

La CAO de l'impossible ! Le triangle de Penrose

FRANCIS BINET*

Les illusions optiques, qu'elles soient naturelles ou créées par l'homme, ont toujours fasciné. Dans une série d'articles, nous allons présenter la création d'objets en CAO qui semblent posséder des relations géométriques physiquement impossibles.

L'observation de ces objets met en difficulté la perception visuelle et l'interprétation spatiale que le cerveau en fait. Pourtant, ces objets sont bien réels et réalisables, par exemple en impression 3D (voir encadré).

Le principe consiste à créer un objet 3D qui, présenté selon une perspective adéquate, aura une apparence jugée « impossible ». Suivant la nature géométrique de l'objet, plusieurs méthodes sont envisageables afin de créer l'illusion d'optique recherchée.

Le triangle de Penrose, ou tribarre, a été vulgarisé en 1958 par le mathématicien Roger Penrose dans un article du *British Journal of Psychology*, mais sa paternité en revient à l'artiste suédois Oscar Reutersvärd. Il se présente sous l'apparence d'un volume triangulaire qui se développe dans les trois plans orthogonaux tout en étant fermé, ce qui est physiquement impossible. Cette figure est fascinante 1 : l'observateur, tout en étant conscient de l'absurdité de l'objet représenté, persiste à l'appréhender comme une entité volumique. Il est même possible d'en calculer le volume !

La méthode de réalisation développée par la suite est celle utilisée par le sculpteur belge Mathieu Hamaekers pour réaliser une sculpture curviligne du triangle de Penrose (voir encadré).

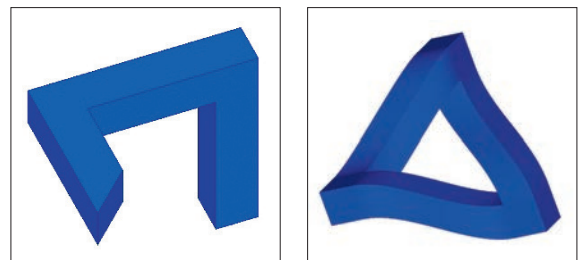
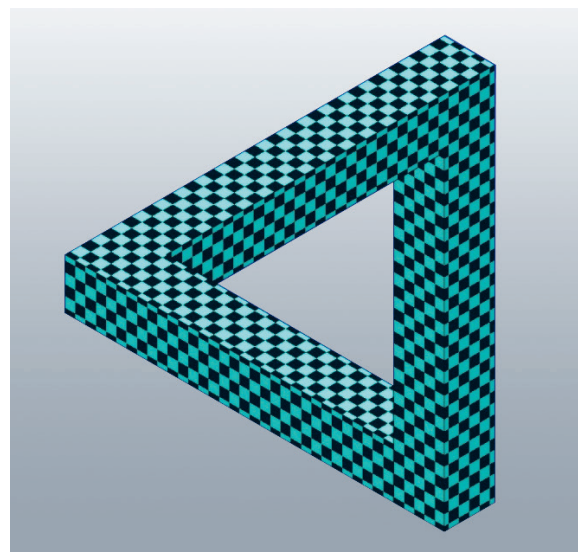
Cette méthode permet de réaliser la plupart des solides « impossibles », mais elle impose à l'observateur de rester précisément dans l'axe permettant l'apparition de l'illusion, en vue isométrique pour la figure 1 par exemple.

Le principe. Les vues isométriques possédant la propriété de conserver les verticales, il suffira d'extruder trois cubes à partir de plans parallèles au plan de dessus, puis de réaliser les trois bras par lissage 2.

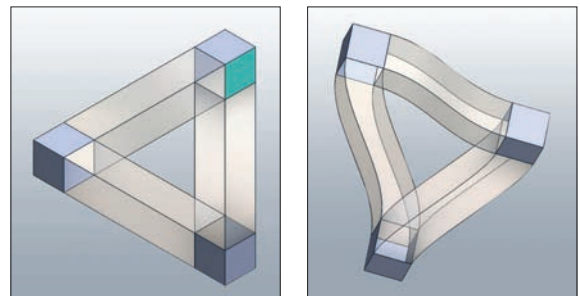
Étape 1 : Génération d'un plan de projection isométrique 3. Créer un plan intermédiaire avec la

MOTS-CLÉS

modélisation, CAO



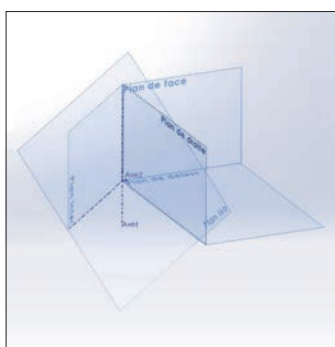
1 Triangle de Penrose, objets 3D donnant la même illusion



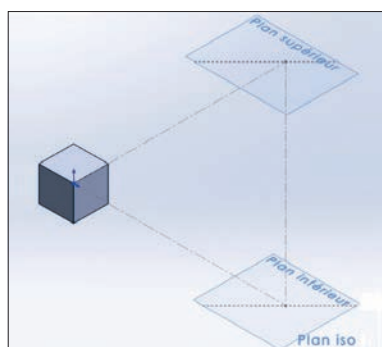
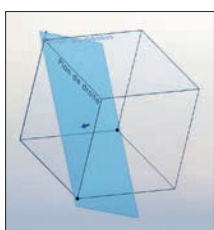
2 Triangle de Penrose curviligne, vue isométrique et vue quelconque

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

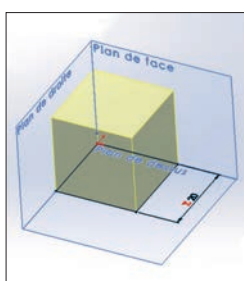
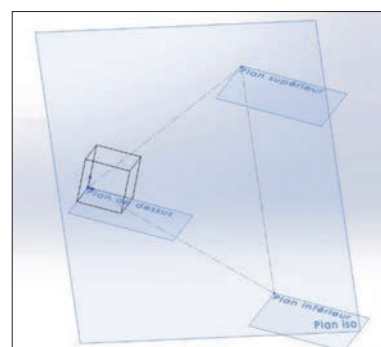
fonction « géométrie de référence » en effectuant une rotation du plan de droite de $\alpha = 45^\circ$ autour de l'axe 1 vertical, puis le plan isométrique par une rotation $\beta = 35,26^\circ$ du plan intermédiaire autour de l'axe 2



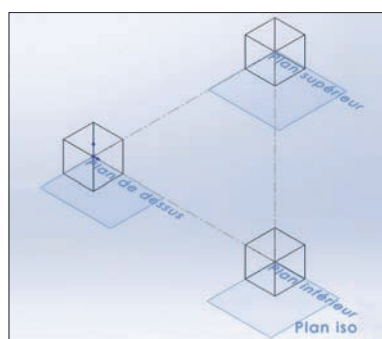
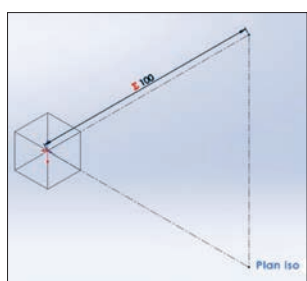
3 Deux manières de construire un plan isométrique



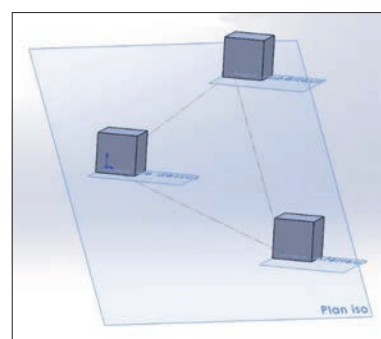
5 Construction des plans d'esquisse des cubes supérieur et inférieur



4 Cube d'origine et esquisse de construction dans le plan isométrique



6 Construction des cubes supérieur et inférieur



horizontal. On peut également faire passer un plan par trois points opposés d'un cube pour obtenir directement un plan isométrique.

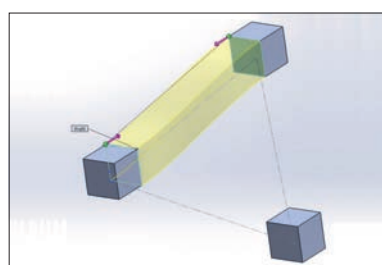
Étape 2 : Extrusion du cube gauche. Extruder un cube sur le plan de dessus en partant de l'origine, de côté = 20 mm dans cet exemple. Il est pratique d'utiliser une variable globale « côté » pour les côtés de l'esquisse et la profondeur d'extrusion afin de pouvoir modifier les proportions du triangle ultérieurement. Se placer en vue isométrique.

Étape 3 : Esquisse de construction sur le plan isométrique. La figure 4 montre le résultat désiré en vue isométrique. Dans le plan iso et à partir de l'origine du premier cube, esquisser un triangle équilatéral colinéaire aux lignes de projection afin d'obtenir la position des origines des deux autres cubes.

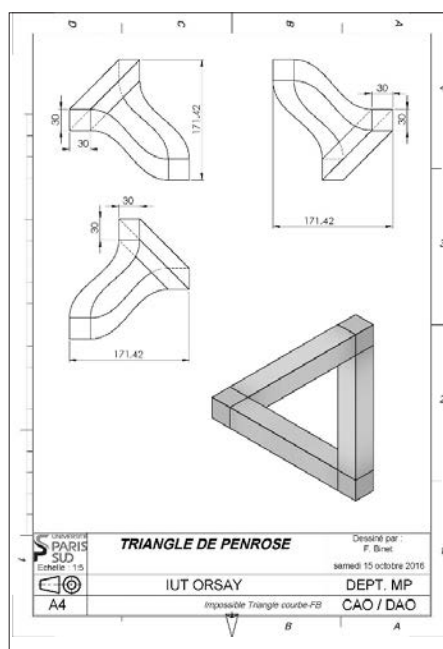
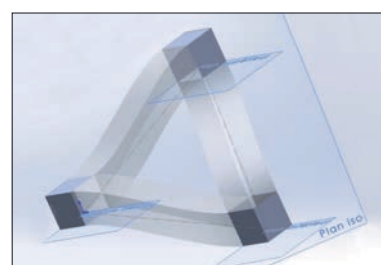
Étape 4 : Génération de deux plans parallèles au plan de dessus 5. Créer deux plans parallèles au plan de dessus, passant chacun par un des points construits précédemment.

Étape 5 : Extrusion des cubes supérieur et inférieur 6. Extruder deux cubes à partir des plans inférieur et supérieur en partant des points d'origine.

Étape 6 : Lissage des trois bras 7. Utiliser la fonction de Bossage/Base lissé pour relier entre elles les surfaces se faisant face. Pour un résultat plus esthétique, choisir les contraintes de départ et d'arrivée « normale au profil ». Répéter l'opération pour les deux autres bras. Le « triangle » est terminé, il suffit de le placer en vue isométrique pour obtenir un triangle de Penrose 8. ■

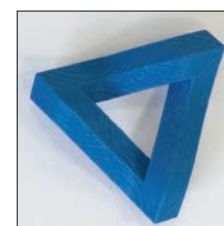


7 Lissage des bras du triangle



8 Dessin de définition du triangle de Penrose

Réalisations du triangle de Penrose



■ Impression 3D réalisée par Christophe Vié-Davidas

Sculpture réalisée par l'artiste belge Mathieu Hemaekers : http://im-possible.info/english/art/sculpture/hemaekers_unity.html