

Robot : n.m. (1924 ; du tchèque *robota* « travail forcé », pour désigner des « ouvriers artificiels » dans une pièce de K. Capek). L'étymologie renvoie donc à l'utilisation actuelle et double du mot et le dictionnaire énonçant benoîtement ses différentes acceptions se fait l'écho des angoisses humaines : machine à l'aspect humain..., mécanisme automatique à commande électromagnétique capable de se substituer à l'homme..., homme réduit à l'état d'automate... Les vases sont-ils communicants ? L'homme se découvre-t-il machine à mesure que le robot apprend de lui comment mieux lui ressembler ?

De la marionnette à l'automatisme, Charles Halary retrace l'histoire d'une coexistence, celle du créateur et de sa création.

Joanna Pomian nous conte le rêve réalisé, la complicité de l'homme et de son double, un dialogue gestuel créé par la Compagnie Jean-Marc Matos avec son robot danseur.

Mario Borillo évoque la rencontre de l'informatique et de l'artiste et définit le champ des nouvelles possibilités esthétiques nées de l'interaction de l'homme avec la machine.



L'automate utopique et le robot comique

Construit de nos mains, le robot s'échappe, coupe les fils qui le rattache encore à la marionnette et à l'automate et nous offre le miroir effrayant de nos gestes. Charles Halary oppose à cette peur un historique précis de l'élaboration par l'homme de son double et sa réflexion en restituant à la « machine » sa place d'objet technologique produit par une culture renvoie l'homme à la définition de son « humanité ».

L'automatisation a mauvaise presse. Pensez donc ! On fait une équation simple entre automatisme et mécanisme, une autre entre mécanisme et nécessité, asservissement... La vie, le jeu, l'amour. La poésie, qu'ont-ils donc à voir avec ces équations meurtrières ? Se livrer à l'automatisme, n'est-ce pas se déssaisir de ce qui fait la valeur propre de la personne ? Et que deviennent dans tout cela les aspirations et les désirs ? La machine, l'automate sont froids, tandis que l'être humain est chaleureux, sinon chaud. (...) Je ne suis pas loin de croire, en dépit de répulsions vivement exprimées que l'automatisme est un archétype aussi antique et radical que celui de la symétrie, ou du cycle, qu'il touche en nous je ne sais quelle corde vibrante du pouvoir créateur, du charme, de la volonté de puissance, de bien d'autres engouements qui nous occupent et nous meuvent jusque dans nos plus nocturnes entreprises. » Convenons que pour un classique de la sociologie, le ton choisi par Pierre Naville (1) pour introduire son étude sur l'automatisme est pour le moins sulfureux, certainement peu scientifique et tire dangereusement vers la littérature. Certains s'en plaindront.

Animaux - machines ?

Quand René Descartes, d'abord, et La Mettrie, ensuite, parlaient des êtres vivants comme entités autonomes - animaux-machines dotés d'une âme accrochée dans la glande pinéale pour

le premier et automates aux ressources ébouriffantes pour le second -, les ordres religieux veillaient au grain et lançaient imprécations et excommunications divines.

Au XVIII^e siècle la théorie des automates encourageait l'autonomie individuelle, la prise en main d'une vie autrefois laissée à la providence. L'autogestion commence par son propre corps. Libéraux, libertaires, libertins s'en accommodaient fort bien. Les moralistes de l'ascèse, pas du tout. Là où le matérialisme dynamique voyait une libre association des atomes aussi bien physiques que sociaux, le spiritualisme ecclésiastique préférait diviser le monde en marionnettes et en pantins : les premières soumises aux mains de l'Enfer et les derniers virevoltant sous les fils invisibles du Paradis.

Le lourd fardeau culturel judéo-chrétien (du Dieu vengeur à celui qui culpabilise les foules en choisissant la torture plutôt que l'évasion ou la résistance) empêchait l'Occident chrétien de se sensibiliser à des croyances plus légères pour la vie, venues des Indes ou de l'Extrême-Orient. L'influence de ces sociétés hédonistes, par delà le dialogue avec un Islam tout aussi intolérant, a certainement contribué à ouvrir l'Europe à des questionnements aussi étranges que celui de Montesquieu : « Comment peut-on être persan ? ». La diversité reconnue et admirée des comportements culturels, la découverte d'un monde non européen, sa reconnaissance comme tout aussi valable sinon porteur de

valeurs culturelles supérieures, excluaient les retours autocratiques à l'absolutisme. Dans la révolution américaine de 1776, dans la française de 1789, était célébré ce modèle à accomplir : le citoyen du monde, libre, responsable, autonome. La démocratie rassemblait ces volontés exprimées par un contrat social constamment renouvelé.

L'angoisse de l'automate humain

Plus que tout autre courant culturel, le romantisme de cette époque, par ses espoirs et ses enchantements perdus, a incarné la tragédie de cet automate humain. Oscillant entre l'autonomie absurde ou angoissée et la détermination vulgaire, comique et rassurante à la fois, l'automate, en cassant ses fils de pantins avec l'audela, a été pris en main de l'intérieur pour amener le règne de sa propre servitude célébrée et consentie.

La religion chrétienne avait fait de la foule humaine un théâtre d'ombres, de silhouettes, d'âmes en peine, sur lequel des personnages exceptionnels incarnaient les arcanes du destin. Les voies du Salut étaient simplement tracées par un fil, vieux comme Ariane, et allant de proche en proche tisser la toile arachnéenne de l'autorité. L'insecte humain se gardait de toute incartade qui aurait pu alerter la gardienne des lieux. François Dagonet a montré comment Sainte Mère l'Eglise avait inauguré une sociographie minutieuse en instaurant le *Livre des*

Ames où était noté bien avant Staline ou Hitler le comportement quotidien de chaque paroissien (2). Les fils pouvaient être dorés pour les puissants mais se resserraient en collier de chanvre sous le garrot de l'Inquisition pour les prophètes de mauvais augure.

Le romantisme vient de ce moment où l'être humain *automate*, doit choisir entre redevenir un *pantin* ou se laisser glisser vers les profondeurs de la *marionnette*. Les métaphores du pantin et de la marionnette, courantes dans le langage politique, sont antinomiques avec la démocratie naissante. Entre eux, activé par la méthode cartésienne, par le doute érigé en système d'incroyance, l'automate humain s'aggrave et se dissipe. Des groupes se font et se dispersent. C'est l'instant où se forge la société civile. Car, auparavant, il n'y a pas de société, il n'y a que des associés.

Au nom du ciel et de la terre

Marionnettes et pantins ne sont pas de la même classe. Les premières sont attirées par la Terre, elles font rire le peuple des ruelles et des gargottes obscures, là où s'étirent les miasmes délétères de l'épidémie, de la rumeur et de l'insurrection des faubourgs. Les pantins s'étirent vers les nuages, vers les ciels des baldaquins où s'agitent les providences. Dans leur confection même, les marionnettes sont faites de tissu commun, de visages de bois grossier ; les pantins portent les extravagances multicolores des seigneurs, leur visage de porcelaine fine est réhaussé de pierreries. Dans l'art de leur mouvoir, les savoirs sont distincts : quelques doigts animent les marionnettes de gestes saccadés, une savante gymnastique confère aux pantins leur grâce aérienne. Les thèmes de leurs aventures divergent : batailles citadines avec gendarmes et polichinelle pour les marionnettes, tragédies de cour avec les pantins.

L'automate détient son énergie de l'intérieur, il est seul.

La critique sociale s'est vite emparée du théâtre des marionnettes ; venu d'en bas, il lui était interdit de remonter aux causes. Dans l'œuvre de Machiavel, le pantin est omniprésent. De cette acidité, de cette ubiquité surgit l'automate.

Le complot est l'archétype de l'intrigue théâtrale. Il n'est pas rare de voir les comploteurs manipulés par le destin, par le tragique de situation. Quand la mort ne conclut pas l'intrigue, la comédie prend le dessus et tout recommence comme avant, sens dessus-dessous, comme après une révolution de palais.

Qui tire les ficelles ? Cette question d'allure paranoïaque a connu un certain regain d'actualité en 1984, paraphrasant ainsi Orwell qui condamnait le débrayé du langage comme signe avant-coureur des tyrannies.



• « Une des causes de notre confusion réside dans le fait que les très ambitieuses et prolixes sciences qui ont l'homme pour objet renvoient perpétuellement de questions en questions ou plutôt de palier en palier sans que nous puissions jamais déboucher sur un lieu d'où il serait possible d'avoir une prise de notre monde suffisamment englobante pour voir et comprendre ce qui s'y passe et surtout ce qui s'y prépare. »(3)

• « L'automate, dans un monde intermédiaire, pousse les romantiques à douter de l'intelligibilité. Le maelström de la civilisation industrielle, porté par la croyance absolue en la rationalité cumulative, comble un moment le vide laissé par l'Eglise. »(4)

• « On constate chez Hoffman un rapport entre la conscience appauvrie de la réalité et le fait de traiter les hommes comme des machines et les machines comme des hommes. »(5)

Les robots, dans le monde hollywoodien de Lucas, sont involontairement plaisantins. Leur caractère comique est d'autant

plus accentué que leur humour semble spontané. Les robots sont d'autant plus comiques, donc sensibles pour les êtres humains, qu'eux mêmes ne sont pas vus comme des êtres humains. Le comique, involontaire, quand il est fort, ne vise donc pas des êtres dont on cherche à saisir les émotions. Le robot est sympathique car il cherche à mimer, comme un singe dressé, les comportements humains. Son artifice est par trop grossier. Le comique en découle. Si les robots pouvaient se faire passer avec succès pour des êtres humains, la plaisanterie tournerait au tragique. Inversement, un être humain, bon acteur formé au mime, possède le talent nécessaire pour imiter l'automate mécanique par ses gestes mornes et saccadés. Son exploit, s'il se prolonge, transforme les moqueries en silence, s'il se prolonge encore, le silence devient angoisse.

Tragi-comédie

Ce rapport introduit la mort comme seule finalité de la vie. Si l'inerte mime le vivant, le subterfuge peut être circonvenu. Tout devient transparent quand le vivant mime l'inerte. Les pleurs sont ainsi un comportement mondialement répandu pour accompagner le glissement vers l'inerte. Le rire dépend des situations culturelles. « Le comique est affaire de culture ». « Voici maintenant une personne qui vaque à ses petites occupations avec une régularité mathématique. Seulement, les objets qui l'entourent ont été truqués par un mauvais plaisant. Elle trempe sa plume dans l'encrier et en retire de la boue, croit s'asseoir sur une chaise solide et s'étend sur le parquet, enfin agit à contre-sens ou fonctionne à vide, toujours par effet de vitesse acquise. L'habitude avait imprimé l'élan. Il aurait fallu arrêter le mouvement ou l'infléchir. Mais point du tout, on a continué machinalement en ligne droite. La victime d'une farce d'atelier est donc dans une situation analogue à celle du coureur qui tombe. Elle est comique pour la même raison. Ce qu'il y a de risible dans un cas comme dans l'autre, c'est une certaine raideur mécanique là où l'on voudrait trouver la souplesse attentive et la vivante flexibilité d'une personne. »(6) Et Bergson souligne

plus loin : « *Les attitudes, gestes et mouvements du corps humain sont risibles dans l'exacte mesure où ce corps nous fait penser à une simple mécanique.* » C'est ainsi que les marionnettes et les pantins peuvent faire rire : « *Il faut que cette suggestion soit nette, et que nous apercevions clairement, comme par transparence, un mécanisme démontable à l'intérieur de la personne. Mais il faut aussi que la suggestion soit discrète, et que l'ensemble de la personne, où chaque membre a été raidi en pièce mécanique, continue à nous donner l'impression d'un être qui vit. L'effet comique est d'autant plus saisissant, l'art du dessinateur est d'autant plus consommé que ces deux images, celle d'une personne et celle d'une mécanique, sont plus exactement insérées l'une dans l'autre. Et l'originalité du dessinateur comique pourrait se définir par le genre particulier de vie qu'il communique à un simple pantin (...)* Ce n'est pas de la vie, c'est de l'automatisme installé dans la vie et imitant la vie. C'est du comique. » (6)

Les robots imitent la vie humaine, comme les perroquets s'essaient à sa voix et les singes à ses grimaces. Les imitateurs professionnels singent des personnalités connues en s'appropriant leurs mimiques et les intonations de leur voix. Ils répètent ce qui est répétitif. Les spectateurs en rient. Cette imitation est limitée dans sa portée. La confusion est partielle. *L'imitateur ne remplace pas l'original.* Personne n'est dupe.

L'univers des machines est au contraire fondé sur le *remplacement*. Les machines sont composées de pièces identiques et interchangeables. Ainsi deux robots seront en principe identiques. Seuls des spécialistes pourront déceler les variations infimes qui les distinguent. La standardisation des machines rassure, c'est pratique. La technologie actuelle ne permet pas encore de fabriquer des êtres humains identiques et programmés. Elle le pourra dès demain. *Le meilleur des mondes* de Huxley est déjà pratique courante pour les animaux de la ferme ou de laboratoire. Tout cela est peu rassurant, mais a priori rien ne permet d'affirmer que des êtres humains produits de cette manière ne seront pas des êtres humains. Ceci d'autant plus que l'humanité

n'est pas dans un bagage génétique, mais dans une socialisation culturelle.

L'objet penseur

Cette situation, non encore vécue, trouve un commencement avec la fabrication d'ordinateurs qui calculent et raisonnent. Quand les machines à calculer mécaniques étaient apparues massivement, certains avaient supputé une *perte de la pensée dans les objets*. Qui s'en souvient aujourd'hui ? Pourtant la même objection revient sous la plume d'Herbert Dreyfus depuis 1965 (7). Les objets ne peuvent penser, seul l'homme le peut. Les ordinateurs ne font que mimer la pensée humaine.

L'automate a été associé au théâtre, des siècles durant, et ne se retrouve marginalisé que dans et par le cinématographe élevé au rang de 7^e art par Georges Méliès. Avec l'image animée, l'illusion du vivant donnée par l'automate n'est que plus interpellante. Les automates visuels se sont ensuite rapidement répandus avec le « star-system », des salles obscures aux écrans cathodiques des télévisions et demain avec les images de synthèse et la ciné-holographie. Face aux critiques fondamentalistes, les constructeurs d'artifices et les faiseurs de simulations cherchent à donner des facultés cognitives aux machines. Ceci bouscule le *chauvinisme humain de monopole sur la pensée* et provoque des réactions outragées du bas-clergé intellectuel qui se sent menacé dans ses fonctions répétitives.

Edward Feigenbaum, Seymour Papert, John McCarthy, Herbert Simon, Marvin Minsky, Alain Colmerauer et bien d'autres encore, comme le philosophe Douglas Hofstadter soulignent avec plus ou moins de largeur de vue, le caractère animé et infini de la matière. Les théories de la physique des particules, initiées par Gell Mann, convergent en baptisant les briques ultimes de la matière, des quarks, « *choses absurdes* », expression tirée du roman de James Joyce, *le Réveil de Finnegan*. Les métaphores animistes donnent à ces particules non encore révélées, mais logiquement nécessaires, des nombres quantifiant leur étrangeté et leur charme...

S'interdire de prêter un raisonnement aux choses, ne peut évidemment que chasser la poésie. « *Que l'idée que la machine et, en général, tout ensemble technique – pas seulement l'ordinateur – pense, vit à sa manière, entretient un rapport original avec son milieu, constitue un enjeu épistémologique et philosophique non négligeable pour une technologie définie comme un discours régulier, systématique sur les techniques, exprimant, si possible, une logique interne de l'objet.* » (8)

Cette affirmation faisant suite à une critique saugrenue de Jacques Ellul sur l'absurdité de cette question, ouvre la réflexion sur la connaissance comme champ scientifique expérimental et non point lieu utilitariste. Cette ouverture ne peut que passer par la déshumanisation des machines pour leur conférer un statut irréductible. Par conséquent l'artifice n'est pas obligatoirement simulacre et l'utopie des robots peut éviter le comique de la raideur mécanique.

Les machines sont des condensations d'une culture, leur appartenance n'est pas intrinsèque et naturelle, elle y est amenée par ses créateurs. Cessons de penser que les objets techniques sont des œuvres naturelles.

CHARLES HALARY

L'auteur appartient au Centre de recherche en évaluation sociale des technologies. UQAM.

Extrait des travaux de l'atelier : « Une démocratie technologique ? », ACFAS, Ottawa, 21 mai 1987.

(1) « Vers l'automatisme social ? », Pierre Naville, Gallimard, 1963, p. 7.

(2) « Philosophie de l'image », François Dagonet, Vrin, 1985.

(3) « Wiener, McLuhan et la montée des automates », André Belleau, *Libertés sept.-oct. 1967*, Montréal, p. 38-39.

(4) « L'homme et ses simulacres », Bernhild Boie, José Corti, 1979.

(5) « L'automate comme personnage de roman », André Belleau, *Études françaises*, 1972, p. 127.

(6) « Le rire », Henri Bergson, 1964, p. 8, 22, 23, 24.

(7) « Mythes et limites de l'intelligence artificielle », Herbert Dreyfus, *Flammarion*, 1984.

(8) « L'automate et ses mobiles », Jean-Claude Beaune, *Flammarion*, 1980, p. 307.

Portrait de groupe avec robot

Danser avec un robot, danser avec son double, puissant, performant, sans failles. Ce vieux rêve de l'humanité et de tous les danseurs, la Compagnie Jean-Marc Matos le réalise à partir de mars 1988 en intégrant un nouveau danseur : le robot Talos.

La compagnie J.M. Matos a un long passé derrière elle et le spectacle avec le robot danseur n'est pas sa première tentative de mariage de l'art et des techniques de pointe. D'ailleurs J.M. Matos avant de devenir danseur, a reçu à Toulouse une formation d'ingénieur en électronique et automatique industrielle. La mise en rapport de l'écriture non-verbale et de la science l'intéressait depuis longtemps et c'est la danse qui lui a permis de les faire rencontrer à travers l'étude du corps et du mouvement.

Après ses études, en coopération au Vénézuela, J.M. Matos a pris des cours auprès de danseurs formés par Merce Cunningham, cette compagnie américaine de danse contemporaine qui a axé ses recherches chorégraphiques sur le mouvement à partir d'une approche scientifique de la danse. Par la suite, de 1978 à 1983, Matos a enseigné à mi-temps à l'Université de New York au département de « *Computer Science* » tout en complétant sa formation de danseur et de musicien. Cet enseignement a servi à financer la future Compagnie. Celle-ci, arrivée en France en 1983, s'installe à Toulouse et remporte immédiatement le concours de danse de Bagnolet. Ses créations font systématiquement appel aux nouvelles technologies. Chaque spectacle est produit non seulement dans les lieux traditionnels mais aussi – et ce délibérément – à des festivals ou rencontres purement technologiques. C'est là que selon Matos « *se trouvent les meilleurs interlocuteurs. Les*

gens de la technique sont sensibles à nos spectacles alors que tous les autres restent méfiants. » Toute création est recherche et réalisation d'une écriture scénique nouvelle faite à l'aide de la technologie électronique. Les différents spectacles ont utilisé, par exemple, l'image vidéo en direct ou en différé. C'était le cas pour « *Fractalis* » qui comprenait la projection des images fractales.

L'informatique entre dans la danse

J.M. Matos recourt largement à l'informatique. L'architecture des chorégraphies, leur préparation et écriture sont élaborées sur ordinateur. Matos adapte, à cette fin, les programmes américains d'animation et de création d'images fixes. L'ordinateur organise alors tous les paramètres de la chorégraphie : le temps, l'espace, l'évolution dynamique à l'intérieur d'une même séquence, les plans d'espace pour des parties courtes ou la recherche d'une structure particulière pour la conception d'une partie donnée. C'est, pour Matos, un outil de travail pour la mise en place d'un spectacle et, surtout, pour sa mise en mémoire. L'approche computationnelle de la danse permet de disposer de toutes les danses sous une forme écrite. Ceci est d'autant plus important que traditionnellement la danse était un art sans mémoire, contrairement au théâtre par exemple. Le couplage de la vidéo avec l'écriture des chorégraphies sur ordinateur offre des possibilités de mémorisation exacte et com-

plète des créations les plus complexes. L'ordinateur devient un système de gestion totale de l'invention chorégraphique épuisant grâce à la combinatoire toutes les possibilités des mouvements et mémorisant, par la suite, les choix retenus.

Le projet d'un spectacle incluant un robot danseur date de 1985. Au départ, Matos pensait disposer uniquement d'une tête sur des roulettes. Le désir de présence d'un robot sur scène vient de l'idée qu'au sein d'une chorégraphie, il pourrait y avoir un personnage à la fois fictif et réel. Il aurait pu apparaître seulement sur l'image, mais dans ce cas il aurait été plat et n'aurait pas participé au spectacle directement. La danse avec un robot est radicalement différente de la danse avec la seule image.

Construire un robot danseur

La Compagnie Matos a parcouru un long chemin avant de trouver le constructeur du robot. C'est ainsi que Matos a contacté différentes entreprises dans le Midi-Pyrénées et en région parisienne. Les grosses entreprises comme Matra, Renault Automatisation, Motorola, Dendix, financent des recherches seulement en vue d'une utilisation immédiate. De plus, selon Matos, « *les grandes entreprises de pointe soutiennent l'art d'hier* ». Les contacts pris avec les petites entreprises comme Dayelec Automation, Logabax ou Midi Robots ont été plus avancés, mais la fragilité financière de celles-ci ne

leur permet pas de prêter leurs prototypes les plus performants. C'était le cas du bras articulé de Logabex qui a pourtant proposé la réalisation du robot pour deux millions de francs au lieu des sept millions estimés. Ce prix représentant le coût de l'ensemble du spectacle était encore excessif pour la compagnie et même les soixante millions demandés par Logabex pour le prêt du bras articulé ne purent être réunis. De plus, la grande industrie informatique française est obsédée par le secret et il était hors de question pour ses dirigeants de dévoiler à des danseurs les découvertes servant le plus souvent à des fins militaires.

Il fallait un « enthousiaste », il a été trouvé en la personne de Christian Laroche, un jeune sculpteur, passionné par le mouvement et créant des sculptures animées au départ par des relais électromécaniques. Jugeant ce procédé trop lourd, Laroche a décidé d'introduire de l'informatique et de l'électronique dans ses sculptures et a suivi pour cela deux ans de formation en électronique, en informatique et en danse. C'est lui qui a réalisé le robot Talos qui a commencé ses répétitions en janvier 1988.



Le système de locomotion choisi pour Talos est un trépied à roues. Les trois roues du robot constituent un système simple ; il permet son déplacement sur un terrain relativement plat et lui confère un très grand éventail de possibilités dans les trajectoires courbes ou rectilignes. Les systèmes d'articulation des membres, spécifiques à chaque partie du corps, ont permis la mise au point des solutions pour les mouvements du torse, des épaules, des bras et de la tête. Chacun des systèmes résout les problèmes délicats d'usure, de solidité, de légèreté et de lubrification selon les matériaux métalliques ou plastiques utilisés. Le système informatique de programmation prend en charge l'organisation dans le temps du fonctionnement simultané d'un grand nombre de servo-moteurs et permet d'obtenir la plus grande diversité dans le positionnement des membres et dans la qualité de leurs mouvements. L'autonomie énergétique du robot est assurée par plus de deux cents accumulateurs embarqués. Par ailleurs, la Compagnie Matos et Ch. Laroche comptent poursuivre leurs recherches en robotique pour arriver à un robot de « deuxième génération »



ressemblant à un androïde puis, peut-être, dans le futur, à un robot « intelligent », c'est-à-dire ayant « conscience » de l'environnement dans lequel il se trouve et agissant en fonction de celui-ci.

La danse du robot

Les hommes ont imaginé des automates, des robots et même des robots danseurs avant la naissance de la robotique. Talos qui a donné son nom au robot danseur de la Compagnie Matos est l'un des premiers robots de la mythologie, un robot de type humanoïde en bronze construit pour le roi Minos par Héphaïstos pour garder les côtes de Crète. Une seule veine

fermée par un clou et dans laquelle circulait le flux vital parcourait son corps du cou aux chevilles. Plusieurs versions de sa mort existent, mais dans chacune Talos est toujours touché à la cheville, le clou est arraché, et le flux vital s'écoule par cette « blessure ». Une lecture de ce mythe à travers la technologie actuelle pourrait interpréter la veine comme une représentation du circuit électronique et le clou comme celle de l'interrupteur.

La présence d'un robot sur scène vise à absorber l'imaginaire né des robots sous des formes d'écriture transposables de et par la danse. A travers la technique, c'est un méta-langage qui s'instaure d'abord entre les hommes puis entre eux et les artefacts. Aujourd'hui, rien apparemment de plus naturel que se servir des machines. Or la technologie est en train de transformer profondément notre gestuelle, sans que nous en prenions bien conscience. Le spectacle « Talos et Koïné »⁽¹⁾ est la recherche à travers la danse des connections non-verbales présentes dans la réalité quotidienne.

Une chorégraphie tient compte des handicaps de chaque danseur. Celle du robot Talos est conçue selon le même principe : il



ne sautera pas mais fera des choses que les hommes ne peuvent faire, par exemple s'incliner en arrière en faisant un angle de 90 degrés. Concevoir la chorégraphie du robot et danser avec lui c'est accomplir un voyage à l'intérieur du mouvement, réfléchir de façon très approfondie sur le fonctionnement des articulations et sur la gestuelle du corps robotisé mais aussi sur celle de l'être humain.

JOANNA POMIAN

(1) Le robot sera intégré au sein du spectacle intitulé « Talos et Koïné » créé le 30 mars à l'Acropolis de Nice, puis en mai à Créteil, en région parisienne.

Repères pour l'image informatique

L'informatique a rencontré les arts visuels, non sans traîner raideurs et maladresses héritées des applications standards de CAO.

Mais un simulateur de vol n'est pas une image à regarder...

Et si l'on essayait enfin d'approcher autrement le fond des choses ? En restant attentif à ce que produit aujourd'hui la rencontre de l'informatique et des arts visuels – en gardant par conséquent la conscience la plus vive des raideurs, des maladresses, des frustrations... le jeu serait d'imaginer un type de voyage possible au-delà des réalisations actuelles. Quelle est la part d'inaccomplissement qui revient à l'étrangeté pour l'artiste d'outils conçus à d'autres fins que les siennes ? Cette étrangeté est-elle transitoire, liée à un moment de la technique, à une phase particulière de l'évolution des savoir-faire, qu'ils soient informatiques ou plastiques ? Ou bien le problème est-il plus radical et la nature profonde de l'informatique imposera-t-elle toujours des limites spécifiques, et lesquelles, à ce que l'artiste recherche lorsqu'il crée des images et à ce que le spectateur recherche aussi à sa manière lorsqu'il les regarde ? Puisque la nature (électronique) des instruments de diffusion de la culture, avec la structure de marché qu'elle met en place, rend probablement irréversible l'élargissement de cette rencontre, pourquoi ne pas tenter, sinon de répondre à d'aussi redoutables questions – il y faudra encore cinq ou dix ans d'expériences – du moins de signaler quelques voies d'approche ?

Autant dire tout de suite que le discours restreint à la technique n'a que peu de chances d'aller à ce que le sujet a de plus vif et que les parallèles historiques avec la peinture à l'huile ou l'évolution des « supports » n'indiqueront rien de ce qui est ici vraiment nouveau. Le bouleversement de la perspective ? peut-être ! car elle est une chose conceptuelle... en même temps que sensible. Le mieux est encore de partir de l'informatique, cet immense phénomène paradoxalement opaque où l'analyse reconnaît d'abord

non pas une technique mais un faisceau complexe et ramifié de techniques qui n'existent et ne se développent que par leur articulation sur un domaine original d'intense activité scientifique. Chaque technique particulière tire sa pertinence et son efficacité de l'adaptation d'un ensemble unique de connaissances théoriques et expérimentales à un domaine spécifique d'activités. Ainsi se constitue chaque fois une véritable entité technique : l'infographie pour la production et le traitement d'images, mais aussi la télématique pour la conception, la réalisation et la maîtrise fonctionnelle des réseaux de télécommunications, la bureautique, la CAO, la robotique, etc.

Une aussi incroyable ubiquité, probablement coextensive à l'ensemble des activités humaines, ne s'explique en effet que par la nature profondément duale de l'informatique(1) : en tant que discipline théorique elle étudie les structures logico-mathématiques du raisonnement dans la tradition de Frege, Russel, Gödel, Church et Turing, en définissant les langages formels et les algorithmes qui permettent de rendre certaines classes de raisonnements calculables par des machines conceptuelles (les automates abstraits) et par leur transposition concrète (les systèmes informatiques) ; en tant que discipline expérimentale (empirique), elle étudie, du constituant élémentaire à l'architecture complexe, la réalisation matérielle (électronique) de concepts abstraits du type de ceux évoqués plus haut. Ce faisant, elle les modifie, les soumet à des contraintes qui justifient en retour l'étude formelle des limites et des possibilités ainsi induites par la physique dans le champ logico-mathématique, donnant naissance à de nouvelles théories des langages, des programmes, de la complexité... Les interactions et les synthèses multiples qui fondent l'originalité de la recherche informatique dans le

champ des sciences sont difficiles à concevoir du fait même de leur profonde nouveauté. Pourtant cette mixité intrinsèque constitue l'informatique comme discipline scientifique, ni pure logique ou mathématique, ni pure électronique, mais fusion dynamique d'une pensée physicienne et d'une pensée formelle. Le cours de la recherche théorique actuelle tend à modéliser et à rendre calculables des classes de plus en plus larges de raisonnements. Dès cet instant leur abstraction est matérialisable et les dispositifs qui « incarnent » ces raisonnements peuvent être insérés dans les contextes fonctionnels les plus divers. Ainsi se trouve conciliée l'universalité (relative) du raisonnement abstrait et la spécificité concrète de tel ou tel domaine technique.

L'impact de l'informatique tient aussi à ce que l'on pourrait appeler une « interprétation pragmatique » du noyau théorique évoqué plus haut. En effet, il serait faux de croire que ces machines logiques sont vouées exclusivement à la production de théorèmes, c'est-à-dire de propositions vraies déduites de systèmes axiomatiques consistants. Si l'informatique théorique se construit sur la preuve de calculs justifiés et la conception des architectures qui les réalisent, ces dispositifs de manipulation réglée de symboles peuvent aussi fonctionner, pour ainsi dire, comme des « machines linguistiques », c'est-à-dire comme des dispositifs capables d'engendrer les expressions symboliques syntaxiquement correctes qui peuvent être construites dans les termes de tel ou tel code (du code machine aux langages de haut niveau type Pascal ou Prolog) à partir de la définition d'un système linguistique génératif, qui est une sorte de « description du monde », définissant d'une part les problèmes à résoudre ou les tâches à accomplir et d'autre part des voies pour y parvenir (2) :

données et programmes qui viennent activer des couches plus profondes du noyau logiciel et finalement matériel propre au système et à la machine (interprètes, compilateurs, processeurs). Les expressions produites vaudront ce que valent les descriptions dont elles sont issues. Elles peuvent être en particulier sémantiquement inconsistantes, contradictoires... bien que formellement (syntaxiquement) correctes. Mais le système peut aussi ne rien engendrer du tout, en particulier si les règles d'utilisation n'ont pas été respectées.

L'ordinateur, support de création multimédia

Toute interaction de l'artiste avec une machine passe donc nécessairement, que ce soit à son insu ou qu'il ait lui-même mis en place les différents étages de ces traductions formelles, par l'explication et l'implémentation d'un système génératif qui formera, en fonction d'instructions transmises par un clavier ou décodées à partir de gestes, de pressions sur divers capteurs, des expressions régulières, « matérialisées » sous forme électromagnétique ou autre dans les processeurs et les mémoires de la machine. Ensuite, une série de transformations physiques porteront ces expressions à la perception sensorielle sous forme d'images (écrans, imprimantes, tables traçantes...), de sons (synthétiseurs), de mouvements (effecteurs divers, robots), etc. Multivocité expressive qui fait de l'ordinateur un support adapté au service de la conception multimédia de l'art contemporain (3).

Pour rester dans le champ de l'image, on voit le rôle central joué par le modèle formel dont la capacité générative définit le domaine morphochromatique accessible. Qu'il exprime une conception globale de l'ensemble de l'image-produit et de ses métamorphoses, ou celle de constituants (formes, trames, couleurs,...) qu'il reviendra à l'artiste d'assembler, de composer, l'ouverture des possibles est toute entière inscrite dans les caractéristiques de ces modèles, sortes de matrices dont les « productions » visuelles, par bonheur, interagissent et se modifient en fonction des interventions de l'artiste. Le degré de liberté expressive du système est donc également dépendant des moyens disponibles pour communiquer avec lui – dépendant par conséquent de la diversité et de la

complexité des informations susceptibles d'être produites par l'artiste et qui peuvent venir interférer avec le déploiement interne des modèles formels. Il faut considérer à ce titre non seulement les entrées directement opératoires émises par des organes de commande tels que clavier, tablette, écran sensible, crayon électronique... mais aussi les données que l'on pourrait appeler « contextuelles », ou de support, constituées à partir d'un matériau visuel antérieur digitalisé puis convenablement codé pour assurer la compatibilité syntaxique de l'ensemble. « Synthèse d'image » et « traitement d'image » ne sont donc pas si différents conceptuellement même si leur mise en œuvre technique diffère sensiblement aujourd'hui.

Avec les modèles formels, dans leur implémentation logique et matérielle, puis les dispositifs d'entrée de commandes et de ressources-image (matériels et logiciels eux aussi), les organes de visualisation constituent la troisième grande catégorie de constituants. Il n'est pas inutile de souligner leur importance, puisque quels que soient les états antérieurs de l'image en gestation (purements formels, traduits en structures électro-magnétiques, etc.) ce sont de strictes virtualités qu'il appartient à ces organes de porter à la réalisation sensorielle. Leur développement commande en tout état de cause celui de la qualité des produits visuels. On discerne l'importance et la diversité des recherches physiques nécessaires mais aussi, comme le proposait déjà Malevitch, l'intérêt d'articuler ce travail avec une meilleure compréhension de la physiologie et de la psychologie de la vision. La grande question demeure : quelle sera demain la physicalité de l'image informatique ?

Sur le versant proprement informatique, la richesse des travaux en cours suggère une extrême diversité de développements possibles. Certains semblent plus importants pour aller vers cette « créativité » que propose Françoise Holtz-Bonneau. Ainsi l'un des enjeux essentiels est certainement que les dispositifs d'entrée et de commande puissent introduire dans le fonctionnement du système la meilleure représentation de la complexité et de la diversité des interventions qui sont la « signature » du talent (quel autre terme employer ?) et en tout cas, du savoir-faire de l'artiste. Ceci passe par la mise au point des capteurs, de manipulateurs, de supports (et de leurs

prolongements logiciels) qui traduisent par exemple des paramètres propres au travail du plasticien, comme la pression, la durée, l'angle d'incidence, la vitesse, ... du contact qui transmet un geste, d'une manière générale par l'ouverture de toutes les modalités d'interaction (corporelles, intellectuelles) avec des agents externes susceptibles d'enrichir et de diversifier (de perturber) au maximum le champ des possibilités expressives régulières potentiellement contenues dans les modèles génératifs d'éléments visuels.

Elargir la place du plasticien

La « philosophie » de ces propositions est assez claire. Elle consiste à élargir autant que faire se peut le rôle du plasticien dans la production de l'image, à partir d'un présupposé simple : l'éducation de l'œil du regardeur contemporain se satisfait difficilement de l'enfermement dans l'esthétique hyperréaliste sous-jacente aux objectifs actuels du mathématicien, de l'informaticien, de l'ingénieur. Cette philosophie inspire le projet MATISSE de poste de travail plastique développé à Toulouse au laboratoire des Langages et systèmes informatiques par l'équipe de René Caubet (4). Les implications de ce choix sont plus significatives encore en ce qui concerne le cœur du système, les constituants mathématiques et logiciels qui engendrent, modifient, animent les images. Sans se substituer aux recherches en cours dans tous les grands laboratoires sur la modélisation des formes, des textures, des couleurs, du mouvement – qui sont bien entendu essentielles pour comprendre la gamme des matériaux visuels – le projet MATISSE se donne pour tâche de compléter la gamme des matériaux (visuels) disponibles en cherchant systématiquement à décrire et à stimuler les constituants élémentaires spécifiques dont la mise en œuvre engendre par composition l'image picturale. L'objet de la modélisation n'est plus un élément d'image « réaliste », ou « naturelle », telle qu'elle semble s'offrir spontanément à l'œil, mais ces éléments qui apparaissent dans l'analyse des procédés mis délibérément en œuvre par le plasticien dans la recherche des effets propres à son art. Ainsi, par exemple, le modèle de « point pictural » est-il articulé en un modèle de « trace nette » et un modèle de « frange », qui sont eux-mêmes paramétrés par la fluidité des pigments, leurs quantités respectives,

et leur ordre d'intervention, l'état des surfaces où se produit le mélange ; l'effet de gommage ou de recouvrement prend en compte lui-même une série de facteurs qui pondèrent le résultat en intensité, en teinte, en texture... Bien entendu la mise en œuvre de cette multiplicité de modèles de base et l'importance du facteur temps dans la stratégie d'utilisation retenue impliquent une difficile recherche en informatique sur les problèmes d'optimisation, de structures de données, d'architecture de systèmes, etc.

Les objectifs prioritaires qui nous semblent aujourd'hui les plus à même d'enrichir l'univers de l'image informatique sont les modèles de matériaux et de procédés picturaux élémentaires s'inspirant de la tradition artistique mais aussi des expériences d'avant-garde, avec la maîtrise mathématique et informatique de leurs capacités

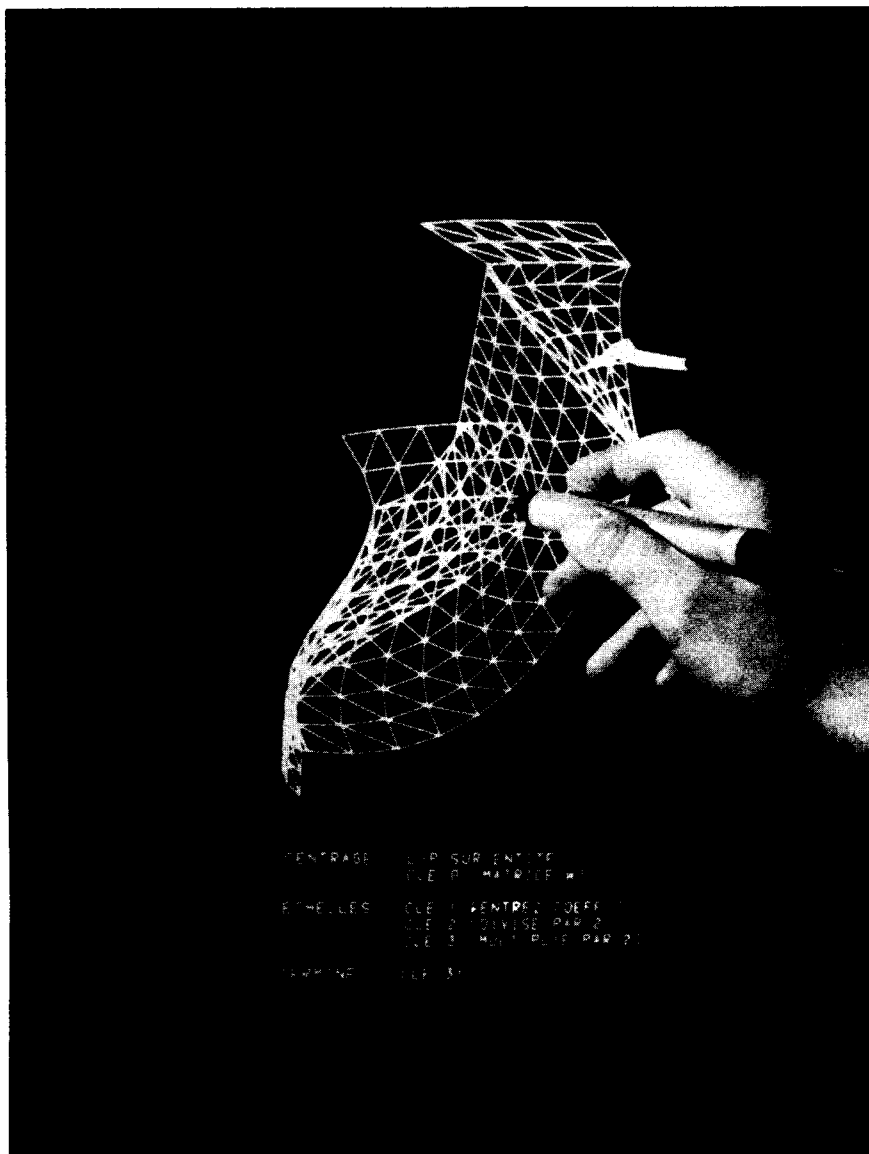
combinatoires, ainsi que l'élargissement de l'accès aux documents visuels préexistants et l'extension des possibilités multivoques d'interaction du plasticien. Ce mouvement vers une symbiose plus profonde entre le créateur d'images et son prolongement informatique suppose que soient en même temps poursuivis les travaux actuels sur les performances des systèmes et sur l'enrichissement mathématique des modèles génératifs. Pour ces derniers, et en particulier pour la représentation du mouvement, les méthodes logico-inférentielles de l'intelligence artificielle sont certainement destinées à jouer un grand rôle. Elles pourraient aussi intervenir dans la synthèse de l'image « artistique » à partir de modèles non plus d'images (fixes ou animées) mais de styles picturaux. Ce qui suppose bien entendu qu'aient été conduites les analyses formelles de

tel ou tel corpus significatif, comme Ernesto Garcia Camarero l'avait fait pour Mondrian à l'université de Madrid. L'investissement intellectuel est alors du type de celui que j'ai évoqué à propos du fondement théorique de l'informatique. Il rejoint à certains égards celui qui est nécessaire pour conduire des raisonnements sur des machines et à ce titre il met en jeu une dimension cognitive.(5)

Qu'il s'agisse de systèmes-experts picturaux (mouvement vers une autonomie relative des systèmes) ou de postes de travail pour artistes plasticiens (accentuation de la prédominance de l'opérateur), la richesse, l'intérêt expressif et la portée esthétique des images informatiques sont probablement, dans leur principe, sans limites autres que celles que notre œil et notre cerveau peuvent concevoir et apprécier (aux contraintes de restitution physique près, qui sont essentielles). Encore faut-il pour cela que les chercheurs en informatique et les plasticiens conçoivent ensemble, dès le départ, des instruments qui différeront alors probablement du simulateur de vol ou du système de CAO. Cette différenciation est raisonnable et elle a commencé. Le problème est maintenant pour l'informatique d'en tirer toutes les implications et d'aller jusqu'au bout des deux grandes options ainsi ouvertes.

MARIO BORILLO

* Ce texte est une adaptation de l'introduction au livre de Françoise Holtz-Bonneau : *Images informatiques et création artistique*, à paraître, Hermès, Paris.



1. Borillo, M., *Penser l'informatique*, in *01 Informatique*, 15 décembre 1986.
2. Borillo, M., *Informatique pour les sciences de l'homme*, *Limites de la formalisation du raisonnement*, P. Mardaga Editeur, Bruxelles, 1984.
3. Borillo, M., *Connaissance formelle et création poétique*, in *Intelligence des mécanismes, mécanismes de l'intelligence*, J.L. Le Moigne (Ed.), Diderot/Fayard, Paris, 1986.
4. Borillo, M., Caubet, R., Delord, J., Vivien, B., *Le projet Matisse, Langages et systèmes informatiques*, Université Paul Sabatier, Toulouse, 1986.
5. Borillo, M., *Quelle est cette chose mentale ?*, *Langages et systèmes informatiques*, Université Paul Sabatier, Toulouse, 1987.