Article paru sous le titre :
« 5ème génération d'ordinateurs ou chercheurs du 3ème type ? »,
dans le dossier spécial : « la recherche industrielle »,
France Japon Eco, No 57, Hiver 1993, pages 32-35, Chambre de Commerce et d'Industrie Française au Japon (CCIFJ), Tokyo, Japon.

Le Projet de Recherche sur les Ordinateurs de 5ème Génération

Jean-Pierre Briot
CNRS-Japon et Université de Tokyo

Introduction

Une des forces de la recherche au Japon réside dans son approche systématique, tant en largeur (exploration) qu'en durée. Au Japon, tous les résultats de projets et d'expériences sont intégrés (y compris des échecs partiels éventuels) patiemment et systématiquement. Ainsi le Japon perfectionne sa technologie et son potentiel à long terme, sans se soucier nécessairement toujours de retombées immédiates. On peut ainsi risquer une analogie avec le tir à l'arc Zen (ou encore sa version plus moderne et actuellement fort populaire ici, l'entraînement au golf) où l'important est d'arriver à la perfection du geste, la cible de la flèche ou de la balle n'ayant alors plus d'importance. Soulignons que cette politique de progression à long terme n'est pas du tout incompatible, mais au contraire complémentaire d'une stratégie de développements éventuels visant les marchés grand public (et donc en grande série).

La conduite du projet de recherche japonais dit "Ordinateurs de 5ème génération", portant sur les nouveaux ordinateurs, est un exemple significatif de cette politique de recherche à long terme. Ce projet national, donnant lieu à une coopération entre industriels informatiques japonais, a eu un impact important sur la politique de recherche mondiale en informatique. De plus il a été un laboratoire de formation continue de toute une nouvelle génération de chercheurs de l'industrie informatique japonaise. Nous verrons que l'expérience du projet est dès maintenant mise en pratique dans les nouvelles orientations de recherche informatique au Japon.

Ordinateurs de 5ème Génération

Le projet de recherche sur les "Ordinateurs de 5ème génération" avait pour but d'élaborer et de réaliser des ordinateurs radicalement nouveaux, aptes au traitement de connaissances, au raisonnement, et à la communication naturelle avec l'homme. Ce projet a été annoncé à grand renfort de publicité, en partie pour montrer à destination du public japonais autant qu'étranger que le Japon pouvait relever le défi de projets novateurs (après avoir été régulièrement critiqué comme suiveur et copieur des technologies occidentales).

A la différence des ordinateurs conventionnels, à la fois séquentiels (c'est-à-dire effectuant un calcul à la fois) et spécialisés dans les calculs numériques, les ordinateurs de 5ème génération ont été conçus parallèles (c'est-à-dire dotés de plusieurs processeurs et ainsi capables de réaliser plusieurs tâches simultanément) et capables de raisonnement logique. Les applications cibles du projet étaient de type Intelligence Artificielle (IA). (La principale application industrielle de l'IA consiste en les systèmes experts, logiciels doués de capacités de raisonnement à partir de bases de connaissances et de règles spécialisées, par exemple en diagnostic médical.) Signalons qu'un dernier aspect du projet qui sera finalement abandonné portait sur le développement d'une communication homme machine (reconnaissance et interprétation de la parole, et reconnaissance de textes manuscrits).

Ce projet a porté sur une période de 10 ans entre le 1er Avril 1982 et le 31 Mars 1992. (Il est en cela resté fidèle au principe de l'année fiscale japonaise qui débute, très sérieusement, le 1er Avril). Le budget alloué a dépassé 40 milliards de Yens sur 10 ans (c'est-à-dire près de 2 milliards de Francs). Un centre de recherche spécialisé, appelé ICOT (Institute for next generation COmputer Technology), a été créé. L'ICOT est un consortium de constructeurs informatiques japonais et du MITI (ministère de l'industrie). Il inclut également trois membres associés, filiales japonaises de constructeurs américains (IBM, DEC, et Unisys). Le centre de recherche, situé au centre de Tokyo, a inclus jusqu'à 90 chercheurs à la fois. La plupart des chercheurs ont été envoyés par leurs sociétés respectives pour une durée de quelques années. Seuls certains membres (essentiellement la direction du projet et de sous-projets) sont restés à l'ICOT pendant toute la durée du projet. Le principe était ainsi d'instituer une véritable noria de scientifiques entre les différents constructeurs partenaires et l'ICOT pour les former, les faire participer, puis rediffuser cette nouvelle culture dans les entreprises.

Résultats

Tentons maintenant un bref bilan des résultats obtenus à la fin du projet. Des prototypes successifs de machines parallèles spécialisées ont été développés. Divers modèles légèrement différents seront construits simultanément par différents constructeurs partenaires du projet. Un des plus puissants prototypes, nommé PIM/p, et construit par Fujitsu, comprend 512 processeurs. Cette machine offre une puissance de calcul tout à fait convaincante (jusqu'à 100 millions de déductions élémentaires par seconde). La programmation des machines et ses logiciels est fondée sur le raisonnement logique (ainsi appelé programmation logique) ainsi que le parallélisme et la coordination des activités. Un des logiciels les plus impressionnants produit est sans nul doute le système d'exploitation (c'est-à-dire le logiciel de base qui contrôle les ressources de base de la machine et permet de l'utiliser de manière pratique) des machines du projet. De par sa taille il représente une première en matière de programmation logique. Un certain nombre d'exemples d'applications ont été développés et testés, ainsi : la démonstration de théorèmes, la conception de circuits intégrés, l'analyse des gènes, le droit (avec un système de "raisonnement légal", combinaison de raisonnement par règles (code juridique) et par cas (jurisprudence)), et enfin le jeu de Go.

Le projet apparaît donc comme une réussite au vu de l'intérêt des travaux et résultats produits. Cependant le projet souffre d'un certain nombre de faiblesses qui ont fait l'objet de critiques parfois excessives. Tout d'abord, bien que de nombreux prototypes de matériel, de logiciels et d'applications aient été produits, le projet n'a pas eu le temps d'intégrer complètement les différentes parties en un produit fini. Notamment des applications en vraie grandeur sont encore par trop rares. En outre les machines et logiciels produits trouvent actuellement très peu d'utilisateurs. En particulier les constructeurs informatiques japonais n'ont pas emboîté le pas pour développer à partir de ces machines et de leurs environnements.

Nous pouvons tenter de commenter ces faiblesses du projet. Tout d'abord 10 ans ne sont en général pas suffisants pour à la fois explorer une nouvelle voie, la développer, et en tirer des produits. Comme l'a fait remarquer Kazuhiro Fuchi, le directeur du projet, il faut du temps pour la dissémination et le développement des travaux de recherche fondamentale. De plus le timing au niveau du marché informatique n'a pas été très favorable, du fait notamment d'un certain reflux industriel du marché de l'intelligence artificielle. Une des raisons du peu de diffusion des logiciels produits réside en leur aspect autarcique, c'est-à-dire utilisables seulement sur les ordinateurs spécifiques du projet.

Auto-Evaluation

Nous allons voir maintenant que les résultats, réussites autant qu'échecs, ont été analysés et suivis rapidement d'effet au niveau même du projet. Au Printemps 1992, à l'approche de la terminaison du projet, l'ICOT a en effet conduit une évaluation externe du projet par des scientifiques étrangers. Précisons que cette évaluation a porté sur les impressions générales des scientifiques étrangers (choisis pour leur expertise et leurs contacts éventuels avec le projet) et non pas sur une évaluation précise à partir des rapports d'activité. Cette évaluation a été de manière générale positive, voire très positive. La principale interrogation soulevée tenait à la mise en application et au transfert à l'industrie de la technologie développée dans le projet. En conséquence de nombreuses réponses souhaitaient une diffusion plus large de la technologie développée (notamment le logiciel élaboré). Enfin plus de 90% des réponses considéraient qu'il était souhaitable voire nécessaire de continuer la recherche dans cette voie.

A la suite de cette étude, la direction du projet et le MITI ont prévu une rallonge de deux années, à compter de Avril 1993, pour assurer une meilleure diffusion du logiciel. Il s'agit donc d'assurer un portage des logiciels sur des ordinateurs plus conventionnels, et également d'intégrer de manière plus satisfaisante les différents logiciels entre eux, de manière à faciliter leur utilisation. Ainsi par exemple il est prévu de développer une application en biologie moléculaire de prédiction de structures de protéines, comprenant une base de données ouverte aux biologistes.

Impact

Au delà de ses accomplissements propres, le projet a eu un grand impact et de nombreuses influences nationales aussi bien qu'internationales. Remarquons à ce sujet que Toshio Yokoi, directeur du Electronic Dictionary Research Institute, projet national de dictionnaire informatisé, a déclaré : "I think the side effect is the main effect" (je pense que l'effet secondaire est le premier résultat).

En termes scientifiques, le projet a eu une grande influence sur la progression de la communauté de recherche en programmation logique dans le monde entier, et notamment le développement de la programmation parallèle fondée sur la programmation logique. L'ICOT restera le phare des développements en ce domaine. Même s'il ne les a pas initiés, c'est lui qui a rassemblé, maintenu l'élan, et établi une somme de résultats en ce domaine. Ces travaux sont fort importants même si on ne peut en exploiter tous les résultats dès maintenant.

Sur un plan stratégique, le projet a eu un très grand impact. L'initiative japonaise a conduit par réaction à la création de plusieurs consortiums de recherche industriels informatiques à l'étranger, tels MCC (Etats-Unis), ECRC (Europe), et des programmes de soutien de projets, tels Esprit (Europe) et Alvey (Royaume-Uni). En fait la peur d'une perte de l'avancée technologique informatique a été utilisée comme moyen de pression à destination des sponsors nationaux pour obtenir des financements équivalents au projet de l'ICOT. Des commentateurs extérieurs au projet, japonais (par excès d'enthousiasme ou de nationalisme) ou occidentaux (pour des raisons de lobbying interne) ont ainsi (délibérément?) enflé et idéalisé les objectifs du projet. Cette inflation à posteriori des objectifs aura ainsi été par la suite un des fondements des évaluations parfois trop négatives et tranchées du projet.

La dynamique du projet et l'expérience acquise ne sont pas perdues mais mises à profit pour de nouveaux projets, et notamment le projet d'informatique avancée qui prend la relève, le projet "Real World Computing" (RWC). Ce nouveau projet prend la suite, sans pour autant continuer spécifiquement à partir des travaux et logiciels développés à l'ICOT. RWC, également planifié sur 10 ans, diffère du projet 5ème génération sur certains points. RWC est en effet fondé sur un partenariat à vocation internationale. De plus il ne fixe pas une méthodologie unificatrice au début du projet. RWC repose en effet sur l'idée de compétition interne entre plusieurs approches pendant la première moitié du projet. En ce sens il "élargit le jeu" initié par le projet 5ème génération.

Formation par la Recherche

Une retombée plus ou moins directe du projet, mais pas la moindre, est la formation continue d'une nouvelle génération d'informaticiens japonais. Le principe de rotation régulière des chercheurs (séjour de deux ans en général) a permis une irrigation continue chez les constructeurs informatiques japonais des technologies et de la dynamique acquises à l'ICOT. Le fait de réunir sur un même projet et sur un même site (l'ICOT) des chercheurs de diverses sociétés a également permis une meilleure communication et connaissance réciproque entre des scientifiques d'entreprises traditionnellement plutôt fermées à l'extérieur.

Au départ du projet, le niveau de l'industrie logicielle au Japon était très en retard sur l'Occident. Ce projet a certainement contribué à réduire très fortement cet écart. Une nouvelle génération de chercheurs brillants a ainsi été formée à l'ICOT ou par effet d'entraînement dans certains laboratoires académiques. Des groupes de travail ont d'ailleurs permis une meilleure fertilisation réciproque entre industrie et universités. Soulignons enfin que la diffusion internationale des travaux de l'ICOT ainsi que les contacts soutenus avec la communauté internationale a permis à cette nouvelle génération de chercheurs de s'insérer plus naturellement dans le tissu scientifique international.

De fait une bonne partie de ces chercheurs ont changé de mentalité après leur expérience à l'ICOT. Ils ont souvent eu plus ou moins de mal à se réadapter à leurs entreprises respectives, après cette expérience d'ouverture. D'ailleurs un certain nombre des meilleurs chercheurs du projet ont, après avoir réintégré leur société, finalement pris des postes de professeur dans diverses universités. Certaines sociétés informatiques japonaises ont d'ailleurs réagi ou même anticipé pour éviter de telles dérives en créant des centres de recherche à l'américaine (richement dotés et avec le minimum de contraintes), ainsi en particulier le centre de recherche en informatique de Sony à Tokyo. A notre avis les conséquences du projet en matière d'évolution socio-scientifique ne sont pas encore épuisées.

Conclusion

En conclusion le projet de recherche sur les ordinateurs de 5ème génération représente un des premiers grands projets nationaux japonais d'informatique avancée. Ce projet a produit un remarquable travail de fond et des résultats concrets bien que ne débouchant pas encore sur des produits finis. Telle une locomotive le projet a entraîné des recherches poussées à l'échelon mondial sur le thème de la programmation parallèle logique et ses applications à l'intelligence artificielle. Il a surtout permis une formation continue et un brassage de cultures scientifiques d'entreprises dans le domaine des nouveaux ordinateurs. Le projet a indubitablement fortement contribué à la récente progression rapide du Japon dans le domaine du logiciel informatique.