

# La CAO de l'impossible!

## L'arche de Reutersvärd

FRANCIS BINET\*

*Dans le monde fascinant des illusions optiques, des objets a priori « impossibles » semblent exister. Nous vous proposons, en plusieurs étapes, la création en CAO d'un objet apparemment improbable, jusqu'à sa matérialisation à l'aide de l'impression 3D.*

Le lecteur ayant dessiné le triangle de Penrose présenté dans l'article précédent aura sans doute remarqué un phénomène surprenant : lorsque l'on tourne le triangle sur lui-même, sa nature curviligne saute aux yeux. Mais aussitôt qu'il est replacé en perspective isométrique, l'illusion d'un objet rectiligne impossible réapparaît. Les spécialistes de psychologie cognitive<sup>1</sup> nous expliquent que, en dépit des efforts de l'observateur pour conserver en mémoire la forme réelle de l'objet, les circuits neuronaux interviennent inconsciemment de manière fulgurante pour effectuer une interprétation volumique de l'image plane perçue par la rétine. Ce mécanisme est le fruit de millénaires d'évolution : il est parfaitement adapté à l'environnement naturel tridimensionnel, mais il peut être mis en défaut par des objets improbables observés selon un point de vue particulier.

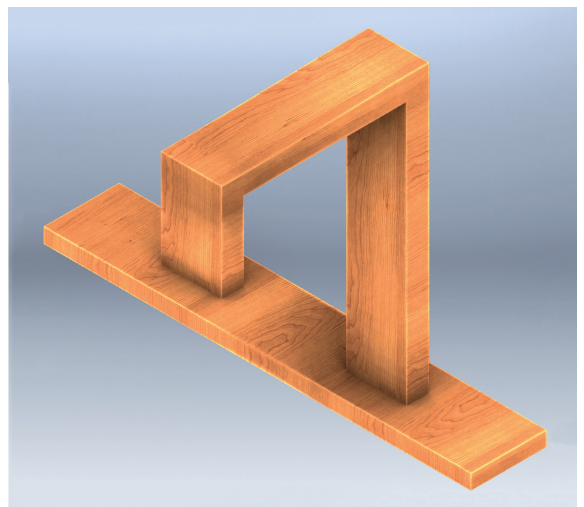
Le choix pour ce deuxième article se porte sur une arche **1** créée par Oscar Reutersvärd, lequel est le véritable précurseur des figures apparemment impossibles : il en a réalisé plus de 2000, dont le triangle de Penrose. Cette arche est géométriquement identique à un solide impossible à quatre barres **2**.

**Étape 1 : Génération d'un plan de projection isométrique.** Pour les mêmes raisons que dans l'article précédent, l'esquisse s'effectuera dans le plan isométrique : créer un plan intermédiaire avec la fonction « géométrie de référence » en effectuant une rotation du plan de droite de  $\alpha = 45^\circ$  autour de l'axe vertical. Créer ensuite le plan isométrique par une rotation  $\beta = 35,26^\circ$  du plan intermédiaire autour de l'axe horizontal, intersection du plan intermédiaire avec le plan de dessus.

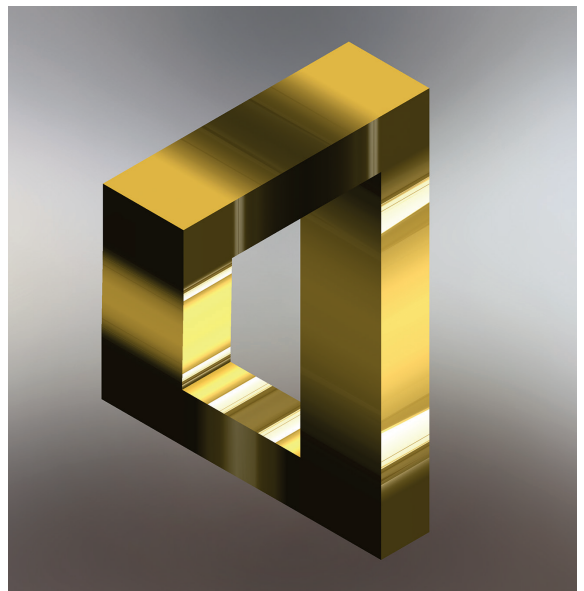
**Étape 2 : Génération de l'axe d'intersection des plans de dessus et isométrique.** Créer un axe (axe iso-dessus) qui servira de référence horizontale pour le tracé de l'esquisse de construction.

## MOTS-CLÉS

modélisation, CAO



**1** Arche impossible de Reutersvärd en vue isométrique

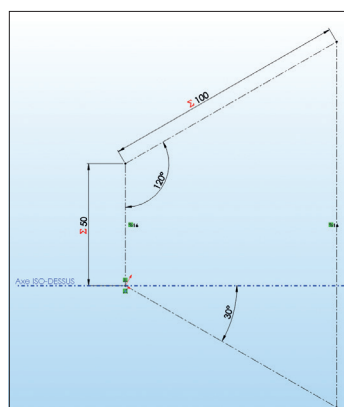


**2** Solide à quatre barres en vue isométrique

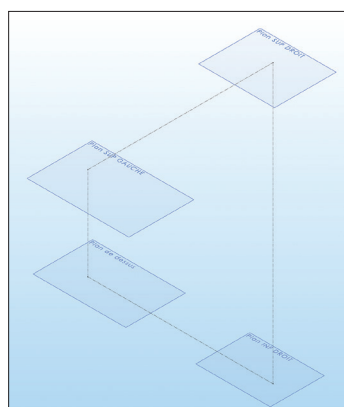
\* Professeur agrégé de SII ingénierie mécanique au lycée Jean-Jaurès de Châtenay-Malabry (92) et formateur vacataire aux IUT de Cachan et d'Orsay.

**Étape 3 : Esquisse de construction.** Dans le plan isométrique et à partir de l'origine, tracer une verticale de 50 mm, puis les trois autres lignes de construction comme indiqué en **3**.

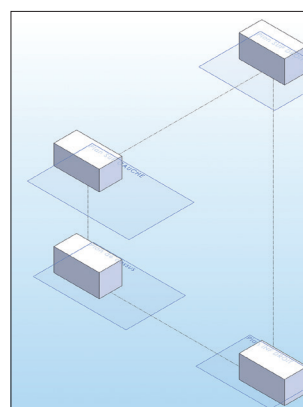
**Étape 4 : Création de quatre plans horizontaux passant par les sommets de l'esquisse **4**.** Le plan



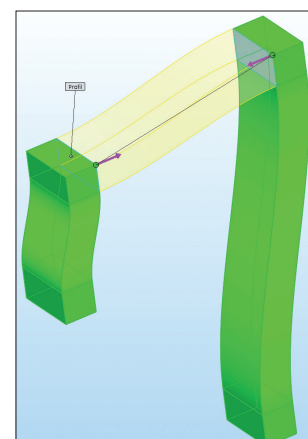
3 Esquisse de construction dans le plan isométrique



4 Génération de quatre plans horizontaux



5 Extrusion de quatre parallélépipèdes rectangles



6 Lissage des trois bras

inférieur gauche est identique au plan de dessus ; il n'est pas nécessaire de le créer.

**Étape 5 : Extrusion de quatre parallélépipèdes rectangles** 5. Esquisser un rectangle de  $15 \times 30$  mm et l'extruder de 15 mm sur chacun des quatre plans.

**Étape 6 : Lissage des trois bras** 6. Utiliser la fonction de bossage/base lissé pour relier entre eux les profils se faisant face. Choisir les contraintes de départ et d'arrivée « normale au profil ».

Remarque : à ce stade, il est possible de réaliser un rectangle de Penrose en lissant un quatrième bras à partir des deux parallélépipèdes inférieurs 7. Éventuellement, modifier les dimensions pour un résultat plus esthétique (voir 2, par exemple).

**Étape 7 : Esquisse de la bande horizontale** 8. Esquisser un rectangle de  $10 \times 50$  mm sur la face interne du cube inférieur gauche et l'extruder de 150 mm vers l'extérieur de l'arche. Procéder de même sur la face interne du cube inférieur droit.

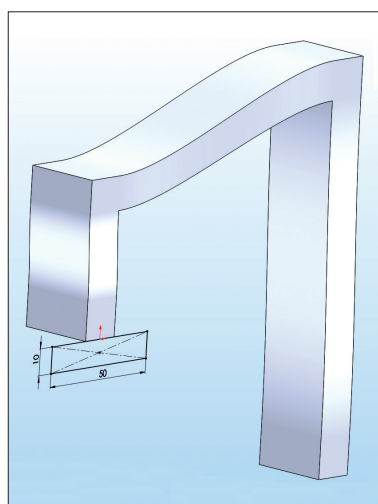
**Étape 8 : Lissage de la bande intermédiaire** 9.

**Étape 9 :** Éventuellement, combiner les trois parties de la bande afin de supprimer les arêtes. Utiliser à cet effet le menu « Insertion / Fonction / Combiner » en sélectionnant les trois parties.

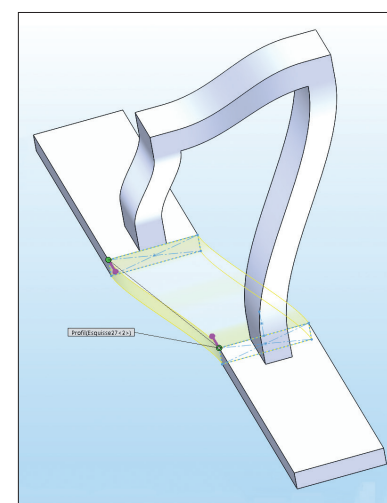
**Étape 10 :** Choisir un rendu sur Solidworks en modifiant les cotes selon les besoins pour du 2D (10, par exemple) ou sauvegarder en « .stl » et imprimer l'objet en 3D 11. ■



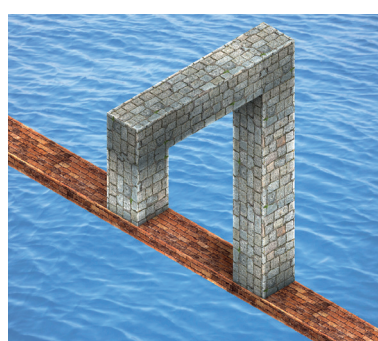
7 Obtention d'un rectangle de Penrose par lissage d'un quatrième bras



8 Esquisse de la bande inférieure

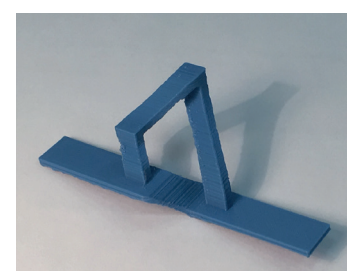


9 Lissage de la bande intermédiaire



10 Arche infranchissable de Reutersvärd

## L'arche de Reutersvärd



11 Impression 3D réalisée par Christophe Vié-Davidas

1. Roger N. Shepard, *L'Œil qui pense : visions, illusions, perceptions*, Paris, Seuil, 2000.