

## Les systèmes experts

Claude Fournier

Volume 31, Number 3, July–September 1985

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1052782ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/1052782ar>

[See table of contents](#)

### Publisher(s)

Association pour l'avancement des sciences et des techniques de la documentation (ASTED)

### ISSN

0315-2340 (print)

2291-8949 (digital)

[Explore this journal](#)

### Cite this article

Fournier, C. (1985). Les systèmes experts. *Documentation et bibliothèques*, 31(3), 133–135. <https://doi.org/10.7202/1052782ar>

Tous droits réservés © Association pour l'avancement des sciences et des techniques de la documentation (ASTED), 1985

This document is protected by copyright law. Use of the services of Érudit (including reproduction) is subject to its terms and conditions, which can be viewed online.

<https://apropos.erudit.org/en/users/policy-on-use/>

Érudit

This article is disseminated and preserved by Érudit.

Érudit is a non-profit inter-university consortium of the Université de Montréal, Université Laval, and the Université du Québec à Montréal. Its mission is to promote and disseminate research.

<https://www.erudit.org/en/>



en périphérie

## Les systèmes experts

Au cours des vingt dernières années, les spécialistes de l'informatique se sont rendus compte que la résolution de problèmes complexes exigeait souvent plus qu'une bonne programmation. Il fallait enrichir les connaissances nécessaires et organiser des structures de raisonnement analogues à celles de l'esprit humain afin d'éviter les explosions combinatoires qui décuplent le temps de recherche. Dans ce contexte, les systèmes experts ont constitué une réponse pratique en même temps qu'une promesse de développement dont on mesure à peine la portée. Après avoir précisé leur situation en fonction de l'intelligence artificielle et de la cinquième génération d'ordinateurs, nous en décrirons la structure et le fonctionnement. Suivra un survol des réalisations dans divers domaines et en particulier en sciences de l'information. Enfin, après avoir relevé les problèmes et les limites des systèmes experts, nous signalerons les pistes de recherche et les perspectives d'avenir.

### L'intelligence artificielle et la cinquième génération

Bien qu'elle soit dépourvue de nouveauté, la notion d'intelligence artificielle demeure floue. Dans les années cinquante, elle servait à définir toute méthode de résolution de problèmes. Peu à peu, elle désigne des processus humains particuliers dont le plus célèbre demeure la traduction automatique. Dès 1965, on effectue des recherches sur la documentation automatique: analyse, recherche de mots-clés et relations entre les termes. Elle regroupe souvent des activités humaines

pour lesquelles aucune méthode connue, aucun processus établi n'existe.

On divise parfois les aspects de l'intelligence en deux parties: 1) l'épistémologie, théorie de la science et, chez les anglo-saxons, de la connaissance; 2) l'heuristique, méthode empirique de découverte et de résolution de problèmes, fondée sur l'expérience et le jugement. L'intelligence artificielle fait appel à la méthode heuristique pour la résolution des problèmes. Elle applique des règles de choix et tient compte des données et du contexte, c'est-à-dire des caractéristiques du problème en cours de traitement.

Les principaux domaines de l'intelligence artificielle sont: la compréhension du langage naturel, la vision par ordinateur, la résolution de problèmes, la démonstration de théorèmes, l'apprentissage, la représentation de la connaissance, les approches diverses comme les jeux ou la programmation automatique, enfin, les systèmes experts, qui contribuent depuis quelques années à augmenter la valeur pratique de l'intelligence artificielle.

S'ils prennent racine dans le monde de l'intelligence artificielle, les systèmes experts présentent des liens avec les ordinateurs de cinquième génération. Contestée mais de plus en plus répandue, cette dernière notion désigne un projet décennal d'ordinateur intelligent amorcé par les Japonais en 1981. Les buts majeurs consistent à faciliter les communications homme-machine, à développer des systèmes de résolution de problèmes, à stocker, organiser et retrouver des informations non numériques. On mobilise donc trois secteurs de recherches conceptuelles: les circuits à très grande intégration (VLSI), l'architecture des ordinateurs

et l'intelligence artificielle. Une des orientations majeures visera l'abandon de la logique séquentielle de Von Neumann au profit d'un traitement en parallèle et simultané. Par ailleurs, les mémoires à base de données feront place aux mémoires à base de connaissances. On utilisera la technologie des mémoires à cristaux ou mémoires optiques imprimées et lues au laser, en vertu de leur capacité énorme. Les langages de programmation feront appel aux mécanismes logiques plutôt qu'arithmétiques. Pour leur projet de cinquième génération, les Japonais ont choisi PROLOG.

Revenus de leur surprise, les occidentaux mettent en œuvre des projets de recherche qui visent à donner la réplique aux Japonais. Le but ultime de ces nombreuses mobilisations technologiques consiste à mettre au point un ordinateur d'accès agréable, capable de raisonner, d'apprendre, de comprendre et de traduire les paroles de plusieurs langues, de lire les cartes géographiques, les photos et l'écriture manuscrite. Dans une telle perspective, même une demi-réussite ne serait pas dépourvue d'intérêt.

### Définition et structure des systèmes experts

La description des systèmes experts permettra de mettre en lumière plusieurs liens avec la technologie des ordinateurs de cinquième génération. Contrairement aux systèmes informatiques habituels, qui rassemblent des données et un programme, les systèmes experts utilisent des données, une *base de connaissances* et un moteur d'inférence, qui joue un rôle analogue à celui d'un programme. Ils visent à imiter le comportement d'un expert humain dans un domaine donné. Une interface homme-machine vient s'ajouter au moteur d'inférence et à la base de connaissances. Cette dernière rassemble des données relationnelles sous forme de représentations symboliques. On y trouve des «objets» unis par des relations logiques dont le type le plus fréquent prend la forme de «est-un»: le chien «est-un» animal. On y trouve aussi des «règles», constituées de faits et de liens heuristiques du type «si-alors». Les bases de connaissances de la cinquième génération posséderont un fichier de renseignements descriptifs et explicatifs pour chaque objet répertorié.

Le *moteur d'inférence* ou structure de contrôle regroupe les processus de raisonnement qui agiront dans la base de connaissances. Des mécanismes d'inférence médiate, apparentés aux syllogismes, côtoient les méthodes de raisonnement approximatif, qui peuvent manipuler des connaissances incertaines ou incomplètes. Les règles se subordonnent aux méta-règles qui, à leur tour, s'inscrivent dans des stratégies de résolution de problèmes. Ainsi, on peut imprimer aux règles des directions de recherche telles le chaînage avant ou le chaînage arrière. Mais les résultats ne seront assurés qu'avec le concours d'une structure et d'un moteur d'inférence qui prévoient et corrigent les «errements». Des stratégies permettent

de gérer l'incertitude en affectant un indice numérique aux déductions. Il est possible aussi de parer aux contradictions par la mise en œuvre de rétractions. Enfin, de nombreuses techniques de recherche de solutions existent, qui permettent de traiter avec efficacité les éléments de problèmes spécifiques.

*L'interface homme-machine* assure l'entrée des données et la formulation des réponses. Même si plusieurs experts utilisent des modes symboliques très abstraits, la tendance générale consiste à faire appel au langage naturel. Encore relativement rudimentaire et rigide, celui-ci bénéficiera des développements en cours en intelligence artificielle.

Les systèmes experts sont donc conçus pour manipuler des connaissances particulières afin de résoudre des problèmes dans un domaine précis. On les qualifie parfois d'assistants intelligents puisqu'ils peuvent jouer un rôle de conseiller auprès d'un expert humain. Plusieurs possèdent un module explicatif qui assure une transparence aux modes de raisonnement utilisés. Ce type de «fenêtre» s'avère important dans la mesure où il confère au système une crédibilité nécessaire. Avant d'endosser les conclusions de son ordinateur, le spécialiste sera souvent désireux de vérifier le cheminement logique suivi.

Une autre qualité majeure du système expert réside dans l'autonomie de la base de connaissance. Celle-ci peut être alimentée de façon indépendante, sans modification de programme comme dans un système traditionnel. On peut donc ajouter de nouvelles connaissances, modifier les éléments saisis ou effectuer des mises à jour. Il est même possible de réaliser des substitutions complètes de bases lorsque les connaissances emmagasinées présentent des similitudes suffisantes. Enfin, l'auto-acquisition de nouvelles connaissances deviendra une caractéristique de plus en plus répandue. Les recherches effectuées dans le cadre de la cinquième génération d'ordinateurs permettront de multiplier les développements de cet ordre.

### Survol des réalisations

La conception et le développement des systèmes experts connaissent un tel essor qu'il faut renoncer à décrire l'ensemble des réalisations. Instrument productif par excellence, le système expert trouve sa place dans tous les domaines où les incidences stratégiques ou monétaires sont déterminantes: médecine, exploitation des ressources, activités militaires, ingénierie, etc. Premier système expert au monde, DENDRAL a vu le jour en 1965 à l'Université de Stanford. Il détermine la structure et les composants chimiques d'une molécule, à partir des signaux d'un spectromètre de masse. Il a donné naissance à META-DENDRAL, qui a découvert de nouvelles règles en spectroscopie. Non moins célèbre, MYCIN dia-

agnostique les maladies du sang et la méningite; il suggère ensuite la médication appropriée. On a utilisé son moteur d'inférence pour créer EMYCIN (inférence de base) puis PUFF (maladies pulmonaires) et SACON (stratégie d'analyse en ingénierie). En exploitation des ressources, PROSPECTOR permet d'évaluer le potentiel des sites de gisement miniers. L'industrie pétrolière fait aussi appel à une gamme de systèmes qui assistent les activités de prospection et d'exploitation. L'armée développe aussi plusieurs systèmes dont AIRPLAN, qui contrôle le trafic aérien autour d'un porte-avions et HASP/SIAP, qui analyse les mouvements des navires à partir de signaux sonar. En droit, TAXMAN compose avec les lois fiscales et suggère des stratégies aux entreprises. Enfin, les sciences informatiques s'intéressent aux réalisations qui permettent de déceler les défaillances d'ordinateur et d'analyser les besoins. Plusieurs systèmes experts servent aussi d'outils de développement, par exemple ROSIE (inférence de base, programmation), TEIRESIAS (acquisition de connaissances et de règles), ou EURISKO (apprentissage et conception de circuits électroniques à trois dimensions).

Le domaine des sciences de l'information constitue un terrain idéal pour le développement des systèmes experts. Peu marqués à ce jour, les progrès ne s'annoncent pas moins déterminants, surtout en ce qui touche les interfaces. FRED (FRont End for Data-bases) simplifie les rapports entre la machine et l'utilisateur lors de la recherche dans les banques de données bibliographiques. Il simplifie la connexion et sélectionne les banques en fonction de la question. Il aide au choix des termes, fournit un thésaurus, conseille pour la stratégie de recherche et assiste efficacement l'utilisateur. IT (USERKIT) et PAPERCHASE effectuent une tâche similaire. À la National Library of Medicine, une base de connaissances sur l'hépatite virale, mise à jour régulièrement, répond aux questions sous forme d'affirmations.

On peut envisager la création d'un système expert pour la classification. Un module d'évaluation fonctionnant en langage naturel pourrait évaluer les termes importants (titres, chapitres...) du document avant d'effectuer une recherche dans la base pour faire coïncider les termes choisis avec les subdivisions. Un exercice de contrôle précéderait l'attribution de la notation finale.

Le catalogage présente aussi d'intéressantes possibilités puisqu'il se base sur des règles déjà formulées, relativement assimilables par un système expert. Une expérience menée à l'Université d'Exeter, avec les règles de RCAA2 et le format MARC, a permis de dégager des conclusions positives. Nul doute que les recherches se poursuivront puisque cette fonction bibliothéconomique entraîne des coûts de plus en plus élevés pour les institutions. L'indexation et l'analyse font aussi l'objet de recherches appliquées, de même que l'évaluation de matériels et de logiciels pour des tâches spécifiques. La mise en place de systèmes

experts provoquera des controverses puisqu'elle risque de bouleverser des fonctions traditionnelles, mais les effets éminemment bénéfiques imposent les transformations.

### Problèmes et limites

Le développement des systèmes experts pose de nombreux problèmes. Les mémoires à grande capacité, le traitement logique et en parallèle, les bases de connaissances universelles, qui constitueraient des apports fondamentaux, restent à venir. La création d'un système expert s'avère coûteuse et longue. Même si l'usage de PROLOG se répand, on doit faire appel à plusieurs langages courants, tels LISP, PASCAL, FORTRAN, BASIC, sans compter les dizaines de langages créés spécifiquement pour des systèmes. La conception exige des échanges soutenus entre un expert, qui doit posséder la connaissance, le jugement et l'expérience nécessaires dans un domaine précis, et un ingénieur de la connaissance, qui rend le savoir utilisable et formule les règles d'inférence. La contribution de plusieurs experts en vue de produire un consensus présente des difficultés particulières. Par ailleurs, les bases de connaissances sont difficiles à gérer. Les informations dépassées, les recouvrements de faits ou les trous produisent des incohérences. Les langages de représentation demeurent limités et l'alimentation souffre d'une absence de standardisation. On distingue souvent mal le moteur d'inférence et la base de connaissances qui fonctionne elle-même avec des règles. L'intuition, utilisée souvent par l'expert, obéit à des lois encore obscures. Les langages d'interface et de module explicatif sont rigides, abstraits, et la formulation des questions pour le traitement s'avère souvent difficile. Enfin, les domaines de connaissances ne manquent pas d'être extrêmement restreints.

### Conclusion

Malgré toutes les difficultés, l'essor des systèmes experts est assuré dans tous les domaines qui font appel à des connaissances précises et spécialisées. Si, présentement, plusieurs systèmes ne produisent qu'une simulation de système expert, les innovations issues de la cinquième génération d'ordinateurs fourniront les outils nécessaires au développement. On prévoit passer de 2 000 règles, actuellement, à plus de 20 000. Les recherches en intelligence artificielle permettent d'annoncer, pour 1990, des interfaces machine-utilisateur agréables et souples. L'utilisation de systèmes d'assistance à la conception des systèmes experts imprimera une progression exponentielle aux réalisations. Mais en plus de rentabiliser leur utilisation dans un domaine donné, les systèmes experts enrichiront les méthodes heuristiques et contribueront ainsi à l'avancement de la connaissance humaine.

### Claude Fournier

Étudiant à l'École de bibliothéconomie et des sciences de l'information de l'Université de Montréal