

« Pam » et « Frump » ou comment l'esprit vient aux ordinateurs

Peut-on rendre une machine intelligente ? Ce vieux thème souvent exploité par la fiction est en train de devenir réalité. Deux chercheurs américains ont, chacun de leur côté, mis au point un ordinateur qui « comprend » les histoires des hommes. Il ne rit pas encore, mais il réplique, ou il résume.

Arrivé tard à son bureau de l'université de Yale, aux Etats-Unis, Gerald F. Dejong n'a pas le temps de lire toutes les dépêches qui sont arrivées sur son téletypeur relié à l'agence U.P.I. (1). Il se tourne donc vers son terminal d'ordinateur et demande à FRUMP de les lui résumer. En quelques secondes, la substantifique moelle des nouvelles du jour s'inscrit en petites lettres vertes sur l'écran du terminal.

A 5 000 kilomètres de là, dans son bureau inondé de soleil de l'université de Berkeley, Richard Wilensky semble parler tout seul. En fait, il raconte une histoire à son ordinateur. « John et Linda, explique-t-il à la machine, formaient un couple heureux. Hélas ! John s'est tué dans un accident de voiture. Linda a donc dû trouver un emploi. » Puis, pour voir si son interlocuteur électronique a bien compris, il l'interroge : « Pourquoi Linda doit-elle travailler ? » La réponse tombe aussitôt : « Comme John est mort, Linda doit subvenir à ses propres besoins ».

Ce dialogue prête à sourire tant il paraît infantile. Pourtant il a fallu des années de recherches pour en arriver là, pour qu'un ordinateur soit capable de comprendre une phrase, de faire une déduction. Ou sache résumer un texte. Aujourd'hui, les travaux de Richard Wilensky à Berkeley et de Gerald Dejong à Yale représentent le *nec plus ultra* en matière d'intelli-

gence artificielle, matière dans laquelle, on le sait, les progrès sont extrêmement lents (2).

Jusqu'à présent, toutes les études concernant le dialogue en langage naturel (par opposition aux langages artificiels comme le cobol, l'algol ou le fortran), la traduction automatique, le résumé de textes, en un mot tout ce qui a trait à la *compréhension*, utilisaient la même approche : une analyse morphologique et syntaxique des phrases, puis un repérage des mots clefs (3). Mais tous les programmes réalisés à partir de ces éléments donnaient des résultats fort médiocres. Les ambiguïtés de la langue conduisaient parfois à des interprétations aberrantes, car, dans la majorité des cas, l'analyse automatique ignore la sémantique. Par exemple, pour l'ordinateur, la phrase : « Votre explication est touffue » a autant de sens que la phrase : « Votre explication est feuillue » ; et, lors d'un dialogue avec la machine, on a toutes les chances de s'entendre répondre : « Vous êtes bien feuillu aujourd'hui », tout simplement parce que l'ordinateur ne sait pas que seuls les arbres ont des feuilles. Ce qui paraîtrait incohérent à un gamin de cinq ans, qui sait que les humains n'ont pas de feuilles, ne surprend pas la machine. Mais, justement, l'intelligence artificielle n'en est-elle pas à ses premiers balbutiements ?

Les travaux de Gerald Dejong et de Richard Wilensky viennent de lui faire faire un premier

(1) United Press International, une des plus importantes agences de presse mondiales.

(2) Voir « Science et Vie » n° 725, février 1978.

(3) Dans certains cas — très rares — une « mémoire sémantique » était mise en œuvre, toujours rudimentaire.

pas hors de l'enfance. Les deux chercheurs ont entrepris de résoudre le problème par une autre voie : au lieu de faire reposer la démarche de l'ordinateur uniquement sur l'analyse syntaxique, ils ont tenté de donner à la machine des bribes de connaissances sur notre monde, afin qu'elle puisse d'elle-même choisir la signification la plus appropriée à tel ou tel type de situation. Cette programmation reproduit très exactement le comportement humain : lorsque nous lisons un texte, par exemple, nous le rapportons constamment au savoir et à l'expérience que nous avons emmagasinés dans notre cerveau. Mais ce processus, si naturel chez l'homme que celui-ci le pratique sans même s'en rendre compte, devient, adapté à la machine, d'une extrême complexité.

Pour mieux saisir la portée des recherches en cours, prenons un exemple. Soit la phrase suivante : « Marie avait faim. Elle parcourut le guide Michelin et monta dans sa voiture ». Toute intelligence humaine comprend que Marie a feuilleté le guide Michelin pour y chercher l'adresse d'un restaurant, et qu'elle s'y est rendue avec sa voiture. Cela nous semble évident parce que nous « savons » que, dans le guide Michelin, il y a des adresses de restaurants ; que, dans un restaurant, on peut apaiser sa faim ; enfin, que la voiture est un moyen de locomotion qui permet de se rendre dans un restaurant. L'ordinateur, lui, ne sait rien de tout ça. Si, donc, on veut le faire réagir à des questions comme : « Pourquoi Marie a-t-elle lu le guide Michelin ? » ou « Pourquoi a-t-elle pris sa voiture ? » il faut auparavant lui communiquer tous les éléments de savoir qui font que nous, hommes, nous pouvons répondre instantanément.

Dans ce cas particulier, ces éléments sont simples et limités. Mais dès qu'il s'agit de situations un peu plus compliquées, la somme d'informations dont doit disposer la machine devient vite colossale. Nullement découragé par l'ampleur de la tâche, Robert Wilensky a décidé d'apprendre à son ordinateur, non pas tout le savoir du monde, mais plus précisément la façon dont réagissent les hommes à des situations données. « La plupart des récits, explique le jeune chercheur, mettent en scène des êtres humains qui se conduisent en fonction de buts qu'ils se sont fixés. En élaborant un programme qui « connaît » les intentions humaines et qui « sait » appliquer cette connaissance à diverses situations, c'est-à-dire qui est apte à déduire les réactions possibles, j'ai réalisé un système capable de « comprendre » des récits comportant des interactions complexes entre plusieurs personnes. »

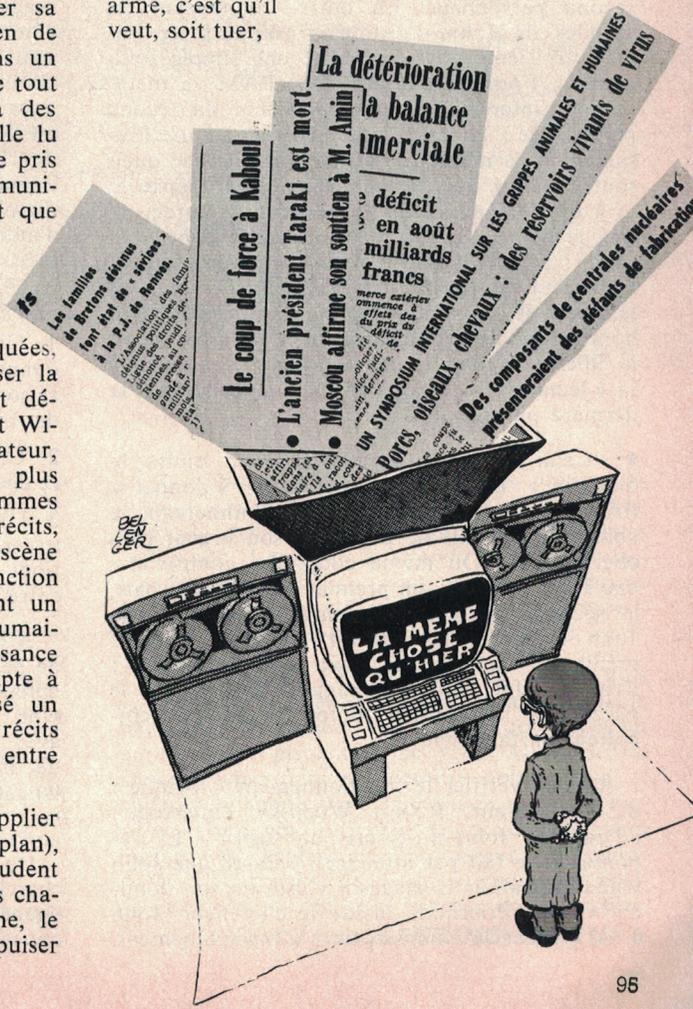
Ce système, il l'a appelé PAM (Plan Applier Mechanism : mécanisme appliqué à un plan), parce qu'il reconnaît les plans qu'échafaudent les hommes pour parvenir à leur but. Dans chaque histoire, l'ordinateur cherche le thème, le but et le plan mis en œuvre ; puis il va puiser

dans sa mémoire ce qu'on lui a appris sur ce thème et ce but, et il l'applique à la situation donnée.

Prenons pour exemple le récit suivant : « John voulait de l'argent. Il prit un fusil et entre dans la boutique voisine de son domicile. Il dit au commerçant qu'il voulait de l'argent. Celui-ci lui en donna, et John quitta le magasin ». PAM va étudier chaque phrase l'une après l'autre :

- « John voulait de l'argent. » Là, le travail de l'ordinateur est simple. Il reconnaît que le verbe « voulait » introduit un *but* et que ce *but* est l'argent. Il va donc rechercher dans sa mémoire toutes les raisons pour lesquelles John peut vouloir de l'argent. Aime-t-il l'argent pour lui-même ? A-t-il des dettes ? Poursuit-il un autre but que l'argent lui permettra d'atteindre ? Etc. PAM ajoute cette panoplie de motivations à son analyse de la première phrase, puis il attaque la deuxième.

- « Il prit un fusil. » PAM reconnaît qu'en la circonstance le *but* de John est d'avoir un fusil, et il tente de savoir pourquoi John a ce *but*. Il va donc quérir dans sa mémoire toutes les fonctions rattachées au concept de « fusil ». Si John désire cette arme, c'est qu'il veut, soit tuer,



soit menacer, soit se défendre, soit s'approprier quelque chose par la force, etc. Mais comme, de son analyse précédente, PAM « sait » que John a pour premier *but*, l'argent, il en déduit que John va probablement utiliser son fusil pour atteindre ce premier *but*. L'ordinateur joint cette nouvelle donnée à sa « lecture » du récit et il passe à l'examen de la seconde partie de la phrase.

● « ... et entra dans la boutique voisine de son domicile. » La machine retient d'abord que le *but* de John était d'être dans la boutique et qu'il a réalisé cet objectif (analyse du verbe « entrer »). Sa présence dans la boutique est donc en relation avec son *but* précédent : avoir de l'argent. Cela établi, PAM épiluche la troisième phrase.

Par des interrogations logiques, PAM reconstitue le récit comme un puzzle

● « Il dit au commerçant qu'il voulait de l'argent. » Depuis l'analyse de la deuxième phrase, PAM « sait » que John a un fusil et qu'il va l'utiliser pour tuer ou menacer quelqu'un ; il n'est donc pas étonné de l'entrée en scène d'un second personnage. En outre, connaissant les mobiles de John, l'ordinateur n'interprète pas cette troisième phrase comme une simple sollicitation. Fort de ces certitudes, PAM va maintenant s'intéresser au comportement du second personnage : lui aussi doit avoir des *buts*. Puisant dans sa mémoire, la machine cherche quels sont les *buts* des personnes qui sont menacées et à qui l'on demande de l'argent, et enregistre que le commerçant a deux objectifs contradictoires : préserver sa vie et préserver son argent. Parallèlement, PAM s'interroge également sur les *buts* de ceux qui, comme John, se mettent hors la loi ; la réponse est, bien sûr : conserver la liberté. Ayant ajouté ces diverses notions à sa « lecture » du récit, l'ordinateur en vient à la dernière phrase.

● « Celui-ci lui en donna, et John quitta le magasin. » De l'analyse du verbe « donner », PAM déduit aisément que le commerçant a abandonné le *but* de préserver son argent et a obéi à John. Du même coup, il « comprend » que John a atteint son premier *but*. D'autre part, la seconde partie de la phrase confirme que John a également satisfait à l'autre objectif prédit par la machine (conserver sa liberté) : il a en effet quitté le magasin. Cette fois, le puzzle est reconstitué, toutes les pièces s'emboîtent parfaitement.

Afin de vérifier le fonctionnement « logique » de l'ordinateur, Robert Wilensky l'interroge : « Pourquoi John a-t-il pris un fusil ? » La réponse ne se fait pas attendre : « Parce que John voulait dévaliser le magasin voisin de son domicile ». — « Pourquoi, insiste le chercheur, John a-t-il menacé le commerçant ? » Instantanément,

la machine réplique : « Parce qu'il voulait de l'argent ». — « Pourquoi, persiste le père de PAM, le commerçant a-t-il donné son argent à John ? » — « Parce que, rétorque l'ordinateur, il ne voulait pas être tué ».

Obstiné, Robert Wilensky pose encore une dizaine de questions. Infailliblement, la machine donne la réponse que n'importe quel être humain doué de raison aurait faite. Puis il demande à l'ordinateur de lui raconter l'histoire du point de vue de John. La réaction est immédiate : « J'avais besoin d'argent. J'ai donc pris mon fusil et je me suis dirigé vers le magasin voisin. J'ai dit au commerçant que, s'il ne me donnait pas la caisse, je lui tirerais dessus. Il m'a donné l'argent, et je suis parti. » Suit la version du commerçant : « J'étais dans mon magasin quand un homme est entré. Il m'a menacé avec un fusil et m'a demandé tout mon argent. Comme je n'avais pas envie d'être tué, je lui ai donné mon argent, et il s'est enfui. »

Le plus extraordinaire de l'affaire, c'est que la machine, dès l'instant où elle a été correctement programmée, est capable de faire d'elle-même toutes les déductions nécessaires aux diverses réponses et aux différentes « lectures » du récit (un fusil permet de voler de l'argent ; le commerçant ne voulait pas être tué ; John a quitté le magasin pour préserver sa liberté ; etc.). Encore l'exemple que nous venons d'évoquer est-il relativement simple. En fait, PAM est déjà suffisamment doué pour « comprendre » des histoires beaucoup plus compliquées, dans lesquelles les protagonistes ont des buts contradictoires ou entrent en conflit avec les objectifs d'autres personnes.

Le programme mis au point par Robert Wilensky comporte trois pièces maîtresses :

1. Un fichier dans lequel sont emmagasinées quantité d'informations sur la manière dont raisonnent et agissent les hommes en fonction des buts qu'ils se sont fixés ;
2. Une technique d'analyse permettant d'extraire de chaque phrase les informations utiles ;
3. Une méthode donnant la possibilité de contrôler chaque déduction à la lumière des déductions précédentes et d'établir ainsi des liens entre les phrases.

A l'heure actuelle, PAM est toujours en cours de perfectionnement : constamment de nouvelles connaissances lui sont injectées. Il est le prototype d'une nouvelle génération d'ordinateurs avec lesquels il sera peut-être possible un jour de dialoguer non plus à l'aide de codes ou de langages spécialisés, mais au moyen de notre langue naturelle.

De l'autre côté des Etats-Unis, Gerald Dejong cherche lui aussi à rendre un ordinateur « intelligent », c'est-à-dire susceptible de comprendre un récit. Pour cela, il a choisi une approche

légèrement différente de celle de son collègue californien : il ne travaille pas sur des histoires mettant aux prises des personnages, mais sur des dépêches d'agences de presse. Son programme, baptisé FRUMP (Fast Reading Understanding and Memory Program), dépouille les nouvelles qui tombent sur les téléscripteurs et les résume

s'ils appartiennent ou non à un thème identique, il « active » la somme des connaissances qu'il possède sur le sujet. A partir de là, à l'instar de PAM, il fait des prévisions sur ce qui peut se passer lorsqu'on aborde un tel sujet. Par exemple, s'il s'agit d'une catastrophe, l'ordinateur s'attend à trouver dans le texte des prévisions sur le lieu du sinistre, le nombre des victimes, l'importance des dommages, etc. Phra-

INPUT: A275 R I SS BYL BSA WYD
AM-POLAND 4 - 3 - - - - - BY BOGDAN TUREK - - - WARSAW, POLAND (UPI)-THE
WORST FLOODS IN 50 YEARS INUNDED POLAND TUESDAY AS RECORD WINTER SNOWFALLS
MELTED AND TORRENTIAL RIVERS OVERFLOWED THEIR BANKS.
OFFICIALS SAID THE FLOODWATERS WERE STILL RISING AND THE WORST WAS YET TO
COME. FLOOD ALERTS WERE DECLARED IN 22 OF THE NATION'S 49 PROVINCES.
« WE HAVEN'T HAD FLOODING LIKE THIS SINCE 1928, » SAID AN OFFICIAL AT THE AGRICULTURE
MINISTRY.
EXPERTS SAID IT WAS LIKELY POLAND WOULD BE FORCED TO INCREASE ITS PURCHASES OF
GRAIN AND FODDER FROM THE UNITED STATES-IMPORTS THAT ALREADY COST POLAND ABOUT
\$ 500 MILLION A YEAR.
RIVERS IN THE SOUTHERN, WESTERN AND EASTERN PROVINCES FLOODED 1.6 MILLION ACRES
OF FARMLAND. HARDEST HIT WAS EASTERN POLAND, WHERE THE NAREW RIVER INCHED TOWARD A
21-FOOT HIGH WATER MARK-THE WORST FLOODING IN 1.000 YEARS. « IT IS THE BEGINNING OF THE
DISASTER, » SAID AN OFFICIAL IN OSTROLEKA, A TOWN OF 33.000 PEOPLE BY THE NAREW.
SIX THOUSAND PEOPLE FROM 80 VILLAGES AROUND OSTROLEKA, WHICH IS 80 MILES
NORTHEAST OF WARSAW, WERE EVACUATED. HUNDREDS MORE IN ANOTHER 50 VILLAGES
AWAITED HELP.
ARMY TROOPS USED AMPHIBIOUS VESSELS TO EVACUATE SOME 735 FARMS, BUT SOME
FARMERS WERE RELUCTANT TO LEAVE THEIR HOUSEHOLD GOODS AND STOCK.
ONE EVACUATED HOUSEWIFE REPORTEDLY RETURNED TO HER FARMHOUSE IN A KAYAK TO
RETRIEVE THE FAMILY'S TREASURED TELEVISION SET.
- - - UPI 4 - 3 8 : 14 PES - - -
CPU TIME FOR UNDERSTANDING = 11113 MILLISECONDS
ENGLISH:
FLOODS IN POLAND HAVE FORCED 6000 PEOPLE TO BE EVACUATED.
CHINESE:
TZAY POLAN DE HORNGSHOEI BISHYY LIOW CHIAN REN CHEHLI.
SPANISH:
DILUVIOS EN POLONIA HAN FORZADO A 6000 GENTE DESOCUPARSE.

*A partir de quatre mots clés, FRUMP a résumé une dépêche de 23 lignes en une seule : « Des inondations en Pologne ont entraîné l'évacuation de 6 000 personnes ».
Ce condensé est livré en trois langues : anglais, chinois et espagnol.*

en quelques phrases. Ces résumés sont faits en anglais, mais aussi en français, en espagnol et en chinois.

Tout comme PAM, FRUMP a emmagasiné un grand nombre de connaissances. Elles ne portent plus cette fois sur le comportement des humains dans des situations données, mais sur les sujets qui font la « une » des journaux : catastrophes aériennes, tremblements de terre, établissements ou ruptures de relations diplomatiques, grèves, manifestations, décisions gouvernementales, conflits armés, etc. Pour le moment, la mémoire de la machine contient un maximum d'informations sur quarante-huit matières différentes.

En présence d'un texte, FRUMP recherche d'abord les mots clés ; puis, après avoir examiné

se par phrase, FRUMP vérifie ses prédictions à l'aide des mots clés du texte ou par déduction à partir des corrélations entre les différentes prévisions. Lorsqu'il a trouvé la solution qui « colle » avec ce qu'il avait prévu, il l'imprime (il lui faut environ 15 secondes pour « comprendre » et résumer une dépêche de 50 lignes).

Comme PAM, FRUMP n'en est encore qu'à ses débuts : à l'heure actuelle, il n'est capable de lire correctement que 10 % des dépêches qui lui sont présentées en vrac. Mais Gerald Dejong pense pouvoir accroître notablement ce chiffre en augmentant le « savoir » de sa machine. Pourtant un type d'article échappera toujours à l'analyse de l'ordinateur : les éditoriaux. Car, comme celles du Seigneur, les voies de la politique sont trop souvent impénétrables.

Françoise HARROIS-MONIN ■