

# *Évolution des Systèmes-Experts*

## *Les « Robots intellectuels » : relève ou coopération ?*

---

*Jean-Claude Pagès*

Bien des sciences sont affublées de noms rébarbatifs et opaques, tirés du latin ou du grec, alors que l'expression "Intelligence Artificielle" donne immédiatement l'impression de savoir de quoi il s'agit ; illusion peut-être, car les spécialistes eux-mêmes ne sont pas toujours d'accord sur les contenus ni sur les buts de l'"IA". Sans entrer dans ces querelles, distinguons trois composantes de l'IA.

### *Trois composantes de l'Intelligence Artificielle*

La première composante, apparue dès les débuts, vers la fin des années 1950, avait l'ambition, explicite ou implicite, de modéliser le comportement humain dans ses aspects intellectuels et perceptifs ; avec souvent la prétention de représenter ainsi ce qui se passe à l'intérieur d'une boîte crânienne... Une telle prétention, à l'époque où l'on découvrait la "bêtise" des ordinateurs, n'était pas toujours bien reçue, notamment par les informa-

ticiens occupés à défricher le terrain des applications conventionnelles.

L'Intelligence Artificielle s'occupait beaucoup de théorie des jeux (dames, échecs, etc...) et l'on devine que l'élaboration de programmes jouant au morpion ne séduisait guère le public et encore moins les industriels. On aurait pourtant pu se rappeler que le calcul des probabilités et les statistiques sont nés du jeu de pile ou face... Un autre aspect du travail des pionniers en Intelligence Artificielle consistait à écrire des programmes capables de résoudre des problèmes de manière très générale ; et là aussi, malgré l'intérêt théorique de programmes comme le "General Problem Solver", les résultats concrets n'emportaient pas la conviction. C'est seulement assez récemment qu'on s'est rendu compte que, pour résoudre un problème si simple soit-il à première vue, il faut pouvoir représenter l'environnement du problème, le "contexte" et, pour cela, puiser dans beaucoup de connaissances.

Un rapport célèbre, demandé par le Science Research Council anglais, illustre bien le retentissement de cette première composante de l'IA : le rapport Lighthill, en mettant noir sur blanc les réactions défavorables que nous venons d'évoquer, a bien failli étouffer l'Intelligence Artificielle dans le Royaume Uni. Si la qualité des travaux de l'Ecole Britannique (notamment à Edimbourg) ne s'en est pas trop ressentie, c'est que pour survivre à l'assèchement des crédits et à la réprobation ambiante il fallait être doté d'une constitution robuste et d'une motivation sans faille...

Or c'est pendant cette période de vaches maigres en Europe, vers le milieu des années 1970, que l'Intelligence Artificielle se développait de façon spectaculaire en Amérique du Nord et que les premiers Systèmes Experts

faisaient leur apparition sur la côte californienne, autour de l'Université de Stanford.

Dans cette *deuxième composante* de l'IA, le comportement humain que l'on cherche à simuler est rétréci à des domaines très limités mais qui supposent néanmoins, de la part des experts humains qui en sont spécialistes, une conduite qualifiée sans conteste d'"intelligente". C'est par exemple le cas de la consultation médicale spécialisée où le médecin consultant pose les bonnes questions pour aboutir à une décision raisonnée. En principe, il ne s'agit pas d'un domaine parfaitement connu que l'on pourrait analyser complètement ; car alors on pourrait définir un algorithme et écrire un programme de décision conventionnel. Au contraire, la compétence de l'expert semble s'appuyer sur une sorte d'intuition, intuition acquise au cours d'une longue expérience, pratique et concrète. Le plus célèbre parmi ces premiers systèmes experts est sans doute le programme MYCIN, capable de simuler le comportement d'un médecin spécialisé dans un secteur limité de la pathologie des maladies infectieuses. MYCIN, mis en compétition avec des experts humains pour certaines décisions thérapeutiques, obtient des résultats équivalents, parfois même supérieurs à ceux des experts qui l'ont éduqué.

Nous étudierons un peu plus loin la structure et le fonctionnement d'un système expert sur un exemple que nous analyserons en détail. Pour l'instant, distinguons deux parties dans un système expert : 1/ un "moteur d'inférence" capable de raisonner symboliquement et de déduire par exemple que "Socrate est mortel" si on lui a déclaré que "tous les hommes sont mortels" et que "Socrate est un homme". 2/ une "base de connaissances" qui se distingue des bases de données habituelles dans la mesure où ces connaissances sont constituées à la fois par des données et par la manière de les utiliser.

Pour faire image, disons qu'une base de connaissances résulte de l'accumulation d'aphorismes tels que : "toute fièvre inexplicquée doit faire penser à la malaria", ou encore : "toute femme bien portante et qui n'a pas ses règles est supposée enceinte" etc. Affirmations discutables certes, si elles sont prises isolément, mais dont l'ensemble finit par incarner la compétence d'un clinicien expérimenté. Une base de connaissances doit comporter quelques centaines au moins de ces "règles d'inférence" pour espérer obtenir des résultats convaincants.

Deux aspects de ces travaux tranchaient avec le passé de l'IA et ont puissamment contribué à éveiller l'intérêt des gens (et des organismes) soucieux de rentabilité : 1/ les résultats parfois stupéfiants des systèmes experts étaient obtenus pour des activités limitées, certes, mais très "réalistes" et concrètes ; 2/ le moteur d'inférence peut être dissocié de la base de connaissances. Par exemple, en vidant MYCIN de son contenu médical et en remplaçant ces règles médicales par d'autres règles spécialisées, on peut en principe construire des systèmes experts capables de guider le forage d'un puits de pétrole ou d'aider à prendre des décisions sur l'attribution de crédits bancaires.

Sans doute les systèmes experts ne représentent-ils pas toute l'Intelligence Artificielle - seulement la partie émergée de l'iceberg - mais leur rôle moteur aura été déterminant : ils ont fait sortir l'Intelligence Artificielle de son ghetto en métamorphosant des chercheurs assez farfelus et un peu prétentieux en consultants courtisés par la grande industrie.

En annonçant fièrement au monde, en début de décennie, leur projet d'ordinateurs de "Cinquième Génération", les Japonais n'ont pas seulement marqué ce tournant ; ils ont secoué le monde de l'informatique

et donné le départ à une course mondiale dont on discerne encore mal le parcours mais dont le but global et les étapes actuellement prévues paraissent sortir d'un scénario de science-fiction : la machine qui raisonne intelligemment, qui parle, écrit et comprend même les langues de l'homme. Et pourtant, ce projet souvent qualifié de "gigantesque" ou traité de "bluff publicitaire" mérite d'être ramené à ses justes proportions : gigantesque ? un milliard de dollars sur 10 ans, ça ne représente après tout que le montant des pertes de la Régie Renault sur un an... Bluff ? de nombreuses petites étapes, réalistes et bien ciblées, dont le résultat - en cas de succès - inondera le marché international.

Le projet de Cinquième Génération masque un autre projet, moins spectaculaire sans doute, mais pour lequel un effort financier près de cent fois plus lourd a été consenti par les Japonais jusqu'à la fin du siècle : le projet SRI (Systèmes de Réseaux d'Information) engendrera la "substance blanche" reliant des noyaux de "petites cellules grises" que seront les ordinateurs de Cinquième Génération.

Mais c'est pourtant *la troisième composante* de l'Intelligence Artificielle, ce que l'on pourrait appeler son individualité scientifique, qui me paraît - et de loin - l'aspect le plus important. L'IA, bien avant d'avoir fait son entrée publique dans le monde des affaires sous la caution des Systèmes Experts, représentait déjà une approche des problèmes qui n'était pas celle de l'informatique traditionnelle ; une approche non-numérique, typiquement et essentiellement symbolique. Pour représenter et "manipuler" ces symboles sous forme d'arbres ou de listes, elle avait créé ou systématisé des méthodes : l'uni-

fication (1), le "backtracking" (2), la récurtivité (3), etc... Elle disposait d'outils adaptés à son approche et à ses méthodes grâce à des langages tels que LISP, puis PROLOG ; langages qui restèrent longtemps ignorés et qui sont encore souvent raillés et qualifiés d'ésotériques par bien des informaticiens. Certes, un Système Expert - comme tout programme - peut s'écrire, aussi, en n'importe quel langage, d'un assembleur à ADA, en passant par FORTRAN, PL/1 ou PASCAL. Sur les systèmes actuels, ces programmes "tourneraient" même souvent plus vite à l'exécution. Mais c'est le stade de la conception qui importe, stade où le pouvoir d'expression d'un langage aide l'homme à comprendre et à traiter des problèmes complexes, à construire la maquette d'une application et à mettre au point un prototype. Sans doute cette troisième composante de l'Intelligence Artificielle n'est-elle encore qu'un noyau initial ; en évoluant, elle deviendra peut-être au Système Expert ce que la thermodynamique est à la machine à vapeur.

---

(1) L'unification est un processus de comparaison de structures "d'arbres". C'est par exemple ce que fait le jeune lycéen quand il cherche à identifier, dans une expression algébrique, le a et le b pour appliquer  $(a+b)(a-b) = a^2 - b^2$ .

(2) C'est l'art du Petit Poucet : il faut savoir revenir systématiquement en arrière quand une tentative de solution a échoué.

(3) A l'intérieur d'un processus, on refait appel au même processus ; les appels récursifs sont imbriqués.

### *Un exemple de Système-Expert : le Bateau Sans Médecin (BSM)*

Un exemple concret aidera à comprendre ce que l'on peut attendre d'un système expert ainsi qu'à entrevoir les rouages de son fonctionnement.

Le "Bateau Sans Médecin" est un prototype de système expert construit au Centre Scientifique d'IBM France en collaboration avec "Médecins Sans Frontières" (MSF), sans objectif de diffusion commerciale. Il s'agissait, pour MSF, d'évaluer dans quelle mesure l'Intelligence Artificielle pourrait un jour l'aider à faire face à des problèmes de formation : comment préparer les médecins et les infirmières partant en mission à des situations très différentes de celles qu'ils avaient connues ? Comment imprimer à ce complément de formation un style "comportemental" ? et, surtout, comment recueillir et utiliser l'essentiel de l'expérience acquise par ceux qui reviennent de mission ?

Pour le Centre Scientifique, le but était d'acquérir une expertise sur la méthodologie des systèmes experts et la représentation des connaissances en construisant un prototype général. L'objectif de l'étude n'était pas de construire un système d'aide au diagnostic opérationnel ; néanmoins, la Figure 1 montre bien que le coeur du système est un programme de consultation.

## LE PROBLEME

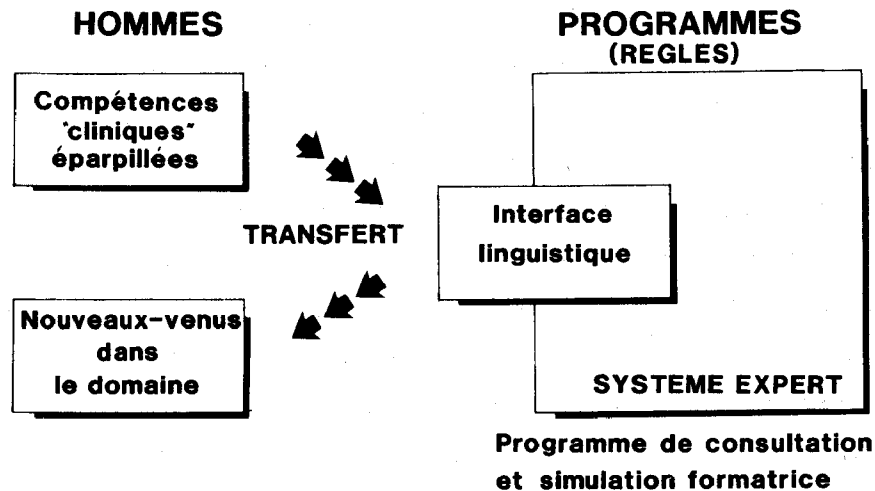


FIGURE I

*La situation choisie* est un bateau sans médecin où le capitaine, confronté à une urgence médicale, demande de l'aide par radio téléphone. Schématisons les rôles tenus par les trois protagonistes : un malade (une urgence médicale) ; un intermédiaire (le capitaine), qui recueille les signes et effectue les examens demandés par le consultant ; un consultant (le médecin appelé par radio téléphone).

Le mécanisme de cette consultation ne dépend pas du fait que l'un ou l'autre de ces rôles soit tenu par un homme ou par un programme. Dans l'aide au diagnostic, c'est un programme qui tient le rôle d'un médecin, mais on peut à l'inverse faire tenir le rôle d'un malade par un programme en confiant celui du consultant à un médecin en formation (un "jeu du diagnostic") ; on pourrait aussi entraîner un homme au rôle d'intermédiaire en simulant le malade et/ou le médecin par programme.

Cette situation est suffisamment réaliste pour être motivante tout en simplifiant beaucoup le problème général médical car elle se limite aux urgences, aux signes (purement cliniques, sans examen de laboratoire) que peut recueillir un non-médecin, ainsi qu'aux thérapeutiques disponibles à bord. Quant aux mécanismes du raisonnement diagnostique, il reste entier et général.

Un exemple de session au terminal est reproduit Figures 2 et 3. Au cours d'une première phase, le système accueille l'information donnée au capitaine en langage réel. (Remarque : bien que le but de la recherche n'ait pas été le traitement du langage naturel, une méthode par mots clés relativement fruste rendait l'interface relativement "conviviale"). C'est à partir de cette information initiale que le programme commence à construire sa représentation du malade. Cette acquisition de signes n'est pas tout à fait passive car certaines informations déclenchent automatiquement des questions. Si, par exemple,



le capitaine parle de douleur, sans préciser son intensité, le système la demande.

Au cours d'une deuxième phase, le consultant tire tout le parti possible de ce qu'il sait déjà, sans poser de question, en déduisant des informations et surtout des hypothèses "à suivre". Il applique pour cela des règles analogues à celles représentées Figure 4. Il prend les règles une à une et vérifie s'il peut appliquer la règle, c'est-à-dire si toutes les prémisses sont vraies compte-tenu de ce qu'il sait déjà. Si c'est le cas, il en tire la conclusion ; sinon, il passe à la règle suivante. Une règle lui permettra par exemple de déduire l'existence d'un "syndrome infectieux" s'il y a frissons, sueurs, et fièvre. C'est le mécanisme dit en "chaînage-avant" qui permet d'engendrer des hypothèses et de déduire des informations utilisables par la suite.

Figure 2

**BATEAU SANS MEDECIN**  
*(Exemple de Session au Terminal)*

**JE VOUS ECOUTE**

*Il a ressenti une violente douleur au ventre*  
*Il a des nausées*  
*Il est angoissé /*

**DIRIEZ VOUS QUE L'INTENSITE DE DOULEUR EST**  
**(FAIBLE MOYENNE FORTE DRAMATIQUE)?**

*dramatique*

**OUI? AUTRE CHOSE?**  
*La douleur est localisée à l'épigastre /*

**OUI?**

**Déduire /**

**FAITS INFERES :**  
**((HYPO : COLIQUE HEPATIQUE)(HYPO : APPENDICITE)**  
**(MALAISE) (DED : DOULEUR INTENSE) (TRUE))**

**OUI ?**

**Confirmer /**

**L'APPARITION DE LA DOULEUR A-T'ELLE ETE**  
**PROGRESSIVE OU BRUTALE?**

**Brutale**

**LA DOULEUR EST-ELLE TOUJOURS PRESENTE,**  
**MAIS AVEC DES PAROXYSMES?**

**Oui**

**INDIQUER LES IRRADIATIONS DE LA DOULEUR**

**Epaule droite**

La troisième phase est la plus caractéristique du fonctionnement d'un système expert car c'est elle qui assure la conduite du processus diagnostique. Les règles se présentent de manière tout à fait analogue, mais le système les fait fonctionner en "chaînage-arrière" : il s'impose une conclusion à rechercher (confirmation des hypothèses à suivre), sélectionne les règles qui permettraient de l'affirmer et vérifie si les prémisses sont vraies. Quand l'information dont il dispose déjà est en contradiction avec l'une des prémisses, la règle échoue et il passe à l'examen de la règle suivante aboutissant au même but, s'il en reste. C'est quand il ne dispose pas de l'information nécessaire pour valider ou rejeter une prémisse qu'il pose la question ; il prend alors sa décision en fonction de la réponse : soit il continue à évaluer les prémisses dans l'ordre ; soit la règle a échoué et il passe à la règle suivante. C'est ce mécanisme du "chaînage-arrière", où le système s'efforce de valider des buts (successifs ou imbriqués), qui explique pourquoi les questions posées apparaissent pertinentes et même "intelligemment" orientées.

Figure 3

INDIQUEZ CE QUI DECLENCHE LA DOULEUR  
(POSITION, EMOTION, RESPIRATION, PALPATION)

*Palpation*

QUELLE EST SA TEMPERATURE

36,5

(APPENDICITE EST ECARTEE)

LE SUJET A-T'IL POUR ANTECEDANT :  
COLIQUE HEPATIQUE ?

*Non*

APPUYER SUR LE VENTRE DE VOTRE MALADE  
DANS LA REGION DU FOIE.

EST-CE QUE CELA REPRODUIT LA DOULEUR  
EN L'EMPECHANT DE RESPIRER A FOND ?

*Oui*

COLIQUE HEPATIQUE SE CONFIRME

**Traitement /**

**CONDUITE A TENIR SUGGEREE :**

- LE LAISSER A JEUN
- DONNER UN SPASMOLYTIQUE (SPASFON, VISCERALGINE, ETC...)
- SURVEILLER DOULEUR ET TEMPERATURE
- ÇA DEVRAIT S'ARRANGER DANS LES 4 HEURES
- SINON RAPPELER

**Trace /**

\*\*\*\*\*

*Quelques remarques :*

- La compétence du système est incarnée par l'ensemble des règles qu'il utilise. La plupart sont purement médicales, mais quelques-unes, des "métarègles", sont des règles de stratégie qui guident l'exploitation de l'ensemble des règles.

On voit bien sur cet exemple l'indépendance des règles vis-à-vis du moteur d'inférence, lequel serait capable d'exploiter un autre jeu de règles, correspondant à un tout autre domaine d'expertise.

- La principale difficulté que l'on rencontre pour construire un système expert réside donc dans la formulation des règles. Rappelons qu'il en faut plusieurs centaines, voire plusieurs milliers, pour couvrir convenablement un domaine d'expertise, même restreint.

- Nous n'avons pas indiqué ici le mode de représentation du malade et des hypothèses.

Figure 4

F.COLHEP1  
(DOULEUR INTENSITE FORTE)

(1

FROM  
(DOULEUR LOCALISATION HYPOCHONDRE.DROIT)  
(DOULEUR LOCALISATION EPIGASTRE))

THEN  
(HYPO : COLIQUE.HEPATIQUE)

F APPENDØ  
(DOULEUR SIEGE ABDOMEN)  
(NAUSEES PRESENCE OUI)

THEN  
(HYPO : APPENDICITE)

B.COLHEP3

(CONF : COLIQUE.HEPATIQUE)  
(FIEVRE PRESENCE NON)

(1

FROM  
(SUJET ANTECEDANTS COLIQUE.HEPATIQUE)  
(DOULEUR CARAC MURPHY)  
(DEFENSE.ABDOMINALE PRESENCE OUI))

THEN  
(PROTO.DIAG : COLIQUE.HEPATIQUE)

### *L'Avenir industriel de l'Intelligence Artificielle*

Alors qu'en 1984 les revenus de l'industrie informatique tout entière se montaient à environ 150 milliards de dollars, les revenus liés à l'Intelligence Artificielle n'atteignaient que 150 millions de dollars, soit un millième. Pour l'année 1985, on s'attend à une augmentation de l'ordre de 50 % ; mais, à la fin du siècle, on prévoit que la part de l'IA atteindra le quart de l'ensemble ! Compte tenu de la croissance globale de l'industrie informatique, c'est par plusieurs centaines (de 700 à 800) que seront multipliés les revenus actuels attribués à l'Intelligence Artificielle. (D'après A. D. Little, Inc).

Dans cette évolution explosive de l'Intelligence Artificielle, quelle sera la part prise par ce que l'on appelle actuellement les systèmes experts ? Les spécialistes ne sont pas tous d'accord ; et ils ne peuvent évidemment pas prévoir les avancées marquantes éventuelles (les "breakthroughs") qui viendraient bouleverser les pronostics fondés sur les activités de développement qui, elles, sont relativement prévisibles. Mais la plupart d'entre eux estiment que la pénétration de l'IA dans l'industrie et dans la vie quotidienne se fera moins par le produit "système-expert" tel qu'il est défini actuellement que par les multiples méthodes, approches et outils qui se sont développés jusqu'ici dans les laboratoires d'Intelligence Artificielle. Ce seront des structures de fichiers plus souples, des interfaces interactifs, des méthodes de programmation puissantes et des "raisonneurs" qui envahiront l'ensemble de l'informatique et s'incorporeront progressivement à la plupart, sinon à presque toutes, les applications actuellement qualifiées de convention-

nelles. Cela se traduira par des bases de données plus "intelligentes", par des moyens de communication plus "conviviaux" avec tous les systèmes informatiques, qu'il s'agisse de programmes de décision assistée, d'enseignement, de contrôle ou de consultation.

Plutôt qu'au développement de robots intelligents issus de la science-fiction, c'est à l'évolution de l'ensemble des applications informatiques que l'on assistera ; évolution qui sera fécondée par l'influence des méthodes et des outils actuellement expérimentés en Intelligence Artificielle, méthodes et outils qui sont particulièrement bien illustrés par les systèmes experts.

### *La répartition des rôles entre l'Homme et la machine*

L'"univers" d'un SE est très limité, dans tous les sens du terme. Il lui faut faire appel aux aptitudes de l'homme, par le truchement d'un processus interactif, pour distinguer l'essentiel de l'accessoire, pour lever les ambiguïtés en fonction du contexte, choisir les objectifs immédiats en séparant le court terme et le long terme.

Cette complémentarité de l'homme et de la machine permettra de résoudre bien des problèmes, une fois ceux-ci convenablement structurés et leur plan d'attaque établi. De tels systèmes "mixtes", dont certaines applications de traduction assistée par ordinateur donnent déjà l'exemple, vont progressivement investir de multiples fonctions, dans l'entreprise et ailleurs, pour assister l'homme et créer un support nouveau de connaissance, évolutif, dont l'impact social et culturel est potentiellement immense. On retrouve ici, avec une puissance décuplée, l'image du nain juché sur les épaules du géant, ou encore celle d'un même homme et qui apprend toujours...

Mais ces perspectives n'ont pas que des aspects exaltants. Malgré la complémentarité qui vient d'être soulignée, il ne faut pas se dissimuler que le rôle de l'homme ne diminuera pas seulement quantitativement ; il deviendra surtout de plus en plus difficile à tenir pour l'homme lui-même. Et peut-être ne subsistera-t-il souvent que le temps nécessaire aux systèmes pour apprendre à jouer ce rôle...

*L'Intelligence Artificielle va-t-elle provoquer une crise ?*

Ce ne serait pas le premier exemple dans l'histoire. Mais alors que le sac de la bibliothèque d'Alexandrie n'était qu'un vandalisme haineux de la connaissance, les Luddites anglais, en détruisant les machines de l'époque, luttaient pour ne pas mourir de faim ; ils contribuèrent d'ailleurs à retarder une évolution inéluctable.

Le plus dur de la transition, au siècle dernier, aurait-il pu être mieux négocié sous l'impulsion d'un génie politique et social - sorte de Tocqueville tenant aussi de l'abbé Pierre - ? C'est possible, mais alors d'autres problèmes auraient surgi, dépassant le pouvoir d'anticipation de l'époque...

En notre fin de siècle, sera-t-il possible d'aménager l'envahissement des usines par les systèmes intelligents sans acculer les hommes aux réactions désespérées tout en assurant la survie des entreprises face à la concurrence nationale et internationale ? Sans prétendre répondre, ici, à une telle question, essayons de réfléchir à quelques-uns de ses aspects.

Dans une firme de la Vallée du Silicium", les dactylos ont déjà disparu ; complètement. Ce sont

les ingénieurs qui créent eux-mêmes leurs lettres et leurs rapports, le traitement de texte les aidant à atteindre une présentation impeccable. Et les secrétaires ? Elles ont été reconverties en "assistantes"... Bien que le traitement de texte ne soit pas encore vraiment issu de l'Intelligence Artificielle, cet exemple montre bien que les outils informatiques qui s'implantent actuellement - dans l'entreprise comme chez le particulier - ne viennent pas simplement remplacer certaines catégories professionnelles appelées à disparaître. Ils modifient surtout profondément les habitudes de travail et entraînent l'exigence de qualifications différentes - un "profil" nouveau - pour ceux qui restent.

La nécessité de reconversions permanentes n'est sans doute pas mauvaise a priori et les professions de foi abondent qui saluent cette disparition progressive des tâches ingrates (ou plutôt de la spécialisation en tâches ingrates) au profit d'un travail plus motivant. Mais encore faudrait-il pouvoir répondre à la double question : "Restera-t-il assez de tâches pour tout le monde ?". "Seront-elles accessibles à ceux qui auront été privés de travail?".

La notion de reconversion est en effet très stimulante pour l'intellect, mais on ne peut pas s'empêcher de penser au tristement célèbre "S'ils n'ont pas de pain, qu'ils mangent donc de la brioche !". Et les arguments ne manquent pas pour étayer ce parallèle. Au cours de l'enquête que j'ai menée pour cet exposé, j'ai eu connaissance d'expériences de formation et de reconversion dont certains résultats m'ont frappé et inquiété. Il s'agissait de formation à la Conception Assistée par Ordinateur (CAO). Aux commandes de la console et devant un écran, l'utilisateur conçoit et simule des objets en trois dimensions, les "manipule" et peut même parfois en commander et en contrôler directement la fabrication.





"par le haut" est un leurre, un mensonge démagogique et coûteux... D'autres comprendront qu'une application conçue dans un certain contexte industriel et pour une population donnée n'est pas toujours utilisable par d'autres populations ; ceci, quelles que soient les qualités des formateurs.

L'opinion que je voudrais défendre à ce sujet et illustrer par quelques exemples peut se résumer ainsi. L'Intelligence Artificielle et les Systèmes Experts contribueront, pendant un certain temps tout au moins, à aggraver le retentissement sur l'emploi des progrès de l'automatisation. Le chômage atteindra progressivement des travaux réputés "nobles" et a priori réservés au "savoir-faire humain". Mais, ultérieurement, après une période de transition qui sera cruciale, on aura appris à percevoir et à exploiter le véritable apport potentiel de l'Intelligence Artificielle en matière de créativité. Les découvertes et les méthodes vraiment novatrices n'ont jamais été utilisées d'emblée au mieux de leurs possibilités. Elles sont presque toujours exploitées, au début, dans le droit fil des conceptions anciennes qu'elles sont pourtant souvent destinées à rendre caduques. On pense à l'histoire de ce brave paysan qui venait d'acheter une voiture au début de ce siècle et qui la rapporte en disant : "c'est bien, c'est plus confortable, mais ça fatigue vraiment trop le cheval!..."

### *L'effort de vérité*

La réflexion sur l'évolution technologique, comme toute réflexion sur l'évolution sociale, peut de moins en moins faire abstraction d'un facteur dont l'influence devient déterminante : le rôle des médias. Ce sont eux qui attirent l'attention du public sur les problèmes ; ce qui a certes du bon. Mais en communiquant

par là même des inquiétudes, en amplifiant les réactions immédiates à ces inquiétudes, ils peuvent transformer des déséquilibres temporaires en crises graves difficilement réversibles. Les pays totalitaires ont bien compris ce risque, mais le remède qu'ils ont adopté semble pire que le mal, aussi bien sur le plan de la morale sociale élémentaire que sur celui de l'efficacité pratique. Et pourtant, la Vérité (ou ce qui apparaît telle à un moment) est-elle toujours bonne à dire ? Les médecins, cancérologues ou psychiatres par exemple, se posent chaque jour la question. Certains journalistes aussi. Faisons un parallèle : dans bien des pays du Tiers Monde, des réfugiés se retrouvent sans patrie, soit qu'ils aient été chassés, soit qu'ils aient choisi de fuir le régime en place. Dans notre monde industrialisé, des hommes, de plus en plus nombreux, se retrouvent sans travail ; soit qu'on les ait licenciés, soit qu'ils ne supportent plus les conditions de travail offertes. Ils ne sont pas dans des camps, ils sont sur le pavé... Tout le monde a le sentiment qu'il faut faire quelque chose et, assez souvent, on le fait. Mais cette assistance, non seulement ne résout pas le problème ; elle en pose de nouveaux car toute assistance, même quand elle est efficace et bien intentionnée, a des effets pervers tels que le développement d'une "mentalité d'assisté", l'apparition d'un marché noir du travail, etc... Cela veut-il dire qu'il ne faille rien faire ? Certes pas. Mais il faut apprendre à faire face à un double risque : 1/ Ne pas dire la vérité ou la dire trop tard ; avec le risque de continuer à remplir le tonneau des Danaïdes tout en élargissant la brèche. 2/ Dire la vérité trop tôt, avec le risque de tarir la motivation et les ressources qui permettraient quand même de faire face à des drames humains intolérables.

Choix d'autant plus difficile que l'effort de vérité touche à des domaines "tabous" et déclenche

immédiatement des réactions affectives violentes dans les médias. Pour le problème des réfugiés, on se heurtera aux querelles idéologiques liées au "tiers mondisme" ; pour le chômage, au droit au travail ou au plein emploi. En ce sens, les réactions, souvent viscéralement hostiles à la création de "Liberté Sans Frontières", peuvent être comparées aux réactions provoquées par les projets de travail à temps partiel.

Revenons au problème qui nous intéresse ici : le retentissement sur le travail humain de l'Intelligence Artificielle et des systèmes experts qui, pour le public, en sont le symbole. Ce que nous avons évoqué sous le nom de vérité (?) serait peut-être ceci : l'Intelligence Artificielle et les systèmes experts contribueront, dans un premier temps tout au moins, à priver des hommes de leur travail ; cela se fera d'une manière peut-être plus blessante encore et plus dramatique que pour les suppressions d'emplois provoquées actuellement par l'automatisation des tâches de production. Pour les gens informés, ce serait, semble-t-il, un mensonge que de ne pas le reconnaître. Faut-il le dire ? Dans les conditions actuelles, le recyclage "par le haut" est probablement, au moins quantitativement, un leurre. Faut-il le dire ? Au risque de décourager les initiatives pourtant bien nécessaires à la solution ponctuelle de drames immédiats ?

Ces conséquences de l'IA sur le travail tiennent en grande partie au fait que l'on commencera par "atteler le cheval". Les potentialités de l'IA sont multiples, mais celles qui seront développées et appliquées en priorité iront sans doute dans le droit fil des autres applications de l'automatisation : elles serviront à diminuer les prix de revient et à augmenter la compétitivité des entreprises. Cela, du seul fait que ce sera possible et même si, potentiellement, l'Intelligence Artificielle permet justement d'emprunter une autre voie où l'IA

serait utilisée pour stimuler la créativité de l'homme au lieu de le remplacer. Le risque est encore accru par l'efficacité que l'on peut attendre des développements de l'IA ; alors que dans la parabole du cheval, son incapacité à tirer la voiture fait que cette manière de l'utiliser est vite abandonnée. On se demande même quel niveau de conséquences néfastes, sociologiquement, il faudra atteindre avant que l'on se mette sérieusement à faire émerger et prévaloir d'autres voies.

Un mécanisme semblable est à l'oeuvre dans les développements de l'enseignement automatisé. On utilise depuis 20 ans l'ordinateur dans l'enseignement en reprenant, en fait, les approches pédagogiques traditionnelles. L'ordinateur peut évidemment les mettre en oeuvre et améliorer leur rendement. Ces approches ont leur intérêt et leur domaine de validité, il ne s'agit pas ici de le nier. Mais l'informatique (et en particulier l'IA) permettrait, aussi, de procéder tout autrement. On pourrait développer des supports d'expression analogues, sur le plan linguistique, à ce que le langage LOGO a inauguré sur le plan géométrique. On pourrait confier aux enfants un support pour exprimer leurs expériences, pour les associer, pour les confronter en groupe et les remanier, etc. Bref, c'est eux-mêmes qui construiraient le cours, tournant ainsi le dos à la notion de super-cours écrits par des professeurs et diffusés par une machine tourne-page perfectionnée. Ces deux approches sont évidemment complémentaires mais il est remarquable que seule la première ait droit de cité pour l'instant, indépendamment même des difficultés techniques. L'élaboration de tels supports de créativité appliqués à l'éducation représentera pourtant presque certainement l'un des aspects les plus importants et les plus féconds des développements de l'Intelligence Artificielle. Et c'est peut-être à travers eux que les potentialités que nous avons évoquées plus haut, à propos du monde du travail, finiront par se faire jour.

Il faut donc souhaiter que l'image d'un système expert capable d'incarner les compétences d'un homme dans des domaines précis, et donc de le remplacer, fasse progressivement place à celle d'un "partenaire-expert", support ou "tuteur", capable de potentialiser les facultés d'expression de l'homme et de l'aider à se former. Illustrons ce souhait en terminant par une anecdote (réelle) : un spécialiste de l'IA s'était mesuré, il y a quelques années, aux spécialistes mondiaux du jeu de bataille navale en utilisant une version spécialisée d'un programme général doté de facultés d'apprentissage. Lorsque les journalistes lui demandèrent qui avait gagné, de lui ou du programme, il répondit que, seul, il n'aurait certainement pas gagné, mais que le programme lui non plus n'aurait pas pu gagner tout seul ; par contre, à eux deux, en collaboration, ils devinrent champion du monde.

*Jean-Claude PAGES*

*Agrégé des Facultés de Médecine  
Ex-conseiller scientifique à IBM-France*