilité des **SCU** quand on travaille en 3D

OSNAPZ

OSNAPZ est à 0. Pas question de ne pas spécifier des points dans l'espace Z ! Même s'il est vrai qu'**AutoCAD** donne la priorité aux coordonnées par le **clavier**.

DELOBJ

Si **DELOBJ** est à zéro n'oubliez pas alors d'effacer les objets 2D inutiles à terme. Consultez la documentation si vous ne connaissez pas cette variable essentiellement 3D.

Présentation des commandes

Les commandes sont présentées sous leur nom complet. **Ligne**, par exemple, a pour raccourci la lettre L. Le fichier acad.pgp contient ces raccourcis. N'hésitez pas à y ajouter les vôtres.

Appel rapide des commandes

Si vous frappez les premières lettres d'une commande, la touche TAB vous propose des choix rapides (jusque ->V 2012. Au delà, la saisie s'automatise)

Options de ligne de commande

Les options d'une commande sont accessibles par le clic droit, par la frappe du mot entier ou par la frappe des lettres vues en majuscules sur la ligne de commande.

Déplacement des objets

Déplacer ses objets en **mode vecteur** va beaucoup plus vite. (Au déplacement d'objets, après validation éventuelle de la sélection, entrer la valeur du vecteur et frapper deux fois ENTREE.)



Origine du dessin

On peut voir apparaître une sphère bleue sur certaines vues de ce didacticiel
Il s'agit du Système de Coordonnées Générales dit **SCG**. Origine absolue d'un fichier de dessin et donc d'un bloc 3D.

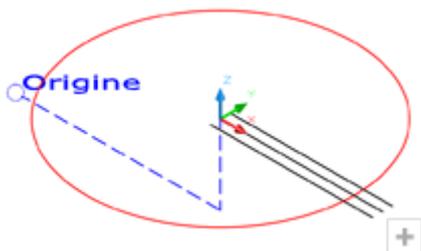


Images cliquables

Quand vous distinguerez le signe +, n'hésitez pas à cliquer pour zoomer l'image.

Dessin 3D du PANIER

Le déplacement des scu ou comment organiser rapidement des plans de travail efficaces.



01 - L'arceau et les SCU

Dans un fichier vierge, déplacez votre **SCU** en $360,0,145$ sans changer ses directions et créez un cercle de rayon 235 et d'origine $0,0$ (ce qui sous-entend $0,0,0$). Sur ce cercle, nous allons préparer les anses pour le filet. Pour cela, nous allons procéder à une petite construction

rapide : tracez trois lignes suivant X depuis l'origine (ligne axiale décalée deux fois de 17.5 pour un axe d'arceau large de 35 mm).

En savoir plus sur le mouvement des SCUs

LE scu - Système de Coordonnées Utilisateur

Le **SCU** facilite la saisie de coordonnées pour les constructions géométriques, il convient donc de manipuler ce **SCU**. Notons qu'il existe deux systèmes de coordonnées coïncidant dans le dessin : un système fixe appelé le **SC Général** qui est invariable dans le dessin. Le ou les **SCU** sont eux, mobiles.



SC ...Général !

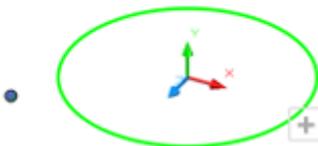
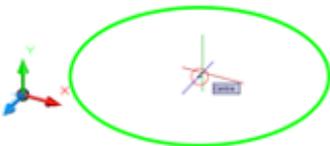
Nous sommes par défaut dans le Système de Coordonnées Général dans les gabarits vierges constructeur.

Il a fallu faire la manoeuvre du point 01 pour tracer le cercle vert.



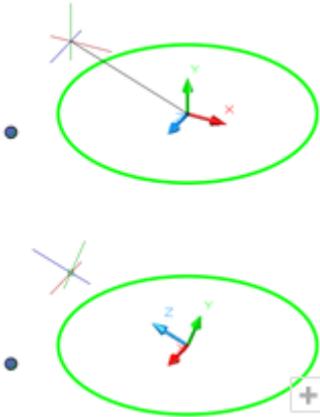
Rotation en pivot

Après avoir actionné la commande, spécifiez l'axe autour duquel le plan va pivoter (X, Y ou Z). Le référentiel ne peut pivoter qu'autour d'un seul axe à la fois. Puis, spécifiez l'angle de rotation que vous désirez.



Déplacement du SCU

Pour déplacer un **SCU**, il suffit de lancer la commande et de cliquer. Il s'ensuit la proposition d'accepter l'orientation de X par défaut ou de la changer. Il existe également l'option trois points qui permet de spécifier un plan complet.



Commande axEZ

Le choix axEZ, dans les options de la commande du **SCU**, aligne directement le **SCU** sur un axe positif Z spécifié.



Retour au SCU Général

Par un double-ENTREE, nous pouvons directement revenir au SC Général.

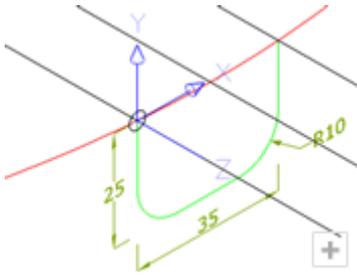
Vous pouvez nommer tout nouveau **SCU** et l'enregistrer (**NOM**mé ou **SAU**ver qui est un raccourci encore plus rapide !)

S'il est possible de revenir au **SCU** Précédent, il n'est pas possible d'aller dans le sens inverse.

02 - Les anses, tracé du chemin polyligne

Nous allons basculer le **SCU** (rotation de 90° autour de x puis de y) et le déplacer comme sur l'image ci-contre, à l'intersection de nos objets 2D. Ce nouveau **SCU** va donc présenter un plan XY adapté avec X passant par les points d'intersection entre cercle et lignes et Y vers le haut. Tracez la forme de l'anse grâce à une polyligne à trois cotés ($25 \times 35 \times 25$), raccordée

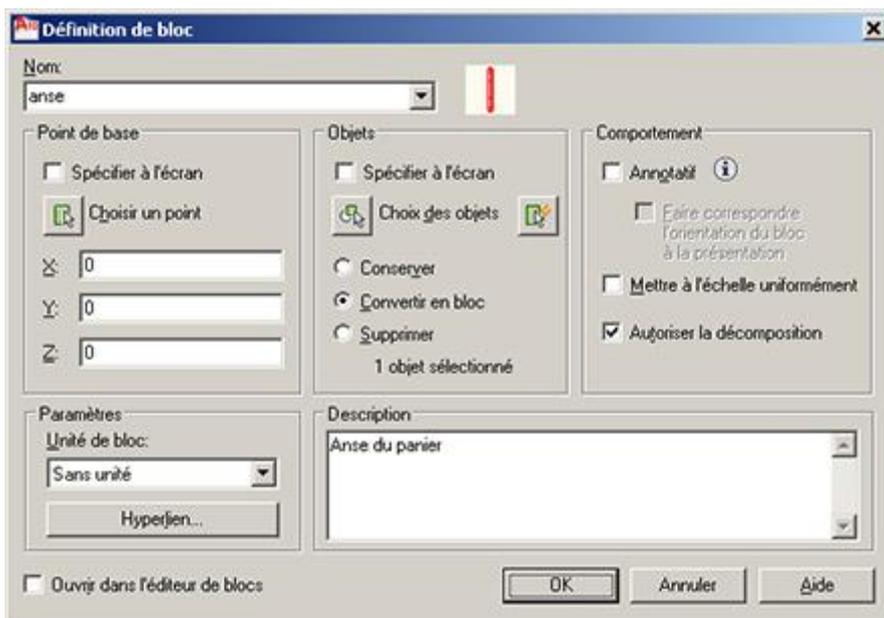
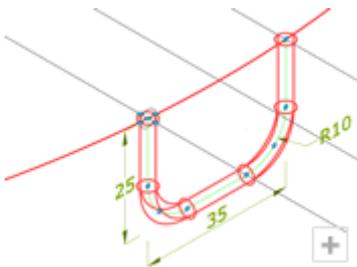
par la commande **RACCORD** avec un **rayon** de 10 mm. Préparons enfin un cercle de centre 0,0 et de rayon 2 mm (cercle noir sur l'image).



03 - Balayage de la forme

Nous allons balayer la trajectoire indiquée par la polygline par le cercle que nous venons de dessiner. Pour cela, lancez la commande **BALAYAGE**.

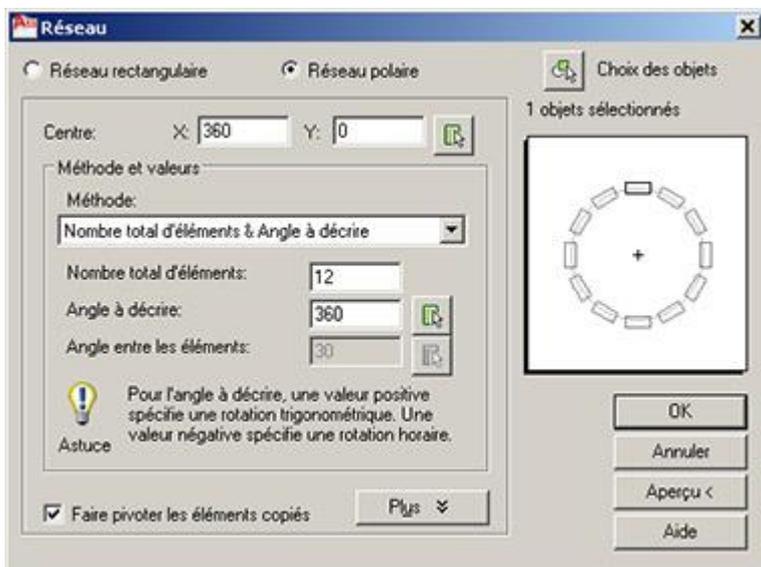
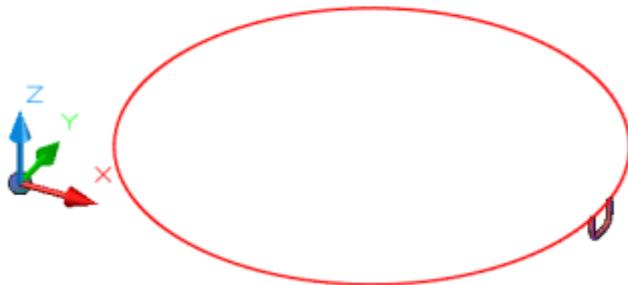
Nous remarquons que le balayage ne nécessite pas d'avoir une forme qui soit disposée perpendiculairement au chemin d'extrusion. Une fois l'opération effectuée, revenons au **SCU** du centre de l'arceau par trois retours en **SCU** Précédents !



04 - Les anses, création d'un bloc

Nous allons créer un **BLOC** de notre petite anse avant de le répartir en plusieurs exemplaires autour du point central, soit le long du cercle de l'arceau. Renseignez la boîte exactement comme sur l'image ci-contre. Attention, le point de base du bloc sera $0,0,0$ car c'est celui du **SCU** au centre de l'arceau que vous venez de rendre courant !

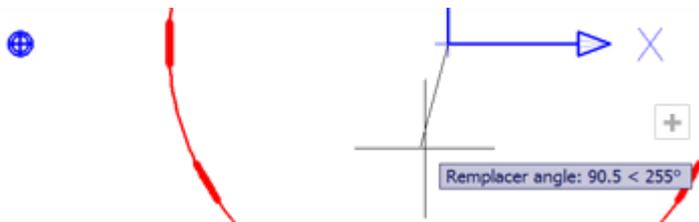
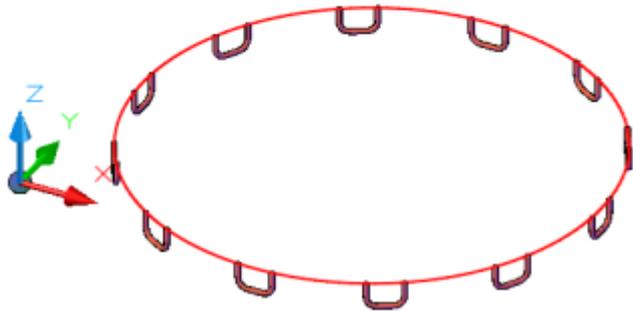
Au cas illustré ci-dessous où vous seriez remonté jusqu'au SCG, choisissez le point $360,0,145$ comme point de base.



05 - Les anses, multiplication en réseau polaire du bloc

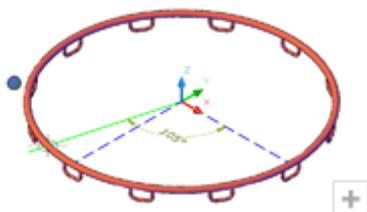
L'intérêt de gérer les anses avec des blocs est double : le dessin s'en trouvera plus léger sur votre disque dur, mais en plus, si vous modifiez le bloc dans le dessin (**EDITREF**) ou en l'exportant (**WBLOC**) en tant que fichier pour le travailler plus en détails ailleurs, vous gagnerez aussi en praticité. Pour le répartir autour du cercle de l'arceau (point de coordonnées $0,0$ ou $360,0$ suivant que votre SCU est celui demandé ou le SCG), utilisez la

commande **RESEAU**, en cochant l'option polaire. Il y aura douze éléments au total décrivant 360°.



06 - Préparation des renforts

Préparons tout de suite le point de départ du futur demi-renfort du panier: en vue du dessus, lancer la commande **LIGNE** et dirigez le second point avec le filtre d'angle < -105 qu'il faut valider avec le clavier. Dépassez le cercle pour finir la commande ligne et placez un **point** à l'intersection de ces deux objets (si vous ne voyez pas le point d'intersection en régénérant, lancer **DDPTYPE**)



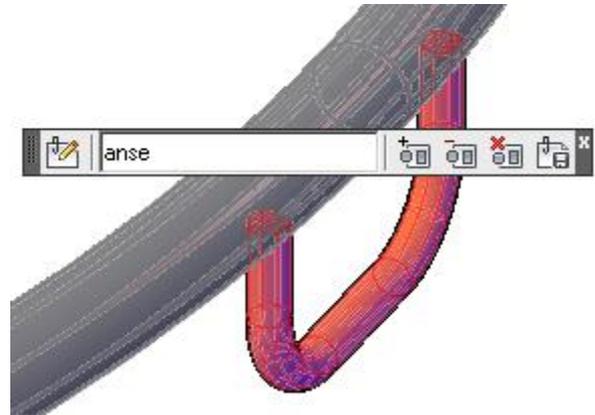
07 - Arceau et anses

Il est temps de modéliser l'arceau. Lancez la commande **TORE** avec le centre à $0,0$, le rayon principal accroché au cercle de l'arceau et un rayon pour le tube de 5 mm. Il ne nous reste plus qu'à le copier sur place, vous allez le comprendre au prochain point !

08 - Anses, gueules de loup

Il s'agit de faire une **gueule de loup** sur nos anses. Comme celles-ci sont des blocs, nous pouvons ne travailler que sur un seul exemplaire : c'est tout l'**intérêt des blocs**.

Lancez la commande **EDITREF** et observez qu'une barre d'outils (ou le ruban adéquat) s'est activée et que les onze autres anses se sont désactivées: nous sommes bien en train de travailler au sein du bloc. Faisons entrer l'un des deux exemplaires de l'arceau à l'aide de la touche + ou de la commande **JEUREF**. Activez la commande **SOUSTRACTION** dont l'opération booléenne va nous permettre de tailler la matière en question de l'objet anse.



Fermez la référence en l'enregistrant.

Edition de bloc avec éditer le bloc dans le dessin même

REFEDIT est la commande historique d'édition interactive des blocs dans le dessin.

Dès lors que vous travaillez sur une occurrence, le reste du dessin s'estompé et toute entité bloc supplémentaire du même nom disparaît provisoirement. Les touches + et - de la barre d'outils ou du ruban permettent à loisir d'inviter une entité à faire partie du bloc en venant du dessin (pourtant estompé) ou à effectuer le transfert inverse.

Redéfinir un bloc à l'aide la commande BLOC ou d'une mise à jour d'insertion n'a pas le même côté pratique d'ajout ou suppression d'entités.



LE PANIER - suite -

Modélisation générale

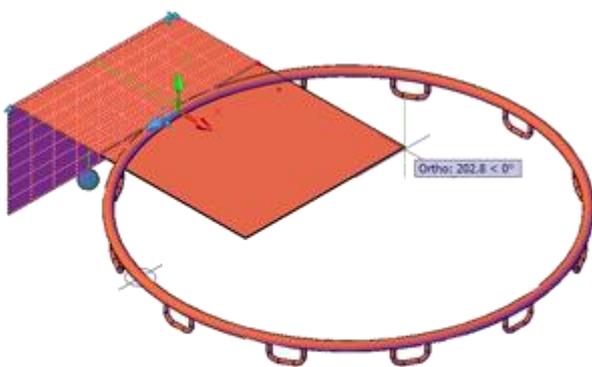
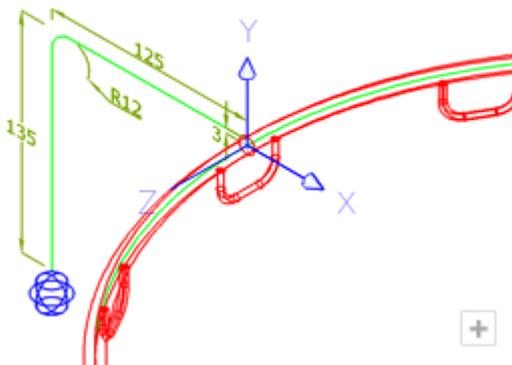
09 - Tôle pliée, attache de l'arceau

Nous allons dessiner une tôle pliée d'épaisseur 6 mm. Revenez éventuellement en mode de visualisation filaire pour définir le **SCU** adéquat. Nous devons en effet accrocher le **SCU** au quadrant à l'ouest du cercle principal (rappelons que **QUADRANT** est un accrochage aux objets) et cela sera plus facile. De cette façon, nous avons créé un **SCU** de chemin d'extrusion pour l'arceau qui était à l'Est.

Autre manière de procéder, déplacez directement le **SCU** en $-235,0$.

N'oubliez pas enfin de le tourner autour de X de 90° .

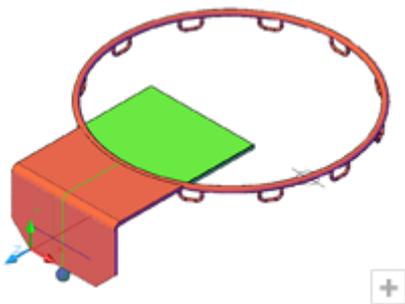
Vous pouvez à présent dessiner la polyligne comme sur l'image, puis procéder à un **RACCORD** (rayon 12) et l'extruder d'une hauteur de 220 mm. Il faut tout de suite déplacer cette nouvelle surface de la moitié de sa longueur (110 mm) selon l'axe de Z (selon lequel on peut aussi déplacer en mode ORTHO).



10 - Tôle pliée, épaisseur d'une surface vers un solide

Avant de procéder à l'épaissement de la tôle pliée, nous allons l'étendre suffisamment pour dépasser l'arceau grâce à des poignées. Méfiez-vous des accrochages aux objets en les évitant : le centre de l'arceau conviendrait s'il n'avait pour effet de tordre légèrement la future tôle. Après cela, nous pouvons, par la commande de même nom, **EPAISSIR** la surface de la tôle. Dans notre cas, l'épaisseur voulue est de -6 car celle-ci est à l'intérieur du pli.

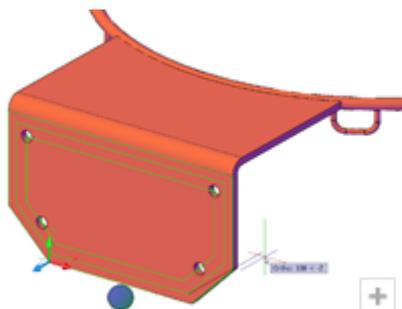
Effacez les objets de construction dont la surface de départ si **DELOBJ** vaut 0.



11 - Tôle pliée, ajustement du solide

Copiez encore une fois l'arceau sur lui-même afin de la soustraire à la tôle. Lancez ensuite la commande **EDITSOLIDE** avec en option **Corps** et en sous-option **séParer les solides**. Vous pouvez aussi accéder à cette sous-commande dans la barre d'outil **Edition de solide** ou tout menu ou ruban ad-hoc. Il reste donc encore un corps à effacer, en vert sur l'image ci-contre.

Créez un **CHANFREIN** (40×40) de chaque côté du pli bas de la tôle: notons qu'utilisée en 3d, cette commande est un peu longue à mettre en place, répondez par Entrée et ne soyez pas surpris de répondre plusieurs fois aux questions.



12 - Tôle pliée, percements de la platine

Nous allons travailler sur la face arrière (**SCU** avec l'option **Face**) afin de le placer comme sur l'image ci-contre. Tracez-y ensuite une polyligne de contour en suivant le bord tombé de la tôle et décalez-la vers l'intérieur de 8 mm, puis de 18 mm.

Ces deux nouvelles polylignes vont nous donner les points intéressants à équidistance des bords pour les percements des boulons. Percez quatre fois la tôle avec la soustraction de cylindres de rayon 5.5 mm et de hauteur 6 mm (minimum). Comme nous pouvons l'observer sur l'image ci-contre, les percements du bas se trouvent au **MILieu** des deux segments obliques, les deux autres à deux **EXTrémités** de la polyligne.

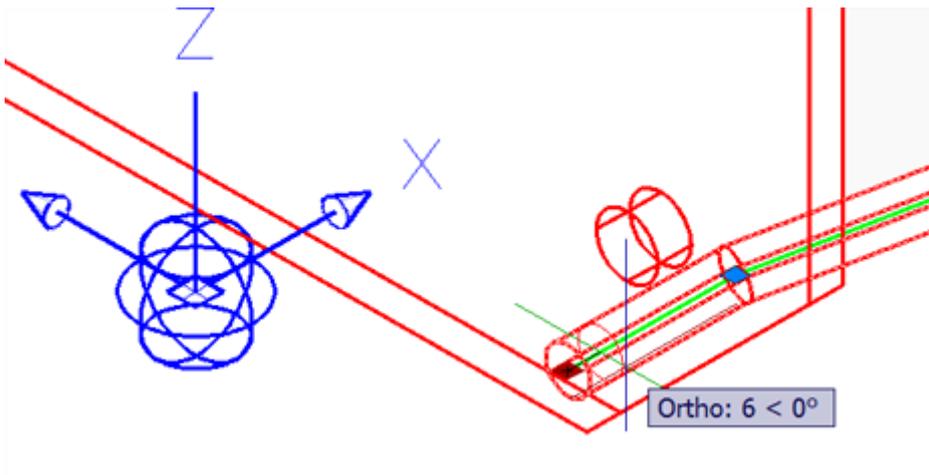
Pour préparer les demi-renforts, placez une ligne de longueur 30 mm en -Z et en mode ORTHO.

Sur l'image ci-contre, repérez le point de départ. La souris est avancée de 100 pour faciliter la lecture.

13 - Renforts, tracé et balayage

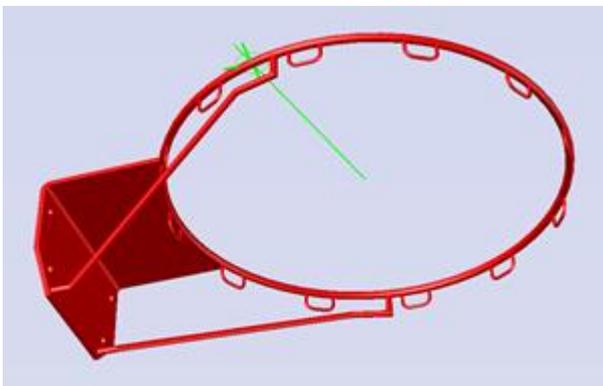
Pour dessiner les renforts, revenez au SCU Général (nous l'appelons ainsi mais il s'agit du SCG), ou au **SCU** du cercle de l'arceau. Faites démarrer une polyligne3D dans l'espace avec la commande **POLY3D** en partant du point dessiné à l'étape 6 et en respectant : @ 0,0,-30 et @ -20,0 pour les points suivants. Cliquez sur le point de fin, puis de début de la ligne tracée à la fin de l'étape précédente.

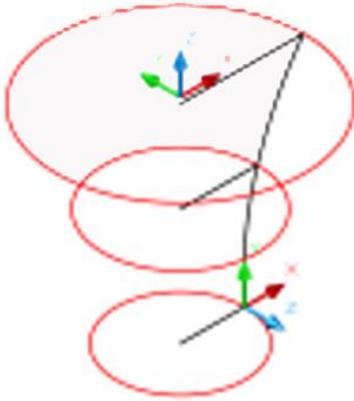
Balayez un cercle de 4 mm de rayon le long de cette polyligne. Nous remarquons que cet objet entre en conflit avec la tôle pliée, il y a matière dans matière : une poignée vous permet de régler ce problème en soustrayant 6 mm directement par une poignée du solide. Utilisez l'ORTHO actif.



14 - Renforts, ajustements par les poignées

Ajustez le tube de renfort s'il ne convient pas. Sur l'image ci-contre, les points de la partie haute ont été déplacés et le point d'accroche initial a été abandonné en glissant trois poignées le long de l'arceau . Faire une copie par **miroir** pour avoir le même renfort à droite de l'arceau. Si vous le souhaitez, unissez tous les objets solides à l'aide de la commande **UNION**. Les anses resteront indépendantes car toujours sous la forme d'un réseau de blocs.





15 - Le panier : maillage par révolution.

Nous allons tracer le panier **dans un fichier vierge** à part et utiliser les blocs par le système des fichiers.

Créez trois nouveaux **cercles** de rayons respectifs *240*, *150* et *125*. Les centres auront les coordonnées 3D suivantes :

0,0,-12

0,0,-192

0,0,-422

Tracez tout de suite trois lignes qui partent des centres vers les quadrants de l'Est si vous souhaitez une bonne visualisation avant de tracer l'arc. Pour dessiner celui-ci nous allons placer un nouveau **SCU** tel que vu en bas de l'image. Ceci fait, nous allons créer une surface de **REVOLUTION** (commande de même nom) de l'arc avec un axe vertical défini à la souris. Il est alors possible d'épaissir légèrement l'objet pour obtenir un solide mais cela est superflu. On remarque de nombreux objets de construction dont on aurait pu se passer !



16 - Le panier, futur bloc contenant lui-même un bloc

Nettoyez le fichier des éventuels objets de construction, enregistrez-le sous le nom de Filet avant de le fermer. Réouvrez le dessin du Panier et insérez-y le fichier Filet en 0,0 avec le SCU du centre de l'arceau. Notons que le filet est inséré en tant que bloc dans le dessin. Dessin qui deviendra lui-même un bloc.

En savoir plus sur les blocs et le système de fichiers...

Mise à jour de blocs fichiers

Nous allons progressivement enregistrer nos fichiers en tant que DWG de sorte que nous obtiendrons la structure de blocs suivante.

Filet -> Panier -> Panneau -> Poteau

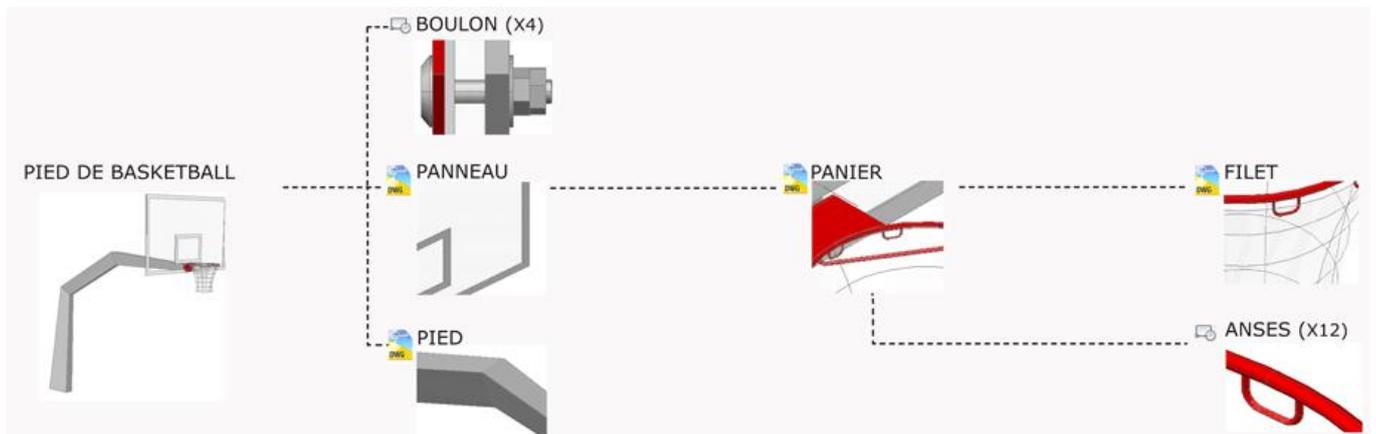
Nous remarquons que Panneau contiendra aussi une définition interne du bloc Boulon. Il faut savoir aussi que le présent exercice fait co-exister des éléments graphiques et des insertions de blocs à chaque fichier. Ainsi le Panier contiendra une insertion d'un filet en même temps que toutes les pièces métalliques, entités solides au sein du dessin. Nous détiendrons tous ces blocs enregistrés sur disque dur.

Si vous décidez de mettre à jour le fichier Filet, il suffira de l'ouvrir et d'y apporter des modifications. Mais les fichiers Panier, Panneau et Poteau ne seront pas modifiés par ces changements. Il faudrait alors théoriquement, insérer de nouveau (avec l'option Parcourir... seulement, faute de quoi cela ne fonctionnera pas) le fichier Filet dans les trois autres.

Par ailleurs, si dans notre exemple vous choisissiez d'insérer Filet dans Panier pour le redéfinir et qu'ensuite vous décidiez d'insérer Panier de la même façon dans Poteau, alors Panier serait mis à jour dans ce dernier fichier mais pas le sous-bloc Filet qui vient pourtant avec.

L'insertion par fichier ne met à jour que le niveau le plus haut. Donc le fichier Panneau ne serait pas informé de votre changement dans Filet.

En conclusion, il faut connaître ces principes pour organiser un travail sans copies et modifications multiples et il est délicat d'organiser trop d'imbrications de blocs ou de gérer beaucoup de fichiers. Nous l'avons fait ici pour des questions de praticité et d'apprentissages.



LE PANNEAU -

Insertion et modélisation de la surface de rebond

17 - Le panneau, placer le SCU

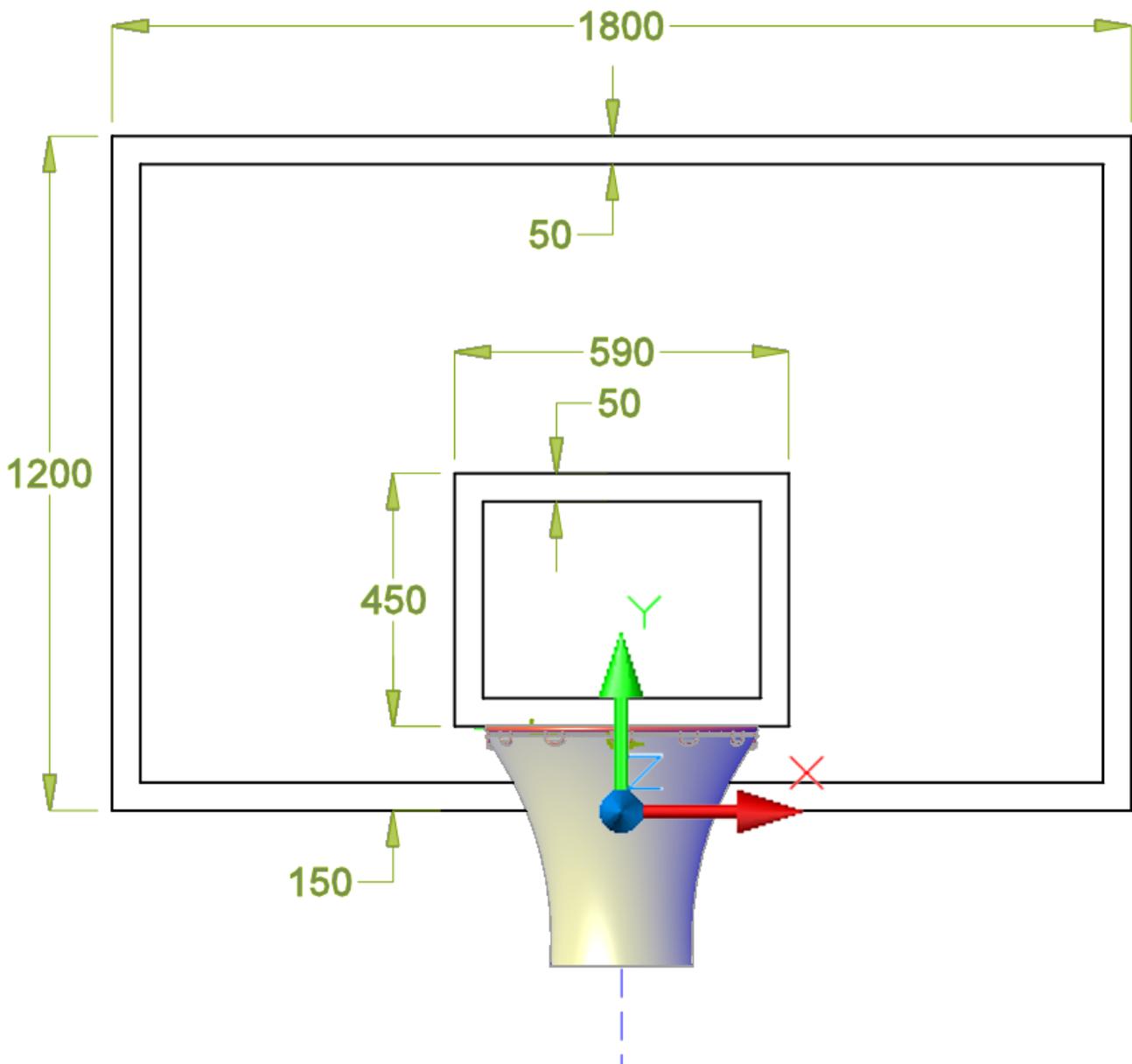
Dans un nouveau fichier, nous allons à la fois insérer le panier en tant que bloc et dessiner les entités du panneau de rebond dans l'espace de dessin .

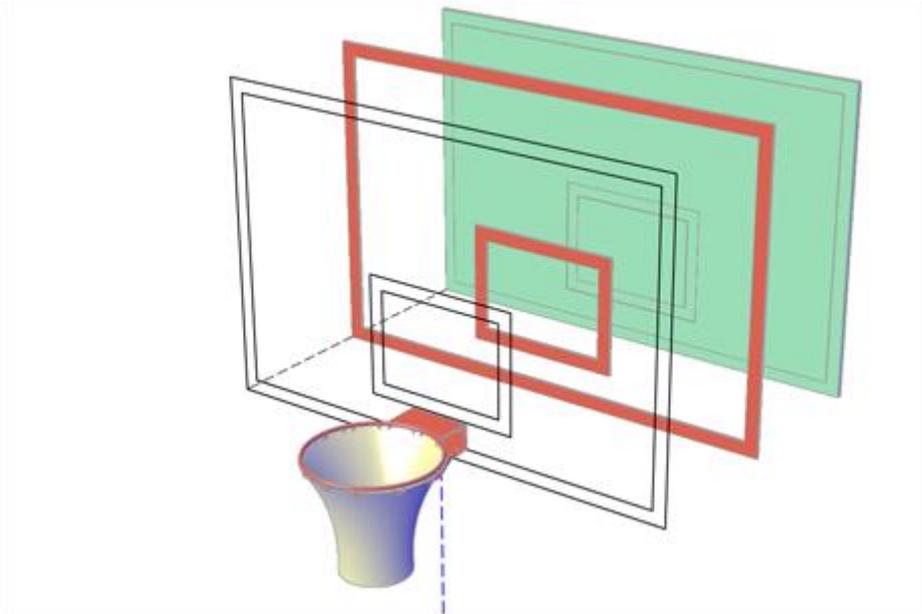
Placez le **SCU** en *1200,0,2900* et enregistrez tout de suite ce nouveau fichier sous le nom de Panneau. Insérez le panier au point *0,0* de ce nouveau repère.

18 - Le panneau, utiliser les coordonnées du SCU courant

Notre nouveau **SCU** doit être orienté de manière à modéliser le panneau : utilisez l'option **axEZ** et acceptez l'origine $0,0,0$. Puis, dirigez la souris vers le centre du terrain, en mode ORTHO ou vers le point de coordonnées $1,0$ par exemple. Dessinez les quatre rectangles comme sur l'image ci-contre. Y vaut 0 en bas du plus grand cadre et le tout est axé, bien entendu.

Voici une vue de face du nouveau **SCU** (commande **REPERE**)





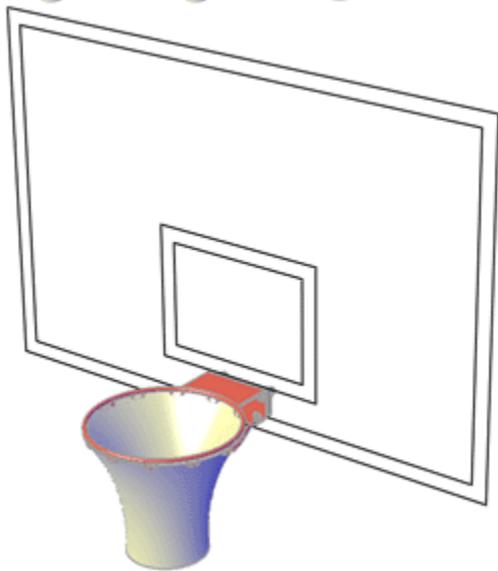
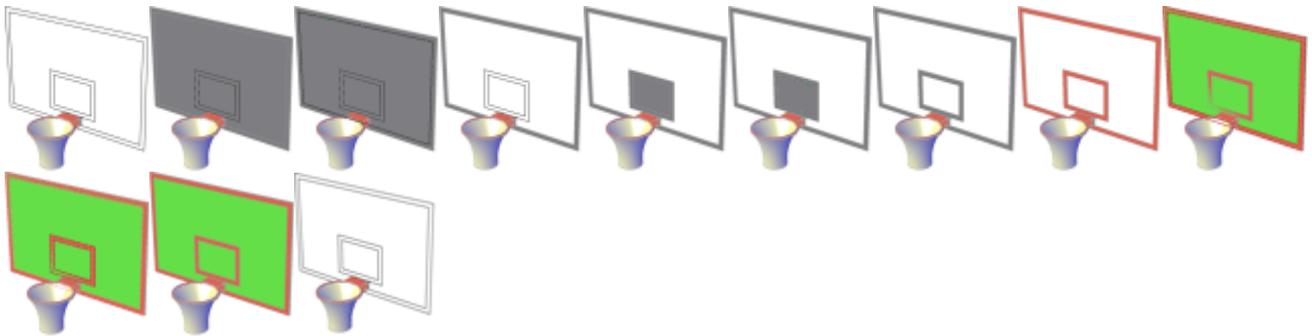
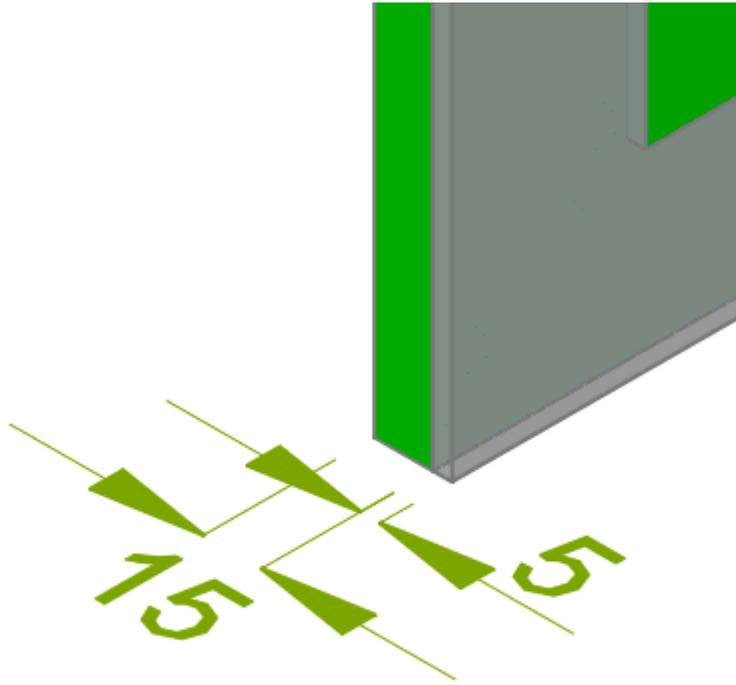
Revenons aux rectangles oranges, que nous copions sur place avant d'y rabattre le grand rectangle vert.

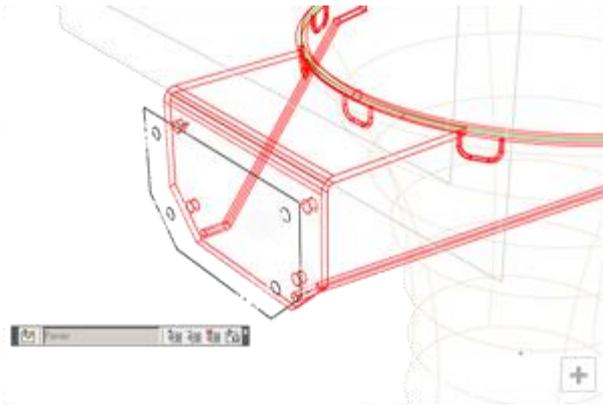
Nous avons à présent un cadre et support de rebond !

19 - Le panneau, composition avec opérations booléennes

Pour la réalisation du panneau, nous allons construire deux volumes qui s'empilent: on pourrait penser qu'un simple volume général additionné de hachures solides suffirait pour représenter les bordures réglementaires en surface, or on va avoir des problèmes de rendu logiciel. Il vaut mieux leur apporter de la consistance et transformer ces bordures en solides avec une certaine épaisseur. L'autre solution consisterait à ne traiter les bandes qu'à l'étape du rendu avec un mapping d'opacité.

Nous allons tout d'abord créer quatre boîtes extrudées à partir des rectangles : pour cette étape passons **DELOBJ** à 1, extrudez chaque rectangle de -5 mm et soustrayez les deux cadres du reste de la matière. Puis, extrudez le plus grand rectangle de -20 mm (*boîte verte* sur l'image). Notons que nous extrudons avec des valeurs négatives car il s'agit de placer l'épaisseur vers l'arrière, vers Z négatif. Vous devez maîtriser la sélection cyclique pour extruder les bons objets.





20 - La platine arrière, copie de face

Nous allons extraire le contour de la face arrière de la tôle pliée: pour préparer la platine arrière. Celle-ci sera solidaire du pied que nous allons dessiner un peu plus tard. Nous allons donc extraire l'information de contour pour démarrer le prochain dessin !

Lancez la commande **EDITREF** sur le bloc panier puis la commande **EDITSOLIDE** avec en option Face et en sous-option Copier. Cette fonction extrait le contour et propose un déplacement : reculez la région que nous venons de créer de 20 mm vers l'ouest (ou l'opposé du centre du terrain). Nous n'avons plus qu'à sortir la région du bloc avec la commande **JEUREF** (ou la touche -) avant de quitter la commande **EDIREF** en validant.

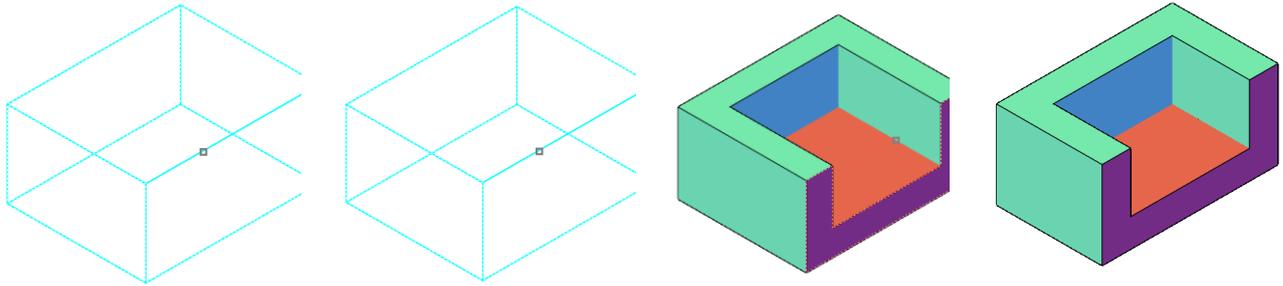
Après être revenu au SCG, appliquez un Ctrl+Maj+C de cet entité avec le point 0,0,0 en origine : la région est à présent dans le presse-papier et nous pouvons l'effacer de ce dessin. Enregistrez et fermez le dessin.

En savoir plus sur EDITSOLIDE...

L'édition de solides EDITSOLIDE

Si vous n'avez pas l'habitude d'éditer les solides, vous risquez d'être surpris par les modes de sélection: les options Gaine et Corps vous font choisir l'objet avant de proposer la suppression de faces de la sélection quand d'autres options fonctionnent sur le mode addition. Ici un exemple avec l'option Gaine et un clic sur une arête qui supprime deux faces, on obtient un parallélépipède creusé.

L'option couleur dans Face, comme beaucoup, part d'une sélection nulle et vous demande d'ajouter des faces. Maj vous permet au contraire d'en supprimer à la volée. Bien entendu, ces complications de sélection de faces et d'arêtes ne sont pas nécessaire quand vous pouvez cliquer directement au coeur d'une face. Ce qui n'est pas possible si un autre objet se trouve devant, ce qui rend pas toujours compte en mode affichage filaire !



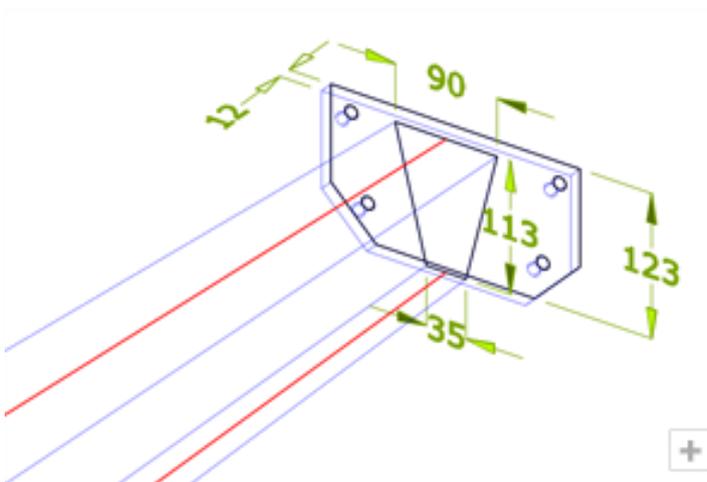
LE PIED

Nous restons fidèles aux recommandations de la NBA sans en savoir davantage sur les dimensions optimales.

21 - La platine, extrusion

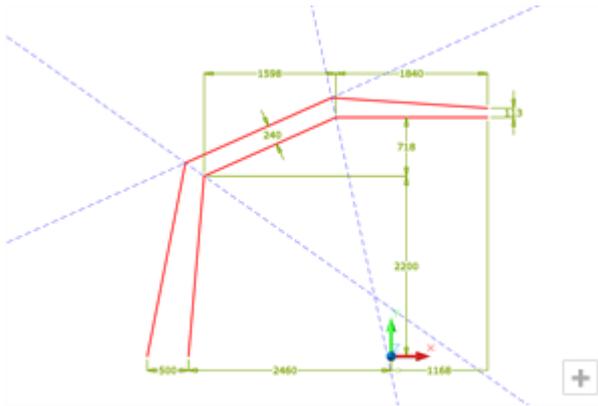
Ouvrez un nouveau fichier, collez la région copiée à l'étape précédente en $0,0$ et, enregistrez tout de suite le fichier sous le nom Pied.

Extrudez la région avec une hauteur de 12 mm, puis, dessinez la polygône comme sur l'image ci-contre (en noir) en ayant placé le **SCU** adéquat grâce à l'option **Objet**, par exemple. Attention, 5 mm de jeu sont prévus en haut et en bas pour la soudure, d'où la hauteur de 113 . Cette forme polygonale sera reproduite et mise à l'échelle le long d'un profil à dessiner à la prochaine étape.



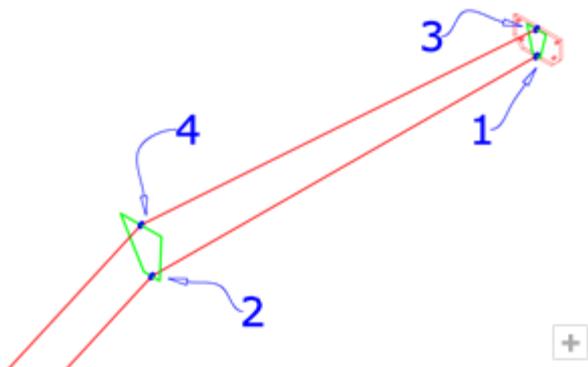
22 - Le pied, tracé

Retournez au SCG puis procédez à une rotation autour de X de 90° . Nous sommes à présent dans le plan médian de notre construction, dessinez la polygone du bas (en trois segments) avant créer deux **DROITES** et l'option **Bissectrice**. La troisième, à 240 mm du segment incliné, permet d'obtenir les deux points intermédiaires de la seconde polygone que je vous invite à tracer (aussi en rouge sur l'image ci-contre). La section de notre poteau sera évolutive.



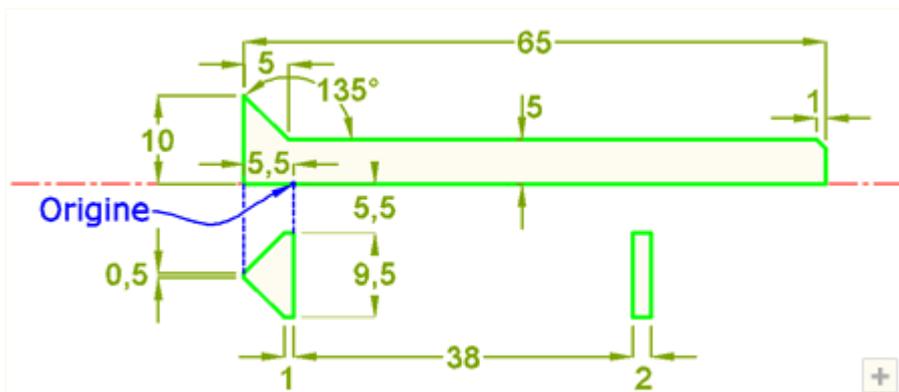
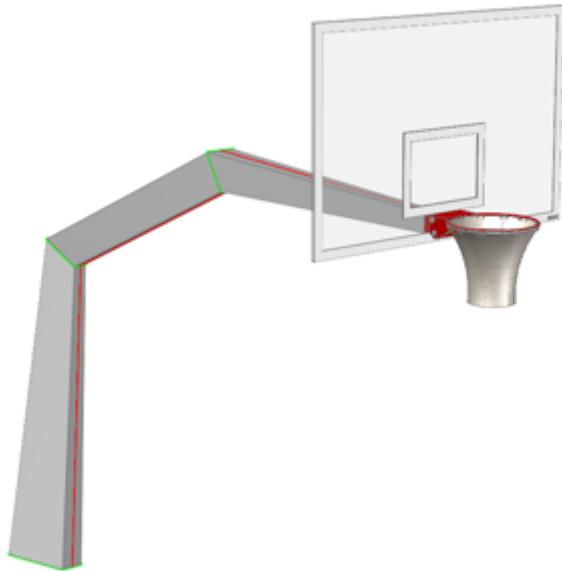
23 - Le pied, les coupes

Commencez par copier sur place le profil d'extrusion en trois exemplaires et répartissez-les le long du chemin. Pour éviter des déplacements, rotation et mises à l'échelles compliquées, nous allons utiliser la commande **ALIGNER** : sélectionnez les copies une à une pour utiliser la commande. Prenez exemple sur l'image ci-contre pour sélectionner les points de départ 1 et 2 et 3 et 4. Choisissez l'option continuez et répondez oui à la question de la mise à l'échelle.



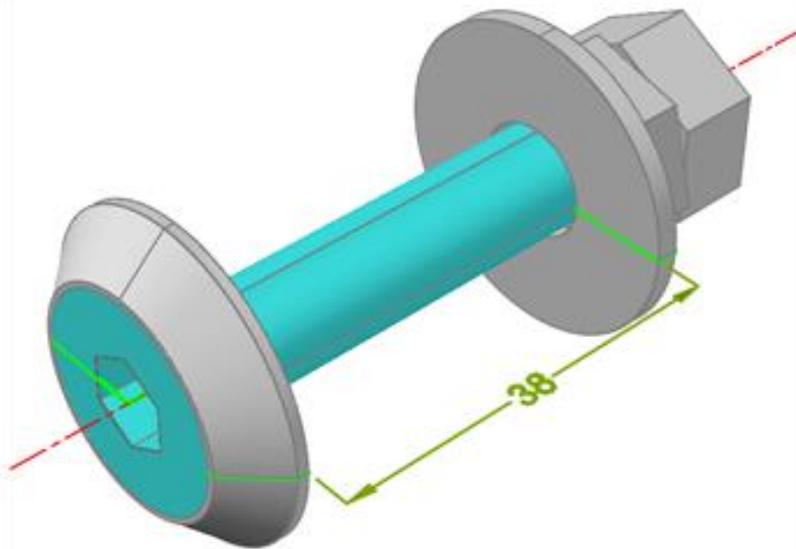
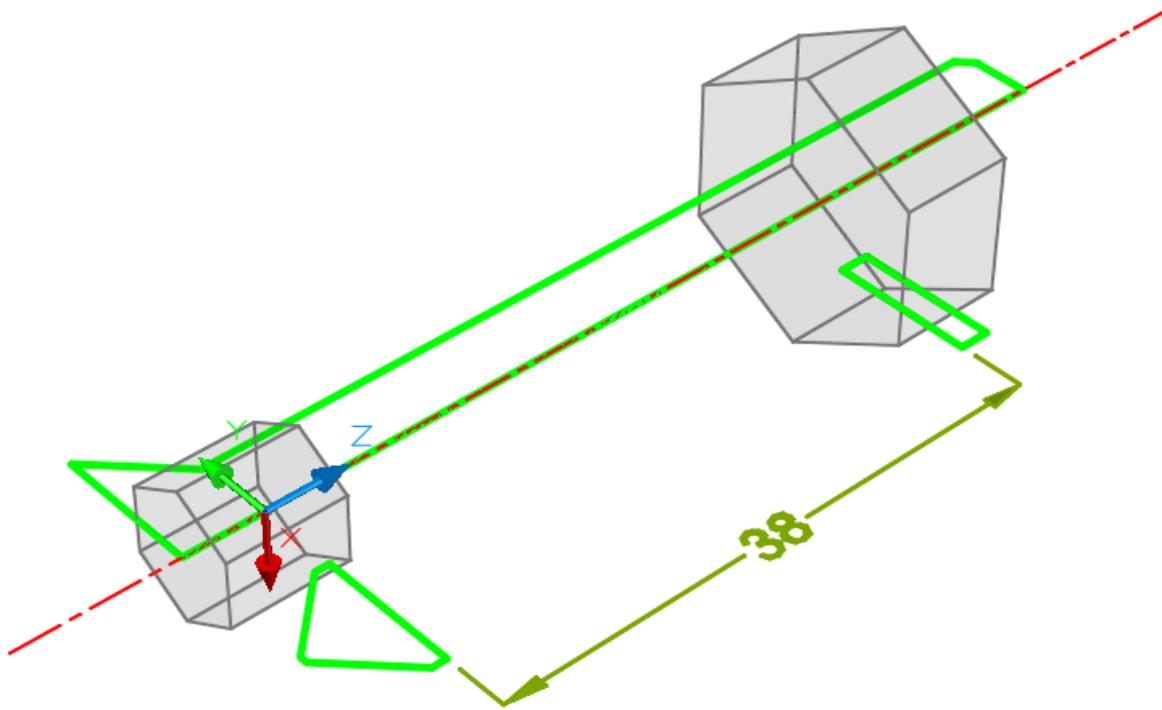
24 - Le pied, lissage

Lancez la commande **LISSAGE**, sélectionnez l'ensemble des profils dans l'ordre. Nous n'utilisons ni chemin ni guidage, il faut donc valider cOUpes uniquement (ici en vert) avant d'accéder à la boîte de dialogue. Les polygones rouges ne sont ici d'aucun usage réel. Nous allons choisir une surface réglée (même si dans notre cas, il s'agira d'un solide). Nous terminons avec la commande **UNION** pour souder la contre-platine. Enregistrez le fichier et fermez-le.



25 - Les boulons, tracé

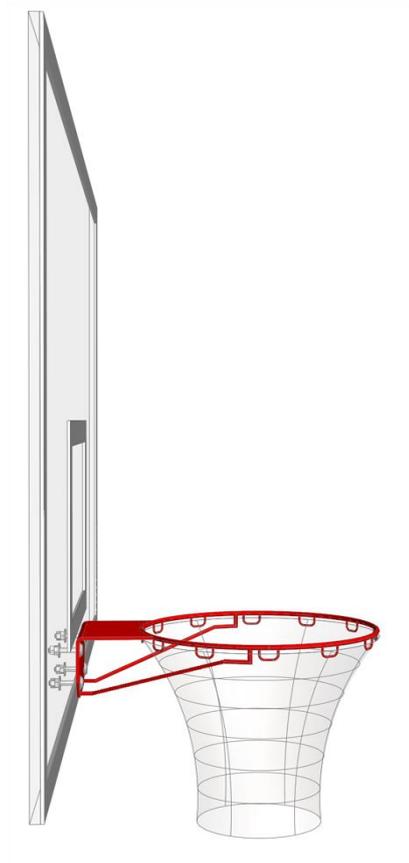
Ouvrons encore un nouveau fichier à part. Créez les deux polygones pour dessiner le profil de la vis et de sa rondelle-cuvette, comme sur l'image, en veillant à bien fermer ces entités. Le panier est conçu avec une tôle de 6 mm, un panneau épais de 20 mm et une platine arrière de 12 mm, ce qui nous fait une épaisseur totale de 38 mm. Distance à laquelle nous plaçons la troisième entité, un rectangle.



26 - Les boulons, mise en volume

Basculons d'abord notre SCU autour de Y de 90° . Puis, lancez la commande **POLYGONE**, validez les 6 côtés et spécifiez le point $0,0,-5.5$. Ensuite, choisissez l'option Circonscrit en passant par le point de coordonnées $0,4$ (Si votre **SCU** est orienté différemment, cette coordonnée doit être recalculée). Répétez cette opération en centre $0,0,40$ et en passant par le point $0,8.5$. Extrudez maintenant les deux polygones d'une hauteur de 8 mm et engagez la modélisation de la vis, de sa rondelle-cuvette et de sa rondelle plate en une seule opération de **REVOLUTION** autour de Z.

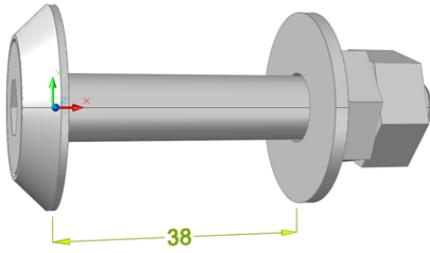
Achievez l'ouvrage en effectuant les opérations booléennes adéquates (empreintes de la tête de vis et éventuellement soustraction de l'axe au boulon). Puis, enregistrez le fichier sous le nom Boulon avant de le fermer.



27 - Assemblage final par boulonnage

Nous sommes dans le dessin du panneau et nous apprêtons à boulonner. Préparez-vous à insérer quatre boulons contre la tôle pliée du panier et face aux perçages. Tournez le **SCU** autour de Z de 180° et grâce à la commande **INSERER** le boulon, qui va alors se présenter dans la bonne direction. Pensez à Maj+clic droit (ou tapez CEN et Entrée) pour forcer l'accrochage au centre.

Nous insérerons le pied au point 0,0 du SCG.



Voir le fichier [AutoCAD en 3D](#) (hors Internet Explorer)

