

CAO ET ROBOTIQUE

État de l'art et enjeux

Présentation de l'outil Modeleur Volumique

Le modeleur pour qui ?

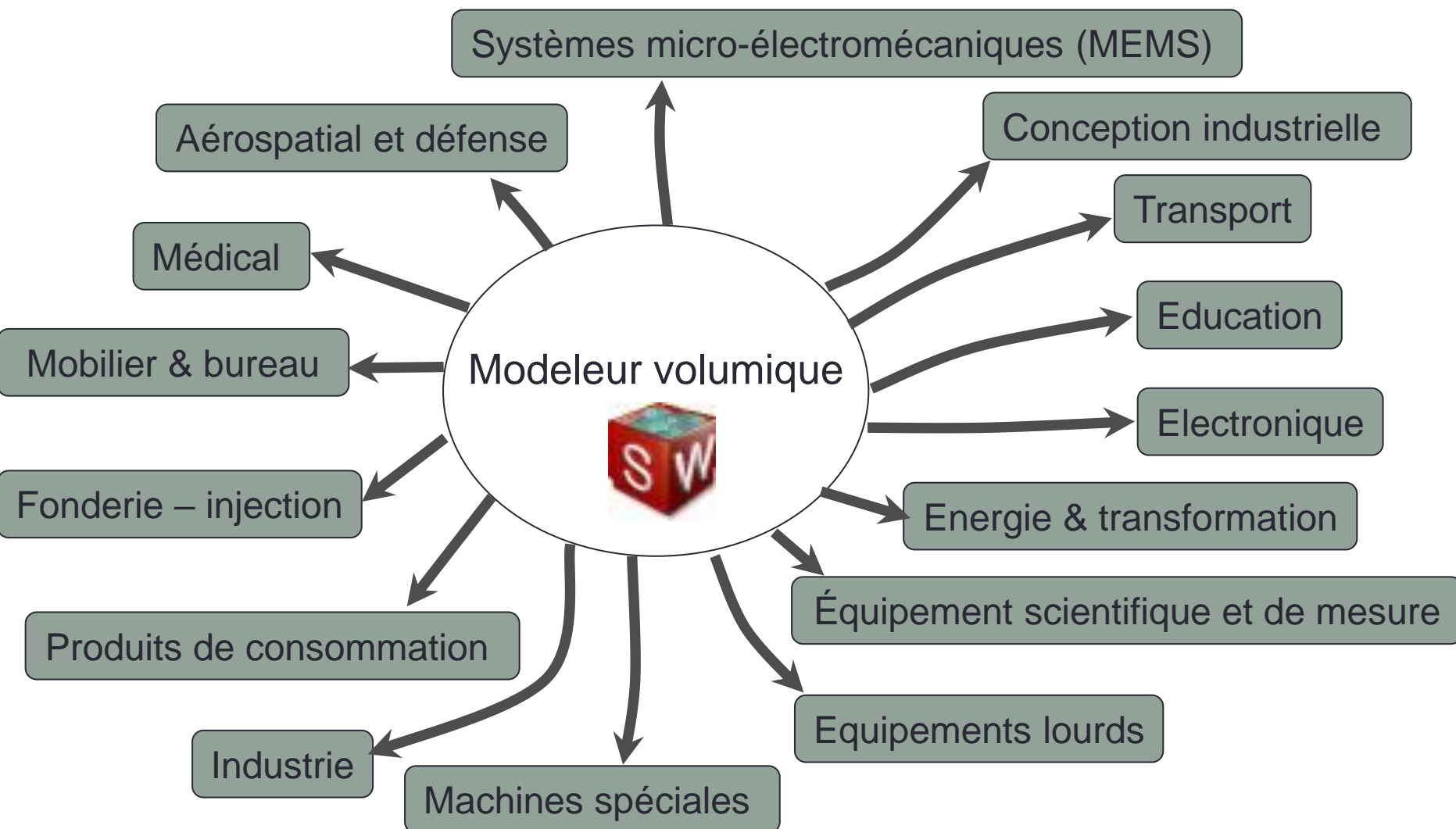
Le modeleur pour quoi faire ?

CAO – DAO – XAO ?

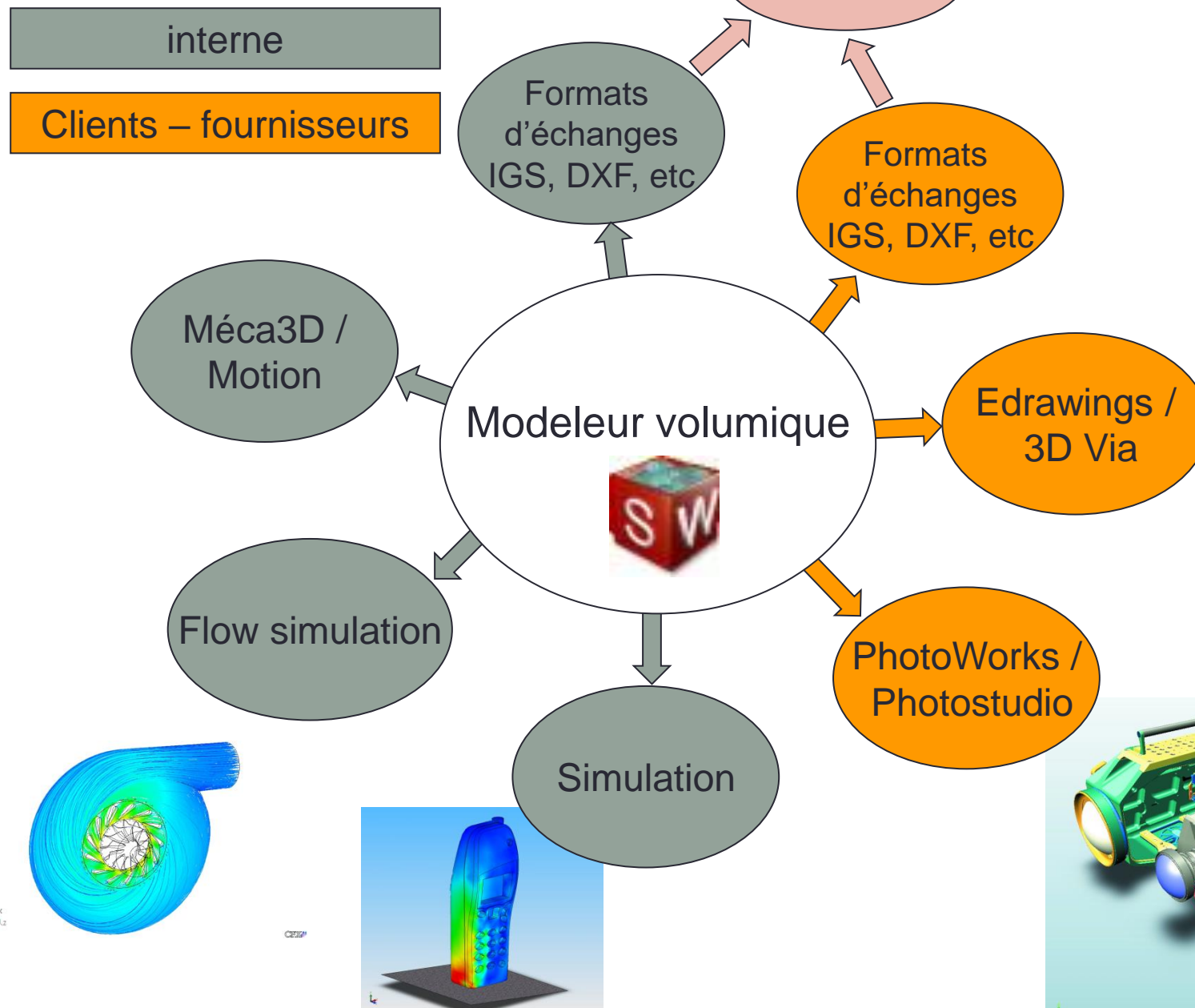
XAO et robotique ?



Le modeler pour qui ?



Le modeleur pour quoi faire ?



Les acronymes

XAO : acronyme qui désigne l'ensemble des tâches « assistées par ordinateur » (computer aided en anglais)

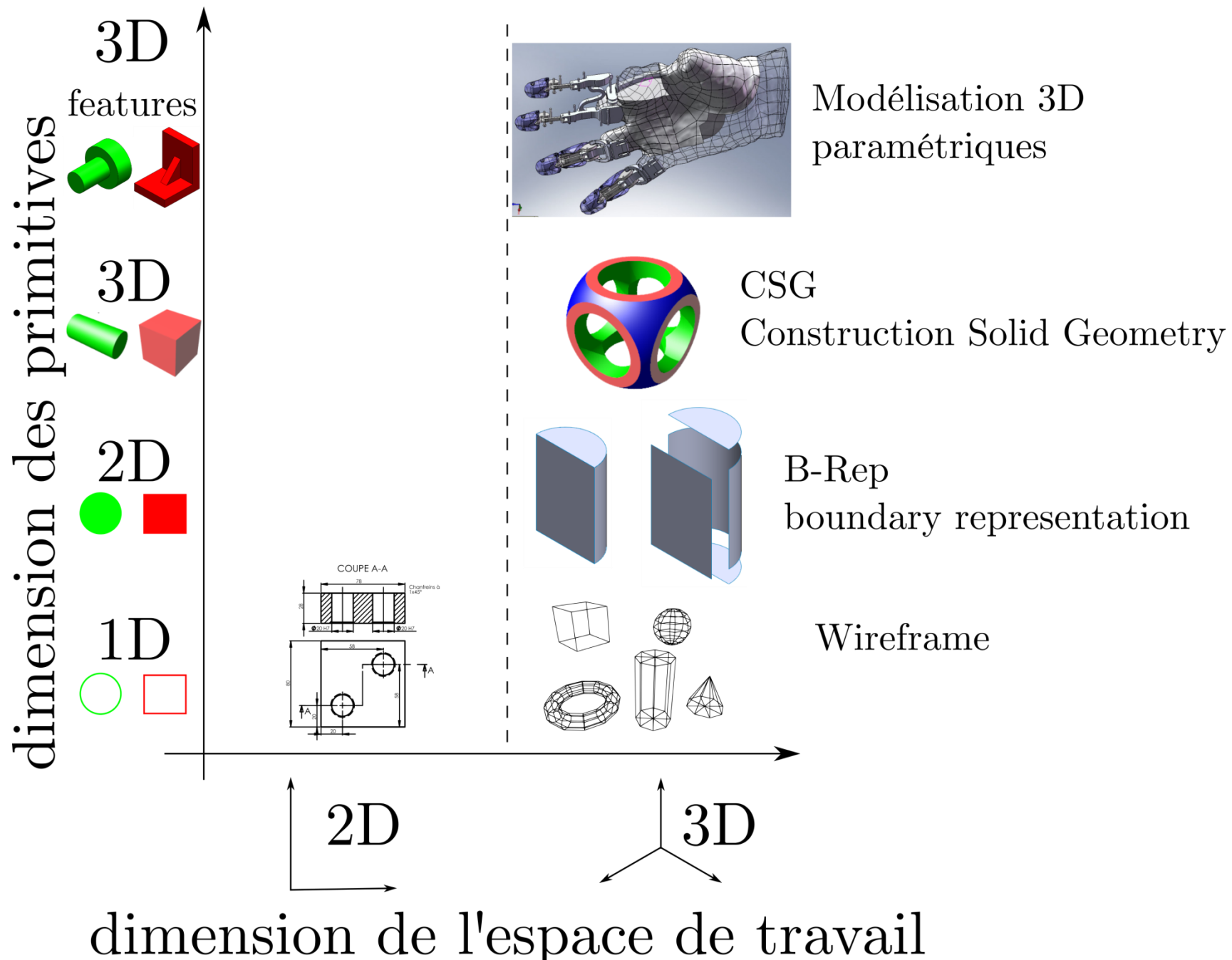
- ➔ CAO : conception assistée par ordinateur (CAD : computer aided design en anglais)
- ➔ DAO : dessin assisté par ordinateur
- ➔ FAO : fabrication assistée par ordinateur
- ➔ IAO : ingénierie assistée par ordinateur
- ➔ GPAO : gestion de production assistée par ordinateur

Historique

- Années 1950 : Naissance de la CAO au sein des grands programmes militaires américains
- 1975-1990 : montée en puissance dans les domaines de l'aéronautique civile, l'automobile, l'industrie informatique, l'architecture, le génie civil.

Grandes évolutions des logiciels de CAO :

- Le **D**essin **A**ssisté par **O**rdinateur (**DAO**): les objets sont représentés par la projection de leurs arêtes sur un plan bidimensionnel 2D.
- La représentation dite fil de fer (Wireframe): les objets sont représentés par ses arêtes mais dans l'espace tridimensionnel 3D.
- la représentation des objets par leurs frontières surfaciques B-REP (***B**oundary **R**epresentation*).
- la représentation par l'espace tridimensionnel occupé par l'objet, cette génération est appelée la technique de «**C**onstructive **S**olid **G**eometry» (**CSG**).



Constitution d'un logiciel de CAO

Conception Assistée par Ordinateur (CAO) : ensemble des outils logiciels et des techniques informatiques qui permettent d'assister les concepteurs dans la conception et la mise au point d'un produit.

Un logiciel de **CAO** se compose généralement des éléments suivants :

→ Le modelleur géométrique

Équivalent de « la planche à dessin », il intègre :

- Les composants géométriques essentiels: points, droites, cercles, ellipses, plans, sphères, cylindres, cônes, courbes de Bézier ou B-Splines, surfaces NURBS, surfaces de révolution, surfaces de balayage, etc.
- Les composants topologiques : sommets, faces, arêtes, orientations, coïncidences, adjacences, intersections, soustractions, unions, etc.

Constitution d'un logiciel de CAO

Conception Assistée par Ordinateur (CAO) : ensemble des outils logiciels et des techniques informatiques qui permettent d'assister les concepteurs dans la conception et la mise au point d'un produit.

Un logiciel de **CAO** se compose généralement des éléments suivants :

→ L'outil de visualisation

Interface graphique permettant d'observer le modèle et d'effectuer des manipulations virtuelles.

Constitution d'un logiciel de CAO

Conception Assistée par Ordinateur (CAO) : ensemble des outils logiciels et des techniques informatiques qui permettent d'assister les concepteurs dans la conception et la mise au point d'un produit.

Un logiciel de **CAO** se compose généralement des éléments suivants :

→ Les applications

Parmi lesquelles :

- Les outils de calcul des grandeurs géométriques (distances, inerties, volumes, masses, etc.),
- les fonctions métiers: assemblage de pièces, production de plans, simulation d'usinage, moulage, fraisage, simulation dynamique et vibratoire, simulation par éléments finis, etc.

Constitution d'un logiciel de CAO

Conception Assistée par Ordinateur (CAO) : ensemble des outils logiciels et des techniques informatiques qui permettent d'assister les concepteurs dans la conception et la mise au point d'un produit.

Un logiciel de **CAO** se compose généralement des éléments suivants :

→ Le contrôleur

Qui gère et manipule les intersections entre les trois outils cités précédemment.

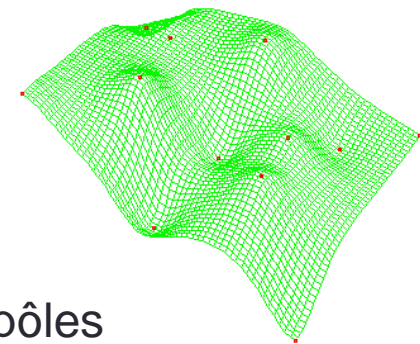
Les différents types de modélisation

La modélisation surfacique

1^{ère} technique qui permet aux concepteurs de réaliser des modélisations tridimensionnelles de manière beaucoup plus approfondie que la modélisation à l'aide de fil de fer. L'objet est modélisé **par son enveloppe** surfacique totale qui délimite cet objet dans l'espace.

La modélisation surfacique est essentiellement basée sur des équations polynômiales paramétriques. Dans cette modélisation nous distinguons deux types de surfaces qui sont utilisées:

- les surfaces simples : les plans, les surfaces d'extrusion et les surfaces de révolution (le cylindre, le cône, la sphère, le tore).
- Les surfaces complexes, les Béziers (ou surfaces à pôles), les B-Splines et les **NURBS** (**N**on **U**niform Rational **B**asis **S**pline)



Ex. de surface à pôles

Les différents types de modélisation

La modélisation volumique (ou solide)

C'est la technique de représentation d'un objet la plus utilisée dans les modeleurs géométriques.

La technique la plus répandue est celle de la représentation par frontière, ou « *Boundary Representation* » (**BREP**).

Le solide est représenté comme une collection d'éléments surfaciques connectés entre eux.

- Les principaux éléments topologiques sont : les faces, les arêtes et les sommets.

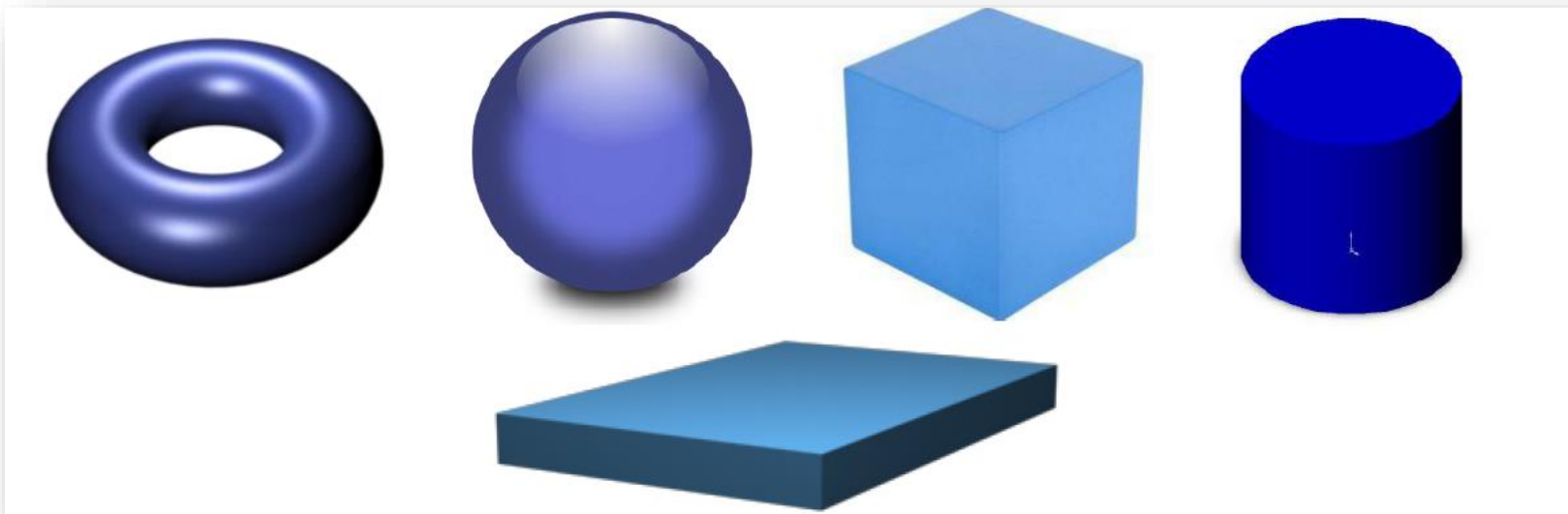
Les différents types de modélisation

La modélisation volumique (ou solide)

C'est la technique de représentation d'un objet la plus utilisée dans les modeleurs géométriques.

On trouve également la technique de modélisation **CSG** (**C**onstructive **S**olid **G**eometry).

La construction du modèle au moyen de la technique de l'“*Arbre de construction*” ou **CSG** consiste à utiliser un ensemble d'opérations booléennes (union, intersection, soustraction (différence)) qui sera appliqué sur des primitives mathématiques telles que: la sphère, le cylindre, le cube, le tore, le cône, le parallélépipède



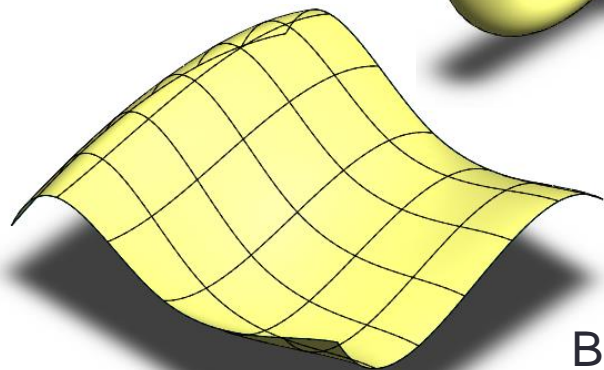
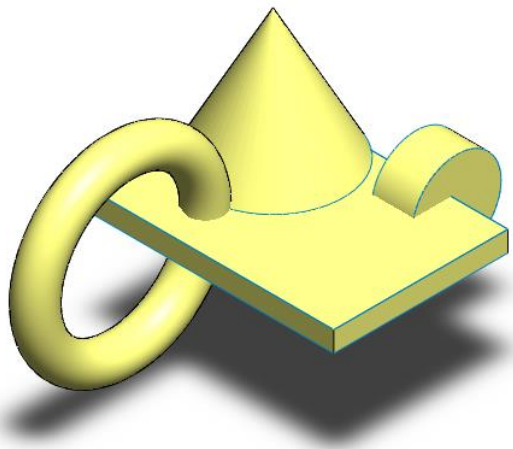
Les différents types de modélisation

La modélisation volumique (ou solide)

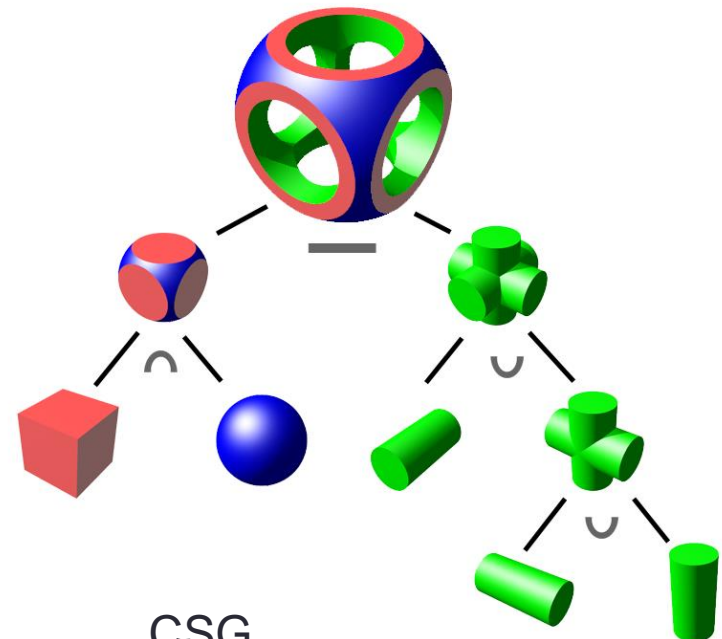
C'est la technique de représentation d'un objet la plus utilisée dans les modeleurs géométriques.

Beaucoup de modeleurs combinent ces deux techniques B-REP et CSG pour tirer profit des avantages de chacune des deux méthodes.

B-Rep Analytique



B-Rep Algorithmique



CSG

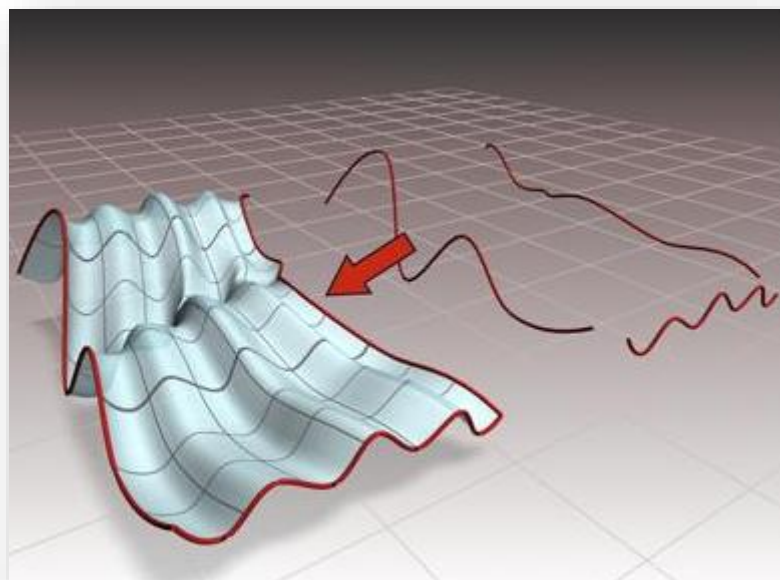
Les différents types de modélisation

Modèles NURBS

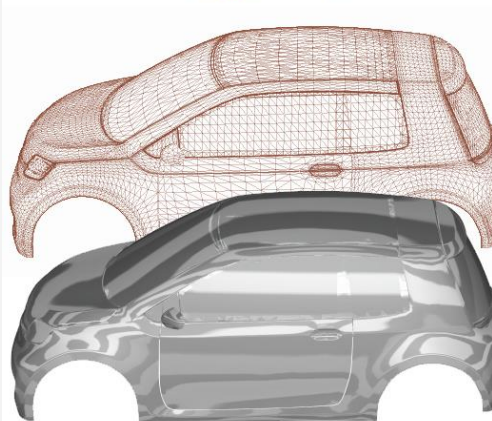
Grande capacité de description des courbes et des surfaces

Ces modèles représentent le résultat d'une amélioration continue et successive des modèles mathématiques des courbes et des surfaces.

Les surfaces **NURBS** sont utilisées dans de nombreuses applications d'ingénierie pour représenter des **corps et des pièces complexes** du point de vue de leurs topologies en raison de leur stabilité, leur flexibilité et de leurs propriétés de modification locale.

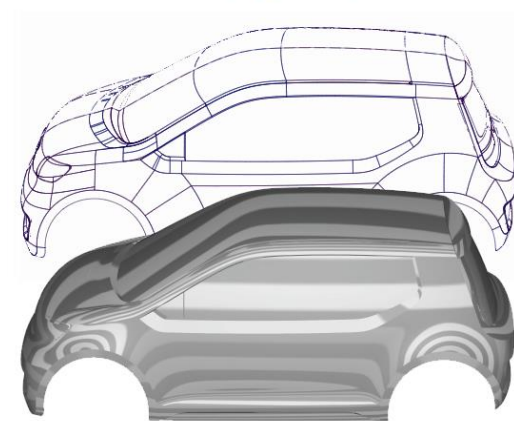


Polygon model



Poor surface quality

NURBS model



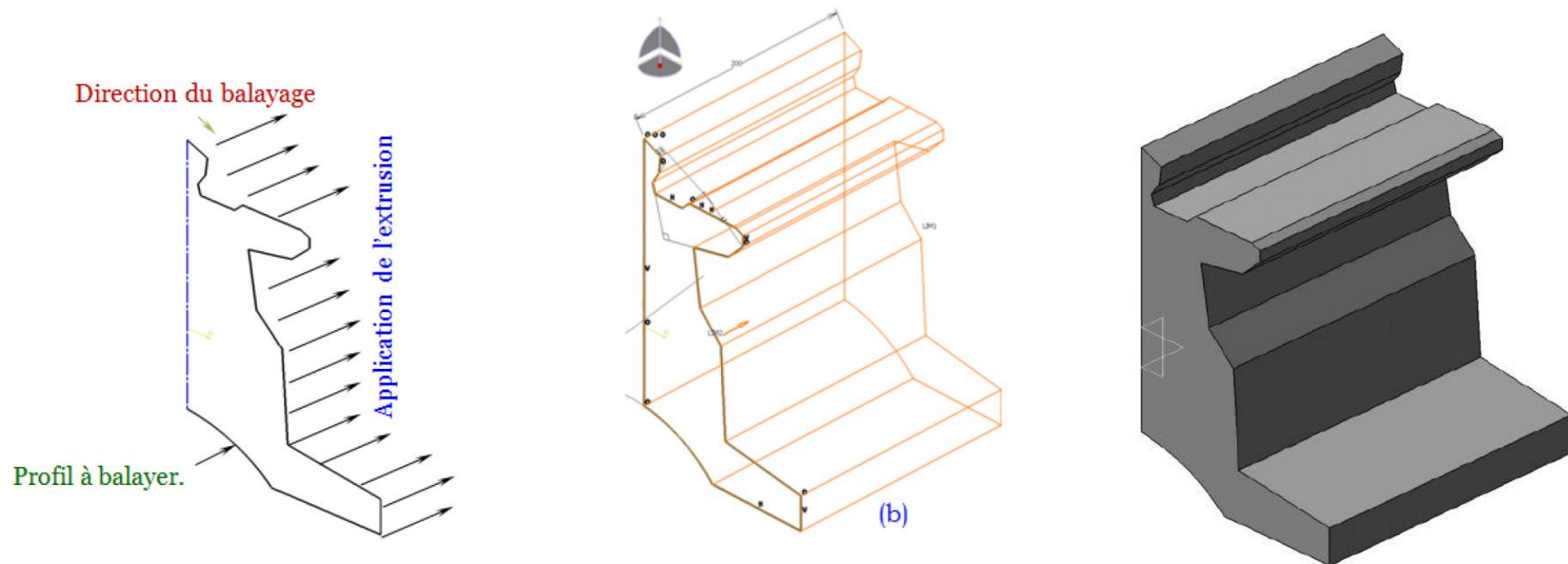
Pure, smooth highlights

Les différents types de modélisation

La technique du balayage

Cette technique permet de construire des objets volumiques à partir de points intérieurs à un contour (générateur ou profil) qui se déplace le long d'une trajectoire spatiale (courbe guide). On trouve :

➔ Le balayage par translation, appelé aussi l'extrusion linéaire
Pour ce type de balayage, le contour (générateur) suit une trajectoire linéaire.



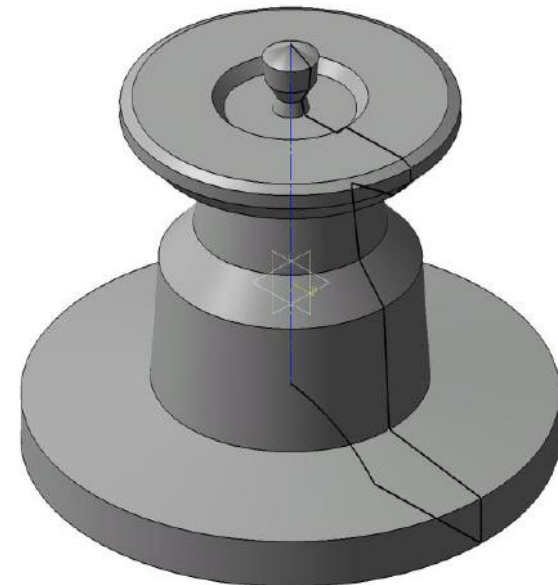
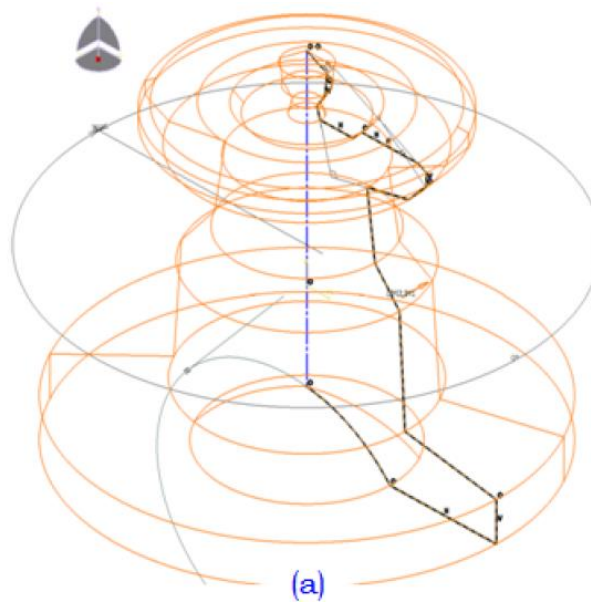
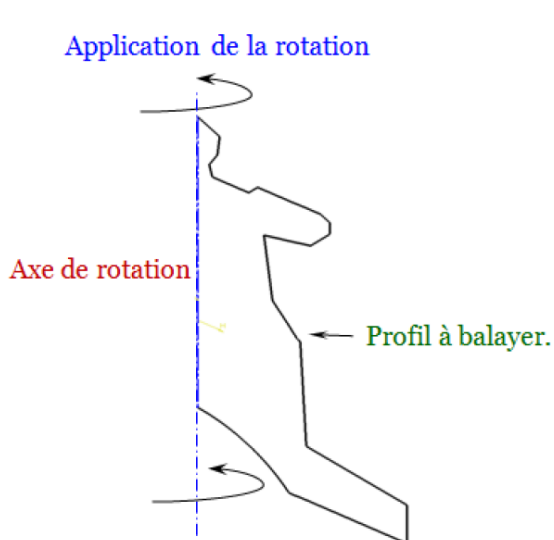
Les différents types de modélisation

La technique du balayage

Cette technique permet de construire des objets volumiques à partir de points intérieurs à un contour (générateur ou profil) qui se déplace le long d'une trajectoire spatiale (courbe guide). On trouve :

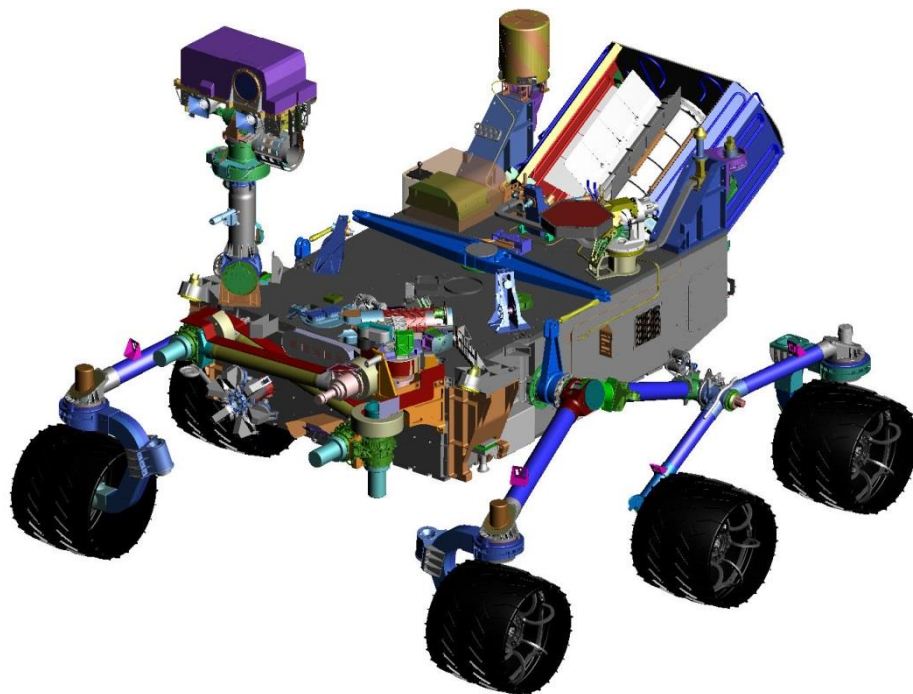
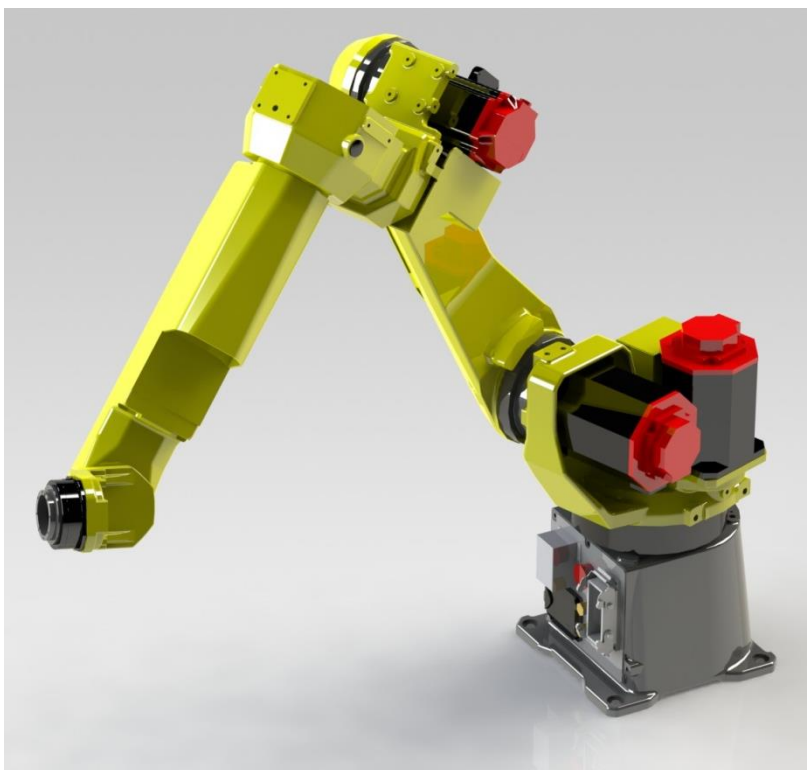
→ Le balayage par rotation

À partir d'un contour ouvert ou fermé, on effectue une rotation d'un profil générateur autour d'un axe. Ce balayage peut être utilisé pour produire des objets de révolution.



Applications de la CAO à la robotique

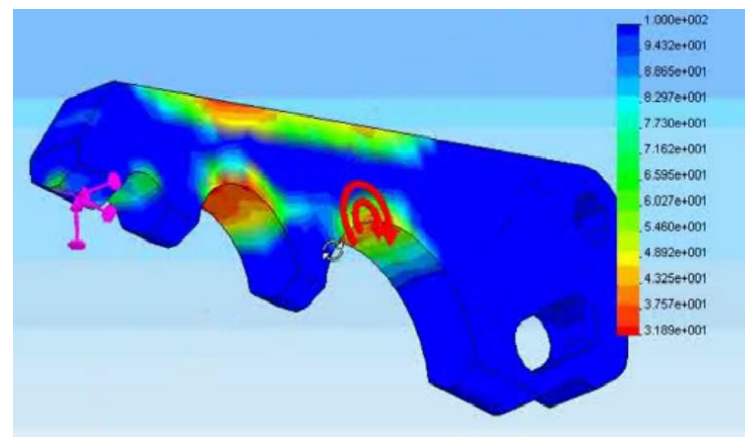
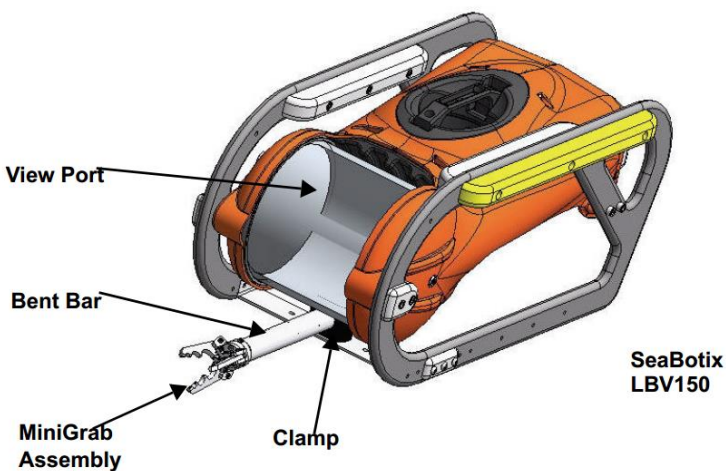
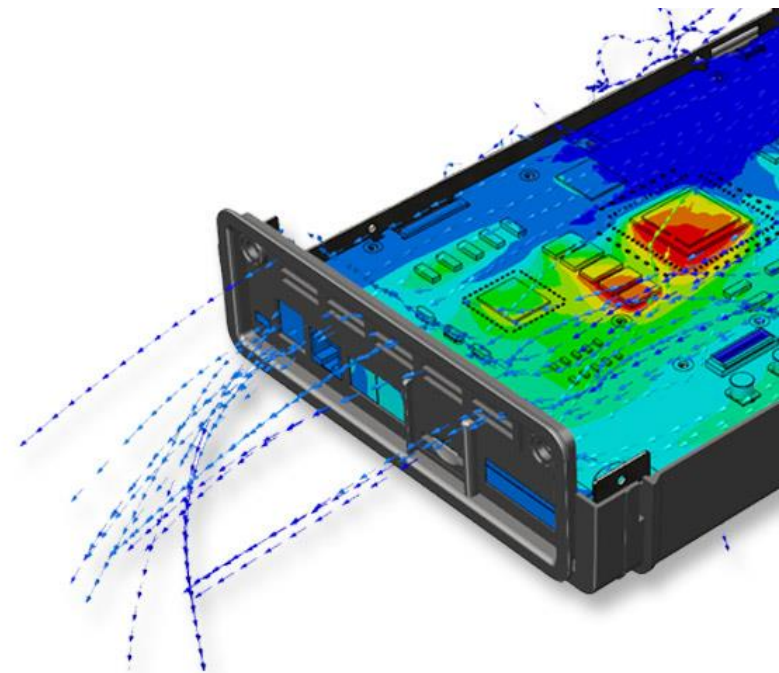
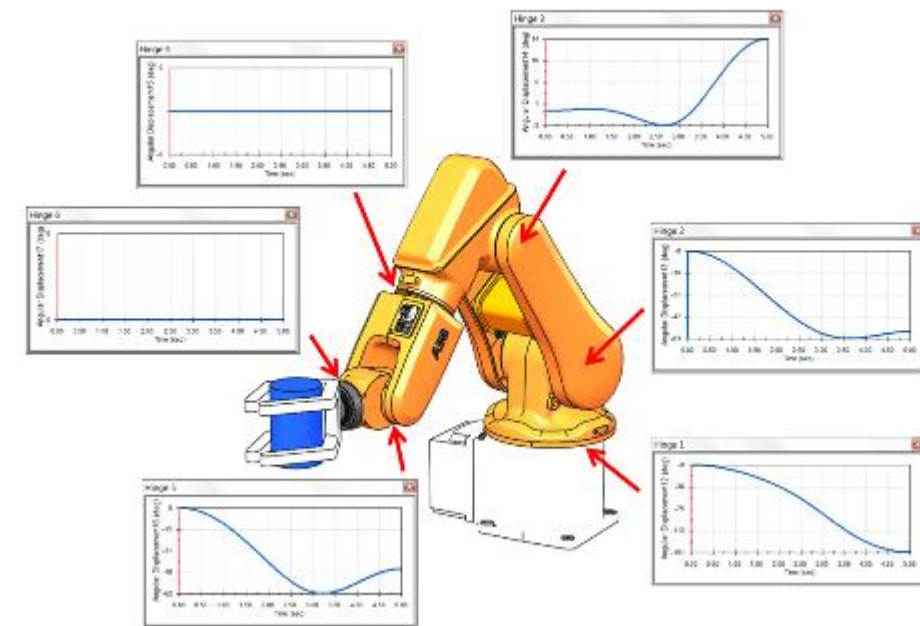
Premier axe : modélisation en vue de la réalisation



Applications de la CAO à la robotique

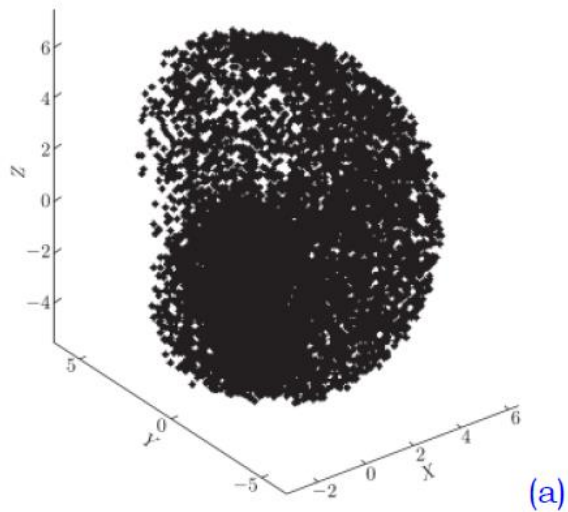
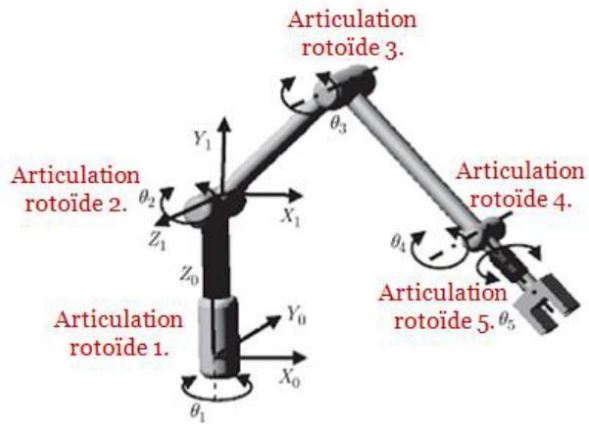
Deuxième axe : modélisation en vue de la simulation

Hinge mate movements

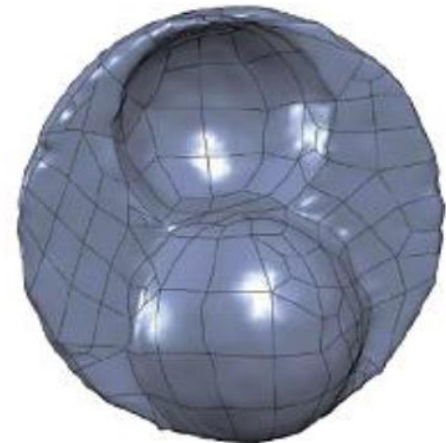


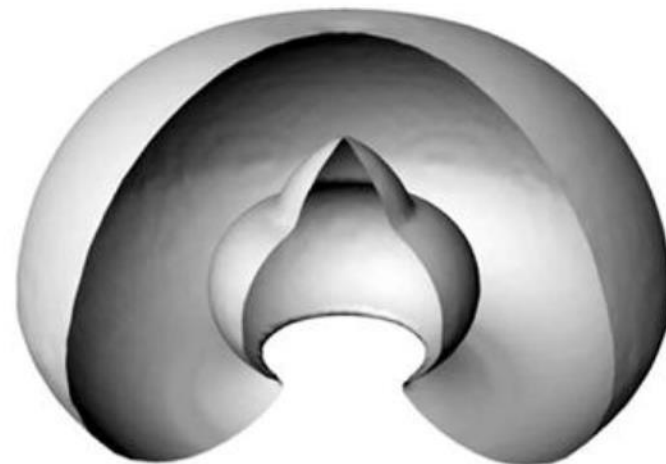
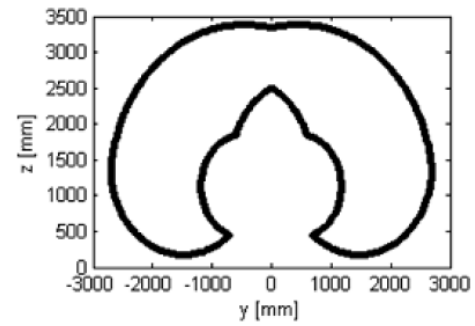
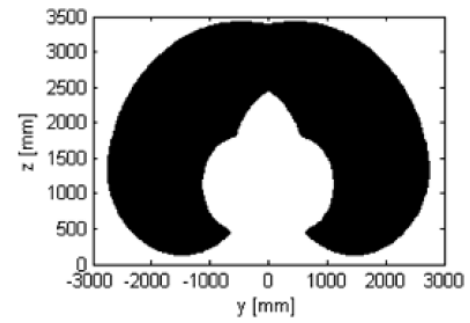
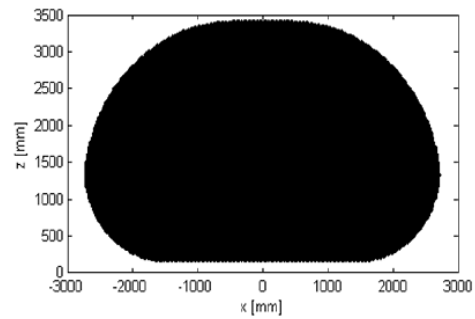
Applications de la CAO à la robotique

Troisième axe : détermination de l'espace de travail



(a)

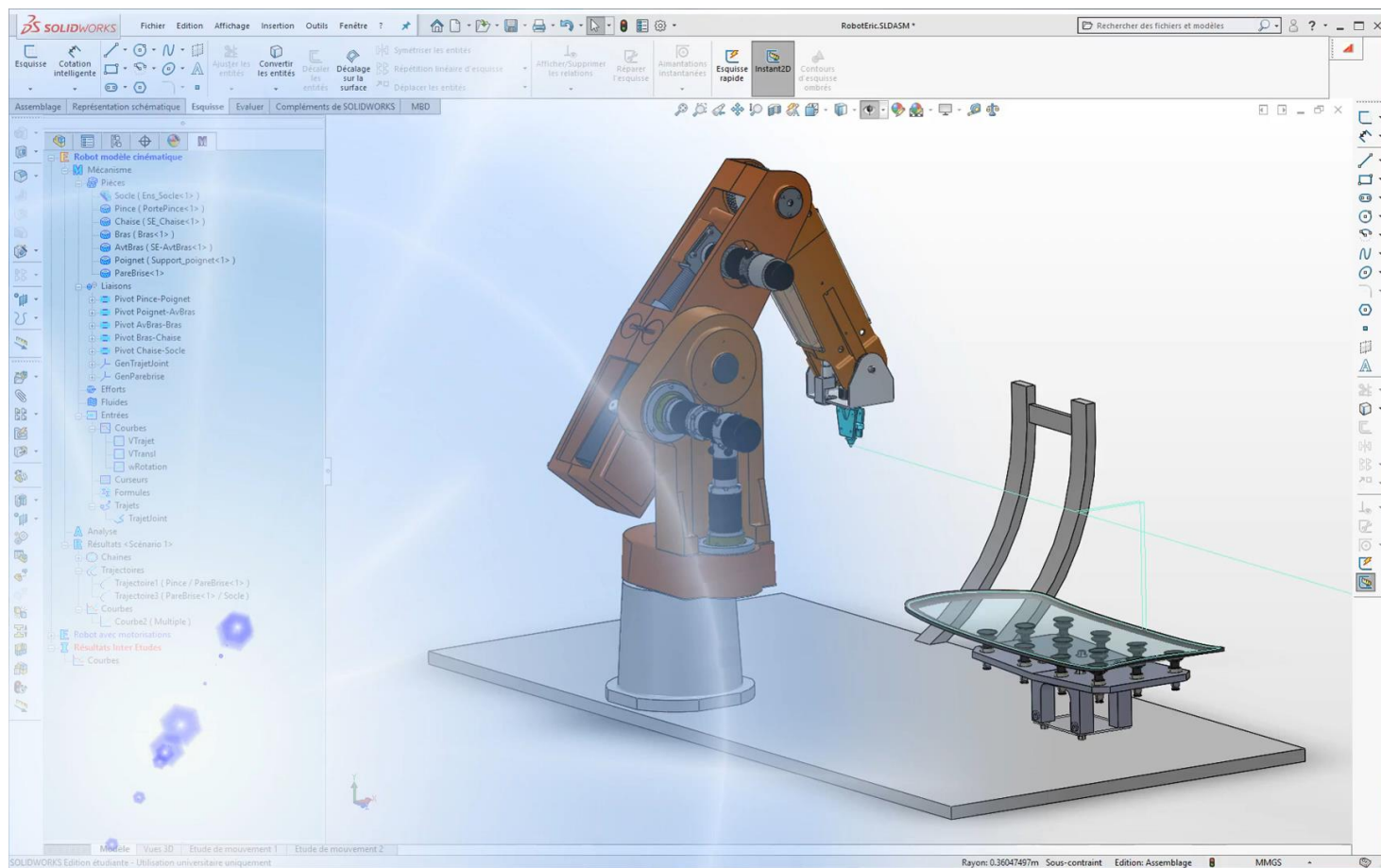




Applications de la CAO à la robotique

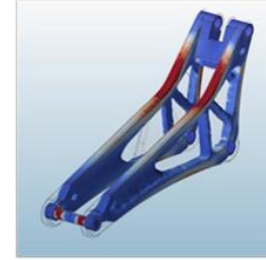
Quatrième axe : détermination de lois de commande

Dans l'exemple [suivant](#), une simulation mécanique permet la détermination de lois de commande.



Applications de la CAO à la robotique

Cinquième axe : l'optimisation topologique ou « IA et CAO »



créer ou importer une géométrie

simplifier le modèle

définir les matériaux et les chargements

générer la forme optimale

vérifier les performances

exporter et raffiner la géométrie

