

# Le projet « Ordinateurs de Cinquième Génération »

Mathys Rennela

Sous la direction d'Annick Horiuchi

M1 LOPHISS-SC2 (2011-2012)

Université Paris 7 Diderot

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Un projet national</b>	<b>3</b>
1.1	L'industrie de l'informatique au Japon . . . . .	3
1.2	Rôle et fonctionnement du Ministère japonais de l'économie . . . . .	6
1.3	Genèse du projet . . . . .	7
<b>2</b>	<b>Objectifs et enjeux du projet</b>	<b>11</b>
2.1	Une solution-miracle . . . . .	11
2.2	Un projet national à impact international . . . . .	13
2.3	Le japonais et le traitement de texte . . . . .	16
<b>3</b>	<b>20 ans après : Un bilan mitigé</b>	<b>19</b>
3.1	Un modèle d'organisation pour la recherche . . . . .	19
3.2	L'ordinateur de cinquième génération, un échec cuisant ? . . . . .	22
3.3	L'ordinateur de cinquième génération, une demi-réussite ? . . . . .	25

# Introduction

Le Ministère japonais de l'économie a débuté en 1976 une politique de financement de la recherche qui vise à une mise en place de projets de grande envergure portant sur l'informatique et l'électronique<sup>1</sup>. S'étalant sur une période de cinq à dix ans, ces projets ont encore aujourd'hui la particularité de réunir autour d'un même objectif des universitaires et des chercheurs employés par des acteurs importants de l'industrie japonaise de l'informatique.

Convaincu que ces projets de grande envergure sont d'une importance fondamentale dans le cadre de réflexions historiques ou sociologiques portant sur la recherche en informatique au Japon, nous nous proposons ici de réaliser une ébauche d'analyse de l'un de ses projets : le projet Ordinateurs de cinquième génération (*Fifth Generation Computer Systems*, FGCS). De par sa durée et les moyens humains et financiers qu'il a mobilisé, il s'agit du plus important projet que le ministère de l'industrie et du commerce international japonais (MITI) ait entrepris. Ce projet est d'autant plus important que tous les projets qui lui sont ultérieurs ont été réalisés en tenant compte de ses réussites et échecs.

Alors qu'il a fait l'objet de nombreux commentaires lors de son lancement en 1982, sa clôture s'est faite dans un silence quasi-total en 1992. Les rares ouvrages traitant de l'histoire de l'informatique au Japon<sup>2</sup> ne lui font qu'une place mineure qui ne peut qu'étonner compte tenu de l'importance du projet.

Le projet FGCS a déjà fait l'objet d'une analyse économique par Martin Fransman<sup>3</sup> et d'une analyse socio-historique et scientifique par Pierre Morizet-Mahoudeaux et Alain-Marc Rieu<sup>4</sup>. Cependant, ces travaux ont été réalisés peu après la fin du projet et s'inscrivaient dans une réflexion sur les projets globaux japonais plutôt que sur l'histoire de l'informatique au Japon.

Nous nous proposons ici de montrer la place que peut occuper le projet FGCS dans l'histoire de l'informatique au Japon, par une étude de l'abondante littérature qu'il a produite et des nombreux commentaires et bilans qui ont été rédigés à propos du projet. Après un rappel des événements qui ont amené les Japonais à formuler le projet en ces termes, nous expliciterons les objectifs et enjeux du projet, pour finalement réaliser un bilan du projet, tenant compte des vingt années qui nous en séparent.

---

1. [Fra93, pp. 1 ]

2. [Tak96, Joh10]

3. [Fra93]

4. [RM94]

# 1 Un projet national

Le caractère national que revêt le projet FGCS est une clé essentielle pour comprendre son importance et la manière dont il a pris forme. Après un bref rappel historique du développement économique de l'industrie de l'informatique au Japon, nous exposerons le fonctionnement du Ministère japonais de l'économie au début des années 80 puis, à l'aide de divers témoignages et rapports, nous tenterons de reconstituer la genèse de ce projet.

## 1.1 L'industrie de l'informatique au Japon

Dans un contexte géopolitique tendu lié à la guerre froide, la société japonaise subit au début des années 70 d'importants changements qui ont affecté l'orientation de la recherche et du développement des sciences<sup>5</sup>. On assiste à une prise de conscience de l'importance de l'impact environnemental de la pollution industrielle, qui peut également provoquer des graves problèmes de santé publique, comme la maladie de Minamata causée par une intoxication au mercure.

Le premier choc pétrolier de 1973 force le Japon à reconfigurer son industrie pour faire face à la montée des prix du pétrole et des matières premières. La croissance japonaise s'avère plus faible dans les années 70 qu'elle ne l'était dans les années 60. Au moment même où les États-Unis déclinent sur la scène économique internationale, le gouvernement japonais accumule les dettes en émettant un nombre important de bons nationaux. Ce climat économique défavorable force le Japon à reconsidérer sa place sur le marché économique et technologique international, et affecte du même coup ses politiques scientifiques. D'importantes sommes sont investies dans le développement de technologies permettant des économies d'énergie et dans le nucléaire civil. On assiste à l'apparition progressive d'un « modèle japonais de la recherche », où le gouvernement lance des projets en collaboration avec de grandes entreprises, visant un profit à court ou moyen terme<sup>6</sup>.

La course à l'avancée technologique est un élément fondamental de la politique scientifique japonaise de la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle et visait à favoriser le développement d'institutions propices à l'émergence de nouvelles technologies de manière autonome<sup>7</sup>. L'innovation est alors conçue comme un moteur de la croissance économique.

L'industrie japonaise s'adapte aux modifications des besoins des pays européens et américains, en se réorientant vers l'automobile et l'électronique, deux domaines prospères au début des années

---

5. [NY06]

6. [NY06, pp.1-77]

7. [Sab07]

70 qui avaient l'avantage de nécessiter peu d'importation de matières premières tout en ayant une forte valeur ajoutée. Les industriels innovent en développant des robots et des interfaces numériques perfectionnées pour augmenter la productivité des usines. Dans ce contexte d'innovation technologique, le Ministère japonais de l'économie (MITI) remet au goût du jour une vision du Japon développée à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, où le pays était décrit comme une nation orientée vers le progrès technologique<sup>8</sup>.

Le Japon se lance dès le début des années 50 dans l'industrie de l'informatique tout en prenant place sur le marché de l'automobile où il finit par devenir la première puissance mondiale en terme de production<sup>9</sup>. L'industrie japonaise de l'informatique se développe et fait rapidement de l'ombre aux constructeurs américains tels qu'IBM. La libéralisation des échanges qui s'opère dans les années 60 contraint le MITI à abandonner ses restrictions à l'importation des produits IBM et à axer sa politique sur l'innovation plutôt que sur des mesures protectionnistes, qui étaient jusqu'ici jugées vitales pour la survie de cette industrie au Japon<sup>10</sup>.

Entre 1967 et 1983, le Japon a doublé sa part du commerce mondial des produits de hautes technologies, passant de 8% à 16%. En 1983, l'industrie de l'informatique pèse deux mille milliards de yens. La baisse progressive des prix des composants laisse penser à juste titre aux analystes que les années 90 seraient marquées par le début de la démocratisation de l'informatique.

En 1986, le Japon représentait 16% de la production mondiale d'ordinateurs, surpassant la production de l'Europe toute entière<sup>11</sup>. La recherche universitaire en micro-électronique avait débuté dès les années 50 et a ainsi contribué à fournir des bases à l'industrie japonaise de l'informatique qui est alors naissante. En 1965, l'industrie japonaise subvenait à la moitié des besoins en ordinateurs du marché national et produisait des modèles concurrençant directement ceux des usines d'IBM. Sous l'impulsion du MITI, les grandes entreprises du secteur de la télécommunication se sont lancées sur le marché de l'ordinateur. Les entreprises Fujitsu, Hitachi, NEC, Toshiba, Oki Electric et Mitsubishi Electric sont les six acteurs japonais de cette montée en puissance du Japon sur le marché de l'informatique, face aux constructeurs américains, qui contrôlaient à cette époque 70% du marché mondial.

En 1980, Fujitsu Ltd. dépasse la division japonaise d'IBM et s'impose comme le leader du mar-

---

8. [NY06, pp.57]

9. [Sau87, pp.43]

10. [NY06, pp.467]

11. [NY06, pp.461]

ché de l'informatique au Japon <sup>12</sup>. Prenant la deuxième place sur le marché mondial, le Japon fait de l'ordinateur l'un de ses produits phare et met progressivement en avant un standard de qualité. Les constructeurs japonais imposent un contrôle de qualité très minutieux, en faisant notamment intervenir les employés, censés rapporter la moindre anomalie. Fujitsu avait notamment mis en place un système dit de « Value Engineering », où chaque employé était encouragé à proposer ses idées pour augmenter la productivité et garantir la qualité des produits. Toute idée jugée utile était immédiatement appliquée et l'employé qui en était l'auteur était récompensé financièrement <sup>13</sup>.

IBM encaisse les attaques de Fujitsu et de NEC, qui l'ont dépassé dans les ventes d'ordinateurs, au terme d'une patiente et inlassable reconquête du marché intérieur. Sentant sa place menacée sur le sol japonais, l'entreprise américaine entame une coopération avec le groupe Mitsubishi dans le but de contrecarrer les rapprochements entre ATT, Toshiba et Fujitsu. Elle se glisse dans le programme quinquennal de recherche sur les logiciels organisé par le MITI et crée avec NTT une filiale conjointe, Nippon Information and Communication Corp., dont le but est de rendre compatible les ordinateurs des deux groupes, puis de vendre des terminaux divers et de nombreux services à forte valeur ajoutée <sup>14</sup>.

Loin de se limiter à la production de matériel informatique, le Japon s'est également lancé sur le marché du logiciel, en commercialisant dès 1954 son premier logiciel. L'industrie tertiaire, qui emploie 57% des travailleurs japonais en 1983 <sup>15</sup>, a progressivement fait l'acquisition de l'outil informatique et crée un marché pour le développement de logiciels pour les entreprises. Les consommateurs réclament de plus en plus des ordinateurs multi-usages à partir du milieu des années 70, ce qui contraint les constructeurs à diversifier leur offre de logiciels et contribue à la création de nouvelles entreprises spécialisées dans le développement logiciel. De fait, le nombre d'entreprises commercialisant des logiciels double entre 1960 et 1985 <sup>16</sup>.

A la fin des années 70, le Japon doit faire face à des accusations d'espionnage industriel de la part des États-Unis alors même que l'industrie japonaise commence à être considérée comme une réelle menace par la Silicon Valley. En effet, le Japon prend progressivement place sur le marché des semi-conducteurs, devenant même leader à la fin des années 80. Conscientes de leur vulnérabilité face aux stratégies commerciales agressives d'IBM et sensibles aux accusations de plagiat et d'espionnage, les entreprises japonaises augmentent leur investissement dans la recherche, en

---

12. [Sca83, pp.65]

13. Y. Kawatani, « Japan - road to the future » *in* [Sca83, pp.65-73]

14. [Sau87, pp.116]

15. [Sau87, pp.312]

16. [NY06, pp. 502]

privilégiant le développement de machines s'écartant du joug des standards américains. C'est dans ce contexte que le ministère de l'économie entame une politique visant à assurer au Japon la domination sur les marchés des nouvelles technologies de l'information et qui prend la forme de projets de recherche nationaux, qui sont jusqu'au début des années 80 couronnés de succès<sup>17</sup>.

## 1.2 Rôle et fonctionnement du Ministère japonais de l'économie

Le Ministère japonais de l'économie a accompagné le Japon dans toutes ses mutations industrielles et développements technologiques. Agence phare du gouvernement, il accompagnait le développement technologique, la recherche et l'innovation. En 1980, le MITI se fixe l'objectif de faire du Japon une nation de premier plan en matière de sciences et de technologies. Les objectifs de rattrapage technologique laissent place à l'innovation, dans le but de permettre au Japon d'acquérir une indépendance technologique et de s'imposer sur le marché économique.

En plus de réguler le marché, de mener des négociations commerciales et de soutenir les exportations, le MITI est chargé d'établir des stratégies industrielles pour les entreprises japonaises, qu'il doit orienter vers des secteurs prometteurs et en lien avec la demande internationale. Ses politiques économiques dans les années 80 cherchent à asseoir la place du Japon dans l'économie mondiale. Dans ce but, le Japon s'investit massivement dans la R & D<sup>18</sup> dans une proportion équivalente à l'investissement américain.

Le MITI possède un groupe d'experts qui effectuent de la veille technologique, dans le but de déceler l'intérêt de nouvelles technologies, d'établir des études de marché et de disposer de données récentes sur l'état de la recherche appliquée. Les risques et les frais du développement de ces technologies sont partagé entre l'État et les entreprises que le ministère met en relation. Une entité juridique est créée spécifiquement pour chaque projet et permet une meilleure hiérarchisation des responsabilités et une meilleure coordination. Les solutions apportées par le MITI devaient être en osmose avec les intérêts à court terme des firmes, tout en leur permettant de s'orienter vers des secteurs porteurs.

Ce ministère organise l'industrie et contribue à sa restructuration en mettant à sa disposition un réseau de relations et d'influences et en démantelant les secteurs obsolètes. Il est le nœud principal du réseau qui lie les universités aux entreprises mais aussi les entreprises entre elles. Il privilégie

---

17. [Fra93]

18. Recherche appliquée et Développement de produits

une approche trans-disciplinaire mais aussi pluri-institutionnelle en conjuguant les compétences de l'administration, des universités, et des grandes entreprises japonaises.

Les stratégies du MITI dans les années 60 et 70 visaient à rattraper technologiquement les américains et les européens. Au début des années 80, le MITI a réussi son objectif de reconverter l'industrie japonaise pour lui permettre de produire des produits technologiques à forte valeur ajoutée et très compétitifs. Le renforcement des liens entre les entreprises et la recherche fait parti des objectifs du gouvernement japonais qui organise des « cross-industry forums »<sup>19</sup>. Coopérant pour la recherche, les entreprises japonaises se font concurrence sur le marché et établissent des brevets sur de la recherche appliquée. Les coûts sont partagés mais une rude concurrence se remet en place dès qu'il s'agit d'exploiter ces produits.

Le MITI a autant cherché à développer des secteurs négligés ou sous-évalués par les entreprises occidentales qu'à développer des produits censés apporter un standard de qualité sur le marché. A l'initiative du MITI, de grands programmes scientifiques sont conduits pour atteindre ces objectifs, sans pour autant que le ministère n'intervienne directement dans la direction des projets. En effet à partir de 1981, le ministère privilégie la mise en place de programmes globaux. Le plus connu et le plus imposant de ces programmes est le projet FGCS.

Le MITI était convaincu que l'industrie de la connaissance, c'est à dire l'industrie du traitement de l'information, était à même d'assurer la fortune économique au Japon compte tenu de la place capitale qu'étaient censés occuper les systèmes de traitement de l'information au XXI<sup>e</sup> siècle. La progression de l'économie japonaise sur le marché de l'informatique était encourageante<sup>20</sup> et le projet FGCS aurait pu ancrer le Japon dans une position dominante, d'autant plus qu'il naissait d'une réelle demande des clients, qui étaient pour la plupart japonais<sup>21</sup>.

### 1.3 Genèse du projet

En 1978, le MITI constitua au sein du JIPDEC<sup>22</sup> un comité d'études sur les nouvelles technologies de traitement de l'information, en se basant sur un corpus d'articles de recherche et rapports scientifiques américains et européens. Ces discussions devaient aboutir au lancement d'un projet de recherche de grande envergure. Parmi les diverses propositions que discutèrent une centaine de

---

19. [Lec09, pp.76]

20. [NY06, pp. 502]

21. [NY06, pp. 503]

22. Japan Information Processing Development Center. Organisme non-gouvernemental supervisé par le MITI et composé d'enseignants-chercheurs et de représentants des entreprises

chercheurs japonais, c'est le projet du laboratoire électrotechnique de Tsukuba (ETL) qui fut retenu après une âpre négociation entre les membres du comité, qui étaient assez peu convaincus par la pertinence d'un projet portant sur les systèmes de traitement de connaissances<sup>23</sup>. Ce revirement de situation est essentiellement dû à Kazuhiro Fuchi, un professeur de l'université de Keio qui dirigeait alors l'ETL et qui pouvait compter sur le soutien d'un certain nombre de ces collègues de l'ETL et de plusieurs haut-fonctionnaires du MITI. Kazuhiro Fuchi démissionna de son poste pour prendre la direction de l'*Institute for new generation COmputer Technology* (ICOT) créé spécifiquement pour le projet.

Premier institut créé pour un projet national, l'ICOT ouvre à Tokyo en avril 1982 avec comme objectif de développer la prochaine génération d'ordinateurs. L'Institut s'organise autour d'un consortium composé de constructeurs japonais et du ministère de l'économie, ainsi que de trois filiales japonaises des firmes américaines IBM, DEC et Chisys. A l'exception des dirigeants et des chefs de projets, la plupart des chercheurs n'ont travaillé que quelques années sur le projet avant de retourner dans l'entreprise partenaire<sup>24</sup> qui les avait envoyé. L'Institut comptait également des scientifiques d'agences gouvernementales et des universitaires, venant principalement de l'université de Tokyo, mais aussi des chercheurs étrangers.

Les chercheurs de l'ICOT furent, à la demande de Kazuhiro Fuchi, pour la plupart des jeunes chercheurs (moins de 35 ans), recruté pour leur excellence académique. Kazuhiro Fuchi s'est occupé lui même du recrutement au sein du consortium qui soutenait le projet et de deux laboratoires du ministère, le *NTT's Musashino Laboratory* et l'ETL.

Afin d'obtenir l'aval du ministère des finances, le MITI s'est engagé dans une grande campagne de communication pleine de promesses, qui stimule autant le monde scientifique que l'opinion publique. L'idée du projet « Ordinateurs de cinquième génération » fut annoncée officiellement en octobre 1981 lors d'une conférence internationale à Tokyo. La tentation d'une collaboration internationale fut rapidement rejetée. Si les découvertes théoriques étaient librement accessibles dans la revue *New Generation Computing* ou dans les actes de colloques internationaux<sup>25</sup>, un certain nombre de détails du projet demeurèrent secrets.

Le projet fut structuré en trois phases : une première phase de trois ans censée fournir les bases

---

23. [Fra93, pp.198]

24. Ces entreprises partenaires furent principalement les entreprises suivantes : Hitachi, Fujitsu, Nippon Electric Corporation (NEC), Toshiba, Mitsubishi, Oki, Sharp et NTT. Cependant il est important de noter que le projet n'était pas exclusivement réservé aux investisseurs japonais. Le ministère a par exemple accepté la contribution d'IBM Japan.

25. [M-O82, Ico84, Ico88, Ico92]



théoriques du projet, une seconde phase d'expérimentation (4 ans) pour la mise en pratique et une troisième phase de 3 ans qui devait aboutir à la construction d'ordinateurs de cinquième génération commercialisables. C'est le gouvernement qui a fourni les 45 millions de dollars de départ pour la première phase du projet. Les entreprises étaient ensuite censées contribuer à hauteur de 850 millions de dollars pour les deuxième et troisième phases<sup>26</sup>. La somme colossale investie était censée assurer des résultats majeurs.

L'objectif principal du projet était de développer des logiciels et des ordinateurs qui permettaient la manipulation de connaissances par inférences logiques<sup>27</sup>. Les langages de programmation logique<sup>28</sup> LISP et PROLOG ont été proposés pour atteindre cet objectif, mais Kazuhiro Fuchi, qui avait une nette préférence pour PROLOG, fit la promotion de ce langage qui fut finalement choisi malgré de nombreuses réticences vis-à-vis de ce langage de programmation, quasiment inconnu à l'époque au Japon.

Le choix de PROLOG pour les ordinateurs de cinquième génération fut une surprise pour la très restreinte communauté des chercheurs travaillant en programmation logique. Conçu par un laboratoire d'Intelligence Artificielle de l'Université de Marseille, le langage PROLOG faisait l'objet de recherches au Royaume-Uni et c'est par un article de Robert Kowalski<sup>29</sup> qu'en 1976 Kazuhiro Fuchi a pris connaissance de cet outil, qui a dès lors fait l'objet de recherches au sein d'un groupe de travail de l'ETL. Un autre membre du comité, Koichi Furukawa, avait également pris connaissance de ce langage lors d'un échange universitaire. Enthousiasmé par les résultats obtenus en résolution de problèmes formulé dans un langage pseudo-naturel et convaincu de la place prépondérante qu'aurait pu occuper ce langage dans les années 90, Kazuhiro Fuchi et Koichi Furukawa ont défendu durant toute la phase de recherche préliminaire la pertinence de ce langage de programmation pour le projet FGCS<sup>30</sup>.

---

26. [CF85, pp.106]

27. Les processeurs des ordinateurs de cinquième génération effectuent des inférences logiques, contrairement à ceux des ordinateurs classiques, dont l'unité de calcul de base est l'opération à virgule flottante. Pierre Morizet-Mahoudeaux fournit dans [RM94, pp.48] une très bonne définition de l'inférence logique au sens où l'entendent les informaticiens : « Une inférence est une opération intellectuelle par laquelle on passe d'une vérité à une autre jugée telle en raison de son lien avec la première : la déduction est une inférence. En logique, les règles d'inférences permettent dans une théorie déductive, de conclure à la vérité d'une proposition à partir d'une ou plusieurs propositions prises comme hypothèse : de ce que *tous les hommes sont mortels* et de ce que *Socrate est un homme*, on déduit *Socrate est mortel*. Pour cette nouvelle génération d'ordinateurs, l'inférence logique devait constituer le cycle de base de la machine, au même titre que le cycle de base d'une machine traditionnelle est constitué d'une opération arithmétique ou logique binaire. »

28. Un langage de programmation logique est un langage dont les programmes sont constitués d'un ensemble de faits et de règles logiques, grâce auquel l'utilisateur peut effectuer des requêtes.

29. [Kow74]

30. [Sca83, pp.150]

Bien qu'il soit né d'une stratégie économique développée par le gouvernement japonais, le projet FGCS a été formulé de manière à répondre aux attentes des chercheurs qui l'ont proposé. Nous allons maintenant essayer de nous intéresser à cet aspect par une étude des objectifs et des enjeux qui furent liés à ce projet.

## 2 Objectifs et enjeux du projet

Le projet « Ordinateurs de cinquième génération » a fait l'objet de nombreuses interprétations, autant de la part des acteurs du projet que par des observateurs occidentaux. Après un exposé des motivations des chercheurs de l'ICOT et des haut-fonctionnaires du MITI, nous nous intéresserons de plus près à la manière dont le projet a été interprété à l'étranger.

### 2.1 Une solution-miracle

Le concept de génération fut utilisé dès 1964 par IBM. Bien qu'il n'ait aucune consistance sur le plan scientifique, ce terme est censé désigner une modification notable de l'architecture des ordinateurs, censée révolutionner leur utilisation. Souhaitant défendre l'idée qu'il s'agissait là d'une vraie révolution, le MITI déclara que l'objectif du projet était de créer une cinquième génération, à même de répondre aux attentes des consommateurs des années 90, époque où les systèmes de traitement de l'information seraient des outils centraux dans toutes les activités humaines, sociales et scientifiques<sup>31</sup>.

Lors de la première conférence internationale de 1981, les intervenants ont spéculé sur l'impact que pourraient avoir les ordinateurs de cinquième génération<sup>32</sup> : augmenter la productivité des travailleurs, optimiser la consommation d'énergie, anticiper le vieillissement de la population en facilitant le quotidien des médecins et autres personnels de santé, optimiser la gestion des ressources, piloter des missiles, servir de support éducatif et même participer à la conception de machines plus performantes. On promet sur le long terme la commercialisation d'outils de diagnostics médicaux automatiques, de bibliothèques intelligentes, d'ordinateur-enseignants, de journaux intelligents dont l'exportation aurait permis de compenser la dépendance énergétique et alimentaire du Japon<sup>33</sup>.

Sur le plan technique, les avancées considérables effectuées dans les années 70 dans le domaine du traitement des données ouvrent la voie à de considérables améliorations des ordinateurs, autant pour leur miniaturisation et la baisse de leur coût que pour l'augmentation de leurs performances.

---

31. L'informaticien Peter Bishop [Bis86] va même plus loin et n'hésite pas à présenter l'ordinateur de cinquième génération comme la seconde révolution de l'industrie de l'informatique, comme la découverte la plus importante depuis celle du transistor

32. [Bis86, pp. 136 - 143]

33. « It is desirable to utilize this advantage to cultivate information itself as a new resource comparable to food and energy, and to emphasize the development of information-related knowledge-intensive industries which make possible the processing and managing of information at will. » [M-O82, pp.14-15]

« Because we have only limited resources, we need a Japanese technological lead to earn money for food, oil and coal. » [CF85, pp.135]

L'ICOT se fixait un objectif de 100MLIPS à 1GLIPS<sup>34</sup> pour une base de données<sup>35</sup> d'une taille de 100 à 1000 GB<sup>36</sup>.

En permettant de traduire avec 10% d'erreur, un temps de calcul de 50ms par phrase, 2000 règles de grammaire et un vocabulaire de 100000 mots des textes et des discours dans diverses langues, le système de traduction des ordinateurs de cinquième génération aurait permis une réduction de 70% des coûts des travaux de traduction. De même, il fut évalué que des systèmes experts<sup>37</sup> manipulant 10000 règles d'inférence sur 5000 objets avec un vocabulaire de 5000 mots auraient permis d'accroître d'un facteur de 10 la productivité des travailleurs utilisant quotidiennement des ordinateurs<sup>38</sup>.

On promettait déjà des conversations téléphoniques automatiquement traduites, en temps réel et avec identification des différents locuteurs, pour permettre à chacun de parler dans sa propre langue. A l'aide d'un scanner optique lui permettant de percevoir son environnement, l'ordinateur de cinquième génération devait collecter des informations visuelles et enrichir sa base de données. Il fut également envisagé qu'il soit capable de prendre des décisions de manière autonome. L'interface utilisateur aurait permis à n'importe qui d'interagir en anglais, en français ou en japonais. Cet objectif fut considéré comme réaliste étant donné que l'on disposait déjà d'interfaces capable de comprendre une langue rudimentaire, appauvrie en vocabulaire et avec une grammaire simplifiée.

L'un des intervenants de la conférence de 1981, Tohru Moto-Oka, présenta le projet comme un bienfait pour l'humanité et la compréhension mutuelle des peuples. C'est toute la relation homme-machine qu'il entend repenser, pour la rendre plus productive et moins pénible pour l'homme<sup>39</sup>. Le projet cherchait ainsi à répondre à un besoin social d'appréhender la relation de l'homme à la machine et constituait ainsi une bonne solution aux problèmes économiques et sociaux du Japon<sup>40</sup>.

Lors de cette même conférence, Hajime Koratsu, consultant en technologie pour Matsushita, présenta la traduction automatique comme la meilleure solution pour faire tomber la barrière lin-

---

34. Nombre d'inférences logiques à la seconde (Logical Inference Per Second).

35. Une base de données est un ensemble de données dont le stockage est ordonné et qui permet d'établir des relations entre les divers objets.

36. [M-O82, pp.27]

37. Un système expert est un programme informatique qui permet d'effectuer des tâches dans des domaines qui relèvent normalement des compétences d'un expert humain. Le fonctionnement des systèmes experts s'appuie essentiellement sur une base de connaissances sur laquelle un raisonnement logique est appliqué. A partir d'un ensemble fini de données fournies, le système expert est capable de répondre à une série de questions posées par l'utilisateur.

38. [Sca83, pp.12,pp.105]

39. [M-O82, pp.3-5]

40. [M-O82, pp.14-15]

guistique qui sépare le peuple japonais des pays occidentaux. Il réaffirma, à la suite de Moto-Oka, que l'ordinateur de cinquième génération pansera les plaies de la société tels que l'abandon scolaire ou les inégalités sociales.

Conscient du fait qu'en 1981 seul 2% des Japonais savaient utiliser un ordinateur, Moto-Oka affirme que l'ordinateur de cinquième génération interagira beaucoup mieux avec l'homme que ses prédécesseurs, de sorte qu'aucune formation ne sera nécessaire pour utiliser un ordinateur. Échappant à des tâches pénibles et répétitives, l'homme ne serait dès lors plus un exécutant soumis aux contraintes de sa machine et n'aurait plus qu'à superviser un travail essentiellement effectué par ordinateur. L'ordinateur comblerait également n'importe quel manque de connaissances, en apportant des informations précises sur des domaines qui ne relèvent pas forcément des compétences de l'utilisateur ou que ce dernier n'aurait pas imaginé. Intégré dans un corps mécanique, ces nouveaux ordinateurs deviendraient de véritables robots, assistants omniprésents dans toutes les activités humaines <sup>41</sup>.

Reflets des préoccupations de la société japonaise de l'époque, ces idéaux ont été largement véhiculés lors des conférences internationales et ont contribué à faire connaître le projet à l'étranger, qui a dès lors eu un impact international.

## 2.2 Un projet national à impact international

Connaissant une forte publicité, le projet devait prouver aux japonais comme aux étrangers la capacité du Japon à innover, face aux critiques occidentales les accusant de se limiter à la copie. Environ 80 étrangers participèrent au congrès international de l'ICOT qui eu lieu en octobre 1981. L'annonce du projet a servi de prétexte à de nombreux scientifiques occidentaux pour plaider en faveur d'un financement plus important de l'intelligence artificielle, avec comme argument principal le fait que la réalisation ne serait-ce que d'une partie des objectifs de l'ICOT suffirait à rendre caduque tous les ordinateurs sortant des usines non-japonaises.

*La cinquième génération (The Fifth Generation)*, ouvrage le plus connu et le plus vendu sur le projet FGCS, se livre à une véritable hagiographie de l'ICOT destinée à stimuler l'opinion scientifique américaine et à débloquent des fonds pour la recherche en intelligence artificielle américaine. L'utopie post-industrielle développée par les intervenants de la conférence de 1981 y est très lar-

---

41. « These robots will extend our spheres of activity to outer space, the ocean depths and mines deep within the earth to acquire resources, develop natural sciences, and carry out various investigations. (...) Production activities that will require less care on the part of man will extend from the primary to tertiary industries, and will allow us to engage in more sophisticated activities in those fields. » [M-O82, pp.26]

gement reprise. Edward Feigenbaum et Pamela McCorduck, auteurs du livre, font de la maîtrise et de la manipulation des connaissances un atout majeur pour la puissance économique, compte tenu de l'importance que l'économie de la connaissance aurait eu au XXI<sup>e</sup> siècle. Et en cela, le projet FGCS leur paraît être une tactique économique étonnamment pertinente à une époque où le magazine *Time* fait de l'ordinateur l'Homme de l'année 1982 et où plus de la moitié des salariés sont engagés dans une activité qui nécessite l'usage d'un ordinateur. Compte tenu du poids colossal de l'industrie des technologies de l'information et de la communication, la réussite de ne serait-ce qu'une part mineure des objectifs de l'ICOT aurait assuré au Japon un ascendant décisif sur ce marché.

Critiqué par quelques experts<sup>42</sup>, le livre n'en reste pas moins un important succès commercial. *La cinquième génération* s'est bien vendu, au point qu'une seconde version révisée<sup>43</sup> a été imprimée en 1984 et qu'on l'a traduit dans plusieurs langues, parmi lesquelles le français<sup>44</sup> et le japonais<sup>45</sup>. Il a permis de répandre l'idée que le projet FGCS était le moyen choisi par le Japon pour acquérir une place dominante en informatique et qu'il relevait d'un désir de suprématie<sup>46</sup>. Comme de nombreux autres commentateurs, Edward Feigenbaum et Pamela McCorduck ont volontairement exagéré les objectifs du projet : alors que l'ICOT ne cherchait qu'à construire des machines de taille importante et d'usage professionnel, ils décrivent surtout des micro-ordinateurs d'usage personnel, qui n'ont été envisagés que sur le long terme par les dirigeants de l'ICOT.

L'annonce du projet japonais entraîna des modifications dans les stratégies à long terme des entreprises de l'industrie de l'informatique, qui firent pression sur les gouvernements occidentaux pour financer des recherches sur ces thèmes. La somme investie par les Japonais paraissait colossale si l'on considère qu'en 1981, IBM ne disposait que d'un budget de 1,612 millions de dollars pour la totalité de sa R & D. Ainsi, bien que mal informé sur les détails exacts du projet<sup>47</sup>, les pays occidentaux n'ont eu d'autre choix que de formuler une réponse au projet, qui prendra la forme

---

42. En effet, il est important de noter qu'à côté de *La cinquième génération* s'élèvent des voix qui refusent au Japon toute capacité à mener ce projet à bien et sont confiantes quant à la capacité d'IBM à maintenir sa domination sur le marché de l'informatique : « It is extremely difficult to name a single major idea in computing, hardware or applications that came from a Japanese source. The only real exception is Pac-Man » (Phil Dorn, consultant américain, [Sim83, pp.178])

43. Nous nous sommes basés pour cette étude sur la troisième et dernière édition de l'ouvrage [CF85].

44. Edward Feigenbaum, Pamela McCorduck, *La cinquième génération : le pari de l'intelligence artificielle à l'aube du 21<sup>e</sup> siècle*, Paris, InterEditions, 1984.

45. Edward Feigenbaum, Pamela McCorduck, *Daigosedaikonpyûta : Nihon no chôsen*, TBS-BRITANNICA Co., 1983.

46. Cette idée du complot nippon sera largement développée dans [Wol84] par Marvin Wolf, qui perçoit le projet comme une menace pour l'occident, du fait qu'il pourrait assurer l'hégémonie de l'économie japonaise.

47. [Sca83, p.152]

d'une intensification des échanges scientifiques avec le Japon<sup>48</sup>, d'une augmentation globale de l'investissement en R & D en intelligence artificielle et du financement de projet nationaux similaires au projet japonais, tels que le « Alvey Programme » britannique, l'Institut ECRC à Munich, l'Institut MCC au Texas et le projet européen ESPRIT. Néanmoins, aucun de ces projets n'atteindra la même envergure que le projet Ordinateurs de Cinquième Génération.

En outre, *La cinquième génération* contribua à répandre l'idée que l'objectif principal du projet FGCS était de réaliser une machine pensante, objectif ultime des partisans de l'intelligence artificielle forte (*strong AI*), courant philosophique très en vogue chez les chercheurs de l'époque et qui stipule que le cerveau n'est qu'un ordinateur dont le fonctionnement peut être exhibé et reproduit. Durant la première moitié du livre, les auteurs tentent à tout prix d'établir une filiation entre le projet japonais et le développement de l'intelligence artificielle aux États-Unis.

Kazuhiro Fuchi et Kusama Hiroyuki, manager des recherches à l'ICOT, démentirent très vite cette conception du projet et affirmèrent que les liens entre les projets de l'IA forte et du projet FGCS n'étaient qu'une pure coïncidence. Le problème venait surtout du fait que dans l'esprit des chercheurs de l'ICOT, le terme "IA forte" renvoyait aux préoccupations américaines et ne mettait pas en valeur les préoccupations japonaises, telles qu'elles ont été exposées durant la conférence de 1981. En effet, les intervenants de cette conférence ne se sont pas focalisés sur la notion d'intelligence mais bien sur les concepts d'interface homme-machine et de connaissance. L'informaticien français Maurice Nivat a d'ailleurs souligné cet aspect dans sa préface aux actes d'un colloque franco-japonais sur le projet<sup>49</sup>, en affirmant que « [FGCS] nous invite d'abord à une réflexion sur ce qu'est la connaissance, la façon de l'acquérir, de l'enregistrer et de la transmettre et sur les mécanismes du raisonnement qui permettent à l'homme de tirer des conclusions et de prendre des décisions face à une situation donnée (...) Il s'agit bien de concevoir et réaliser des machines et des logiciels susceptibles de raisonner ».

Ainsi, si dans les faits les Japonais n'utilisent que peu le terme intelligence artificielle dans le contexte de ce projet, il n'en reste pas moins que leur activité s'y rapporte en partie. La connaissance étant une notion centrale de l'Intelligence Artificielle, le projet ne pouvait qu'éveiller la curiosité des chercheurs du monde entier travaillant sur des thèmes plus ou moins en rapport avec ce domaine de recherche.

---

48. L'INRIA a envoyé à l'ICOT des chercheurs, suite à une volonté des gouvernements français et japonais de coopérer en matière de recherche. La première conférence franco-japonaise eu lieu en octobre 1986 et la seconde en novembre 1987. Les actes de ces colloques ont fait l'objet de publications [FK88a, FK88b].

49. [FK88a]

## 2.3 Le japonais et le traitement de texte

Dans son livre [Ung87], le linguiste Marshall Unger s'oppose à la thèse de McCorduck et de Feigenbaum selon laquelle FGCS serait une tentative de réalisation des objectifs de l'IA forte. Affirmant que les Japonais étaient largement ignorants du débat qui secouait à l'époque les universitaires américains, Marshall Unger affirme que la genèse du projet est intrinsèquement liée aux problèmes causés par le système d'écriture japonais.

En effet, retranscrire un discours à l'écrit peut s'avérer pénible, particulièrement dans le cas du japonais. Une machine capable d'analyser syntaxiquement et sémantiquement est indispensable pour automatiser la sténographie d'un discours en japonais. Malgré les déclarations des membres de l'ICOT affirmant que l'IA forte n'était pas leur objectif ultime, il est évident d'après Unger que si l'on admet que l'un des objectifs était d'obtenir un ordinateur capable de retranscrire avec exactitude les caractères que le locuteur avait en tête, l'IA forte devient un objectif auxiliaire. Ainsi selon le linguiste, il est bien question dans ce projet d'utiliser l'IA forte pour améliorer la productivité des travailleurs japonais dans les années 90.

Cependant, Unger affirme que les Japonais ignoraient très largement le débat sur l'IA qui secouait à l'époque les occidentaux et que la réflexion des Japonais s'est surtout concentrée sur des objectifs nationaux. Bien que l'on ait répété sans cesse le bienfait que pourrait apporter au pays ces objectifs, on peut quelque peu douter de l'analyse de Unger. La littérature scientifique occidentale est totalement pénétrée par le débat vif qui fait rage quasiment depuis les débuts de l'intelligence artificielle et il est difficile de s'imaginer dans ces conditions que les Japonais n'en aient eu connaissance, d'autant plus que nombre de membres de l'ICOT ont étudié ou effectué des séjours dans des universités américaines.

De plus, son hypothèse selon laquelle l'adhésion à l'IA forte était inévitable du fait de la volonté des Japonais de s'exprimer dans leur langue sur les ordinateurs n'a rien d'évident comme on peut le constater aujourd'hui : la plupart des systèmes de transcription sont optimisés et intègrent des comportements "intelligents", tout en restant très éloigné de tout ce qui pourrait ressembler à une transcription automatique par un système aussi intelligent qu'un interlocuteur humain.

Unger pointe ensuite du doigt le fait que taper un texte en caractères chinois coûte plus cher qu'en alphanumérique. S'il avait anticipé la baisse des coûts de stockage, il n'envisagea pas la simplification des outils de traitement de texte. En effet, dans les années 80, le prix des *wapuro*, machines à écrire en japonais, diminue considérablement et ces machines entrent dans les mé-



nages. La concurrence des constructeurs augmente la qualité de ces machines. En 1983 font leur apparition des logiciels de traitement de texte pour les ordinateurs personnels. La qualité augmente autant que le prix baisse, ce qui contribue à une certaine démocratisation de l'outil. Au début, il fallait entrer le code alphanumérique de chaque caractère, puis on a conçu des systèmes capables de proposer des caractères à l'utilisateur en fonction de la transcription phonétique qu'il venait d'entrer. Ces systèmes ont été améliorés, considérant des mots ou des phrases entières. Ils intègrent aujourd'hui des « comportements intelligents » qui tiennent compte du contexte. Ce n'est pas la langue qui s'est adapté à l'informatique mais l'enseignement et la relation avec la machine. Comme le souligne la linguiste Yazawa Makoto<sup>50</sup>, la confrontation entre l'outil informatique et la langue japonaise a conduit à constituer des systèmes de traitement de texte qui sont un atout pour le maintien de la langue japonaise. Les nombreuses optimisations de ces systèmes contribuent en effet à maintenir l'usage du japonais. Force est de constater que les informaticiens, sans machines intelligentes, ont tout de même réussi à être assez habiles pour maintenir l'usage de l'écriture japonaise sur les systèmes informatiques.

Le linguiste revient ensuite sur sa critique de la complexité du japonais en affirmant que le système d'écriture japonais est beaucoup trop fourni et complexe pour s'adapter à l'informatique et qu'il ne peut dès lors que disparaître ou s'appauvrir. Pourtant dès les années 70 se développe au sein de l'informatique théorique un champ nouveau, l'algorithmique du texte, dont l'objectif principal est de faciliter la reconnaissance de motifs dans des textes d'une taille importante. L'application des algorithmes issus de ce champ ont permis de fournir au cours des années 80 les outils efficaces que nous avons décrit précédemment. De même, l'augmentation des capacités de stockage des ordinateurs rend caduque son argument selon lequel les caractères japonais ne seraient pas adaptés aux ordinateurs du fait de leur quantité, de leur diversité et de leur polysémie.

Unger poursuit en affirmant que l'écriture revêt un caractère mythique au Japon. La langue japonaise et son écriture seraient ainsi des fiertés nationales et le projet FGCS ne serait finalement qu'une des multiples facettes du combat du Japon contre l'acculturation. La réflexion de Unger donne au projet un caractère ethnocentriste qui ne cadre pas du tout avec les motivations des acteurs du projet, dont le regard est tourné à la fois vers l'étranger et vers le futur et ne se focalise donc pas du tout sur des problématiques propres au traitement de la langue japonaise.

L'ordinateur manque pour Unger de la perspective nécessaire pour comprendre la subtilité de l'écriture japonaise, tout comme il peine à capter ou lire une image. L'IA ne peut être pour lui la

---

50. [Mak06]

solution, ne serait-ce que par l'ambiguïté que peut causer la langue japonaise. Par exemple, déterminer la manière dont s'écrit un nom propre pose problème à la machine, qui doit mettre ce nom en contexte. Tel qu'envisagé à l'époque, des données supplémentaires pour gérer un cas de figure tel que celui-ci sont nécessaires dans la base de connaissances. Le Japon doit pour Unger arrêter d'espérer de nouveaux résultats en intelligence artificielle et réformer sa langue.

Les instigateurs du projet étaient soucieux de l'objectif de permettre à tous d'utiliser un ordinateur alors que 2% des Japonais en avaient la capacité en 1985<sup>51</sup>. Mais rien n'indique clairement qu'éliminer le problème de la dactylographie du japonais était la motivation principale du projet. Pour Unger, si le projet FGCS va bien au delà du problème posé par la langue japonaise, tout le reste en découle. Pourtant, le traitement du langage naturel n'est qu'une des propositions d'innovation énoncées par les membres de l'ICOT. Ainsi, l'interprétation de Marshall Unger vise essentiellement à attaquer l'interprétation du projet formulée par Feigenbaum et McCorduck et à défendre l'idée d'une latinisation du système d'écriture de la langue japonaise. Malgré un soutien de plusieurs journaux de presse<sup>52</sup>, les rares recensions de revues scientifiques spécialisées en études sur l'Asie<sup>53</sup> ou en linguistique<sup>54 55</sup> qui ont pris la peine de s'intéresser à ce livre ne se sont pas privées de ridiculiser les thèses de Marshall Unger, qui n'ont d'ailleurs pas donné de suite et sont rapidement tombées dans l'oubli.

---

51. [Ung87, pp. 172]

52. Les recensions du livre d'Unger s'étonnent de l'enthousiasme précipité de quelques journaux américains tels que Far East Economic Review, Choice, New York Times, New Scientist.

53. Earl H. Kinmonth, *Review of The Fifth Generation Fallacy : Why Japan is Betting Its Future on Artificial Intelligence by J. Marshall Unger*. Pacific Affairs 61 :3 (Automne 1988), pp. 522-523.

54. Alexander Gross, *A review of 'J. Marshall Unger : The Fifth Generation Fallacy : Why Japan is Betting Its Future on Artificial Intelligence'*, Language Technology, Sept.-Oct., 1988.

55. Harold Summers, *Review of "The fifth generation fallacy : why Japan is betting its future on artificial intelligence" by J. Marshall Unger*, Computational Linguistics, Volume 14, Number 4, December 1988.

## 3 20 ans après : Un bilan mitigé

### 3.1 Un modèle d'organisation pour la recherche

L'ICOT a été un lieu de formation pour toute une génération de chercheurs en informatique<sup>56</sup>. Lié à un consortium composé de huit constructeurs en informatique japonais (Fujitsu, Hitachi, Nippon Electric Corporation, Mitsubishi, Matsushita, Oki, Sharp et Toshiba), il regroupait 200 chercheurs japonais au cœur de Tokyo, venant du monde de l'entreprise ou de l'université, qui y restaient 2 à 4 ans avant de retourner dans leur institution d'origine. L'institut a largement permis aux chercheurs japonais de se rencontrer, de se connaître et de se former, mais aussi d'interagir avec des chercheurs étrangers. Le prestige et les moyens dont jouissait l'institut ont motivé de nombreux étudiants à s'engager sur la voie de la recherche en intelligence artificielle<sup>57</sup>.

75 chercheurs non japonais venant d'une douzaine de pays différents ont aussi participé au FGCS, dont 7 ont intégré l'ICOT durant une période supérieure à un an. L'Institut a fortement insisté sur la coopération internationale en organisant des séminaires avec la France, l'Italie, la Suède, l'Angleterre et les États-Unis, regroupant systématiquement et de manière régulière le Japon avec un ou deux autres pays. Ainsi des partenariats furent établis entre le milieu japonais de la recherche en informatique et des organismes participant à la recherche en informatique dans des pays occidentaux tels que la *National Science Foundation* (NSF) américaine, l'Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA) français ou le *Department of Trade and Industry* (DTI), équivalent britannique du MITI.

Ces échanges ont stimulé la coopération et les transferts de connaissances entre l'industrie et l'université mais aussi entre les différents acteurs de l'industrie. C'est une ouverture intellectuelle qui a entraîné des modifications profondes des motivations des chercheurs. Voyant certains de leurs meilleurs éléments fuir vers l'université après leur participation au projet, certains acteurs industriels du projet ont décidé d'offrir plus de libertés et de moyens à leurs chercheurs pour endiguer l'hémorragie.

En plus d'envoyer des chercheurs à l'ICOT, les entreprises faisaient travailler leurs chercheurs en interne. Selon Martin Fransman<sup>58</sup>, pour un chercheur envoyé à l'ICOT, trois restaient à travailler

---

56. Il est à noter que de nombreux commentateurs [Bri93, CF85, Bis86] se sont risqué à chercher un caractère intrinsèquement japonais dans la manière dont l'ICOT a géré le projet. L'exposé de ces thèses et leur analyse critique constitue en soi un sujet d'anthropologie culturelle très pertinent mais trop riche pour pouvoir être traité avec justesse dans une étude si courte.

57. [RM94, pp. 82]

58. [Fra93]

sur le projet en interne. L'ICOT reversait une partie de ses subventions pour financer la R & D des entreprises. En conséquence, par ce travail en interne, les entreprises avaient une certaine maîtrise sur l'orientation des recherches. Des groupes de travail ont été établis autour de l'ICOT, intégrant des universitaires, avec un séminaire mensuel ou bi-mensuel. De nombreux universitaires de ces groupes faisaient des recherches liées à l'ICOT dans leurs laboratoires respectifs. Il y avait une quinzaine de ces groupes, totalisant environ 200 personnes. Il était également courant de recevoir des chercheurs invités. D'après Fransman, le fait d'associer plusieurs entreprises a stimulé leur esprit de compétition et augmenté de fait leur productivité en R & D.

Bien que très expérimentés dans le développement logiciel et la conception d'ordinateurs, les chercheurs envoyés par leur entreprise à l'ICOT n'avaient à leur arrivée pour la plupart aucune connaissance en intelligence artificielle ou en système de traitement de connaissances. L'ICOT a permis d'améliorer substantiellement les compétences en la matière des chercheurs qui y ont séjourné, tout en exploitant leurs compétences techniques. Les détails concernant la fabrication des machines n'ont pas été divulgués par les entreprises qui les ont développées, entreprises qui ont dès lors pu coopérer au sein de l'ICOT tout en maintenant un avantage par rapport à la concurrence. En effet, passé le stade de la recherche de base, le développement des ordinateurs de cinquième génération s'est fait indépendamment dans chaque entreprise, sans aucune discussion ou échange entre ces entreprises.

Le choix de PROLOG a contribué à susciter un intérêt pour ce langage de programmation et à étendre son utilisation, autant au sein des universités que dans les laboratoires privés. Pour Martin Fransman, le développement de l'utilisation de PROLOG au Japon est essentiellement un phénomène social, plutôt que technique, et n'aurait pu se faire aussi vite sans l'ICOT<sup>59</sup>. Il est à noter que ce phénomène a également contribué à stimuler l'intérêt pour LISP, principal rival de PROLOG en intelligence artificielle.

Dans *The market and beyond*, l'économiste américain Martin Fransman consacre un chapitre entier<sup>60</sup> à une étude de l'organisation économique de l'ICOT qui, dans le but de stimuler la R & D sur les systèmes de traitement d'information, prend en charge la recherche de base, laissant aux entreprises partenaires le soin de commercialiser les produits issus de ces recherches. Il en conclut que l'Institut a parfaitement rempli les objectifs que le MITI lui avait fixé en terme d'acquisition et de transmission de connaissances scientifiques et techniques, entre les entreprises et les universités japonaises.

---

59. [Fra93, pp. 217-219]

60. [Fra93, pp.193-242]

L'analyse de Fransman a eu le mérite de montrer le rôle majeur joué par la coopération entre l'administration japonaise et les entreprises privées. Voulant attaquer la domination d'IBM sur le marché de l'informatique, FGCS visait à fournir aux constructeurs japonais une nouvelle technologie décisive, qui semblait accessible au regard des avancées technologiques dans le domaine de l'informatique à l'époque. C'est Kazuhiro Fuchi et son engouement pour la programmation logique qui ont formulé le projet en ces termes. Fuchi était plus proche de la recherche fondamentale que de la R & D, ce qui a contribué à formuler un projet à long terme alors que les entreprises privilégiaient le court terme.

Le fruit des recherches de l'ICOT était disséminé par le biais des publications, des conférences, des cours, des visites et toutes autres formes de communications scientifiques qui ont permis de faire tomber dans le domaine public l'activité des chercheurs de l'ICOT. Par l'intermédiaire de l'ICOT, le MITI a également pu pousser des chercheurs universitaires à travailler indirectement pour le privé.

Dans le système universitaire japonais, un laboratoire est dirigé par un professeur, associé à deux ou trois assistants. Le reste du laboratoire est uniquement composé d'étudiants, dont les thèmes de recherche sont fortement influencés par les directives du directeur du laboratoire. L'accès à la direction d'un laboratoire étant à l'époque essentiellement une question d'ancienneté, ce système recevait de nombreuses critiques du fait de sa difficulté à intégrer de nouveaux domaines de recherche car ces derniers étaient essentiellement assimilés par les jeunes chercheurs, qui avaient peu ou pas d'influence dans ce système. De plus, la hiérarchie verticale des laboratoires ne peut qu'engendrer des conflits d'intérêt si l'on envisage une collaboration entre laboratoires. Selon Martin Fransman, qui s'est entretenu avec plusieurs responsables du MITI, si l'on part du constat qu'un domaine aussi nouveau au Japon que l'intelligence artificielle ne pourrait pas être développé à court terme au sein du système universitaire japonais, il était nécessaire d'établir un organisme de recherche hors des murs de l'université pour pouvoir mener le projet à terme. Les groupes de travail qui se sont mis en place autour de l'ICOT ont fourni à de nombreux universitaires l'espace nécessaire pour faire de la recherche en intelligence artificielle, apportant une expertise dont ne disposait pas les chercheurs des entreprises partenaires du projet.

Ainsi, en mettant indirectement en relation le monde académique et le monde de l'entreprise, l'ICOT a ainsi permis de modifier l'orientation de la recherche fondamentale et appliquée en informatique au Japon et, du fait des relations internationales fortes que l'Institut a réussi à entretenir, les entreprises étrangères autant que les universitaires occidentaux n'ont eu d'autres choix qu'au

moins reconsidérer leurs objectifs de recherche en intelligence artificielle et dans tous les domaines qui lui sont liés.

A la suite du projet FGCS, le MITI annonce un nouveau projet national de 10 ans et doté de 500 millions de dollars, Real Word Computing (RWC). Ce projet visait à innover dans le traitement de l'information, en matière de compréhension, d'apprentissage, de raisonnement et de contrôle. Les modèles neuronaux y ont eu une place privilégiée et y étaient utilisés pour la reconnaissance de motifs et le traitement d'informations visuelles, auditives, textuelles ou gestuelles<sup>61</sup>. Les programmes de financements de recherche Exploratory Research for Advanced Technology (ERATO) reprennent au début des années 2000 le modèle d'organisation initié par l'ICOT. Ainsi depuis le début des années 80 se développent des projets de recherche de grande envergure, s'étalant sur une durée d'environ 5 ans, doté de fonds très importants et regroupant de nombreux chercheurs<sup>62</sup>.

### **3.2 L'ordinateur de cinquième génération, un échec cuisant ?**

Il y a une perte de crédibilité à partir de 1985 face à la faiblesse des résultats. Unger rapporte en 1987 des rumeurs d'annulation<sup>63</sup>. La recherche sur le langage naturel est supprimée dès 1983 et déléguée à l'ETL. L'ICOT s'isole de plus en plus, subit des coupes budgétaires et les entreprises rappellent certains de leur employés pour faire face au développement fulgurant de l'industrie de l'informatique. Le projet s'achève sur un manque de résultats commerciaux et même sur une absence d'avancées significatives sur le plan scientifique, si ce n'est quelques contributions en architecture parallèle et en programmation logique. Nous nous proposons ici d'étudier ce qu'il en est réellement des résultats de ce projet.

Le projet « Ordinateurs de cinquième génération » a abouti à divers prototypes de machines accompagnés de leurs logiciels. La PSI-III (Personal Sequential Inference machine), machine séquentielle simulant un système parallèle, fut achevée en 1990 et succède à la PSI-I (1984) et à la PSI-II (1986). Elle atteignait une vitesse de 1,4 MLIPS. Des modèles de machines parallèles, nommés PIM (Parallel Inference machine), sont développés et finissent par permettre jusqu'à 100 MLIPS grâce à 512 processeurs. Cependant, aucun de ces produits ne s'est avéré viable économiquement.

---

61. [M-O82]

62. Pouvant aller jusqu'à 500 millions d'euros pour moins d'une centaine de membres, ces projets dépassent de loin les budgets attribués aux projets de recherche fondamentales tels que les projets ANR français ou les projets ERC européens.

63. [Ung87]

A l'époque du projet, on ne savait pas encore réduire le délai de latence lors de la connexion de deux processeurs, ce qui rendait les systèmes multi-processeurs plus lents que ceux qui ne possédaient qu'un seul processeur d'une puissance importante. De plus, des avancées importantes en accélération et puissance matérielle ont eu lieu durant le temps de vie du projet, rendant obsolètes les ordinateurs produits. De ce fait, l'industrie japonaise refusa de produire les prototypes du projet.

Les programmes qui ont été développés au cours du projet<sup>64</sup> souffrent d'une certaine lenteur à l'exécution et ne résolvent que des problèmes simples. On est très loin des résultats prometteurs promis par le MITI et les auteurs de *La cinquième génération*. Malgré la diversité des applications (aide à la conception de circuits intégrés, un système expert juridique associant le code juridique à la jurisprudence, un extracteur de chaînes d'acides aminés, un programme joueur de Go, ...) et la distribution libre de ces programmes dans une version exécutable sur n'importe quelle machine, l'ensemble de la production en logiciel du projet n'a guère tardé à tomber dans l'oubli.

Dès le milieu des années 80, la puissance des ordinateurs personnels augmente considérablement en rapidité et en mémoire, si bien que bon nombre de programmes d'IA fonctionnent sans nécessiter d'architecture particulière pour obtenir un résultat en un temps raisonnable. L'utilisation des ordinateurs se simplifie, les salariés sont progressivement formés à l'outil informatique et les interfaces graphiques font leur apparition. De fait, les objectifs que s'étaient fixés les investigateurs du projet FGCS lors de la conférence de 1981 ont progressivement perdu de leur intérêt.

Au début des années 80, les recherches sur les systèmes experts n'avaient exploré que la résolution de problèmes formels mais échouaient à formaliser ce qui fait l'essence de la compétence des experts, à savoir la capacité à s'abstraire des règles formelles de leur discipline pour considérer les exceptions et les variations qui surviennent constamment dès qu'on souhaite appliquer les dites règles. Les systèmes experts portent sur des domaines très spécifiques, dont ils ne considèrent qu'un ensemble fini de questionnements. L'extension de ces systèmes ne se fait en pratique qu'au prix d'efforts considérables de la part des programmeurs. L'intérêt pour les systèmes experts chute brutalement au début des années 90, ce qui fait disparaître l'un des principaux domaines d'application du projet japonais.

Ainsi, la période de 1987 à 1993 a été marquée par un net déclin de l'intérêt pour l'IA et les systèmes experts. A partir du début des années 90, les machines généralistes prennent progressi-

---

64. Essentiellement : QUIXOTE, un système expert permettant de faire des déductions sur une base de données ; HELIC-II, un système expert juridique ; Kappa, un système parallèle de gestion de base de données ; MGTP, un système parallèle de démonstration de théorèmes ; GIP, un système de gestion de données génétiques.

vement le pas sur les machines dont le fonctionnement est lié à un langage particulier. L'intérêt du matériel de cinquième génération est rendu caduque par la faiblesse des résultats et l'existence de machines moins chères et plus performantes.

Même si la plupart des experts qui ont été chargé d'évaluer le projet reconnaissent certaines avancées en programmation parallèle et en programmation logique<sup>65</sup>, on a beaucoup reproché à l'ICOT de n'avoir pas contribué fondamentalement à la recherche en intelligence artificielle, d'avoir eu une vision trop restreinte du fait du choix de PROLOG<sup>66</sup> et d'avoir totalement ignoré des pans entiers de la recherche en intelligence artificielle. La recherche sur les réseaux de neurones avaient par exemple été complètement occultée. Bien que le projet n'ait fourni aucune avancée conceptuelle en intelligence artificielle, plusieurs de ses défenseurs ont tenu à mettre en avant le fait qu'un certain nombres de travaux significatifs en programmation parallèle et en programmation logique ont été produits. Mais force est de constater que GHC, le langage de programmation logique et parallèle développé au sein de l'ICOT, est tombé dans l'oubli peu après la fin du projet. La prise en compte des spécificités de la programmation parallèle s'est avéré bien plus simple pour les langages de programmation orienté objet<sup>67</sup>, où l'on peut facilement créer des objets capables d'interagir simultanément en se transmettant des messages sur leur état. De ce fait, alors que des langages comme Java et C# sont vite devenus d'un usage très courant, les langages de programmation développés par l'ICOT, plus lents et moins efficaces, n'ont jamais quitté les portes de l'Institut.

Enfin, l'ingénierie de la connaissance, comme il convient de l'appeler, s'est bâtie au sein du projet FGCS sans une caractérisation théorique des notions d'information, d'inférence, de résolution de problèmes et de connaissance<sup>68</sup>. Ce travail théorique est cruellement absent au sein de l'ICOT et ne peut que poser des problèmes aux décideurs chargés d'orienter ce projet.

Ainsi, bien que le MITI ait bel et bien échoué dans son projet de développer une nouvelle génération d'ordinateurs, la manière dont s'est organisé le projet est son point fort et constitue un modèle économique très intéressant de partenariat public-privé. Autrement dit, l'échec du projet est à imputer essentiellement aux décisions qui ont été prises sur le plan scientifique. Nous allons

---

65. [RM94]

66. Carl Hewitt [HA91] affirme que « la manière dont l'ICOT a utilisé la programmation logique est l'une des causes principales de l'échec du projet ». De même, le logicien Jean-Yves Girard [Gir07, pp. 96-98] dénonce l'absence de spécialiste de la logique parmi les chercheurs du projet. Plus récemment, l'informaticien Maarten Van Emden [Van10a, Van10b] a accusé sur son blog le projet FGCS d'avoir entraîné PROLOG dans sa chute, à un moment où le langage était trop peu utilisé et reconnu pour qu'il puisse survivre à l'échec du projet.

67. La programmation orienté objet est basé sur la définition de briques logicielles, nommées objets, dont on spécifie les relations afin de former un programme.

68. G. Scarrott, « The need for theory to illuminate problem solving and inference » *in* [Sca83, p.115-122]



maintenant exposer les réponses à ces critiques qui ont été formulées par les chercheurs impliqués dans le projet.

### 3.3 L'ordinateur de cinquième génération, une demi-réussite ?

Face aux violentes critiques qui ont suivi la fin du projet, les principaux acteurs du projet et les haut-fonctionnaires impliqués du ministère ont cherché à réhabiliter le projet et à défendre ses résultats.

Durant les trois années qui ont suivi la fin du projet, des fonds ont été alloués pour permettre la diffusion et l'intégration des résultats de l'ICOT. En 1995, année de la dissolution de l'ICOT, le ministère s'empresse de publier une évaluation scientifique des résultats du projet<sup>69</sup> où est défendue l'idée que le projet visait à effectuer de la recherche fondamentale sur des fonds gouvernementaux et avec un impact international, et qu'il ne s'agissait surtout pas d'un simple projet de R & D, qui aurait dès lors nécessairement dû déboucher sur des applications commerciales concrètes. Le rapport évite sciemment d'entrer dans les détails des résultats du projet et met en valeur le modèle d'organisation promu par l'ICOT, que nous avons décrit précédemment.

Dans une édition spéciale des communications de l'*Association for Computing Machinery*<sup>70</sup> destinée à faire taire les critiques, Kazuhiro Fuchi rappelle avoir déclaré lors de la seconde conférence internationale de 1984 qu'« il n'est pas possible de réaliser complètement un système hautement intelligent en dix ans ».

Kazuhiro Fuchi, qui co-écrit cet article avec d'autres membres du projet tels que Koichi Furukawa et Takashi Chikayama, tente de rattraper l'échec de l'ICOT à remplir les objectifs qu'il avait fixé en 1981 en matière d'intelligence artificielle. Il se défend d'avoir voulu conduire un projet d'intelligence artificielle visant à construire en 10 ans des machines intelligentes : pour lui, la conférence de 1981 faisait certes mention de cet objectif mais seulement au sein d'une discussion sur les applications futures des ordinateurs de cinquième génération. Les actes de la conférence<sup>71</sup> sont en fait relativement ambigus à ce sujet : si aucune date n'est donnée pour l'avènement des ordinateurs de cinquième génération, il n'est jamais fait clairement mention du fait que les ordinateurs en question ne seront pas conçus durant le projet FGCS mais ultérieurement.

---

69. [NS95]

70. [FK93]

71. [M-O82]

Kazuhiro Fuchi reconnaît que les ambitions du projet ont été revues à la baisse au cours de celui-ci, ce qui revient en quelque sorte à avouer son échec à remplir les promesses faites à l'origine lors de la conférence de 1981 et mondialement relayées dans la presse. Il va même jusqu'à avancer l'idée que l'objectif initial était de créer une machine parallèle à inférence logique, qui aurait permis aux chercheurs en intelligence artificielle d'utiliser efficacement PROLOG :

« Starting with the study on software engineering and AI, we wanted to build a framework for high-level symbol processing, which should be used to achieve our goal. <sup>72</sup> »

Ainsi, outre la forte coopération internationale et l'organisation solide du partenariat public-privé que constitue l'ICOT, la plus grande réussite du projet serait l'importante avancée qu'il a permis sur le parallélisme, en particulier dans le contexte de la programmation logique :

« I believe the results of the FGCS project will provide important insight for researchers who want to pursue general-purpose parallel computers. <sup>73</sup> »

Dans ce même article, Koichi Furukawa reste sur la même ligne de défense en éludant totalement les ambitions en intelligence artificielle du projet pour se concentrer sur les résultats en programmation logique :

« Logic programming is a rich enough topic to support a 10-year project <sup>74</sup> »

Takashi Chikayama fait de même quelques pages plus loin :

« One might argue that the project was a failure as it could not meet its goal described in the project's grand plan, such as a computer that can speak like a human. The grand plan did not actually say such a computer can be realized within 10 years. The goal of the project was to establish the basic echnologies needed for making such a dream come true. <sup>75</sup> »

Ces réponses aux critiques du projet font preuve d'une mauvaise foi évidente, inévitable compte tenu des circonstances, comme l'explique Pierre Morizet-Mahoudeaux dans son évaluation-bilan du projet :

« Comment ne pas répondre que l'objectif de la recherche est approprié ou que celle-ci a été convenablement focalisée quand on a soi-même investi plusieurs années, voire plusieurs dizaines d'années dans le domaine concerné ? <sup>76</sup> »

---

72. [FK93, pp. 51]

73. [FK93, pp.53]

74. [FK93, pp. 64]

75. [FK93, pp. 89]

76. [RM94, pp. 80]

Le projet couvre autant l'intelligence artificielle que la programmation logique sur une architecture parallèle. De fait, les points de vue sur la réussite ou l'échec du projet mettaient en avant l'une ou l'autre des facettes du projet. En particulier, les détracteurs de la programmation logique y ont vu une preuve évidente de l'inefficacité de cette méthode<sup>77</sup>. Les défenseurs du projet ont tenu à mettre en avant leur intérêt prononcé pour la recherche sur le parallélisme, qui est encore un sujet d'une haute importance aujourd'hui. Il en ressort au final un bilan assez mitigé du projet.

---

77. [FK93, pp.51]

## Conclusion

Dans leur étude du projet FGCS, Alain-Marc Rieu et Pierre Morizet-Mahoudeaux nous invitent à réfléchir aux approches scientifiques adoptées et aux motivations réelles des responsables politiques du programme. Notre réflexion sur le projet a tenté de s'inscrire dans cette démarche. Nous avons ainsi tenté de montrer que, de par son influence sur la recherche en informatique au Japon, le projet « Ordinateurs de cinquième génération » constitue un élément central de l'histoire de l'informatique au Japon. Pourtant, il nous paraît évident que notre étude est loin d'être suffisante pour rendre compte avec justesse de l'intérêt historique et sociologique du projet.

En effet, loin d'être un projet de recherche neutre, le projet « Ordinateurs de cinquième génération » ne peut être complètement appréhendé sans tenir compte de tous les phénomènes historiques, politiques, économiques et sociaux qui l'ont forgé. Il fournit également une vision intéressante du modèle japonais de la recherche.

En outre, la manière dont PROLOG s'est imposé au cours des discussions préliminaires et les liens forts qui ont été établis entre le développement du langage et l'activité de l'ICOT peuvent constituer de formidables points de départ pour une réflexion sociologique sur la manière dont les langages de programmation apparaissent, prospèrent, s'imposent comme des références ou tombent dans l'oubli.

# Références

## Sources primaires

- [Bis86] Peter Bishop, *Fifth generation computers : concepts, implementation and uses*, 1986.
- [CF85] Pamela McCorduck, Edward Feigenbaum, *The fifth generation : artificial intelligence and Japan's computer challenge to the world*, Third edition, Addison-Wesley, 1985.
- [FF91] Kazuhiro Fuchi, Koichi Furukawa, « The role of logic in the fifth generation computer project », TACS 1991, pp. 311-325, 1991.
- [FK88a] Kazuhiro Fuchi, L. Kott, *Programming of Future Generation Computers I*, Editions North-Holland, 1988.
- [FK88b] Kazuhiro Fuchi, L. Kott, *Programming of Future Generation Computers II*, Editions North-Holland, 1988.
- [Fuc83] Kazuhiro Fuchi, « The direction the project will take », *New Generation Computing* Vol.1 No.1, pp. 3-9, 1983.
- [Ico84] ICOT (Ed.), *Fifth Generation Computer Systems 1984, Proceedings of the International Conference on Fifth Generation Computer Systems 1984, Tokyo, Japan, November 6-9, 1984*, OHMSHA Ltd. Tokyo and North-Holland, 1984.
- [Ico88] ICOT (Ed.), *Fifth Generation Computer Systems 1988, Proceedings of the International Conference on Fifth Generation Computer Systems 1988, Tokyo, Japan, November 28-December 2, 1988*, OHMSHA Ltd. Tokyo and Springer-Verlag, 1988.
- [Ico92] ICOT (Ed.), *Fifth Generation Computer Systems '92 : Proceedings of the International Conference on Fifth Generation Computer Systems. 1992, June 1-5, Tokyo, Japan*, IOS Press, 1992.
- [Kik83] Ahira Kikuchi, « Discussion at the start of the fifth generation computer systems project », *Icot Journal* No.1, 1983.
- [Kow74] Robert Kowalski, « Predicate logic as a programming language », *Proceedings IFIP Congress*, pp. 569–574, North Holland Publishing Co., 1974.
- [Mea84] Christopher Mead, « Second japanese miracle in the horizon », *Creative Computing* Vol.10 No.8, August 1984.

- [M-O82] Moto-Oka (Ed.), *Fifth Generation Computer Systems '81 : Proceedings of the international conference on fifth generation computer systems, Tokyo, Japan, October 19-22, 1981*, Editions North-Holland, 1982.
- [Sca83] G. G. Scarrott (Ed.), *The Fifth Generation Computer Project : State of the Art Report*, Pergamon Infotech Limited, 1983.
- [Sim83] G.L. Simons, *Towards fifth-generation computers*, NCC Publications, 1983.
- [Ung87] Marshall Unger, *The fifth generation fallacy : Why Japan is betting its future on artificial intelligence*, Oxford University Press, 1987.
- [Wol84] Marvin J. Wolf, *The japanese conspiracy : the plot to dominate industry worldwide - and how to deal with it*, Empire Books, 1984.

## Sources secondaires

- [ASB02] Alliot, Schick, Brissert, Garcia, *Intelligence artificielle et informatique théorique*, 2nde édition, Cépadues, 2002.
- [Bri93] Jean-Pierre Briot, « Cinquième génération d'ordinateurs ou chercheurs du troisième type ? », France Japon Eco No.57, 1993.
- [Cas07] Alex Castro, « Computing : are you talking to me ? », The Economist, 7 juin 2007.
- [Cor04] Pamela McCorduck, *Machines who think : a personal inquiry into the history and prospects of artificial intelligence*, W.H.Freeman & Co Ltd, 2004.
- [Eng05] Pascal Engel, « Les machines intelligentes sont-elles l'avenir de l'homme ? » in Michel Blay (Ed.), *Grand dictionnaire de la philosophie*, pp.632-634, Larousse - CNRS Editions, 2005.
- [Fra93] Martin Fransman, *The market and beyond : Information technology in Japan*, Cambridge University Press, 1993.
- [FK93] Kazuhiro Fuchi, Robert Kowalski, Koichi Furukawa, Kazunori Ueda, Ken Kahn, Takashi Chikayama, Evan Tick, « Launching the new era », Communications of the ACM, March 1993, Vol.36, No.3
- [Gir07] Jean-Yves Girard, *Le point aveugle 1 : Vers la perfection*, Hermann Editeurs, 2007.

- [HA91] Carl Hewitt, Gul Agha, « Guarded Horn Clause languages : are they deductive and logical ? », 1991.
- [Joh10] Jôhoshorigakkairekishitokubetsuinkai (Ed.), *Nihon no konpyûtashi. The history of japanese computers*, Ohmsha Editions, 2010.
- [Lec09] Yveline Lecler, « Réformer pour soutenir l'innovation au Japon : le double-objectif des politiques publiques », Ebisu 42, Maison franco-japonaise, Automne-Hiver 2009.
- [Mak06] Yazawa Makoto, « Traitement de texte et enseignement des kanji » in Christian Galan, Jacques Fijalkow (Eds.), *Langue, lecture et école au Japon*, Editions Philippe Picquier, 2006.
- [Mey10] Claude Meyer, *Chine ou Japon : quel leader pour l'Asie ?*, SciencesPo Les Presses, 2010.
- [NS95] Yoshiaki Nakamura, Minoru Shibuya, *Japan's technology policy : a case study of the research and development of the fifth generation computer systems*, Studies in International Trade and Industry 18, Research Institute of International Trade and Industry, 1995.
- [NY06] Shigeru Nakayama, Hitoshi Yoshioka, *A social history of science and technology in contemporary Japan. Volume 4 : Transformation period 1970-1979*, , Trans Pacific Press, 2006.
- [Nil09] Nils J. Nilsson, *The quest for artificial intelligence : A History of Ideas and Achievements*, Cambridge University Press, 2009.
- [Pra95] Vernon Pratt, *Machines à penser : une histoire de l'intelligence artificielle*, Presses Universitaires de France, 1995.
- [RM94] Alain-Marc Rieu, Pierre Morizet-Mahoudeaux, « Les programmes globaux japonais : le projet Ordinateurs de cinquième génération et ses contextes », Ebisu 5, pp. 7-87, 1994.
- [RN10] Stuart Russell, Peter Norvig, *Artificial Intelligence : a modern approach*, Prentice Hall, 2010.
- [Sab07] Jean-François Sabouret, *L'empire de l'intelligence*, CNRS Editions, 2007.
- [Sau87] Christian Sautter, *Les dents du géant*, O. Orban, 1987.
- [Tak96] Shigeru Takahashi , *Konpyûta kuronikuru*, Ohmsha Editions, 1996.
- [Van10a] Maarten Van Emden, « Who killed PROLOG ? », 21 août 2010.
- [Van10b] Maarten Van Emden, « The fatal choice », 31 août 2010.