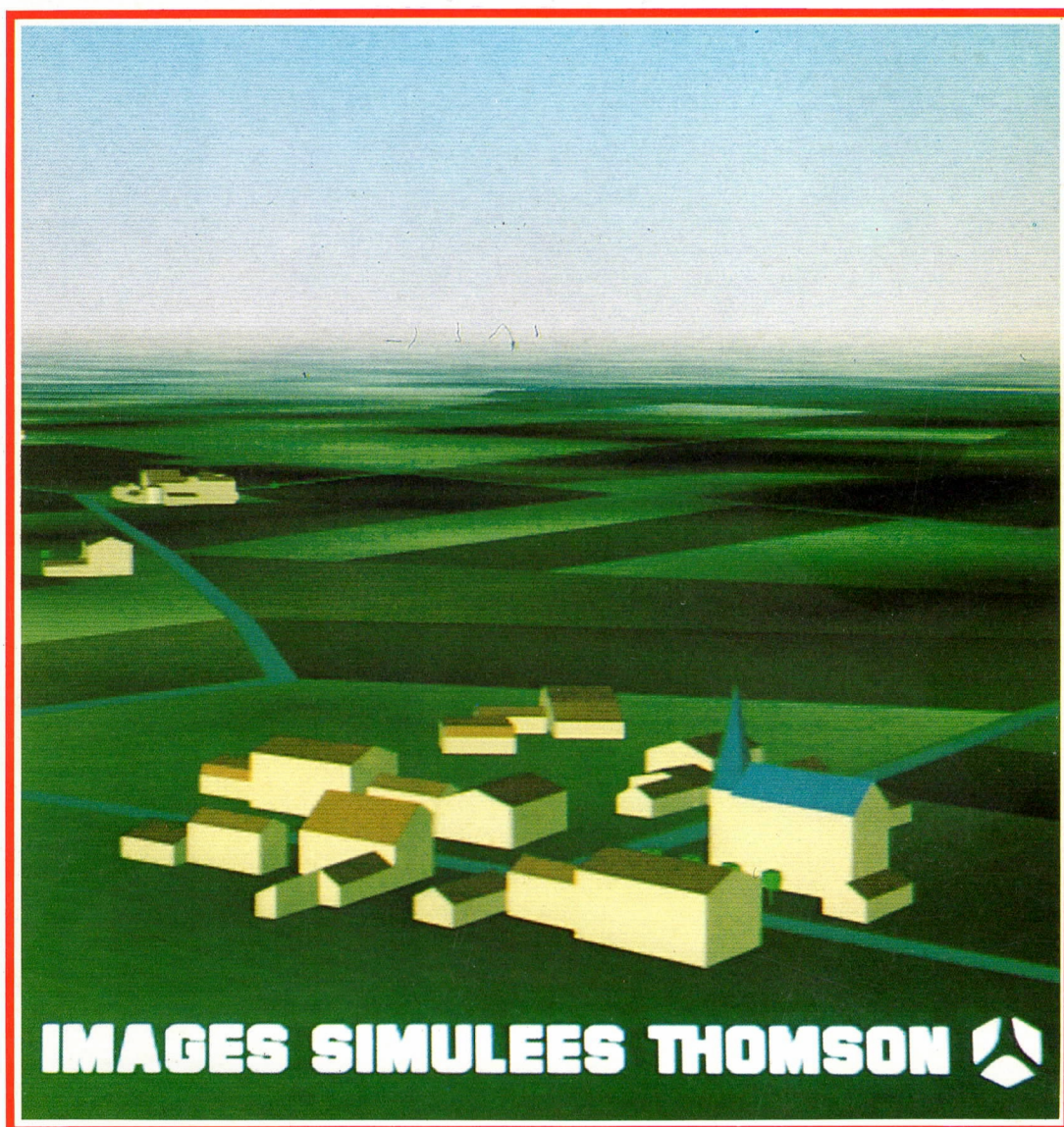


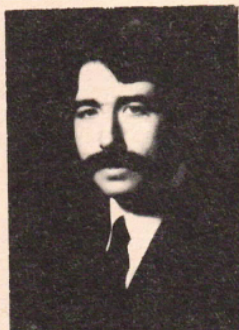
INTELLIGENCE ARTIFICIELLE & PRODUCTIQUE

SIMULATION — PRODUCTIQUE — SYSTEMES EXPERTS — EAO

N° 1

SYSTEMES DE SIMULATION :
un marché mondial,
le chemin indispensable à la production.





Charles Petithory
Directeur Marketing Marchés Techniques

Digital et l'Intelligence Artificielle

L'intelligence artificielle: le rêve et la réalité

Depuis la création du premier ordinateur, les chercheurs de tout pays songent à un système qui serait capable de simuler, dans sa démarche, le fonctionnement du cerveau humain. L'ensemble des techniques mises en oeuvre pour y aboutir sont regroupées sous les vocables «INTELLIGENCE ARTIFICIELLE».

L'aspect utopique qui recouvrait ce grand projet s'estompe de jour en jour; en effet, bien que nous n'en soyons qu'au stade de la mise au point, l'ordinateur est capable d'effectuer des tâches qui, il y a encore quelques temps, relevaient de l'imagination pure et simple. L'intelligence artificielle nous donne aujourd'hui, de très bons résultats dans des domaines aussi variés que:

- le diagnostic de maladies pulmonaires;
- la recherche des gîtes minéraux ou la prospection pétrolière.

Un grand nombre d'observateurs, considère que la commercialisation de systèmes «experts» (mettant en oeuvre l'intelligence artificielle) est proche. Beaucoup estiment que ce stade marquera grandement l'histoire de l'informatique et sera le plus important progrès obtenu dans ce domaine au cours des vingt dernières années.

Qu'est-ce que l'intelligence artificielle

Parler d'intelligence artificielle est presque un abus de langage car cela sous-entendrait que l'ordinateur possède une certaine forme d'autonomie. En fait, si cette technique a pour but de permettre aux ordinateurs de raisonner, d'effectuer des jugements et même d'apprendre; elle dépend encore pour une grande

part de l'aptitude de la machine pour stocker des dizaines de milliers d'informations et surtout pour comparer des centaines d'options en quelques secondes. L'enchaînement des opérations qui est alors effectué n'est qu'une imitation des mécanismes de la pensée. Ce qui est réellement impressionnant, c'est la vitesse à laquelle ces options sont examinées.

Le logiciel joue un rôle clef dans la simulation des étapes du raisonnement. Les

programmes traditionnels sont des suites très soigneusement structurées d'instructions mathématiques devant être effectuées selon un ordre pré-déterminé. Pourtant en dépit des affirmations d'un grand nombre de mathématiciens, il existe une multitude de problèmes qui ne peuvent être insérés dans un cadre mathématique rigide.

Alors que les programmes classiques traitent des nombres, ceux des systèmes experts jonglent avec des idées et

des connaissances. Ils peuvent procéder de différentes manières. Certains utilisent des règles conditionnelles (si... alors). Par exemple, «si un oiseau est noir... alors ce n'est pas un canari». D'autres créent des réseaux de faits tous reliés: par exemple, «le chien et l'éléphant ont tous deux quatre pattes... mais seul l'éléphant a une trompe».

Pour résoudre des problèmes spécifiques, l'intelligence artificielle, comme les humains le font lorsqu'ils effectuent un raisonnement, use de «son savoir». Les programmes trient les connaissances emmagasinées dans l'ordinateur, extraient celles qui sont applicables au cas considéré puis décide dans quel ordre elles seront utilisées. Toute cette partie est la phase du raisonnement. La séquence suivante est entièrement dépendante quant à son choix et son déclenchement du résultat de la réflexion précédente; ce qui veut dire qu'elle peut varier au cours du déroulement d'un même programme en fonction du problème examiné.

Lorsqu'un programme d'intelligence artificielle se voit donner les différents paramètres relatifs au problème à résoudre, il explore le champ de ses connaissances pour en retirer les règles et les critères qui lui permettront d'arriver à la solution. Il exécute alors la première règle ainsi trouvée et définit un ensemble de données plus restreint (ce qui revient à dire qu'il effectue un «écrimage» de ses connaissances en ne conservant que les informations concernées logiquement par la première règle). Si par exemple, le programme est dédié au dépistage des maladies des bronches, il devient tout à fait inutile d'examiner les informations liées à l'oreille interne du malade. Le programme extrait alors la seconde règle et l'applique, comme précédemment, aux données sélectionnées au stade antérieur. Vient ensuite la troisième règle et ainsi de suite jusqu'à la conclusion finale.

Il existe une deuxième méthode différente du traitement séquentiel (décrite ci-avant) et qui fait appel aux techniques du traitement en parallèle. Bien que rapides et puissants, la plupart des ordinateurs d'aujourd'hui, ne font qu'une seule chose à la fois selon un modèle séquentiel. Aussi ce handicap leur rend très difficile l'exécution de tâches aussi peu «intelligentes» que celles qui consistent, par exemple, à contrôler si une boîte est posée à l'envers ou non.

Le cerveau humain lui fonctionne en parallèle; vous pouvez tout en conduisant votre voiture, fumer une cigarette, réagir correctement aux panneaux de signalisation routière et écouter la radio.

Pour fonctionner ainsi en parallèle, un ordinateur doit avoir quatre ou cinq processeurs travaillant concurremment sur le même problème. La difficulté étant de synchroniser toutes les opérations de traitement.

Il existe également une autre technique fondée sur l'utilisation de langages de programmation. Ces derniers permettent aux ordinateurs d'acquérir instantanément et facilement des connaissances. En effet, les règles et les théorèmes sont pré-incorporés dans le langage lui-même. C'est la logique elle-même qui vient alors guider l'ordinateur lorsqu'il fait le tri de ces informations et non plus une succession d'instructions laborieusement décrites dans un langage à bases mathématiques. Résultat: si l'utilisateur pose une question logiquement il recevra une réponse logique; si une quelconque information manque à l'ordinateur, celui-ci demandera des éclaircissements. Il existe aujourd'hui plusieurs langages de programmation à logique incorporée dont les plus connus sont «LISP» et «PROLOG».

L'autre grand intérêt du langage de programmation tient dans sa possibilité d'effectuer des traitements en parallèle. Cette possibilité s'inscrit naturellement comme clé de voûte de l'architecture des futurs ordinateurs expert de la cinquième génération.

L'intelligence artificielle sort des laboratoires de recherche

Les premières recherches relatives à l'intelligence artificielle ont commencées il y a un peu plus d'une vingtaine d'années. Elles sont la plupart du temps restées confinées dans des laboratoires universitaires. Ce n'est que très récemment que le concept et surtout ses possibilités commerciales ont commencé à être mieux compris.

Les centres de recherche les plus avancés sont aux États-Unis l'université de Stanford et le Massachusetts Institute of Technology (le célèbre M.I.T.). Au Royaume Uni il est possible de citer les universités de Cambridge et d'Edimbourg ainsi que le Collège Impérial de Londres suivis de très près en Europe par toute une série d'universités et d'instituts Suédois, Allemands, Français et Italiens.

Stanford peut se prévaloir de la création du premier laboratoire d'intelligence artificielle (1963) sous l'impulsion de John McCarthy professeur d'informatique. Le professeur McCARTY est un transfuge

du M.I.T. où il était co-fondateur d'un projet sur l'intelligence artificielle. A l'aide d'un PDP1 de DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION (DEC), il commença l'étude du traitement des informations dans les mécanismes intellectuels. Le PDP1 a successivement cédé sa place au PDP6, puis à PDP11/45 puis au système 10. Les recherches initiales se sont diversifiées au point de comprendre un certain nombre de domaines connexes.

La position dominante acquise très tôt par DEC sur le marché des systèmes à temps partagé a fait qu'un grand nombre des recherches sur l'intelligence artificielle ont été conduites sur ses systèmes.

L'université de Erlangen possède un système de reconnaissance de la parole basé sur un PDP 11/34. L'université technique de Munich, la Heinrich Hertz University de Berlin, l'Université de la Ruhr et l'Université de Göttingen travaillent toutes sur des projets liés à l'intelligence artificielle.

Depuis 1974 des expériences sur le mécanisme de la pensée sont menées sur un système 10 de DEC au laboratoire de mathématiques appliquées à l'université d'Uppsala en Suède. L'institut suédois de recherche sur la défense utilise également un système 10 de DEC pour développer une interface de langage quasi naturel.

Le département des sciences de l'information et de l'informatique de l'université du Massachusetts utilise un réseau de 10 VAX 11/750 pour mener des expériences visant à mettre au point le bureau du futur.

De très grandes possibilités commerciales

La baisse des coûts des semi-conducteurs et des ordinateurs a fait passer l'intelligence artificielle du stade de projet à celui d'une technologie sur laquelle des systèmes commerciaux peuvent être greffés. Plusieurs produits informatiques actuels ou techniques ont éclos dans les serres à atmosphère confinée des universités. Il est possible de citer par exemple:

- la conception assistée par ordinateur (C.A.O.);
- la synthèse de la parole;
- les systèmes de reconnaissance vocale;
- les écrans graphiques sophistiqués;
- etc.

SYSTÈMES EXPERTS

Les innovations techniques fleurissent dans trois domaines principaux: Les systèmes sophistiqués, la robotique, et l'étude des langages quasi-naturels.

Jusqu'à présent une cinquantaine de systèmes sophistiqués ont été construits et plusieurs d'entre eux sont déjà opérationnels. En conséquence, le savoir qui a été partagé par un cercle restreint de chercheurs est devenu beaucoup plus largement accessible. La robotique avance à pas de géant; Les systèmes qui exécutaient «bêtement» des instructions pré-programmées, qu'il y ait du travail ou non, sont maintenant suffisamment «intelligents» pour s'arrêter sur événement (en cas d'incident par exemple). Les robots, eux-mêmes, sont, non seulement capables de voir grâce au traitement de l'image mais aussi d'interpréter ce qu'ils voient. L'Université d'Edinburgh a construit un robot qui peut identifier les pièces d'un tracteur pour enfant et même... les assembler.

Les systèmes de reconnaissance vocale et de synthèse de la parole comprennent de mieux en mieux les ordres verbaux sous forme de phrases qui leur sont donnés. A l'université de Turin, une équipe de chercheurs utilisent un VAX 11/750 pour travailler sur un système de reconnaissance vocale universel. A terme, ce système perfectionné permettra à n'importe quel ordinateur de comprendre parfaitement des questions qui lui seront posées, et ce, quel que soit le locuteur et sa langue maternelle.

Selon une société américaine d'analyse de marché, les activités liées directement à la synthèse de la parole et à la reconnaissance vocale généreront plus d'un Milliard de dollars à la fin de cette décennie. Les chercheurs d'une douzaine d'universités disposant à elles toutes de plus de 70 Millions de dollars d'équipements mènent des expériences qui pourraient déboucher à terme à la création de machines à écrire obéissant à la parole et à des systèmes de traductions automatiques (qui utiliseraient la reconnaissance vocale et des dictionnaires informatisés).

Un champ d'applications toujours plus large

Des produits très sophistiqués commencent déjà à apparaître sur le marché. Ici dispose de systèmes experts dans l'ingénierie. UNILEVER travaille sur un système expert qui cerne tous les problèmes rencontrés dans la conception de l'emballage.



... "L'intelligence est une machine à fabriquer des systèmes d'abstraction"... (H. DELACROIX)

Un programme appelé Xcon aide les ingénieurs de DEC à sélectionner les composants qui seront assemblés pour faire de très gros ordinateurs destinés à répondre aux besoins spécifiques de la clientèle et ce au moindre coût. Mis au point par DIGITAL EQUIPMENT et CARNEGIE MELLON, ce programme contient 1200 règles et 500 descriptions de pièces détachées, de normes et de spécifications. Lors de l'assemblage d'un gros ordinateur, Xcon effectuera plus d'un million de comparaisons de données. Dans d'autres entreprises, un programme appelé «INTELECT» permet à des cadres non spécialistes de l'informatique de travailler avec l'ordinateur sans avoir à connaître la structure des commandes ni la syntaxe du système, et ce, en tapant sur le clavier de simples instructions en anglais.

Un système expert appelé «PROSPECTEUR» est également utilisé pour détecter les gisements de minéraux. L'année dernière, il a permis de localiser un gîte de molybdène situé près de Washington. Ce bassin est estimé à plusieurs millions de dollars. Un autre programme spécialisé: «ALX» diagnostique toutes les baisses de production pouvant se produire sur les plateformes pétrolières. «ALX» a été mis au point par l'université d'Edimbourg et est utilisé par la British Pétroleum.

En médecine, différents systèmes sont utilisés. L'un appelé «PUFF» est un «Docteur-en-médecine-spécialiste-des-bronches», l'autre «MYCIN» diagnostique certaines maladies infectieuses. «PUFF» qui a été mis au point par l'université de Stanford et le Pacific Medical Centre a actuellement un taux de préci-

sion dans son jugement de 85 %. «MYCIN», considéré comme le meilleur des systèmes experts, a aussi été créé à Stanford en 1976. Il est conçu pour aider les médecins à sélectionner une thérapie anti-microbienne appropriée, pour un patient atteint d'une maladie causée par une infection bactérielle. «MYCIN» gère environ 400 règles de décisions qui relient les informations cliniques aux recommandations en matière de thérapie.

Le système effectue ce travail en quatre étapes en posant des questions et en explorant son stock de règles. Il détermine si le malade présente une infection grave, procède à la recherche du vecteur pathogène, choisit quel groupe de médicaments sera le plus efficace et procède à la sélection du plus approprié. L'utilisateur peut demander à MYCIN quelle démarche il a suivi pour en arriver à sa conclusion ainsi que les règles qu'il a utilisées pour le diagnostic et le choix de la médication.

Le système «CADUCEE» (CADUCEUS) mis au point à l'université de Pittsburgh est capable de diagnostiquer une série de maladies différentes n'ayant pas de relation entre elles. Il utilise des mécanismes de raisonnements très complexes qui convergent, peu à peu, vers une solution. Il est capable de demander plus d'informations si nécessaire. Les applications relatives à l'intelligence artificielle sont illimitées. On peut l'utiliser pour des tâches très diverses. Par exemple, localiser les pannes qui se produisent dans des machines ou dans d'autres ordinateurs (secteur où DEC fait figure de pionnier avec ses centres de télédiagnostic de Colorado-spring/U.S.A.,

de Bassingstock/G.B. et de Valbonne/France), fournir une assistance lors d'études d'implantations de tuyaux dans une usine de traitement chimique, rechercher des erreurs qui se seraient glissées lors d'études faites par les ingénieurs, suggérer des modifications, expliquer les avantages respectifs de différentes études. Il existe également un système qui lit le courrier et signale les lettres importantes aux destinataires. Certains produits, une fois mis au point, seront de véritables «contremaitres-informatiques» qui réduiront les goulots d'étranglement en cours de fabrication et améliorant, à terme, la productivité des usines.

Problèmes à surmonter

Les applications relatives à l'intelligence artificielle se développeront plus rapidement lorsque deux gros problèmes seront surmontés. Le premier lié au manque de connaissance théoriques expliquant les mécanismes humains afférents à :

- l'utilisation des informations;
- le processus de stimulation de la réflexion;
- la représentation symbolique de la pensée.

Le second est d'ordre technologique. Quand les chercheurs parlent d'ordinateurs de la cinquième génération; ils pensent qu'il sera possible de placer 10 millions de transistors sur un circuit intégré. Pour les années 1990, la capacité de traitement visée est de 1 milliard d'opérations logiques par seconde, c'est-à-dire environ trente mille fois plus rapide que les machines les plus puissantes en service à l'heure actuelle.

Il faudra également, en autres améliorations que l'ordinateur soit moins buté. Il

est presque trop humain lorsqu'il s'entient obstinément à sa formulation initiale lors de l'examen d'un problème. Une programmation plus souple permettra à l'ordinateur de présenter plusieurs types de situations plutôt qu'une seule solution..... qui pourrait bien être fausse ou inadéquate.

Plusieurs entreprises développent des systèmes d'intelligence artificielle qui, dans le domaine technique ou scientifique, permettent aux ordinateurs de rejeter les informations «non pertinentes» qui seraient décelées par des capteurs. De même plusieurs universités essaient d'appliquer ces mêmes concepts à des produits pouvant comprendre les phrases parlées. D'autres apprennent aux ordinateurs à lire. A Yale des chercheurs ont initié un ordinateur à la façon d'interpréter des articles de journaux grâce à un système à balayage optique. Leur souhait est de faire de l'ordinateur un lecteur très vorace actualisant en permanence son réservoir de connaissances.

L'évolution pourrait permettre à des utilisateurs d'avoir accès, grâce à un réseau de communication du type vidéo-texte, à plusieurs banques de données intelligentes. Dans l'entreprise, chaque division ou fonction pourrait posséder son propre système expert gérant la base de données relative à l'activité spécifique de l'entité considérée. Chaque cadre de la société pourra accéder à cette «base de donnée intelligente». Le rôle du vidéotexte ne serait plus de fournir simplement l'accès à certaines pages contenant des informations mais plutôt à des groupes de pages qui joueraient alors, elles-mêmes, de fait, le rôle de système expert.

La taille est un autre problème à maîtriser car ces systèmes experts ont besoin du support de gros ordinateurs. Une application de taille moyenne a besoin de 500 règles alors qu'un mini-

ordinateur traditionnel ne peut en contenir que 50. Mais dans ce domaine l'intégration à très grande échelle a déjà permis de remporter des succès probants.

Conclusion

Nous entrerons dans le deuxième âge de l'informatique avec les ordinateurs de cinquième génération, les quatre premiers étant dans l'ordre: les tubes à vide, les transistors, les circuits intégrés et l'intégration à très large échelle (VLSI), l'intelligence artificielle a été baptisée d'un certain nombre de noms.

Pourtant bien qu'ils imitent correctement l'être humain, les ordinateurs ne sont pas, aujourd'hui, de taille à lutter avec un garçon de 5 ans lorsqu'il s'agit de comprendre la langue parlée ou d'identifier des objets en trois dimensions. De nos jours les systèmes ont une puissance de calcul énorme, des capacités à communiquer qui vont en s'amplifiant, une mémoire infailible, mais leurs mérites s'arrêtent là; ils ne font que stocker des données et suivent servilement des jeux d'instructions pré-programmées. Ils ne peuvent en aucun cas interpréter ou prendre leurs propres décisions.

Les prochaines années verront, peut-être, ce scénario muer considérablement. L'intelligence artificielle permettra une utilisation beaucoup plus large et universelle des ordinateurs. Jusqu'à présent, en effet, c'était l'utilisateur qui avait la lourde tâche de comprendre le jargon des machines. Avec l'intelligence artificielle c'est la machine qui se chargera de ce fardeau, en se mettant au niveau de tous les individus.

*action à prendre
action to take*