

Conception assistée par ordinateur

La **conception assistée par ordinateur** (CAO) comprend l'ensemble des logiciels et des techniques de modélisation géométrique permettant de concevoir, de tester virtuellement - à l'aide d'un ordinateur et des techniques de simulation numérique - et de réaliser des produits manufacturés et les outils pour les fabriquer.

L'informatique et l'aide à la conception

Tout système technique est l'association de fonctions. L'agencement de ces fonctions, leurs interactions, les incompatibilités éventuelles font partie du savoir de l'ingénieur. Lorsque le système est affecté d'un nombre trop grand de paramètres, il devient difficile de tout contrôler. La CAO permet de concevoir des systèmes dont la complexité dépasse la capacité de l'être humain comme en micro ou nano-électronique. La conception virtuelle permet l'appréciation globale du comportement de l'objet créé avant même que celui-ci n'existe. En CAO, on ne dessine pas, on construit virtuellement un objet capable de réagir dans son espace non réel selon des lois régies par le logiciel. Le résultat, appelé maquette numérique constitue alors un véritable prototype évolutif.

Chaque corps de métier peut disposer d'un outil CAO. En mécanique, on peut concevoir une pièce où chaque forme répond à un besoin de fonctionnement ainsi qu'un mécanisme regroupant plusieurs pièces. En électronique, on peut assembler des composants (résistances, capacités, éléments de logique...) simulables : on pourra par exemple "construire" un nouveau micro-processeur regroupant plusieurs millions de transistors (3,1 pour le pentium). D'une certaine façon, la PAO s'inscrit dans cet ensemble d'outils d'aide à la conception (création de documents).

La CAO décolla dans les années 75-90, lorsque le coût de mise en place d'un poste se rapprocha du coût annuel d'un dessinateur. La mise en place fut un peu pénible au début en raison d'une nécessité de reprendre les plans existants. On s'aperçut à cette occasion que statistiquement *près de 10%* des cotations sur les plans existants étaient inexactes, que des références de plans existaient en double, qu'une référence unique pouvait correspondre à plusieurs plans légèrement différents, etc. Au bout du compte, le gain de fiabilité de l'information se révéla constituer un argument supplémentaire important décidant à généraliser la CAO.

Le matériel

La CAO est connue pour être encore en 2008 une des applications informatiques les plus gourmandes en ressources informatiques. Après des années de seule présence de ces logiciels sur des stations de travail utilisant des systèmes d'exploitation et des architectures matérielles propriétaires (Sun, IBM, Computervision, HP, Apollo, SGI, anciennement *Silicon Graphics...*), il aura fallu le développement d'ordinateurs individuels (Windows ou Mac) suffisamment puissants pour assurer des fonctions très lourdes en calcul numérique :

- modélisation numérique ;
- simulation mécanique et calcul des matériaux ;
- représentation graphique ;
- dessin de plan ;
- manipulation d'objets 3D ;
- gestion de grands assemblages.

Cela a fait de la CAO une application importante de l'informatique.

Son importance stratégique conduit à lui faire utiliser des modèles permettant la communication des informations entre machines, au moyen de standards comme IGES, afin de ne dépendre ni d'un seul type de matériel, ni (trop) d'un seul logiciel. Nombre de projets de CAO font de surcroît intervenir des sous-traitants dispersés et il importe que les représentations soient parfaitement compatibles afin de permettre le travail en collaboration et à distance. C'est ce qui a été fait pour la modification d'architecture du CNIT en 1987.

On prend vite conscience de l'importance de la CAO dans n'importe quel environnement urbain, formé d'objets qui tous sans exception ont été *dessinés* avant d'être un jour *fabriqués*.

Domaine d'utilisation

Mécanique

Le domaine de la mécanique est historiquement l'un des premiers à s'être doté, dans les années 1960, de logiciels de CAO. Elle permet au concepteur d'exprimer et de modéliser un grand nombre de contraintes (fonctionnalités, matériaux, capacité d'assemblage, fabrication, etc.) pendant la phase de conception d'un ensemble mécanique. Les logiciels correspondants sont utilisés lors d'une ou plusieurs phases du développement (ex: spécifications produit/process, esquisses, dimensionnement, analyses cinématiques, analyses dynamiques, préparation de la fabrication, ...).

Les logiciels modernes permettent une conception directe en trois dimensions et sont surtout intéressants pour les fonctionnalités proposées : aujourd'hui une pièce de tôlerie est modélisée directement en pliant virtuellement une tôle, un perçage est placé d'un simple clic sans avoir à réfléchir sur le choix des formes volumiques - au sens mathématique - à adopter pour modéliser son intention technologique. Si les premiers logiciels proposaient un historique figé (pas de retouche possible des formes déjà définies), les dernières versions utilisant la conception paramétrique autorisent toutes les modifications.

Ces progrès fonctionnels et ergonomiques sont notamment dus aux évolutions des modèles produit/process sous-jacents, selon la progression temporelle suivante [Année des systèmes pionniers - Année des systèmes totalement vulgarisés] :

- [1950-1970] 1ère génération de **CAO 2D** : "Graphic-based" (ex: système graphique AutoCAD),
- [1960-1980] 2ème génération de **CAO 2,5D** : "Depth-based" (ex: systèmes de Génie Civil MicroStation, Cadwork ^[1]),
- [1970-1990] 3ème génération de **CAO 3D** : "Geometry-based" (ex: système de CSG Euclid),
- [1980-2000] 4ème génération de **CAO 3,5D** : "Feature-based" (ex: système paramétrique Pro/Engineer),

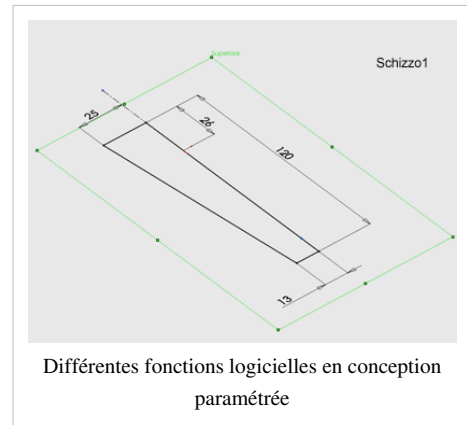
et de manière récente :

- [1990-2010] 5ème génération de **CAO 4D**^{[2],[3]} : "Rule-based" (ex: système à base de déductions Kadviser ^[4]^[5]),
- [2000-2020] 6ème génération de **CAO 5D** : "Induction-based" (ex: système à base d'inductions KAD-Office)^[réf. nécessaire].

Ces logiciels aident non seulement à la création des pièces mécaniques, ou à la mise en œuvre de leur fabrication, mais aussi à la simulation de leur comportement, et donc à la validation des solutions retenues.

Une fois la création terminée, l'exécution automatique de plans, respectant les conventions de représentation et visuellement corrects est facile. Le passage en mode 2D n'est plus ressort du dessinateur à la différence avec le dessin assisté par ordinateur qui demande de maîtriser à la fois, et en même temps, le fond (ce qu'on veut représenter) et la forme (le trait sur le plan), notions qui sont indépendantes pour le logiciel. La réalisation de plans techniques permettant la compréhension du fonctionnement reste toujours plus laborieuse.

La cotation fonctionnelle, et la cotation sur le principe de l'indépendance sont désormais plus faciles avec les outils logiciels en conception paramétrique. Ce qui a été pensé lors de la conception de la pièce est répercutée à la bonne cote lors de la mise en plan automatique. Ce travail est supplémentaire pour le technicien utilisant un outil de Dessin assisté par ordinateur (DAO).



Exemples de logiciels de CAO pour la mécanique :

- Alibre Design ^[6], édité par Alibre Inc
- CATIA, édité par Dassault Systèmes
- FreeCAD, de Juergen Riegel, logiciel multiplateforme (Linux/Windows) distribué sous licence libre
- SOLID EDGE - Siemens PLM ^[7]
- Inventor, édité par Autodesk
- Kompas 3D V10
- NX (Unigraphics)
- Pro/Engineer, édité par PTC
- pythonOCC ^[8], de Thomas Paviot, modelleur multiplateforme (Linux/MacOSX/Windows) distribué sous licence libre
- TopSolid
- SolidWorks
- SpaceClaim LTX
- think3 thinkdesign
- Bricscad de bricsys, CAO sous Windows. Clone de AutoCAD^[9]
- zwcad^[10]

Électronique

Des produits existent également pour la conception de circuits électroniques ou de microprocesseurs. La conception d'un circuit électronique présente deux difficultés :

- la première concernant le comportement électrique ou logique souhaité, est certainement la plus facile à traiter. On obtient un modèle informatique du schéma construit comme sur un outil DAO. Cependant, chaque composant est affectée d'une loi de comportement, ce qui fournit au final un modèle virtuel permettant des tests de fonctionnement.
- l'implantation réelle des composants sur le circuit imprimé est par contre un vrai problème technique; si les schémas simples trouvent facilement une solution, pour les circuits complexes la CAO est d'un grand secours. Le tracé des pistes doit parfois être établi sur une ou plusieurs couches.

Ces outils informatiques sont souvent appelés suite de logiciels, parce que leur utilisation comprend des phases indépendantes : la saisie schématique du circuit (le modèle de représentation), la simulation (modèle mathématique), le placement des composants, et le routage (pistes conductrices).

Exemples de logiciels d'électroniques (assembleurs de composants) :

- ALTIUM DESIGNER ex Protel ^[11]
- Design Architect
- Eagle
- Edwin
- gEDA
- Hyperlynx
- Kicad
- Proteus
- OrCad
- PCAD
- CR-5000 de Zuken

La conception assistée peut parfois aller plus loin encore en proposant une aide à la création de "face" comme avec le logiciel "Front-Designer" ou "Front Panel Designer".

Électrotechnique

Les logiciels de conception permettent la réalisation de plans de câblage électrique pour les domaines de l'industrie, distribution d'énergie, automobile, aéronautique, ...

Le logiciel de CAO permet au concepteur une prise en charge globale du projet par un même outil, (Réalisation des plans, des liens entre composants et plans, des borniers et connecteurs, des nomenclatures, des implantations composants, des faisceaux de câblage, ...).

Les logiciels de CAO électriques facilitent également les échanges entre les corps de métier amenés à collaborer sur certains projets tel que le bâtiment. Les plans d'architectes réalisés dans les formats standards sont ensuite importés et utilisés comme base par des logiciels spécialisés notamment dans les schémas d'implantation électrique. Ce type de logiciels ne vise pas la réalisation de schémas de fonctionnement mais permet à l'utilisateur la création d'installations électriques domestiques ou tertiaires et de visualiser les dépendances entre appareils (interrupteurs ↔ lampes, ...), le matériel nécessaire au projet (appareils, filerie, gaines, ...) ainsi que des contenus détaillés de chaque gaine ou des boîtes de dérivation.

Dans ce domaine deux mode de conception existes :

1. Mode symbolique : Utilisé depuis le début de la CAO électrotechnique, il consiste à prendre les symboles des plans comme éléments principale contenant les informations de la CAO.
2. Mode objet : Créé en Allemagne depuis 2005, il consiste à prendre les objets (composants de nomenclature) comme éléments principale contenant les informations de la CAO. *Il permet ainsi de faire les créations et modifications depuis tout type de représentation (ou non) en assurant une mise à jour en temps réels sur le projet entier. (Il est possible de commencer par la nomenclature et finir par le schéma, de modifier un appareil ou câbles sans avoir à régénérer les nomenclatures, borniers, carnet câble, etc.)*

Exemple des logiciels en mode objet :

- Engineering Base, édité par Aucotec ^[12]
- E³.series, édité par Zuken
- Eplan

Exemple des logiciels en mode symbolique :

- Electre NT, édité par Elsys
- SchemELECT, édité par FTZ
- Elec'View édité par AlgoTech
- See electrical expert, édité par IGE-XAO
- AxiomCAD, édité par assigraph
- Trace elec, édité par Trace software
- SFEACad, édité par SDProget
- AutoCad Electrical, édité par Autodesk
- D-CALC Implantation, édité par JPK Logiciel
- Caneco BT, édité par Alpi

Électromagnétisme

Exemples de logiciels d'électromagnétisme :

- Flux2D/3D
- Flux2D
- InCa3D
- FEMM
- Maxwell
- JMag
- CST

Moléculaire

- BKChem
- GChemPaint
- Ghemical
- Jmol
- PyMOL
- RasMol

Ameublement

- Spazio3D, de la société BrainSoftware

Certaines enseignes, comme IKEA, proposent un outil permettant de concevoir son mobilier, et d'établir ainsi un devis plus précis et une commande plus rapide.

Confection

... de vêtements (par exemple Modaris de Lectra, Accumark de Gerber Technologie...), métier qui présente la particularité de la gestion des tailles...

Orthopédie

Les logiciels de CAO remplacent aujourd'hui peu à peu le plâtre dans le travail quotidien des orthopédiste-orthésiste. Le moulage plâtré du patient est en effet supplanté par des techniques de modélisation 3D (utilisant par exemple un appareil photo ^[13] ou un scanner 3D adapté à l'orthopédie ^[14]). La forme 3D obtenue est ensuite modifiée par un logiciel de CAO afin de concevoir l'appareillage orthopédique adapté au patient (corset, prothèse,...).

Les autres corps de métiers

... de jardins et même la visualisation spatiale de molécules (*Rasmol*). Ils reprennent alors le sigle de CAO auquel on appose souvent un qualificatif (comme dans *CAO Électronique* ou *CAO moléculaire*), ce qui montre le succès de cette terminologie.

Formats d'échange standards

- Pour échanger des fichiers entre systèmes de CAO incompatibles, on utilise des fichiers intermédiaires, dont les plus connus sont les formats DXF (et DWG) et IGES.
- Le format STEP est reconnu et normalisé par la certification ISO 10303.
- Le format IFC (*Industry Foundation Classes*) est un format de fichier orienté objet utilisé par l'industrie du bâtiment pour échanger et partager des informations entre logiciels.

CAO orthopédique

- AAOP

Annexes

Articles connexes

- Ingénierie Assistée par Ordinateur
- Liste d'abréviations de la conception et fabrication assistée par ordinateur
- Conception paramétrique
- Dessin assisté par ordinateur (DAO)
- Fabrication assistée par ordinateur (FAO)
- Informatique musicale
- Prototypage
- Maquette numérique
- Rasmol
- Simulation informatique
- Stéréolithographie
- Station de travail
- Travail collaboratif
- Conception d'une automobile

Liens externes

- Histoire de la CAO en Anglais sur www.cadazz.com ^[15]
- Catégorie Conception assistée par ordinateur ^[16] de l'annuaire dmoz

Références CAO/CFAO

- **(fr)** 'Systèmes De Cfao', 'Etudes En Cfao Cao Mécanique ', 'Éléments De Cao Volume 1 Matériels Et Logiciels De Base', 'Cao Mécanique', 'Systèmes De C.F.A.O. : Conception Et Fabrication Assistées Par Ordinateur : - Introduction Dans L'entreprise, Méthode De Réalisation ', 'La Cfao - Introduction, Techniques Et Mises En Oeuvre, 3ème Édition Revue Et Corrigée ', 'La Cfao ', de Yvon Gardan, Livres, édition Hermes, (modèles CSG, B-REP, modéleur paramétrique ou variationnel etc ...)

Notes et références

- [1] http://www.cadwork.info/Website/fr/bois/home/products/cadwork_2d
 - [2] Conception Assistée par Ordinateur en 4D (<http://www.codekf.org/index.php?id=10&langue=1>)
 - [3] Recherche en CAO 4D à Standford University (<http://www.stanford.edu/group/4D/>)
 - [4] http://www.nimtoth.com/kadviser_presentation.html
 - [5] Serraféro P., Vargas C., Renson D., "Knowledge Aided Design : les démarches de PSA et Techspace Aero", Conférence MICAD, Edition Hermès, Paris, 1999, p. 23-36. (<http://www.iknova.com/articles/PDF/micad99.pdf>)
 - [6] <http://www.alibre.fr/>
 - [7] <http://www.solid-edge.fr>
 - [8] <http://www.pythonocc.org>
 - [9] **(fr)** Bricscad (http://www.bricsys.fr/fr_FR/bricscad/index.jsp) sur le site de Bricsys (http://www.bricsys.fr/fr_FR/)
 - [10] , CAO sous Windows.**(fr)** Le site de Zwcad (<http://www.zw-cad.fr/>)
 - [11] <http://www.altium-eda.fr>
 - [12] <http://www.aucotec.com/index.php?newlang=fra/>
 - [13] http://orten.fr/site_fr/appareil_photo.html
 - [14] <http://www.scanners-3d.fr>
 - [15] <http://www.cadazz.com/cad-software-history.htm>
 - [16] http://www.dmoz.org/World/Français/Informatique/Conception_assistée_par_ordinateur/
-

Sources et contributeurs de l'article

Conception assistée par ordinateur *Source:* <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=74191075> *Contributeurs:* Adoc93, Archibald, Ascaron, Bateauivre54, Beberforever, Benjism89, Benoith, Bertol, Bertrouf, Bob08, Bobblewik, Boretti, Bouktin, Buggs, Cadxp, Calvus mons, Ccolin2509, Cedric.lacrambe, Cheatman, ChoumX, CommonsDelinker, Cywil, DameLaine, Darra, Davidlens, Deep silence, Dom, Duch, EDUCA33E, Elg, Emirix, Épop, Eric.dane, Fchareton, FoeNyx, Francky06, Francois Trazzi, François-Dominique, Gabin02, Galliwog, Gardan, Gede, Gonioul, Greudin, Grimlock, Gz260, Gzen92, Habib.mhenni, Haha, Hashar, Heurtelions, IAlex, Inedit, JB, Jastrow, Jimi, Jona, Jotun, Keylargo, Kilianours, Kiliith, Kolmigabrouil, Kou07kou, Kpp, L.C., Laurent Nguyen, Laurent.bauer, Leag, Lilyu, Litlok, LogicielCAO, Loveless, Lucronde, MakiZen, Marcel.c, MathsPoetry, Mitch-mitch, Mro, Nakor, Nataraja, Neuceu, Nias, Nix46, Nono64, Oimabe, Olalancette, Ollamh, Orthogaffe, Overmac, PRZ, Padawane, Pallas4, Pantoine, Patriiiiick, Pgaige, Philcad, Phroy, Piku, Plic, Ploum's, Pso, Raphink, Renot, ReuNez, Romain Ballais, Romanc19s, Ruizo, Sajoo, Scano, Scsls19fr, Serydicule, Shaihulud, Shiajustrox, Shlublu, Silex6, Sma76220, Sp4tz, Stanlekub, Ste281, Sum, Sylvain74, Tatane, Tatoute, Titpom, Tonyo, Trusty, Visite fortuitement prolongée, Vonnet, Wanousoubi, Wikig, Woww, Zedh, Zubro, 148 modifications anonymes

Source des images, licences et contributeurs

Image:CAD Modeling.gif *Source:* http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Fichier:CAD_Modeling.gif *Licence:* Creative Commons Attribution-Sharealike 3.0.2.5.2.0.1.0 *Contributeurs:* Nicola L.K.

Licence

Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported
[//creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/)