

La CAO de l'impossible ! Le cuboïde de M.C. Escher

FRANCIS BINET*

Une illusion d'optique est un phénomène qui induit notre perception visuelle en erreur. Nous percevons une chose qui n'existe pas ou nous percevons incorrectement une chose qui existe. Voici un nouvel objet improbable de notre série « La CAO de l'impossible ! »

Le Néerlandais M.C. Escher (1898-1972) excellait dans l'art de représenter des objets impossibles dans des scènes paraissant naturelles. La lithographie *Belvédère* réalisée en 1958 met en scène une architecture déroutante. La clé de l'illusion est fournie par un personnage assis, tenant en main un cube impossible. Escher avait préalablement représenté ce personnage dans sa lithographie *Man with cuboid*. C'est ce cuboïde que nous nous proposons de réaliser dans cet article, en reprenant l'idée du sculpteur belge Mathieu Hamaekers qui en a réalisé un dans les années 1980, en déformant les arêtes d'un cube.

La méthode proposée est identique à celle utilisée dans les articles précédents. Pour obtenir une meilleure illusion, la forme du cuboïde n'est pas cubique, mais parallélépipédique, afin d'éviter que les segments verticaux du milieu ne se chevauchent. Il est possible de travailler en perspective dimétrique, ce qui supprime l'inconvénient du chevauchement, mais la réalisation est plus complexe à cause de l'inclinaison faible du plan dimétrique 1.

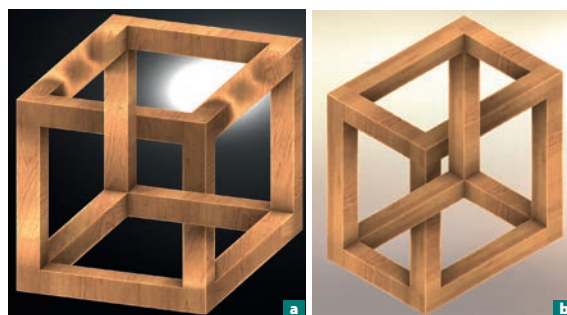
Étape 1 : Génération d'un plan de projection isométrique. Créer un axe vertical passant par l'origine avec la fonction « géométrie de référence », puis un plan intermédiaire en effectuant une rotation du plan de droite de $\alpha = 45^\circ$ autour de l'axe vertical avec inversion de décalage. Créer ensuite un axe horizontal, intersection des plans intermédiaire et de dessus, puis le plan isométrique par une rotation $\beta = 35,26^\circ$ du plan intermédiaire autour de l'axe horizontal.

Remarque : une méthode plus rapide, mais moins compréhensible, consiste à se placer en vue isométrique, puis à créer un plan passant par l'origine avec l'option « Créer un plan parallèle à l'écran ».

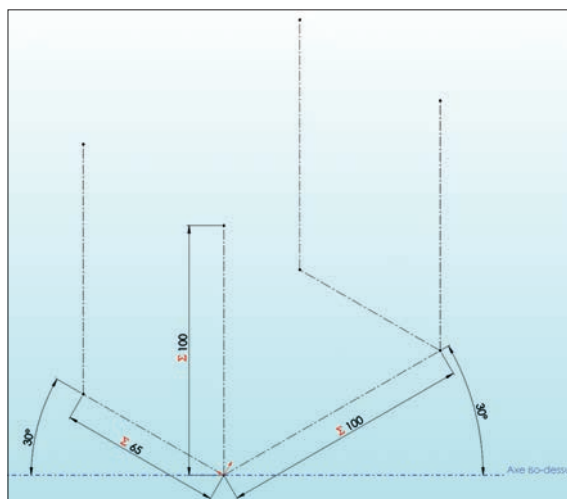
Étape 2 : Génération de l'axe d'intersection des plans de dessus et isométrique. Cet axe servira de référence horizontale pour le tracé de l'esquisse de construction.

MOTS-CLÉS

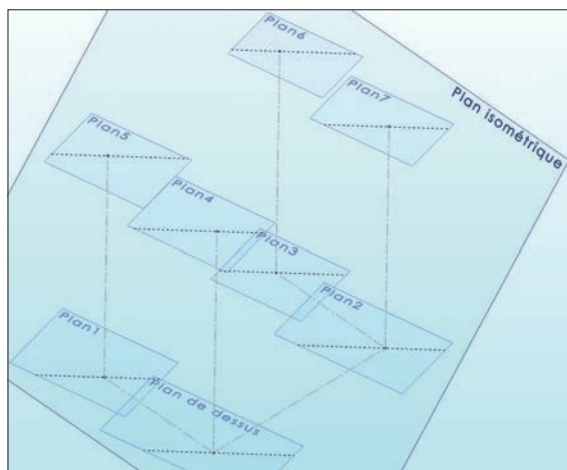
modélisation, CAO



1 Cuboïde en version dimétrique (a) et isométrique (b)

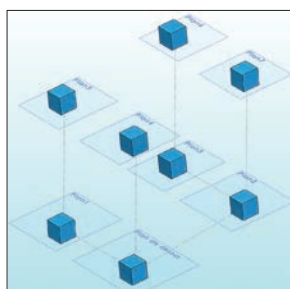


2 Esquisse dans le plan isométrique

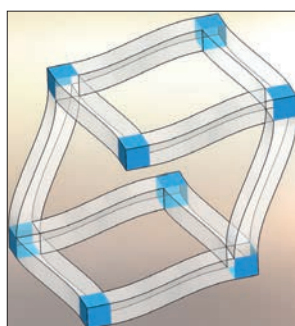


3 Création de huit plans horizontaux

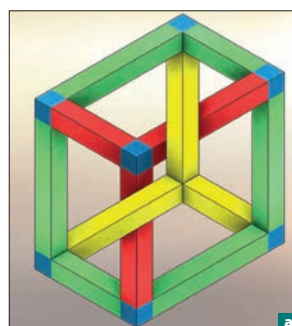
* Professeur agrégé de SII ingénierie mécanique au lycée Jean-Jaurès de Châtenay-Malabry (92) et formateur vacataire aux IUT de Cachan (94) et d'Orsay (91). Cf. *Technologie* n° 207 et 208.



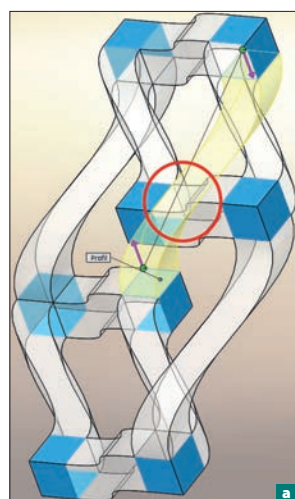
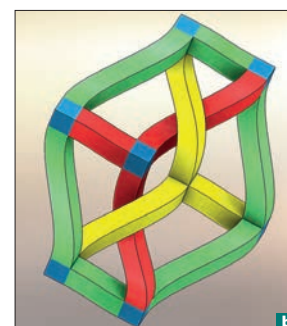
4 Huit cubes réalisant les coins du cuboïde



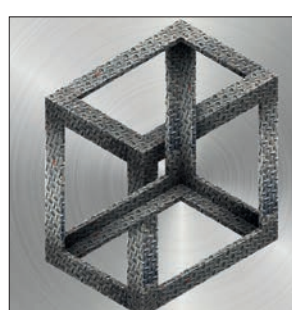
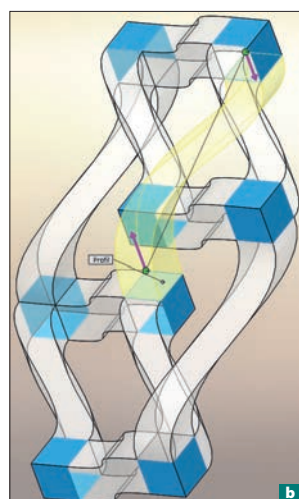
5 Lissages des bras « horizontaux » et « verticaux »



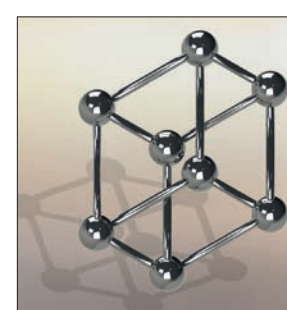
7 Cuboïde achevé, en vue isométrique (a) et en vue quelconque (b)



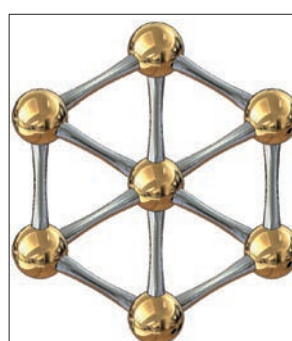
6 Conflit lors du lissage d'un bras croisé (a) et résolution du conflit (b)



8 Cuboïde en cornière (textures pixabay)

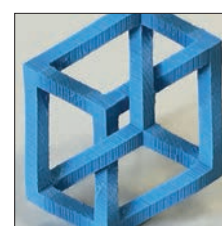


9 Cuboïde tubulaire à coins sphériques



10 Cuboïde tubulaire centré à coins sphériques

Réalisation du cuboïde de M.C. Escher



Impression 3D réalisée par Christophe Vié-Davidas

Étape 3 : Tracé de l'esquisse de construction du cuboïde dans le plan isométrique 2. Tracer deux lignes de construction à 120° , situées à 30° de l'axe de référence généré à l'étape 2. Les lignes sont paramétrées respectivement à 100 mm et 65 mm, ce qui correspond à une base réelle de $100/0,8165 \sim 122$ mm sur $65/0,8165 \sim 80$ mm (0,8165 étant le facteur de réduction pour une projection isométrique). Tracer quatre verticales de 100 mm également.

Remarque : il est pratique d'utiliser les équations dans Solidworks afin de pouvoir redimensionner le composant après coup.

Étape 4 : Création des huit plans horizontaux 3. Il faut générer sept plans parallèles au plan de dessus et passant respectivement par les sept points de l'esquisse autres que l'origine. Le plan passant par l'origine est le plan de dessus.

Étape 5 : Extrusion de huit cubes dans leur plan horizontal respectif 4. Les côtés mesurent 15 mm dans l'exemple.

Étape 6 : Lissage des 12 bras. Utiliser la fonction de « bossage/base lissée » 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 ». Le lissage des bras horizontaux et des deux bras « verticaux » externes 5 ne pose pas de

problème ; par contre, le lissage des deux bras croisés 6 peut entraîner un chevauchement de matière. Il faut procéder à une modification des valeurs des normales de départ et/ou d'arrivée pour ces deux lissages en adaptant le paramètre « longueur de la tangente » 7.

Étape 7 : Autres profils possibles. Le cuboïde se prête très bien aux variations de formes. S'il est nécessaire de procéder à des modifications importantes du modèle précédent, le principe de construction reste identique. Tous ces modèles sont imprimables en 3D 8 9 10. ■