

NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

Les ordinateurs et la construction

Vanier, D. J.

For the publisher's version, please access the DOI link below./ Pour consulter la version de l'éditeur, utilisez le lien DOI ci-dessous.

Publisher's version / Version de l'éditeur:

<https://doi.org/10.4224/40000901>

Digeste de la construction au Canada, 1990-10-01

NRC Publications Archive Record / Notice des Archives des publications du CNRC :

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=f76ced78-dcd7-4d6b-80ed-ed3991342314>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=f76ced78-dcd7-4d6b-80ed-ed3991342314>

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright>

READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits>

LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

Questions? Contact the NRC Publications Archive team at

PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

Vous avez des questions? Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.

Digeste de la construction au Canada

Division des recherches en construction, Conseil national de recherches Canada

CBD-250-F

Les ordinateurs et la construction

Veillez noter

Cette publication fait partie d'une série qui a cessé de paraître et qui est archivée en tant que référence historique. Pour savoir si l'information contenue est toujours applicable aux pratiques de construction actuelles, les lecteurs doivent prendre conseil auprès d'experts techniques et juridiques.

Publié à l'origine en octobre 1990.

D.J. Vanier

Résumé

Les ordinateurs sont de plus en plus utilisés au sein de l'industrie de la construction. Les architectes, les ingénieurs, les constructeurs et les entrepreneurs en construction qui connaissent mal l'informatique peuvent se trouver désemparés devant la myriade d'outils disponibles pour la conception assistée par ordinateur et l'automatisation de la construction. L'auteur présente ici une description de cette technologie et de ses applications dans le secteur de la construction.

Introduction

Les praticiens à la recherche du meilleur progiciel d'automatisation doivent comprendre les différents systèmes informatiques disponibles et la façon dont les éléments d'automatisation s'articulent. Cette information aura alors une double utilité. Tout d'abord, elle aidera à intégrer l'informatique aux méthodes de construction. Ensuite, elle montrera qu'il n'est pas nécessaire que la technologie informatique soit compliquée.

Définitions

La technologie crée généralement son propre jargon afin de simplifier les communications; l'industrie de l'informatique ne fait pas exception à cette règle.

Tous les ordinateurs sont constitués de matériel comprenant six éléments principaux :

- une unité centrale (CPU) qui effectue les calculs,
- des lecteurs de disque qui sauvegardent les fichiers,
- une mémoire vive (RAM) ou mémoire à circuits intégrés qui stocke et extrait rapidement les données,
- des moniteurs ou écrans d'ordinateur qui affichent le texte ou les graphiques,
- des dispositifs d'entrée, comme un clavier, une tablette de numérisation ou une souris, qui permettent l'introduction des données, et
- des dispositifs de sortie, comme des imprimantes et des traceurs, qui produisent des copies imprimées (papier) de l'information.

Le logiciel comprend trois éléments :

- des logiciels qui exécutent des tâches précises clairement définies,
- des fichiers qui emmagasinent les données ou l'information de l'utilisateur, et
- un système d'exploitation qui manipule les fichiers, gère les applications et assure l'administration du système.

Ces mêmes éléments matériels et logiciels se retrouvent dans tous les types d'ordinateurs, qu'il s'agisse de micro-ordinateurs (également appelés ordinateurs personnels) installés sur le bureau des utilisateurs, de mini-ordinateurs utilisés par des groupes de personnes qui partagent des logiciels d'application intégrés, ou de gros ordinateurs desservant habituellement des centaines d'utilisateurs.

Applications sur ordinateur

La conception assistée par ordinateur (CAO) s'applique généralement à tout outil de conception employant des graphiques d'ordinateur. La conception et le dessin assistés par ordinateur (CDAO) désignent le dessin bidimensionnel par ordinateur.¹

La fabrication assistée par ordinateur (FAO), la CAO/FAO et la fabrication intégrée par ordinateur (FIO) sont des outils habituellement associés à l'automatisation au sein de l'industrie de la fabrication.² L'équipement informatique nécessaire exige l'ordre, la propreté et la régulation des conditions ambiantes de l'usine. La CAO/FAO et la FIO sont toutefois fort utiles aux concepteurs et aux constructeurs? Ces outils permettent de réaliser en usine, plutôt que sur le chantier de construction, des opérations comme la fabrication de charpentes en bois, d'ensembles muraux modulaires, de réseaux de plomberie, de poutres d'acier à âme triangulée et de panneaux préfabriqués. Ces opérations informatisées réduisent les coûts et éliminent les perturbations dues aux conditions climatiques tout en améliorant la qualité et la précision.

Autre aspect de la FAO, la robotique a toujours été exclue des applications de construction du fait qu'elle exige des lieux d'exploitation bien protégés et propres. Les professionnels de la construction ont toutefois commencé à examiner l'utilisation de robots pour certaines tâches fastidieuses, simples ou dangereuses?³

Les systèmes experts ou les systèmes experts à base de connaissances représentent des aspects de la technologie de l'intelligence artificielle (IA), outil relativement nouveau dans le domaine des applications informatiques. Ces systèmes permettent aux ordinateurs de déterminer les associations entre des situations données et des ensembles de règles logiques établies dans le logiciel par des experts humains. L'ordinateur peut donc répondre à des questions, et même porter des jugements, dans son domaine de compétence.⁴ Il est possible d'acheter des systèmes essentiels vides (application logicielle) dans lesquels pourront être introduites des connaissances touchant à peu près n'importe quel sujet.

Les immeubles automatisés (ou intelligents) sont des bâtiments perfectionnés dotés d'ordinateurs, de réseaux et de programmes commandant des opérations particulières. Les ordinateurs sont programmés pour prendre des décisions au sujet de la température, de la circulation d'air, des niveaux d'éclairage et d'autres conditions semblables en comparant l'information reçue de capteurs à valeurs préprogrammées. Certains systèmes peuvent aussi contrôler l'accès aux immeubles ou aux réseaux informatiques, surveiller les visiteurs et déterminer le lieu où se trouvent ces derniers. Les communications entre ordinateurs ou réseaux d'un immeuble permettent un contrôle encore plus poussé. Par exemple, le système de contrôle des accès peut informer le système de commande de la chaleur afin de maintenir une température confortable uniquement dans les zones occupées.

Éventail technologique

L'informatique occupe tout l'éventail s'étendant des systèmes de bureautique de base aux systèmes très perfectionnés propres à une application. L'augmentation des ressources disponibles et des coûts va de pair avec le développement technologique

Éventail technologique

De base	Moyenne	Haute	De pointe
Traitement de texte	Estimation	Conception et dessin assistés par ordinateurs	Robotique
Tableurs	Ordonnancement	Recherche documentaire automatisée	Systèmes experts
Comptabilité	Calcul des poutres	Modélisation par éléments finis	Conception de tuyauterie en 3D
Finances	Devis	Géométrie analytique	Intelligence artificielle
	Métré	Vérification des interférences	Immeubles automatisés
	Calculs énergétiques		Modélisation 3D en couleur
	Gestion de projets		Constructique

La technologie de base n'offre que peu de logiciels propres à la construction et fournit plutôt des outils de bureautique et de production. Par ailleurs, la technologie moyenne peut servir dans toutes les disciplines de l'industrie de la construction, ainsi que pour la gestion des installations. Même les petites entreprises peuvent tirer avantage de l'automatisation grâce aux progiciels de construction spécialisés et au matériel associé. La plupart des applications faisant appel à la technologie moyenne sont disponibles sur micro-ordinateur ordinaire.

Les applications de haute technologie se retrouvent le plus souvent dans les régions où se situent de grands chantiers de construction ou d'importantes entreprises de construction ou de conception. à ce niveau, les applications exigent normalement des ordinateurs à CPU rapide, une RAM de grande capacité et des lecteurs de disque rapides. Les applications de haute technologie peuvent émaner d'opérations de technologie moyenne qui ont été améliorées grâce à du logiciel supplémentaire et à une augmentation de la puissance de traitement.

Dans le secteur de la construction, les applications de pointe sont rares, à l'heure actuelle, mais elles font l'objet d'un vaste effort de recherche. Le passage à ce niveau technologique exige des compétences internes considérables et beaucoup de travail de familiarisation avec le matériel et le logiciel. D'ordinaire, une entreprise qui compte se lancer dans une technologie de pointe est déjà passée par les autres générations et s'est dotée de ressources internes substantielles.

Génération de systèmes informatiques dans la construction

L'évolution rapide de l'informatique a laissé sur le marché bon nombre de systèmes d'ordinateurs désuets, ce qui complique les décisions d'achat. Pour être en mesure de différencier les différentes générations et les capacités informatiques, l'acheteur doit comprendre l'évolution des systèmes informatiques. Règle générale, le matériel et le logiciel ont évolué en parallèle, des années 60 à nos jours (figure 1).

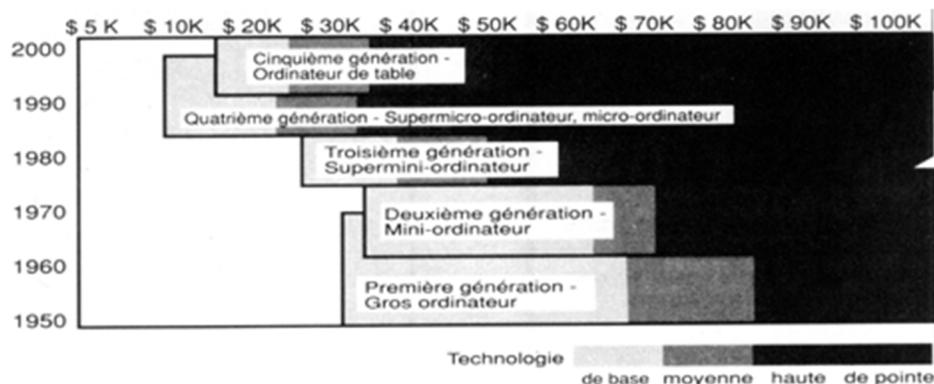


Figure 1. Coût approximatif par poste de travail

Première génération

Au cours des années 60 et au début des années 70, les travaux de recherche-développement ont été effectués à l'aide de gros ordinateurs centraux utilisant du logiciel écrit en FORTRAN ou en ASSEMBLEUR. La plupart des applications portaient sur une tâche précise et une discipline particulière, et il n'y avait guère ou pas d'intégration de l'information ou de circulation de données entre les applications. Les programmes étaient des progiciels de calcul qui nécessitaient beaucoup de temps pour l'introduction des données, se caractérisaient par de longs temps de réponse et n'offraient aucune interactivité. Le traitement prenait souvent 12 heures ou plus. Il existait peu de logiciels graphiques. La CDAO était possible moyennant des dépenses considérables mais il existait peu de systèmes commerciaux destinés aux applications de construction. Les applications graphiques étaient également limitées du fait du coût élevé des moniteurs graphiques et du peu de ressources disponibles. Par ailleurs, le stockage des données et le temps de traitement informatique coûtaient cher.

Deuxième génération

La deuxième génération, qui a marqué la fin des années 70, faisait appel à des mini-ordinateurs scientifiques comme matériel et au FORTRAN comme principal langage d'élaboration du logiciel. Le petit nombre de programmes disponibles pour des tâches de construction était exécuté sur de coûteux ordinateurs spécialisés. Des écrans présentaient des graphiques monochromes à haute résolution, tandis que des traceurs donnaient une sortie de haute qualité. La CDAO était devenue possible, et des systèmes de CDAO se vendaient entre 40 000 et 100 000 \$ par poste de travail. Le coût élevé des périphériques, par exemple les traceurs, les imprimantes et les lecteurs de disque, ainsi que la RAM limitée des ordinateurs restreignaient toutefois la taille et la fonctionnalité des programmes. Néanmoins, certains systèmes de la deuxième génération sont encore utilisés de nos jours.

Troisième génération

Bon nombre de systèmes informatiques de la troisième génération, qui couvre les années 80, sont encore utilisés de façon rentable. Le matériel de cette génération, soit un supermini-ordinateur à processeurs centraux rapides, dessert simultanément de nombreux utilisateurs (multi-utilisateur) et simule l'exécution simultanée d'applications multiples pour chaque utilisateur.

Le supermini-ordinateur est un appareil scientifique polyvalent. Il est habituellement doté de fonctions bureautiques de base traitement de texte, tableurs et bases de données. Il peut aussi servir à d'autres applications, par exemple la CDAO, le calcul des structures, la conception mécanique et la gestion d'installations. Le langage de réalisation le plus courant est le C mais bon nombre de fabricants de matériel et de fournisseurs de logiciel distribuent encore leur logiciel original en FORTRAN. Il n'y a guère d'intégration entre disciplines et applications mais le transfert de données est possible entre les différents progiciels. Les supermini-ordinateurs ont démontré leurs capacités au plan de la représentation tri-dimensionnelle, et les images couleurs ombragées ont fait de la modélisation géométrique une possibilité intéressante.

D'un coût supérieur à 250 000 \$, ces mini-ordinateurs de la troisième génération avaient jusqu'à 8 méga-octets (Mo) de mémoire, soit l'équivalent de huit millions de caractères, et des centaines de Mo de mémoire sur disque. Les postes de travail destinés à des applications de pointe coûtent environ 50 000 \$, mais le coût des moniteurs, des imprimantes, des traceurs et du logiciel a diminué considérablement par comparaison avec le matériel de la deuxième génération.

Quatrième génération

La quatrième génération de systèmes informatiques, qui s'est développée au milieu et à la fin des années 80, diffère de la précédente par sa plate-forme, c'est-à-dire la combinaison de son système d'exploitation, de sa CPU et de son matériel. Alors qu'il fallait auparavant des supermini-ordinateurs, le logiciel est maintenant exécuté sur des micro-ordinateurs ou ordinateurs personnels dotés d'une RAM de 640 kilo-octets (Ko) et d'une mémoire sur disque de 10 à 80 Mo.

Bon nombre de programmes de bureautique et de progiciels génériques de programmation peuvent maintenant répondre aux besoins quotidiens dans le domaine de la bureautique et de la construction. Les applications propres à la construction, mises au point au sein de l'industrie, fournissent des données qui sont intégrées à des tableurs, à des bases de données, à des programmes de traitement de texte et à d'autres programmes. Pour des applications de conception, le logiciel de départ de CDAO peut coûter moins de 1000 tandis que le coût d'installations spécialisées de CDAO, y compris le matériel, avoisine les 15 000 \$. Les écrans graphiques à haute résolution sont relativement peu coûteux (1000 \$), et la représentation tridimensionnelle et les graphiques couleurs constituent des moyens de modélisation abordables, même pour de petites firmes de construction.

Cinquième génération

Les grands utilisateurs d'ordinateurs connaissent sans doute bien la cinquième génération de systèmes informatiques qui, à la fin des années 80, est devenue la plus importante pour les applications de bureau. Ces ordinateurs sont de puissants postes de travail dotés d'une RAM pouvant atteindre 16 Mo et d'une mémoire sur disque pouvant stocker 100 Mo. Leur coût est inférieur à 15000\$.

Les tableurs, les bases de données et les systèmes experts disponibles sur le marché remplacent les méthodes de programmation classiques. L'augmentation de la mémoire des ordinateurs et la convivialité des interfaces facilitent les entrées et les sorties. Des applications de construction sont disponibles sur un grand nombre de postes de travail de bureau, et les praticiens de l'industrie de la construction peuvent choisir parmi toute une gamme de progiciels portant sur telle ou telle discipline. Des écrans graphiques à meilleure résolution qu'auparavant peuvent afficher des millions de couleurs. Les périphériques de sortie comme les imprimantes laser sont fiables, précis, compacts et abordables. Un petit nombre de progiciels de CDAO de la cinquième génération sont apparus sur le marché et on en attend beaucoup plus. Ces progiciels devraient offrir une haute qualité de conception et de présentation pour un large éventail d'applications dans le domaine de la construction. Ils auront aussi une interface utilisateur constante et nécessiteront une formation minimale. En outre, les progiciels de la cinquième génération devraient être chaînés -directement aux puissants systèmes d'édition électronique afin d'améliorer et de faciliter la production de documents à contrat.

Situation actuelle

Les systèmes informatiques employés dans l'industrie de la construction appartiennent pour la plupart à la quatrième génération. Certaines entreprises continuent d'utiliser des matériel et logiciel de troisième génération, et quelques-unes s'intéressent aux applications de cinquième génération. Parmi les applications courantes qui se retrouvent au sein de la plupart des entreprises, mentionnons le traitement de texte, le calcul de la consommation énergétique, le calcul des structures, l'automatisation des prescriptions, la comptabilité, la CDAO, la gestion de projets, le métré, le calcul des contraintes et la modélisation par éléments finis. Un nombre limité d'organisations se sont intéressées aux technologies de pointe de la construction intégrée par ordinateur, de la visualisation tridimensionnelle, des bâtiments intelligents, des systèmes experts et de la robotique.

Automatisation des applications de construction

L'implantation de l'informatique dans le secteur de la construction ne diffère en rien de la mise en oeuvre d'une autre technologie de la construction.⁵ Il suffit de suivre les étapes suivantes :

- déterminer les besoins et le niveau technologique,
- évaluer les produits,
- choisir la meilleure option compte tenu des coûts,
- acheter le matériel et le logiciel,
- programmer les activités d'implantation,
- surveiller l'avancement des travaux,

- réévaluer les besoins.

Plus précisément, le praticien détermine les besoins d'automatisation à court, moyen et long termes, ainsi que le budget, les ressources internes et le calendrier d'automatisation. Au cours de l'étape d'évaluation, les produits logiciels satisfaisant aux besoins sont examinés, comparés, évalués et cotés par le personnel qui utilisera le programme et connaît les procédures manuelles que l'ordinateur est censé remplacer ou améliorer.

Au moment du choix, on définit les besoins en matériel découlant du logiciel retenu; on détermine ensuite le prix de l'ensemble du matériel et du logiciel, puis on le compare et on lui attribue une cote. C'est alors que l'on choisit la meilleure option compte tenu des coûts. Il ne faut pas oublier que les programmes d'application sont les outils de la bureautique. Le matériel informatique constitue la plate-forme à partir de laquelle sont exploitées les applications.

La planification du programme de choix et d'implantation réduit les risques d'échec et augmente la satisfaction du personnel sans imposer de contraintes à l'organisation. L'établissement du calendrier exige une planification minutieuse de façon que l'achat, la livraison et l'installation de l'ordinateur, ainsi que la formation et la création des projets pilotes coïncident avec les périodes de ralentissement du travail des différents utilisateurs. Un contrôle attentif permet de raffiner l'exploitation informatique afin d'assurer le fonctionnement optimal du système. Enfin, il faut procéder à une réévaluation à des moments prédéterminés afin de définir les nouveaux besoins, d'actualiser le logiciel ou de moderniser le matériel.

Conclusions

Pour bien connaître l'informatique, il faut comprendre la terminologie propre à ce domaine et se rendre compte des possibilités qu'offre le large éventail d'applications disponibles.

- Nombre d'entreprises de construction sont peut-être prêtes à s'automatiser mais elles y renoncent pour diverses raisons coût du matériel,
- incompatibilité des systèmes informatiques disponibles avec certaines spécialités de la construction,
- manque de formation en CDAO,
- limites actuelles de l'informatique,
- peur de l'ordinateur,
- manque d'expérience de l'informatique,
- scepticisme professionnel.

Cependant, la mise au point de matériel abordable, de logiciels robustes, d'applications propres à la construction et de programmes complets de formation, ainsi que l'existence de fournisseurs de logiciel bien établis et l'intérêt croissant pour l'automatisation de la construction, contribuent maintenant à lever la plupart de ces obstacles.

En outre, un vaste éventail d'outils informatiques pratiques peuvent être utilisés pour des applications de construction. Ainsi, l'automatisation procure des avantages à nombre d'organismes : accroissement des profits, plus grande satisfaction de la clientèle, planification plus efficace, repérage plus rapide des problèmes, mise à jour accélérée de l'information, établissement de dessins plus précis, plus de temps pour la conception en raison de la réduction du temps de dessin, et meilleure coordination des projets. Même si des études ont montré que la productivité des dessinateurs et concepteurs n'a pas augmenté de façon importante, la qualité de la conception et de la planification s'est améliorée.⁶ En fait, l'industrie de la construction se rend compte qu'elle ne peut se permettre de ne pas s'automatiser.

Références

1. Dessin de conception assisté par ordinateur (bâtiment), Association canadienne de normalisation. CAN/CSA-B78.5-M87,1987.

2. Vemadat, R., Computer-Integrated Manufacturing: on the Database Aspect. Advances in CAD/CAM and Robotics: NRC Contributions. NRCC 27454, mai 1987.
3. Bennett, J., Flanagan, R. et Norman, G., Capital & Counties Report: Japanese Construction Industry. Centre for Strategic Studies in Construction, University of Reading, 1987.
4. Davidson, C.H., Davidson, P.L. et Ruberg, K., Expert Systems and the Use of Information in Building Design and Construction. Conseil national de recherches du Canada, NRCC 30237, juin 1988.
5. Port, S., The Management of CAD for Construction. Van Nostrand Reinhold, New York, 1989.
6. Port, S., Computer-aided Design for Construction. John Wiley and Sons, New York, 1984