
Robotique et principe de virtuosité

Robotics and principle of virtuosity

Denis Vidal

- 1 Le terme de virtuose a beau s'appliquer fondamentalement à des musiciens, la relation entre musique et virtuosité n'en est pas moins empreinte d'ambivalence. Cocteau, qui aurait pu se sentir indirectement visé par son propre jugement, l'a dit mieux que personne : « Le virtuose ne sert pas la musique, il s'en sert. » Si l'on attend ainsi de tout grand musicien qu'il ait les qualités d'un virtuose, on lui pardonne rarement d'en faire trop¹. Le cirque obéit, quant à lui, à une logique opposée. Tout est fait pour y mettre en évidence la virtuosité des artistes. Le déroulement des numéros de jongleurs en donne une bonne illustration. Si je fais référence à ces derniers, c'est pour souligner que leur dramaturgie se plie spontanément à quelques principes fondamentaux que l'on peut résumer sommairement :
 - éviter les tours trop aisés ; mais ceux aussi, bien sûr, où le jongleur risquerait d'échouer ;
 - ne pas faire durer trop longtemps le même tour, aussi spectaculaire soit-il. Le public est impatient ;
 - faire progresser les tours, du plus simple au plus compliqué ;
 - enfin, on attendra d'un jongleur qu'il épuise toutes les possibilités offertes par les objets dont il se sert pour jongler, y compris les plus insoupçonnées.
- 2 Il n'y a rien, *a priori*, de remarquable dans ces quelques contraintes qui semblent devoir seulement exister pour mieux soutenir l'intérêt du spectateur tandis que le jongleur démontre sa virtuosité. Je voudrais montrer cependant que c'est, à peu de chose près, l'adoption de ces principes qui a conduit une poignée de roboticiens et de spécialistes de l'intelligence artificielle à concevoir, depuis les années 1990, une nouvelle génération de robots, susceptibles de redéfinir la nature de nos relations avec les machines. Aussi dans cet article, voudrais-je explorer la nature des liens, assez paradoxaux, qui se sont établis au cours des dernières décennies entre robotique et virtuosité.
- 3 Quand on applaudit un pianiste, on applaudit le musicien, rarement son piano. De même, quand on applaudit un jongleur, on n'applaudit pas les assiettes avec lesquelles il jongle.

En revanche, durant les numéros de dressage, les applaudissements du public s'adressent aussi bien aux animaux qu'au dompteur. Ainsi l'usage commun témoigne-t-il du fait que le terme de « virtuosité » s'applique habituellement à un être humain — à la rigueur à un animal —, mais qu'il semble exclu, en revanche, de l'associer à un objet ou à une machine, sauf peut-être de manière métaphorique. Est-ce cependant toujours le cas ?

- 4 Le « continuator » est un piano d'un style particulier, mis au point par François Pachet au laboratoire de Sony à Paris, dans un esprit proche des recherches de Tod Machover² sur les « hyperinstruments ». Quand on joue de ce piano, il suffit de faire une pause, après une phrase musicale, pour que l'instrument prenne immédiatement le relais, dans un style musical improvisé mais qui fait directement écho à ce qui vient d'être joué. Aussi, dans un tel cas, comme en témoigne son créateur pour en avoir fait l'expérience avec des enfants et des musiciens professionnels, il peut sembler que s'instaure un véritable dialogue musical entre le musicien et son instrument. Pachet analyse ainsi, sur la base de théories psychologiques comme celles de Csikzentmihalyi (1990), les réactions subjectives suscitées par son instrument (l'effet « ahah ») qui semblent très proches de celles que suscite toute manifestation de virtuosité.
- 5 L'exemple précédent ne représente pas un cas isolé. Je voudrais montrer que cette notion en est venue à jouer un rôle plus ou moins implicite mais toujours plus central dans les travaux actuels en robotique. D'autant que cette virtuosité entre en jeu de plusieurs manières dans l'appréciation qu'il est possible de porter sur un robot ou un automate. Tel est le cas, tout d'abord, quand on compare leurs performances à celles d'un être humain. Dans les deux à trois dernières décennies, cependant, la comparaison a porté davantage sur les performances de robots entre eux. Ainsi, à partir des années 1990, a-t-on assisté à un véritable tournant technologique en robotique. L'accent fut mis sur la volonté de concevoir des machines susceptibles de décider, de manière pratiquement autonome, la nature des tâches auxquelles elles s'attelleront dans un contexte donné. Dans cette perspective, la « virtuosité » n'est plus alors seulement un critère parmi d'autres, utilisé de manière plus ou moins métaphorique pour apprécier la performance d'un robot : c'est véritablement l'un des principes fondamentaux sur lequel se fonde la conception d'une nouvelle génération de machines. Mais revenons d'abord un peu en arrière.

La concurrence avec les humains

- 6 Les automates ont été considérés depuis l'Antiquité comme l'une des formes d'expression les plus achevées — aussi l'une des plus spectaculaires — de la virtuosité technologique. Tel fut particulièrement le cas au XVIII^e siècle, en Europe, quand ces derniers connurent une vogue considérable, principalement dans les milieux aristocratiques et savants. En témoigne l'intérêt suscité par les merveilleuses créations de « mécaniciens » réputés, comme Jacques de Vaucanson ou Wolfgang Von Kempelen (Wood, 2002 ; Standage, 2002). Le joueur de flûte de Vaucanson et surtout son canard mécanique³, capable de battre des ailes mais aussi d'ingurgiter, de digérer et de déféquer des aliments, en restent les exemples les plus connus. Or il est remarquable de constater que l'on retrouve aujourd'hui une même fascination pour la nouvelle génération de robots, apparus depuis les années 1990 et qui ne sont pas sans évoquer parfois leurs ancêtres du XVIII^e siècle. Tel est le cas, par exemple, du petit chien robot AIBO conçu et commercialisé par Sony, ou encore du robot flûtiste de Waseda présenté régulièrement en concert au Japon⁴.

- 7 La virtuosité ne se résume pas, en effet, comme le dictionnaire Larousse peut le laisser penser, à « une forme extrême d’habileté ». Elle fascine d’autant plus qu’elle paraît transgresser les limites normalement assignées à une forme d’activité ou à une espèce donnée. C’est ainsi qu’au cirque le contorsionniste, ou le trapéziste, mais aussi le chien savant semblent outrepasser, chacun à sa façon, les limites propres à leur espèce, tout comme, à un autre niveau, le musicien virtuose semble se jouer des limites imposées par son instrument. Aussi, *a contrario*, on reprochera à ce dernier, s’il en fait un peu trop, le caractère « mécanique » de son jeu ; ou encore le fait de se comporter comme un « animal savant ». Et c’est un sentiment fort semblable — où se combinent souvent l’admiration et la perplexité — que suscitent les performances des robots actuels, quand leur comportement semble aller au delà de ce que l’on peut attendre d’une machine (Kaplan, 2005)⁵.
- 8 Ainsi, pour fêter les vingt-cinq ans de l’un des plus importants laboratoires de robotique aux États-Unis — celui de Carnegie Mellon —, il fut décidé de concevoir une cornemuse robotique (plutôt qu’un énième flûtiste) en l’honneur du fondateur de l’université, qui était manifestement d’origine écossaise. Cette dernière, parée comme il se doit d’un kilt aux couleurs de l’université, fut invitée par la suite à un concours de cet instrument en Écosse, auquel elle était certainement la première de son espèce à participer. Roger Dannenberg, son concepteur, insiste dans plusieurs interviews sur le fait que la virtuosité de son instrument pouvait se comparer, sous bien des aspects, à celle des meilleurs musiciens⁶. Mais le public n’en fut pas toujours convaincu, comme en témoignent les réactions de nombreux internautes. Aussi ne semble-t-il pas, que Mc Blare, la cornemuse robotique, soit déjà parvenu au stade atteint par *Deep Blue*, le célèbre programme informatique d’échecs, qui prouva sans conteste — avec sa victoire sur Kasparov en 1996 — qu’un ordinateur pouvait battre le meilleur joueur du monde aux échecs⁷. Les réactions dans ce dernier cas dépassèrent d’ailleurs le simple constat d’une prouesse technologique. Certains y virent la preuve qu’une machine avait brisé le monopole de l’intelligence humaine. Mais il est vrai aussi, comme en témoigne l’importance accordée au test de Turing dans les débats sur l’intelligence artificielle, que l’une des motivations récurrentes de nombreux chercheurs en informatique et en robotique a toujours été de concevoir une machine dont les performances pourraient égaler celles d’un être humain. Or les tests qui ont été privilégiés pour essayer d’en donner la preuve ont longtemps porté sur des activités qui mettaient en avant une forme ou une autre de virtuosité (musique, jeu d’échecs, etc.). D’ailleurs, aussitôt après que *Deep Blue* eut prouvé qu’un ordinateur pouvait mieux jouer aux échecs qu’un humain, l’intérêt s’est déplacé vers de nouveaux challenges, comme celui de concevoir une équipe de robots susceptibles de mieux jouer au football que des humains. Jusqu’à présent cependant, les compétitions dans ce domaine n’ont pas encore mis aux prises des hommes et des machines. Ce sont des équipes de robots qui sont opposées les unes aux autres. D’une manière plus générale, la notion de « virtuosité » en robotique (comme d’ailleurs, en intelligence artificielle) met souvent en jeu des comparaisons qui portent sur les machines entre elles. C’est cette seconde manière d’associer robotique et « virtuosité » que je voudrais maintenant évoquer.

Des machines virtuoses

- 9 Les historiens des sciences nous ont appris à nous défaire de la tentation d'attribuer les changements de paradigme au génie d'un seul individu. Mais cela n'empêche pas que ce soit souvent l'œuvre d'un chercheur qui en vienne à incarner de tels changements. Ce dernier le doit alors souvent autant à l'originalité de ses recherches qu'à la manière dont il sait les présenter. Rodney Brooks ne fait pas exception à la règle. S'il en est venu à symboliser, plus que tout autre, le changement de perspective ayant pris place en robotique à partir du milieu des années 1980, il le doit non seulement à l'ingéniosité des innovations qu'il a introduites dans ce domaine mais aussi à la radicalité de ton avec laquelle il a su les présenter (Brooks, 1999).
- 10 Brooks estimait que la robotique s'était condamnée à stagner au cours des décennies précédentes en se laissant impressionner à l'excès par les progrès considérables des recherches en intelligence artificielle au cours de cette période. Les roboticiens s'étaient convaincus bien à tort, à ses yeux, que la seule façon de faire progresser leur discipline était de concevoir des robots susceptibles de « se représenter » le monde qui les environnait pour s'y orienter et agir sur ce dernier. Mais les difficultés conceptuelles et technologiques auxquelles ils se confrontaient étaient telles que, en dépit de leur ingéniosité, les robots les plus performants étaient désespérément lents ; et ils pouvaient se mouvoir seulement dans des espaces soigneusement préparés à l'avance où rien ne venait perturber leur fonctionnement.
- 11 Rodney Brooks et ses collaborateurs au MIT s'engagèrent dans une démarche radicalement différente. Cessant de faire des robots qui ne pouvaient effectuer le moindre mouvement sans se représenter à l'avance le monde environnant, ils choisirent de contourner le problème : ils cherchèrent à prouver que l'on pouvait en concevoir qui seraient à la fois moins complexes et plus mobiles, mais aussi plus aptes à se mouvoir et à accomplir les tâches que l'on attendait d'eux, dès lors que l'on renonçait à l'idée que ces derniers aient besoin de se représenter tout leur environnement, ou encore à centraliser l'ensemble des informations dont ils disposaient pour agir. Le succès de Rodney Brooks fut de convaincre un bon nombre de roboticiens du bien-fondé de cette conception, en concevant des prototypes successifs de robots dont l'architecture fonctionnelle répondait à cet objectif. On est largement revenu, aujourd'hui, du radicalisme d'une telle conception. Mais je voudrais surtout souligner ici qu'une telle perspective conduisit aussi Brooks à faire implicitement de la notion de « virtuosité » un critère décisif pour juger de la qualité de leurs performances⁸.
- 12 Dans ses écrits comme dans ceux d'une majorité d'auteurs qui ont commenté les évolutions de la robotique au cours de ces années, on trouve ainsi l'expression d'une curieuse « dramaturgie » qui met l'accent sur le contraste entre deux sortes de robots. Le malheureux robot Shakey, conçu à l'université de Stanford dans les années 1970 — et sur lequel il avait fait ses premières armes —, en vint à symboliser tout ce que Brooks rejetait dans la conception de la robotique qui l'avait précédé : la lourdeur et la lenteur, mais aussi un total manque d'adaptabilité et une grande fragilité des robots⁹ (Brooks, 2002 : 22-23). À l'inverse, ceux qu'il concevait se devaient d'incarner toujours davantage les idéaux de simplicité, d'adaptabilité et de vélocité — en un mot de virtuosité — qu'il avait fait siens¹⁰.

- 13 C'est d'ailleurs au nom de ces idéaux que Brooks réhabilita les travaux de roboticiens un peu oubliés à l'époque comme Grey Walter, et qui avaient été directement inspirés par la cybernétique. Le mérite de ce dernier à ses yeux était d'avoir saisi, dès les années 1950, l'importance méthodologique que revêtait le fait de s'intéresser à de petits robots (ses fameuses « tortues ») dont la simplicité de fonctionnement n'avait d'égal que la complexité apparente de comportement¹¹. À l'inverse, il ne cachait pas son dédain pour la nouvelle génération de robots humanoïdes qui émergeaient alors au Japon, et dont les robots humanoïdes P1, P2 et P3 — conçus par Honda à la fin des années 1990 dans le plus grand secret — offraient une bonne illustration (Ichbiah, 2005 : 120-126). Selon lui, en effet, ces derniers perpétuaient — en dépit du progrès technologique qu'ils représentaient — les défauts qu'il condamnait dans la génération précédente. Il dénonçait, en particulier, leur manque d'autonomie. Car quelles que soient les prouesses dont ils étaient capables, ils n'en restaient toujours pas moins guidés par un roboticien. Or Brooks ne cherchait pas à concevoir des robots qui se distingueraient seulement au regard d'un spectateur extérieur par leur dextérité apparente ; il voulait que cette dernière puisse leur être effectivement attribuée.

Le principe de virtuosité

- 14 L'objectif poursuivi par plusieurs des meilleurs roboticiens à partir des années 1980 fut ainsi de concevoir des machines capables de s'adapter à toutes sortes d'environnements pour atteindre des buts qu'on leur avait fixés à l'avance avec une marge toujours plus grande d'autonomie. Il n'y a pas de meilleur témoignage du succès des efforts entrepris dans cette perspective que les progrès accomplis dans le domaine des robots spatiaux envoyés sur Mars et sur d'autres planètes. À partir des années 1990, cependant, des spécialistes de l'intelligence artificielle et des roboticiens cherchèrent à concevoir des robots dont le succès ne se mesurerait plus seulement à leur capacité à accomplir les tâches qui leur auraient été dévolues, mais aussi à leur capacité à déterminer par eux-mêmes les domaines d'activité où ils excelleraient dans un environnement donné. Cette ambition pouvait sembler quelque peu surréaliste au départ, mais les tentatives faites en ce sens se sont révélées prometteuses. Tel fut le cas, en particulier, des expérimentations menées par des chercheurs et des ingénieurs réunis autour de Luc Steels au laboratoire de Sony à Paris.
- 15 Le but poursuivi par Frédéric Kaplan et Pierre-Yves Oudeyer était de mettre au point des algorithmes permettant à un robot de découvrir par lui-même les potentialités de son environnement de sorte à interagir de manière toujours plus créative avec ce dernier (2005, 2006, 2007). Une de leurs expériences les plus spectaculaires a été de reprogrammer les petits chiens robots (AIBO) commercialisés par Sony, pour qu'ils explorent à leur guise un environnement constitué par un tapis de jeu pour bébés¹². Ces deux chercheurs purent ainsi étudier la façon dont ces petits robots découvraient par eux-mêmes comment manipuler plusieurs des éléments de ce tapis de jeu, sans qu'aucune indication préalable ne leur ait été donnée en ce sens.
- 16 On ne peut sous-estimer les difficultés soulevées par de telles expérimentations. En revanche, les principes à la base de ces dernières sont aussi simples qu'ingénieux. Indépendamment des aptitudes à agir et à se déplacer qui dépendent avant tout de ses caractéristiques fonctionnelles, le robot se voit doté d'un ensemble de senseurs et de logiciels qui lui permettent d'effectuer trois sortes d'opérations élémentaires :

- prédire les conséquences de son interaction avec son milieu ;
 - prendre la mesure des conséquences effectives d'une telle interaction ;
 - mesurer *a posteriori* l'écart entre ce qu'il avait prévu et ce qui s'est effectivement passé.
- 17 Chacune de ces étapes est cruciale car l'objectif assigné au robot n'est pas « seulement » d'effectuer une tâche précise, ni même d'améliorer sa capacité à la mener à bien. C'est plutôt d'accomplir n'importe quelle interaction avec son environnement, du moment qu'elle lui permette d'optimiser sa capacité à en prédire les conséquences avec ses senseurs. Si l'effectuation d'un certain type d'action ne lui permet pas ou ne lui permet plus de progresser suffisamment dans sa capacité à prédire les conséquences de ses actes, il y renoncera. Cela pourra être lié au fait qu'une telle interaction avec son milieu défie sa capacité à en prévoir les implications. Mais cela pourra être lié aussi à la raison exactement opposée : à savoir que sa capacité de prédiction est devenue telle qu'elle ne saurait plus être améliorée. Dans un cas comme dans l'autre, la conséquence sera de le conduire à modifier son comportement jusqu'à trouver une nouvelle « niche de progrès » où sa capacité de prédiction pourra à nouveau progresser.
- 18 Dans les nombreuses publications où ils rendent compte des avancées de leurs recherches, Kaplan et Oudeyer mettent l'accent sur un petit nombre de termes suggestifs qui leur permettent d'explicitier les principes au cœur du fonctionnement des robots qu'ils ont programmés :
- C'est ainsi que l'expression « motivation intrinsèque » — empruntée à la psychologie — leur permet d'insister sur le fait que les robots n'ont pas été programmés à l'avance pour accomplir telle forme d'activité ou pour avoir telle forme d'interaction avec leur environnement ;
 - l'expression « curiosité adaptative » sert à mettre l'accent sur le fait que le robot ne se satisfait pas d'une interaction avec un nombre limité d'éléments de son environnement qu'il s'efforcerait de toujours mieux maîtriser ; sa conception le pousse, au contraire, à multiplier indéfiniment les manières d'interagir avec ce dernier ;
 - les notions d'« apprentissage » ou d'« autodéveloppement » leur permettent d'insister sur le fait que — contrairement, par exemple, au comportement des insectes les plus simples — le comportement de leurs robots est cumulatif. La somme de leurs interactions avec leur environnement donne à ces derniers un éventail de compétences qui découlent autant de leurs potentialités fonctionnelles que de l'expérience qu'ils ont progressivement acquise.
- 19 Chacun de ces termes permet de mettre l'accent sur des implications importantes du comportement des robots ; elles n'en dérivent pas moins d'un principe unique de fonctionnement : celui qui consiste, de la part de ces derniers, à optimiser sans cesse, et de toutes les manières possibles, leur capacité à prévoir et aussi, par ce biais, à mieux maîtriser les implications de leur interaction avec leur environnement.
- 20 Certes, lors d'une première observation, « virtuosité » n'est pas le terme qui vient spontanément à l'esprit pour décrire le fonctionnement de ces robots. Mais leur gaucherie apparente découle, en réalité, de la logique de leur fonctionnement, qui suppose que ces derniers se mettent toujours en situation d'apprentissage plutôt que d'exhiber des formes de compétence déjà acquises. Ils ont été programmés, en effet, pour chercher sans cesse des situations nouvelles. Aussi, dès lors qu'ils atteignent un seuil de compétence tel qu'ils ne sauraient progresser davantage dans une situation donnée, ils n'auront d'autre hâte que de relever de nouveaux défis.

- 21 Supposons cependant que l'on désire montrer l'étendue réelle de leur compétence, celle-ci ne saurait se déduire des seules caractéristiques fonctionnelles que partagent tous les robots construits sur le même modèle ; car elle dépend autant de l'histoire singulière de leurs interactions avec leur environnement que de la façon dont ils ont appris à le maîtriser. Aussi l'unique manière possible de présenter l'ensemble des compétences dont chacun d'entre eux est capable sera de les mémoriser sous une forme ou une autre (film, mémoire informatique, etc.) ; ou encore de leur faire démontrer en accéléré l'étendue de leurs capacités.
- 22 J'ai attiré l'attention au début de cet article sur la dramaturgie propre à de nombreux numéros de cirque, et en particulier à ceux des jongleurs. On l'a vu, au cours de ces derniers, un jongleur fait montre de sa virtuosité à enchaîner avec aisance et en accéléré des gestes qui découlent tous, en réalité, du long apprentissage par lequel il est passé. Aussi peut-on mieux percevoir maintenant que les impératifs de présentation qui semblent s'imposer à ces derniers sont très semblables, en réalité, à ceux qui s'imposent aux roboticiens, s'ils veulent démontrer publiquement la virtuosité de leurs nouvelles machines.
- 23 Ainsi dans le cas de la robotique comme dans d'autres formes d'art, doit-on soigneusement distinguer deux moments sur le plan analytique : il y a, d'une part, la mise en scène de formes de virtuosité qui actualisent, de manière plus ou moins spectaculaire les formes spécifiques d'apprentissage par lesquelles l'artiste, le jongleur ou le robot sont passés au cours de leur histoire. Mais il y a aussi ce que l'on pourrait définir comme un « principe de virtuosité ». Et ce dernier se résume en dernière instance à un ensemble limité de contraintes à caractère plus ou moins universel (éventuellement formalisables et traductibles en algorithmes, comme les roboticiens essaient de le faire) qui guident l'interaction la plus adaptée entre une créature — être vivant ou machine — et son milieu. Ce qui caractérise le robot, mais aussi le jongleur ou toute autre créature qui obéit à de telles contraintes, c'est le fait que son interaction avec son environnement ne soit pas aléatoire sans être pour autant nécessairement soumise à aucune finalité précise ; sinon celle qui consiste à chercher toutes les circonstances lui permettant d'optimiser ses propres capacités de prévision, d'adaptation et d'interaction avec ce dernier. C'est, pour le dire autrement, une quête perpétuelle de la « virtuosité ».

Une nouvelle culture de la virtuosité

- 24 S'il est vrai — comme j'ai essayé de le montrer — que la notion de virtuosité joue ainsi un rôle central dans certains des développements les plus intéressants de la robotique à notre époque, l'emploi qui en est fait nous renseigne aussi sur la place toujours plus importante que cette notion pourrait occuper dans le monde contemporain. Déjà, au XVIII^e siècle, les créateurs d'automates pensaient que l'intérêt de leurs inventions ne se limitait pas au domaine purement technologique ni même à celui du spectacle, mais qu'elles pouvaient aussi avoir des conséquences significatives pour les progrès de la biologie (dans le cas du canard de Vaucanson, par exemple) ou encore pour ceux de l'industrie. Vaucanson, toujours, une fois nommé inspecteur des Manufactures du royaume, conçut des plans audacieux pour mécaniser les filatures. Il fut arrêté cependant dans son élan modernisateur par la révolte des ouvriers tisserands de Lyon qui avaient peur de perdre leur travail (Standage, 2002 : 12). Il est remarquable de constater que les ambitions des roboticiens ne sont pas si différentes aujourd'hui.

- 25 Ainsi, par exemple, l'impact de Rodney Brooks aux États-Unis a été lié davantage au succès des nouveaux modèles d'aspirateurs qu'il avait inventés et commercialisés (Roomba), qu'à ses recherches fondamentales en robotique, dont ces aspirateurs ne représentent pourtant qu'une application fort limitée. Et sur un plan très différent, s'il est vrai que le « principe de virtuosité », que modélisent et ne cessent de perfectionner des roboticiens comme Luc Steels, Frédéric Kaplan ou Pierre-Yves Oudeyer, est d'abord fait pour être appliqué et expérimenté sur des robots, ils ont aussi montré que leurs recherches pouvaient avoir une valeur paradigmatique allant bien au delà de ce domaine particulier.
- 26 Une des dimensions les plus passionnantes — et, à mon sens, l'une des plus fécondes — du travail de ces chercheurs consiste, en effet, à se demander si la sorte d'algorithmes qu'ils utilisent pour mettre au point leurs robots n'apporte pas un éclairage inédit sur des problèmes scientifiques fondamentaux comme ceux liés aux origines du langage et de la communication ou encore aux modalités d'apprentissage chez l'enfant ; et peut-être même d'aborder la question de l'évolution sous un angle différent (Kaplan et Oudeyer, 2006, 2007). On peut se demander cependant dans quelle mesure de tels travaux ne font pas aussi écho à des préoccupations d'un ordre assez différent, surtout quand on se souvient que ces derniers ont été longtemps menés dans le cadre du laboratoire de Sony. Il ne s'agit pas seulement, en effet, de l'une des plus importantes firmes à avoir commercialisé des robots de loisir pendant quelques années, mais aussi d'une multinationale qui joue un rôle dominant dans la création et la diffusion de jeux vidéo dans le monde entier¹³. Le succès commercial des jeux vidéos suppose, en effet, un mode de comportement de la part des joueurs, très semblable à celui que les chercheurs tentent précisément de modéliser. L'architecture d'une majorité d'entre eux est conçue de telle sorte, en effet, que le joueur découvre successivement de nouveaux environnements sur son écran, auxquels il doit s'adapter pour réagir de la manière la plus appropriée possible aux défis auxquels il sera confronté. Cela suppose, en particulier, que les joueurs apprennent à prévoir les conséquences des initiatives qu'ils prendront dans le cours du jeu, pour être à même d'atteindre les objectifs escomptés. Dès lors qu'il aura su faire preuve de virtuosité, un nouvel environnement se présentera à lui. Aussi, comme dans le cas des robots développés par nos roboticiens, le succès de cette sorte de jeux dépend essentiellement de la capacité de leurs concepteurs à maintenir un degré optimal de difficulté qui puisse motiver le joueur sans le décourager, quel que soit le degré de compétence auquel il sera parvenu. C'est précisément une telle économie psychique dont Luc Steels (2004) a souligné l'importance pour la robotique sous le nom de « principe autotélique », en s'inspirant des travaux de Csikszentmihalyi (1990).
-

BIBLIOGRAPHIE

BROOKS, Rodney A.

1999 *Cambrian intelligence : The early history of the new AI* (Cambridge, The MIT Press).

2002 *Robot : The future of flesh and machines* (Londres et New York, Allen Lane).

BROOKS, Rodney A. et STEELS, Luc

1995 *The artificial life route to artificial intelligence : Building embodied, situated agents* (Hillsdale, Lea Publications).

CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly

1990 *Flow, the psychology of optimal experience* (New York, Harper and Row).

ICHBIAH, Daniel.

2005 *Robots, Genèse d'un peuple artificiel* (Genève, Minerva).

KAPLAN, Frédéric

2005 *Les machines apprivoisées : comprendre les robots de loisir* (Paris, Vuibert).

KAPLAN, Frédéric et OUDEYER, Pierre-Yves

2006 Discovering communication, *Connection Science*, 18 (2) : 189-206.

2007 In search of the neural circuits of intrinsic motivation, *Frontiers in Neuroscience*, 1 (1) : 225-236.

OUDEYER, Pierre-Yves et KAPLAN, Frédéric

2004 *Intelligent adaptive curiosity : a source of self-development*, Proceedings of the 4th Epigenetic robotic workshop, Gênes.

2007 Language evolution as a Darwinian process : Computational studies, *Cognitive Processing*, 8 : 21-35.

PACHET, François et ADDESSI, Anna Rita

2004 When children reflect on their playing style, *ACM Computers in Entertainment*, 2 (1).

STANDAGE, Tom

2002 *The mechanical turk. The true story of the chess-playing machine that fooled the world* (Londres, The Penguin Press).

STEELS, Luc

2004 The autotelic principle, in I. Fumiya, R. Pfeifer, L. Steels et K. Kunyoshi (éd.), *Embodied artificial intelligence : Lecture notes in AI* (vol. 3139) (Berlin, Springer Verlag) : 231-242.

THRIFT, Nigel

2003 Closer to the machine ? Intelligent environment, new forms of possession and the rise of the supertoy, *Cultural Geographies*, 10 : 389-407.

WOOD, Gaby

2003 *Living dolls : A magical history of the quest for mechanical life* (Londres, Faber and Faber).

NOTES

1. Cf. la contribution fort éclairante de Denis Laborde sur ce point [<http://ateliers.revues.org/8841>].
2. <http://web.media.mit.edu/~tod/>, consulté le 13/06/2010.
3. http://www.dailymotion.com/video/x3ay0v_vaucanson-fabriquant-son-canard_creation, consulté le 13/06/2010.
4. <http://www.youtube.com/watch?v=jx8U1FgILCE>, consulté le 13/06/2010.
5. Au XVIII^e siècle, d'ailleurs, une telle perplexité pouvait être parfois justifiée. Le fameux joueur d'échecs de Kempelen n'était, par exemple, qu'une supercherie, car c'était, en réalité, un joueur humain, caché dans l'automate, qui décidait des coups (STANDAGE, 2002).

6. Cf., par exemple, « Meet McBlare, a young piper whose playing is truly electric », *Daily Mail*, 11 août 2006.
 7. <http://abcnews.go.com/video/playerIndex?id=9604097>, consulté le 13/06/2010.
 8. <http://www.youtube.com/watch?v=vHjVV7AWaGM> et <http://www.youtube.com/watch?v=NAtgvcdiTkI&feature=related>, consultés le 13/06/2010.
 9. <http://vimeo.com/5072714>, consulté le 13/06/2010.
 10. <http://www.youtube.com/watch?v=C9p8B7-5MTI>, consulté le 13/06/2010.
 11. <http://www.youtube.com/watch?v=ILULRlmXkKo>, consulté le 13/06/2010.
 12. <http://video.google.com/videoplay?docid=-2628436183991365358#>, consulté le 13/06/2010.
 13. Cf. aussi à ce sujet THRIFT, 2003.
-

RÉSUMÉS

La virtuosité n'est pas un qualificatif que l'on tend à appliquer spontanément à une machine. Je voudrais cependant montrer qu'une telle notion permet de qualifier certains des développements qui ont pris place en robotique depuis une vingtaine d'années, sous l'influence de Rodney Brooks et de Luc Steels, en particulier.

Virtuosity is not an adjective that tends to be spontaneously applied to a machine. However, I would like to show that this concept allows to describe some of the developments that have taken place in robotics over the past twenty years, especially under the influence of Rodney Brooks and Luc Steels.

INDEX

Mots-clés : Brooks, Kaplan, Oudeyer, Steels, virtuosité robotique

Keywords : Brooks, Kaplan, Oudeyer, Steels, virtuosity robotics

AUTEUR

DENIS VIDAL

Directeur de recherche IRD, URMIS